

Statusartikel

Proteseinfektioner i aorta og iliacakar

Martin Sejr-Hansen¹, Nis Pedersen Jørgensen^{2, 3}, Thomas Greve⁴, Rasmus Alstrup Nielsen², Hanne Arildsen², Jacob Budtz-Lilly¹ & Cecilie Markvard Møller¹

1) Karkirurgisk Afsnit, Hjerte-, Lunge-, Karkirurgisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital, 2) Ortopædkirurgisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital, 3) Infektionssygdomme, Aarhus Universitetshospital, 4) Klinisk Mikrobiologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital

Ugeskr Læger 2026;188:V08250651. doi: 10.61409/V08250651

HOVEDBUDSKABER

- Central karproteseinfektion er en kompleks problemstilling, som medfører høj morbiditet og mortalitet.
- Management of Aortic Graft Infection Collaboration-kriterierne har rammesat diagnostikken.
- Komplexiteten af diagnostik og behandling gør centralisering i højvolumcentre med multidisciplinært team-setup essentiel.

Proteseinfektion efter åben eller endovaskulær behandling af aorta og/eller iliacakarrene, såkaldt vascular graft or endograft infection (VGEI), er en sjælden, men potentielt livstruende komplikation til kirurgisk rekonstruktion. Incidensen af VGEI er 0,2-6%, og tilstanden er associeret med høj mortalitet og morbiditet [1]. Udredning og behandling af VGEI er kompleks og præget af stor heterogenitet i både patientgruppen og sygdomsbilledet. Patienter, hos hvem man overvejer VGEI, bør derfor henvises til specialiserede højvolumcentre med tværfaglig ekspertise [2, 3].

Behandlingen af VGEI i Danmark er ikke standardiseret og derfor forskelligartet. Kurativ behandling af VGEI kræver ofte både kirurgisk infektionssanering, operativ rekonstruktion og langvarig antibiotikabehandling. For patienter, der ikke tåler operativ rekonstruktion, er behandlingen med antibiotika langvarig. Denne behandling kan enten være kurativ intenderet eller suppresserende, og derfor kan behandlingen ende med at være livsvarig. I litteraturen er prognosen for disse patienter meget varierende med en mortalitet på 20-50% inden for de første to år på suppresserende antibiotika [4]. Prognosen for patienter, der kurativt opereres for VGEI, er beskrevet bedre, dog med en toårmortalitet på omkring 20% [5].

Udredning

Klinisk og biokemisk billede

Infektionens sværhedsgrad, patientens immunstatus, mikrobiologisk agens samt type og placering af karprotesen er alle elementer, som har klinisk betydning.

Klinisk varierer patienter med VGEI fra livstruende sepsis og/eller hypovolæmisk shock til mere subtile tegn som væggtab og træthed. Feber af ukendt årsag kombineret med smerter, forhøjet CRP-niveau og/eller leukocytose kan være de eneste kliniske og parakliniske fund og ses i op til 70% af tilfældene [3]. Der findes ingen specifikke VGEI-biomarkører. Disse relativt uspecifikke manifestationer, kombineret med den lave incidens, giver risiko

for forsinket diagnostik.

Hos klinisk stabile patienter bør antibiotisk behandling afvente tre på hinanden følgende bloddyrkninger og dyrkning af væv fra invasive procedurer.

Ved fistulering til bronkierne, urogenitalsystemet eller gastrointestinalkanalen kan patienterne være såvel akutte og ustabile som ambulante med hæmoptyse, hæmaturi, hæmatemese eller hæmatokeksi samt vedvarende polymikrobiel bakteræmi og/eller fungæmi [3].

