

YURAK-QON TOMIR PROTEZLARI VA BIOFILM HOSIL QILUVCHI BAKTERIYALAR

Olimova Zohida Iqboljon qizi

Tibbiyot fakulteti davolash ishi ta'lim yo'nalishi 2-bosqich DI-24-09 talabasi

olimovazohida@920gmail.com

Moydinova Nurxon Mirzayevna

Ilmiy rahbar: Mikrobiologiya, virusalogiya va immunologiya, Kafedrası o'qituvchisi

moydinovanurxon159@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20677272>

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada yurak-qon tomir protezlari, xususan sun'iy qon tomir grafitlari, endograftlar va boshqa implantatsion biomateriallarda biofilm hosil qiluvchi bakteriyalarning klinik-mikrobiologik ahamiyati tahlil qilindi. Protez yuzasiga bakteriyalarning yopishishi, ekstrasellyulyar polimer matriks hosil qilishi va surunkali infeksiya o'chog'ini shakllantirishi yurak-qon tomir jarrohligida og'ir asoratlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotda *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, koagulaza-manfiy stafilokokklar, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* va *Enterobacteriaceae* oilasiga mansub bakteriyalarning biofilm hosil qilish xususiyatlari tahlil qilindi. Maqolada biofilmning patogenezi, diagnostika usullari, davolashdagi murakkabliklar va profilaktika yo'nalishlari ilmiy manbalar asosida yoritildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, yurak-qon tomir protezlari infeksiyasining oldini olishda biomaterial tanlovi, aseptika, antibiotik profilaktikasi, erta mikrobiologik tashxis va multidisiplinar yondashuv muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: yurak-qon tomir protezlari, qon tomir grafti, biofilm, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, protez infeksiyasi, bakterial kolonizatsiya, antibiofilm terapiya, sonikatsiya, antibiotik rezistentligi.

ABSTRACT

This article analyzes the clinical and microbiological significance of biofilm-forming bacteria on cardiovascular prostheses, particularly artificial vascular grafts, endografts and other implantable biomaterials. Bacterial adhesion to the prosthetic surface, formation of an extracellular polymeric matrix and development of a chronic infectious focus are among the most serious complications in cardiovascular surgery. The study reviews the biofilm-forming properties of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, coagulase-negative staphylococci, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* and members of the *Enterobacteriaceae* family. The article discusses the pathogenesis of biofilm, diagnostic approaches, treatment challenges and preventive strategies based on scientific literature. The results indicate that appropriate biomaterial selection, aseptic surgical technique, antibiotic prophylaxis, early microbiological diagnosis and a multidisciplinary approach are essential for preventing cardiovascular prosthetic infections.

Keywords: cardiovascular prostheses, vascular graft, biofilm, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, prosthetic infection, bacterial colonization, antibiofilm therapy, sonication, antibiotic resistance.

АННОТАЦИЯ

В данной статье анализируется клинико-микробиологическое значение бактерий, образующих биоплёнку на сердечно-сосудистых протезах, в частности на искусственных сосудистых графтах, эндографтах и других

имплантируемых биоматериалах. Адгезия бактерий к поверхности протеза, формирование внеклеточного полимерного матрикса и развитие хронического инфекционного очага являются одними из наиболее тяжёлых осложнений в сердечно-сосудистой хирургии. В работе рассмотрены особенности биоплёнообразования *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, коагулазонегативных стафилококков, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* и представителей семейства *Enterobacteriaceae*. Освещены патогенез биоплёнки, методы диагностики, трудности лечения и направления профилактики на основе научной литературы. Результаты показывают, что выбор биоматериала, соблюдение асептики, антибиотикопрофилактика, ранняя микробиологическая диагностика и мультидисциплинарный подход имеют важное значение в профилактике инфекций сердечно-сосудистых протезов.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые протезы, сосудистый графт, биоплёнка, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, протезная инфекция, бактериальная колонизация, антибиоплёночная терапия, соникация, антибиотикорезистентность.