Diagnostisk tilgang

- Diagnosen VGEI er multimodal og involverer tværfaglig ekspertise, og diagnosen bør derfor stilles i et multidisciplinært team (MDT)-samarbejde, der inkluderer infektionsmedicinere, karkirurger, thoraxkirurger, kliniske mikrobiologer, radiologer, nuklearmedicinere og evt. parenkymkirurger ved fistulering [3]. Diagnostikken tager afsæt i Management of Aortic Graft Infection Collaboration (MAGIC)-kriterierne [6, 7]. Kriterierne er opdelt i tre kategorier: kliniske/operative, billeddiagnostiske og parakliniske fund (Tabel 1). Hver kategori omfatter flere major- og minorkriterier. VGEI *overvejes* ved opfyldelse af ét major-kriterium eller ved opfyldelse af ≥ 2 minorkriterier fra to forskellige kategorier, mens VGEI *diagnosticeres* ved opfyldelse af ét isoleret major-kriterium og ≥ 1 minor- eller major-kriterier fra en hvilken som helst anden kategori.

TABEL 1 Infektion i centrale karproteser. Vascular graft or endograft infection overvejes hos en patient med ét isoleret major-kriterium eller minorkriterier fra to af de tre kategorier: klinisk/kirurgisk, billeddiagnostisk eller paraklinisk. Vascular graft or endograft infection diagnosticeres i nærvær af mindst ét major-kriterium samt et andet kriterium (major eller minor) fra en anden kategori [7].

	Klinisk/kirurgisk	Billeddiagnostisk	Paraklinisk
Major-kriterier	Pus bekræftet ved mikroskopi omkring graft eller i aneurismesæk perioperativt Åbent sår med eksponeret graft eller kommunikerende fistel Fisteludvikling, f.eks. aortoenterisk eller aortobronkial Indsættelse af graft i et inficeret område, f.eks. mykotisk aneurisme eller inficeret pseudoaneurisme	Væske omkring graften på CT ≥ 3 mdr. efter graftindsættelse Luft omkring graften på CT ≥ 7 uger efter graftindsættelse Tiltagende mængde luft omkring graften påvist ved seriel billeddiagnostik	Organismer fundet i En eksplanteret graft En intraoperativ prøve Et perkutant, radiologisk vejledt aspirat af væske omkring graften
Minorkriterier	Lokaliserede kliniske tegn på graftinfektion, f.eks. rødme, varme, hævelse, purulent sekretion, smerte Feber ≥ 38 °C med VGEI som mest sandsynlige årsag	Andre tegn, f.eks. Mistænkelig luft/væske/inflammation omkring graften Aneurismeeekspansion Pseudoaneurismedannelse Fokal fortykkelse af tarmvæggen Discitis/osteomyelitis Påfaldende metabolisk aktivitet på ¹⁸ F-FDG-PET/CT/ leukocytskintigrafi	Positiv(e) bloddyrkning(er) uden nogen anden oplagt kilde end VGEI Forhøjede inflammatoriske markører med VGEI som mest sandsynlige årsag, f.eks. SR, CRP, leukocytter

FDG = fluorodeoxyglukose; SR = sedimentationsreaktion; VGEI = vascular graft or endograft infection.

- MAGIC-kriterierne anvendelighed begrænses af, at ikke alle elementer af udredningen (f.eks. biopsi fra ansamlinger omkring proteser) er påkrævet for stringent vurdering. Yderligere er diagnosen svær at stille i det postoperative forløb – især hvis invasiv prøvetagning ikke er mulig.

Mikrobiologi

Mikrobiologisk ætiologi afhænger bl.a. af graftplacering, tidspunktet for infektionsdebut i relation til implantation og patientens ekspositioner. Som ved andre implantatassocierede infektioner ses en overvægt af stafylokokker, hvoraf *Staphylococcus aureus* udgør 20-50% [8]. Polymikrobielle infektioner ses hos 15-25% og beskrives hyppigere hos patienter med graftmateriale i abdomen og med fistulering [4, 8], og i op til 10% af disse tilfælde ses samtidig gærsvampeinfektion, hvilket har stor behandlingsmæssig konsekvens [4].

Infektionernes typiske inddeling

- Tidlige infektioner (≤ 4 måneder efter implantation), ofte kontamination i forbindelse med operation, og infektionerne består overvejende af mere virulente bakterier som *S. aureus* og *Enterobacterales*.