KIRISH

Zamonaviy yurak-qon tomir jarrohligida sun'iy protezlar, qon tomir graftlari, endograftlar, stent-graftlar va boshqa biomateriallar keng qo'llaniladi. Ular ateroskleroz, anevrizma, tug'ma yoki orttirilgan qon tomir nuqsonlari, travmatik shikastlanishlar hamda qon aylanishining og'ir buzilishlarida hayotni saqlab qoluvchi muhim tibbiy vositalardan hisoblanadi. Shunga qaramay, protez materiallarining organizmga kiritilishi bakterial kolonizatsiya va biofilm hosil bo'lishi uchun qulay sharoit yaratishi mumkin [1; 2].

Yurak-qon tomir protezlari infeksiyasi nisbatan kam uchrasa-da, klinik oqibatlar og'ir bo'ladi. Bunday infeksiyalar sepsis, protezning funksional yetishmovchiligi, qon ketishi, tromboz, anastomoz sohasining yemirilishi, qayta jarrohlik amaliyoti zarurati va hatto o'lim bilan yakunlanishi mumkin. Ayniqsa, qon tomir graftlari yuzasida biofilm hosil bo'lishi infeksiyaning surunkali davom etishiga, antibiotiklarga chidamlilikning ortishiga va tashxis qo'yishning murakkablashishiga olib keladi [3; 6].

Biofilm — bu mikroorganizmlarning biotik yoki abiotik yuzaga yopishib, o'zlari ishlab chiqargan ekstrasellyulyar polimer matriks ichida yashashi bilan tavsiflanadigan murakkab biologik tuzilma. Ushbu matriks polisaxaridlar, oqsillar, lipidlar, ekstrasellyulyar DNK va suvdan tashkil topadi. Biofilm ichidagi bakteriyalar erkin plankton holatdagi bakteriyalarga nisbatan antibiotiklar va immun tizim hujayralariga ancha chidamli bo'ladi [13; 15].

Yurak-qon tomir protezlari infeksiyasida eng ko'p uchraydigan mikroorganizmlar qatoriga *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, boshqa koagulaza-manfiy stafilokokklar, *Enterococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. va boshqa Gram-manfiy bakteriyalar kiradi. Ushbu bakteriyalarning protez yuzasiga yopishish, biofilm matriksi hosil qilish, fermentlar va toksinlar ishlab chiqarish, immun javobdan qochish kabi xususiyatlari infeksiyaning og'ir kechishiga sabab bo'ladi [4; 7; 14].

Maqolaning maqsadi — yurak-qon tomir protezlarida biofilm hosil qiluvchi bakteriyalarning patogenezi, klinik ahamiyati, diagnostikasi, profilaktikasi va davolashga oid zamonaviy ilmiy qarashlarni tahlil qilishdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu maqola ilmiy-nazariy tahlil va adabiyotlar sharhi usulida tayyorlandi. Tadqiqotda yurak-qon tomir protezlari infeksiyasi, vascular graft infection, prosthetic vascular graft infection, cardiovascular implant biofilm, Staphylococcus aureus biofilm, Staphylococcus epidermidis biofilm, sonication of vascular grafts, antibiofilm therapy kabi kalit soʻzlar asosida ilmiy manbalar tahlil qilindi.

Tahlil jarayonida 2017–2025-yillarda eʼlon qilingan ilmiy maqolalar, klinik tavsiyalar, mikrobiologik tadqiqotlar va sharh materiallariga ustuvor eʼtibor qaratildi. Shuningdek, yurak-qon tomir protezlari infeksiyasi boʻyicha ilgari chop etilgan fundamental manbalar ham patogenez va mikrobiologik mexanizmlarni tushuntirish uchun qoʻllanildi.

Maqolada quyidagi tahlil mezonlari asos qilib olindi: yurak-qon tomir protezlarida biofilm hosil qiluvchi asosiy bakteriyalarni aniqlash; biofilm shakllanish bosqichlarini izohlash; protez materiali va bakterial adgeziya oʻrtasidagi bogʻliqlikni tahlil qilish; diagnostika usullarining samaradorligini baholash; profilaktika va davolash strategiyalarini ilmiy jihatdan umumlashtirish.

Tadqiqotda laborator tajriba oʻtkazilmadi, ammo mavjud ilmiy manbalardagi natijalar solishtirma-tahliliy yondashuv asosida umumlashtirildi. Shu sababli maqola amaliy klinik tavsiya emas, balki muammo yuzasidan ilmiy-tahliliy sharh sifatida baholanishi lozim.

NATIJA VA TAHLIL

1. Yurak-qon tomir protezlarida biofilm shakllanish mexanizmi

Yurak-qon tomir protezi organizmga joylashtirilgandan soʻng uning yuzasi qisqa vaqt ichida plazma oqsillari, fibrinogen, fibronektin, albumin, kollagen va boshqa biologik molekulalar bilan qoplanadi. Bu jarayon shartli ravishda “conditioning film” deb yuritiladi. Ushbu oqsilli qatlam bakteriyalarning protez yuzasiga yopishishini osonlashtiradi [7].

Biofilm shakllanishi bir necha ketma-ket bosqichlarda kechadi. Dastlab bakteriyalar protez yuzasiga fizik-kimyoviy kuchlar, elektrostatik taʼsir, gidrofoblik va maxsus adgezinlar yordamida yopishadi. Keyingi bosqichda bakteriyalar oʻzaro bogʻlanib, mikrokoloniyalar hosil qiladi. Staphylococcus epidermidis kabi koagulaza-manfiy stafilokokklar PIA/PNAG tipidagi hujayralararo adgeziya omillari orqali biofilm barqarorligini oshiradi [14].

Matriks hosil boʻlishi biofilmning eng muhim bosqichlaridan biridir. Bunda bakteriyalar polisaxarid, oqsil va ekstrasellyulyar DNKdan iborat himoya qavatini shakllantiradi. Ushbu qavat antibiotiklarning biofilm ichiga chuqur kirib borishini cheklaydi, fagotsitoz jarayonini susaytiradi va immun javobni yetarli darajada amalga oshirishga toʻsqinlik qiladi [13; 15].

Yetilgan biofilm ichida bakteriyalar metabolik jihatdan turlicha holatda boʻladi. Ayrim bakteriyalar faol boʻlinadi, boshqalari esa sekin metabolizmli “persister” hujayralarga aylanadi. Aynan shu hujayralar infeksiyaning qaytalanishi, antibiotik terapiyasidan keyin ham bakteriyalarning saqlanib qolishi va surunkali yalligʻlanish jarayonining davom etishida muhim rol oʻynaydi.

2. Asosiy biofilm hosil qiluvchi bakteriyalar

Yurak-qon tomir protezlari infeksiyasida mikrobiologik spektr keng boʻlib, u protez joylashgan soha, bemorning immun holati, operatsiya turi, kasalxona mikroflorasi va antibiotiklardan foydalanish tarixiga bogʻliq. Quyidagi jadvalda yurak-qon tomir protezlarida biofilm hosil qiluvchi asosiy bakteriyalar va ularning klinik ahamiyati umumlashtirildi.

Bakteriya guruhi	Klinik ahamiyati	Biofilm xususiyati
Staphylococcus aureus	Erta va ogʻir kechuvchi protez infeksiyalarida koʻp uchraydi	Kuchli adgeziya, toksinlar, eDNA va oqsilli matriks hosil qiladi

Staphylococcus epidermidis	Kech, sust kechuvchi va surunkali infeksiyalarda muhim	PIA/PNAG asosidagi biofilm hosil qiladi
Koagulaza-manfiy stafilokokklar	Implantatsion infeksiyalarda keng tarqalgan	Past virulentli, ammo kuchli biofilm hosil qiluvchi patogenlar
Enterococcus spp.	Uzoq muddatli shifoxona davolanishi va antibiotik bosimi bilan bog'liq	Chidamli biofilm va dori rezistentligi bilan xavfli
Pseudomonas aeruginosa	Nam muhit, shifoxona infeksiyalari, og'ir holatlarda uchraydi	EPS, quorum sensing va yuqori rezistentlikka ega
Enterobacteriaceae	Abdominal va aortoenterik fistula bilan bog'liq holatlarda muhim	Polimikrob infeksiya tarkibida uchrashi mumkin

Staphylococcus aureus yuqori virulentligi sababli protez yuzasida tez ko'payadi va o'tkir yallig'lanish chaqiradi. U protez atrofidagi to'qimalarni zararlab, yiringli jarayon, sepsis va anastomoz yetishmovchiligiga olib kelishi mumkin. Staphylococcus epidermidis esa nisbatan past virulentlikka ega bo'lsa-da, biofilm hosil qilish qobiliyati yuqori bo'lgani uchun surunkali va aniqlanishi qiyin infeksiyalarning asosiy sabablaridan biri hisoblanadi [4; 7].