- Sene infektioner (> 4 måneder efter implantation), skyldes ofte hæmatogen spredning fra andre infektionsfoci eller graftenterisk erosion, typisk duodenum. Alternativt antages det, at indolente organismer som

koagulasenegative stafylokokker (f.eks. *S. epidermidis*) og *Cutibacterium acnes* først manifesterer sig på dette tidspunkt trods det, at infektionen formodes at være procedurerelateret [9, 10]. For sidstnævnte vil symptombilledet ofte være præget af et snigende forløb med fluktuerende symptomer og moderat forhøjede inflammationsparametre, hvilket kan resultere i forsinket diagnostik [11].

Den mikrobiologiske diagnostik kan være udfordrende særligt ved lavvirulente infektioner, eller hvis patienten tidligere er behandlet med antibiotika.

Der bør altid tages tre sæt uafhængige bloddyrkninger (helst inden antibiotikaopstart). Hvis muligt og sikkert bør perkutan drænage af ansamlinger også vurderes, herunder især med henblik på mikrobiologisk diagnostik [12]. Hvis alle dyrkninger er negative, kan man overveje molekylærdiagnostiske metoder eller specifik serologisk diagnostik hos relevant eksponerede patienter. Disse metoder kan være agensspecifikke PCR, f.eks. *S. aureus*-PCR, hvis der kan være tale om enkelte mikroorganismer, men kan også have en mere bred tilgang, hvor der undersøges for bakterielt DNA (16S rDNA-sekventering) og svampe-DNA (internal transcribed spacer/18S-sekventering) [13].

Billeddiagnostik

- Ved mistanke om VGEI anbefales CT-angiografi af aorta totalis, men den diagnostiske tilgang er oftest multimodal med henblik på at sikre højest mulig diagnostisk sensitivitet og specificitet. Derfor anbefales ofte supplerende udredning med ¹⁸F-fluoro-D-deoxyglukose-PET kombineret med diagnostisk CT med kontrast, der bl.a. kan bidrage til at afklare udbredningen af infektionen [3].

Luftansamling omkring karprotesen på CT vurderes som et normalt fund i de første uger efter operation, men bør give mistanke om VGEI fra sjette uge efter operation [14]. Væskeansamling omkring graften kan være et normalt fund op til tre måneder postoperativt, men evt. VGEI bør vurderes herefter [15].

- Afhængigt af graftmaterialet kan der ses PET-positiv aktivitet uden aktiv infektion. I sådanne tilfælde vil man karakteristisk se en homogen aktivitet svarende til hele graften. Dacron-protoser og til dels Gore-tex-protoser kan være PET-positive flere år efter indsættelse, selv om der ikke er infektion i området [16].

Gastroskopi, koloskopi og kapselendoskopi er indiceret, hvis der er tegn på en aortoenterisk fistel, men er beskrevet med lav sensitivitet, hvorfor falsk negative resultater kan sløre det diagnostiske billede [3].

Behandling

Patienten bør vurderes individuelt, og behandlingsstrategien tilrettelægges i MDT-samarbejde, hvor den kirurgiske og medicinske behandling planlægges under hensyntagen til den enkelte patients ønsker, skrøbelighed, komorbiditeter og risikoen for uacceptable bivirkninger og komplikationer. Sjældenheden af VGEI gør, at der findes sparsomt datagrundlag, hvorfor principperne også er konsensusbaserede [17].