Gram-manfiy bakteriyalar, ayniqsa Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli va Klebsiella spp., ko'pincha abdominal protez infeksiyalari, ichak bilan bog'liq fistulalar yoki shifoxona ichi infeksiyalari bilan aloqador bo'ladi. Bunday infeksiyalar tez tarqalishi, endotoksin ishlab chiqarishi va antibiotiklarga chidamliligi bilan xavflidir [1; 2].

3. Biofilmning diagnostikadagi murakkabliklari

Biofilm bilan bog'liq protez infeksiyalarining tashxisi murakkab, chunki biofilm ichidagi bakteriyalar ko'pincha plankton holatda qonga ajralib chiqmaydi. Shu sababli qon ekmalari har doim ham ijobiy natija bermaydi. Bundan tashqari, biofilm ichidagi bakteriyalar metabolik jihatdan sust bo'lgani uchun oddiy kulturaviy usullarda o'smasligi yoki juda sekin o'sishi mumkin [6; 10].

Tashxisda klinik belgilarni baholash, C-reaktiv oqsil, leykotsitlar, eritrotsitlar cho'kish tezligi kabi yallig'lanish markerlarini aniqlash, qon ekmasi, operatsiya vaqtida olingan to'qima va protez namunalarini bakteriologik tekshirish, kompyuter tomografiya, angiografiya, FDG-PET/KT, leykotsitlar bilan nishonlangan sintigrafiya, sonikatsiya va molekulyar usullar qo'llaniladi [10; 11].

Ayniqsa, olib tashlangan protezni sonikatsiya qilish biofilm ichidagi bakteriyalarni ajratib olish imkonini oshiradi. Sonikatsiya jarayonida ultratovush to'lqinlari protez yuzasiga yopishgan biofilmni ajratadi va keyinchalik bu suyuqlik mikrobiologik tekshiruvga yuboriladi. Bu usul oddiy to'qima ekmalariga qaraganda biofilm bilan bog'liq infeksiyalarni aniqlashda qo'shimcha diagnostik ahamiyatga ega [6].

4. Protez materiali va biofilm xavfi

Qon tomir protezlari odatda Dacron, ya'ni polyester, ePTFE, biologik graftlar, allograftlar, xenograftlar va maxsus qoplamali materiallardan tayyorlanadi. Har bir materialning yuzaki tuzilishi, g'ovakligi, gidrofobligi va oqsil adsorbsiyasi darajasi bakterial yopishishga ta'sir qiladi [4; 5].

Sintetik materiallar mexanik jihatdan mustahkam bo'lsa-da, ularning yuzasida bakteriyalar adgeziyasi yuzaga kelishi mumkin. Biologik materiallar ayrim holatlarda infeksiya xavfini kamaytirishi mumkin, ammo ular ham bakterial kolonizatsiyadan to'liq himoyalangan emas. So'nggi yillarda kumush, rifampitsin yoki boshqa antibakterial moddalar bilan qoplangan protezlar bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Bunday materiallar bakteriyalarning dastlabki adgeziyasini kamaytirishi mumkin, lekin klinik samaradorlik bemor holati, mikroorganizm turi va jarrohlik sharoitiga bog'liq.

MUNOZARA

Yurak-qon tomir protezlari infeksiyasida biofilm markaziy patogenetik omil hisoblanadi. Biofilm bakteriyalarni antibiotiklardan, fagotsitozdan, komplement tizimidan va boshqa immun mexanizmlardan himoya qiladi. Shu sababli protez yuzasida shakllangan biofilmni faqat antibiotik bilan yo'q qilish qiyin. Ko'p hollarda infeksiyalangan protezni olib tashlash, nekrotik to'qimalarni debridman qilish va qon aylanishini qayta tiklash talab etiladi [1; 3].