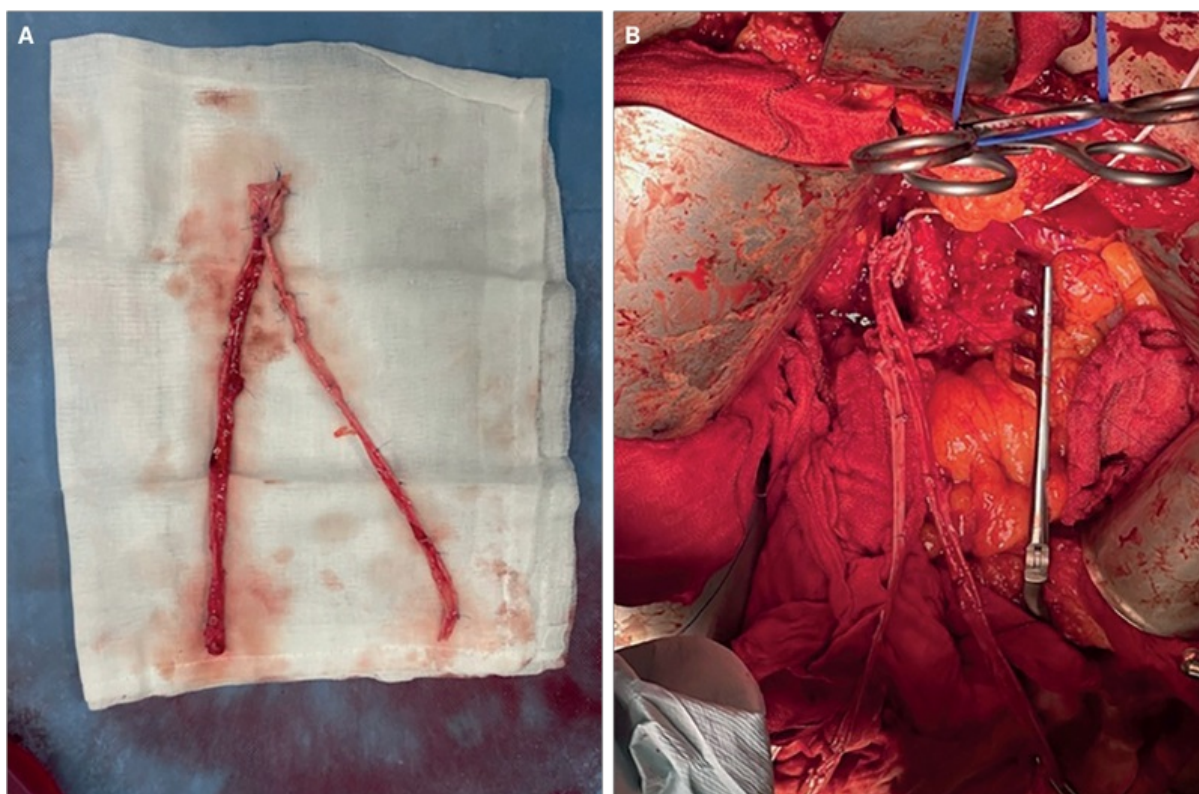
Kirurgisk behandling

Kirurgisk intervention forudgås og efterfølges som udgangspunkt af antibiotisk behandling og er altid individuel.

Kurativ behandling af VGEI i abdomen og bækkenet består traditionelt af operation med total eksplantation af den inficerede graft, débridement og kirurgisk rekonstruktion. Historisk var ekstraanatomisk rekonstruktion guldstandard for at nedsætte risikoen for recidiv, men in situ-rekonstruktion med autologt venemateriale har længe været anset som den foretrukne metode (**Figur 1**). Alternative graftmaterialer inkluderer bovine perikardiegrafter, kryopræservede allografter eller antibiotikacoatede protoser, men man bør også overveje at dække karrekonstruktionen med biologisk materiale som f.eks. oment, fascie eller muskellapper. I tilfælde af

fistel mellem aorta og andre organer behandles patienten i et tværfagligt samarbejde med parenkymkirurger, hvor fistlen i udgangspunktet forsøges lukket [3]. Partiel eksplantation indebærer delvis fjernelse af den inficerede graft. Denne tilgang bør tages i betragtning, når total eksplantation anses for at være for risikabel grundet anatomisk kompleksitet og/eller patientens komorbiditeter. Nogle studier har vist, at denne strategi er forbundet med en højere risiko for infektionsrecidiv, mens andre indikerer, at overlevelsen ved graftbevarende semikonservativ behandling med débridement og/eller perkutan drænage med eller uden partiel graftresektion er sammenlignelig med radikal grafteksplantation [18].

FIGUR 1 A. En bukseprotese konstrueret af den dybe vene høstet fra patientens egne ben. **B.** Bukseprotesen påsyes patientens aorta og iliaca- eller femoraliskar efter eksplantation af den inficerede karprotese.