Biofilm bilan bog'liq infeksiyalarning yana bir muhim jihati — antibiotiklarga tolerantlik va rezistentlik o'rtasidagi farqdir. Rezistentlik bakteriyaning genetik yoki biokimyoviy mexanizm orqali antibiotik ta'siriga chidamli bo'lishidir. Tolerantlik esa biofilm ichidagi bakteriyalarning sekin metabolism holatiga o'tishi, antibiotikning yetarli konsentratsiyada yetib bormasligi yoki matriks tomonidan to'sib qo'yilishi bilan izohlanadi. Shuning uchun biofilm infeksiyalarida antibiotik sezuvchanlik testi plankton bakteriyalar uchun ijobiy natija ko'rsatsa ham, klinik davolash samarasi past bo'lishi mumkin [13; 15].

Davolashda multidisiplinar yondashuv muhim ahamiyatga ega. Jarroh, infeksiyachil, klinik mikrobiolog, radiolog, klinik farmakolog va reanimatolog hamkorlikda qaror qabul qilishi kerak. Chunki bunday infeksiyalarda bemorning umumiy holati, protez joylashuvi, mikroorganizm turi, antibiotiklarga sezuvchanlik, sepsis mavjudligi va qayta operatsiya xavfi birgalikda baholanadi [3].

Profilaktika davolashdan ko'ra samaraliroq strategiya hisoblanadi. Operatsiyadan oldin teri va yumshoq to'qima infeksiyalarini aniqlash, antiseptik tayyorgarlik, steril jarrohlik texnikasi, qisqa va maqsadli antibiotik profilaktikasi, operatsiya vaqtini imkon qadar qisqartirish, protez bilan ortiqcha kontakti kamaytirish va operatsiyadan keyingi yara parvarishi biofilm xavfini kamaytiradi.

Shuningdek, biofilmga qarshi yangi yondashuvlar ustida izlanishlar davom etmoqda. Ularga antibakterial qoplamalar, bakteriofaglar, quorum sensing ingibitorlari, DNaza fermentlari, antimikrob peptidlar, nanozarrachalar va mahalliy antibiotik tashuvchi biomateriallar kiradi. Biroq ushbu usullarni keng klinik amaliyotga joriy etish uchun xavfsizlik, samaradorlik va uzoq muddatli natijalar bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar talab etiladi.

Yurak-qon tomir protezlari bilan bog'liq infeksiyalarni erta aniqlash ham muhim. Agar bemorda protez joylashtirilgandan keyin uzoq davom etuvchi isitma, protez sohasida og'riq, shish, yiringli ajralma, qon ketish, noaniq yallig'lanish markerlari yoki takroriy bakteriemiya kuzatilsa, protez infeksiyasi ehtimoli baholanishi lozim. Ayniqsa, *Staphylococcus aureus* bakteriemiya bo'lgan bemorlarda implantatsion material mavjudligi alohida e'tibor talab qiladi.

XULOSA

Yurak-qon tomir protezlari infeksiyasi zamonaviy jarrohlik amaliyotida kam uchrasa-da, og'ir klinik oqibatlariga olib keladigan muhim muammo hisoblanadi. Ushbu infeksiyalarning asosiy patogenetik mexanizmlaridan biri protez yuzasida bakterial biofilm hosil bo'lishidir. Biofilm bakteriyalarni antibiotiklar va immun tizim ta'siridan himoya qilib, infeksiyaning surunkali, qaytalanuvchi va davolashga qiyin shaklini yuzaga keltiradi.

Tahlil natijalariga ko'ra, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* va boshqa koagulaza-manfiy stafilokokklar yurak-qon tomir protezlarida biofilm hosil qiluvchi eng muhim mikroorganizmlar hisoblanadi. Gram-manfiy bakteriyalar, *Enterococcus* spp. va polimikrob infeksiyalar ham, ayniqsa abdominal va shifoxona bilan bog'liq protez infeksiyalarida katta ahamiyatga ega.

Biofilm infeksiyalarini aniqlashda oddiy qon ekmasi yetarli bo'lmisligi mumkin. Shu bois protez namunalari sonikasiya qilish, chuqur to'qima ekmalari, molekulyar diagnostika, KT, PET/KT va klinik mezonlarni birgalikda qo'llash zarur. Davolashda esa antibiotik terapiya, jarrohlik debridman, protezni olib tashlash yoki almashtirish, qon aylanishini tiklash va multidisiplinar yondashuv asosiy o'rin tutadi.

Kelgusida biofilmga chidamli biomateriallar, antibakterial qoplamalar, bakteriofaglar va lokal antibiofilm terapiyalarini rivojlantirish yurak-qon tomir protezlari infeksiyalarining oldini olish va davolashda istiqbolli yo'nalish bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Chakfé N., Diener H., Lejay A., Assadian O., Berard X., Caillon J. et al. Editor's Choice — European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Vascular Graft and Endograft Infections. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2020;59(3):339–384. DOI: 10.1016/j.ejvs.2019.10.016.
2. Costa D., Veraldi S., Caiazzo G., et al. Infection of Vascular Prostheses: A Comprehensive Review. *Prosthesis*. 2023;5(1):148–166. DOI: 10.3390/prosthesis5010012.
3. Tabaja H., Chesdachai S., Shah A.S., Stevens R.W., DeMartino R.R., Erben Y.M. et al. Fostering Collaborative Teamwork — A Comprehensive Approach to Vascular Graft Infection Following Arterial Reconstructive Surgery. *Clinical Infectious Diseases*. 2024;78(6):e69–e80. DOI: 10.1093/cid/ciae150.
4. Tello-Díaz C., Muñoz E., Palau M., Gomis X., Bellmunt-Montoya S., et al. Methicillin-Susceptible *Staphylococcus aureus* Biofilm Formation on Vascular Grafts: An In Vitro Study. *Microbiology Spectrum*. 2023;11(2):e0393122. DOI: 10.1128/spectrum.03931-22.
5. Tello-Díaz C., Muñoz E., Palau M., Gomis X., Gavaldà J., Gil-Sala D. et al. Antibiotic Efficacy against Methicillin-Susceptible *Staphylococcus aureus* Biofilms on Synthetic and Biological Vascular Grafts. *Annals of Vascular Surgery*. 2024;108:475–483. DOI: 10.1016/j.avsg.2024.05.038.
6. Braams L., Vlaspoolder G., Boiten K., et al. Sonication of Vascular Grafts and Endografts to Diagnose Vascular Graft Infection: A Head-to-Head Comparison with Conventional Culture and Its Clinical Impact. *Microbiology Spectrum*. 2023;11(2):e0372222. DOI: 10.1128/spectrum.03722-22.
7. Herten M., Bisdas T., Knaack D., Becker K., Osada N., Torsello G.B., Idelevich E.A. Rapid In Vitro Quantification of *Staphylococcus aureus* Biofilms on Vascular Graft Surfaces. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8:2333. DOI: 10.3389/fmicb.2017.02333.
8. Lejay A., Puges M., Bérard X., et al. Biofilm is the Target: Commentary on Experimental Models of Vascular Graft and Endograft Infection. *EJVES Vascular Forum*. 2023;60:1–3.
9. Van Hemelrijck M., Bisdas T., et al. Vascular Graft Infections: Current Concepts in Diagnosis and Treatment. *Vessel Plus*. 2022;6:45.
10. Lyons O.T.A., Baguneid M., Barwick T.D., Bell R.E., Foster N., Homer-Vanniasinkam S. et al. Diagnosis of Aortic Graft Infection: A Case Definition by the Management of Aortic Graft Infection Collaboration. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2016;52(6):758–763. DOI: 10.1016/j.ejvs.2016.09.007.

11. Reinders Folmer E.I., Von Meijenfeldt G.C.I., Van der Laan M.J., et al. Diagnostic Imaging in Vascular Graft Infection: A Systematic Review and Meta-analysis. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2018;56(5):719–729. DOI: 10.1016/j.ejvs.2018.07.010.
12. Hasse B., Husmann L., Zinkernagel A., Weber R., Lachat M., Mayer D. Vascular Graft Infections. *Swiss Medical Weekly*. 2013;143:w13754. DOI: 10.4414/smw.2013.13754.
13. Darouiche R.O. Treatment of Infections Associated with Surgical Implants. *New England Journal of Medicine*. 2004;350(14):1422–1429. DOI: 10.1056/NEJMra035415.
14. Otto M. Staphylococcal Biofilms. *Microbiology Spectrum*. 2018;6(4). DOI: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0023-2018.
15. Stewart P.S., Costerton J.W. Antibiotic Resistance of Bacteria in Biofilms. *The Lancet*. 2001;358(9276):135–138. DOI: 10.1016/S0140-6736(01)05321-1.