I de seneste årtier har anvendelse af endovaskulære stentgrafter fået en rolle i særlige tilfælde ved behandling af hæmorrhagiske komplikationer til VGEI. Dette vil typisk være for akutte patienter med aortaruptur eller aortoenterisk fistulering og risiko for cirkulatorisk kollaps. Her kan endovaskulær behandling tilbydes som bridging til senere elektiv åben kirurgi eller i definitivt hhv. palliativt øjemed.

Medicinsk behandling

Antibiotikabehandling ved VGEI er essentiel, men datagrundlaget for præparatvalg og behandlingsvarighed er meget sparsomt og afhænger bl.a. af, om der gives empirisk behandling eller målrettet behandling mod en identificeret mikrobiologisk agens. Succesfuld antibiotikabehandling kompliceres af mikroorganismernes evne til at danne biofilm på implantaterne, som samlet set betyder reduceret antibiotikapenetration og nedsat effekt af antibiotika, idet bakterier i biofilm er metabolisk inaktive. Dette medfører tolerance over for antibiotika, idet antibiotika overvejende rammer aktivt delende bakterier. Når behandlingen seponeres, kan de inaktive mikroorganismer genoptage deres metaboliske aktivitet, og patienten vil få symptomer på infektionsrecidiv [19].

Hvis både patientens tilstand og de fundne mikroorganismers antibiotikafølsomhed tillader det, prioriteres behandling med antibiotika med effekt mod bakterielle biofilm. Dette vil ofte resultere i kombinationsbehandling, men ikke sjældent med øget risiko for bivirkninger og interaktionsproblemer.

European Society for Vascular Surgery anbefaler to ugers intravenøs behandling efterfulgt af 2-4 ugers peroral behandling af patienter, hvor alt inficeret graftmateriale eksplanteres, og der laves autolog rekonstruktion [3]. Længere behandlingsvarighed anbefales for patienter, hvor der laves rekonstruktion med nyt kunststofmateriale. For patienter, hvor revisionskirurgi ikke udføres, anbefales ofte langvarig suppresserende antibiotikabehandling [2, 13]. I denne situation bør behandlingen sigte mod at balancere mest mulig effekt med færrest mulige bivirkninger. I de senere år er der beskrevet tilfælde, som kureres med antibiotisk behandling alene [20, 21].

Konklusion

Proteseinfektioner efter karkirurgisk behandling af aorta og/eller iliacakarrene er en sjælden, men alvorlig tilstand med høj mortalitet og morbiditet. Diagnostik af VGEI er kompleks og kræver multidisciplinær vurdering med afsæt i MAGIC-kriterierne. Behandling bør individualiseres og omfatter som hovedregel kirurgisk fjernelse af den inficerede graft, rekonstruktion og langvarig antibiotikabehandling. Endovaskulære teknikker kan stabilisere blødninger akut, men ikke behandle infektionen.

Korrespondance *Martin Sejr-Hansen*. E-mail: martin@sejr-hansen.dk

Antaget 20. januar 2026

Publiceret på ugeskriftet.dk 20. april 2026

Interessekonflikter ingen. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2026;188:V08250651

doi 10.61409/V08250651

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

SUMMARY

Prosthetic infections in the aorta and iliac vessels

Central vascular graft or endograft infection is a rare but serious complication following open or endovascular aortic surgery. Diagnosis relies on clinical, radiological, and microbiological criteria: the Management of Aortic Graft Infection Collaboration criteria. Curative treatment includes surgical graft removal, reconstruction, and prolonged antibiotic therapy. In high-risk patients, endovascular approaches or suppressive antibiotic treatment may be considered. Diagnostic and therapeutic strategies must be individualized, and high-volume multidisciplinary teams are essential, as argued in this review.

REFERENCER

1. Jepsen LR, Sörelis K, Srinantholgen R, Budtz-Lilly J. Contemporary multimodal approach to diagnosis and treatment of vascular graft and endograft infections. *Semin Vasc Surg.* 2023;36(2):202-210. <https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2023.03.006>

2. Tabaja H, Chesdachai S, Shah AS, et al. Fostering collaborative teamwork - a comprehensive approach to vascular graft infection following arterial reconstructive surgery. *Clin Infect Dis.* 2024;78(6):e69-e80. <https://doi.org/10.1093/cid/ciae150>
3. Chakfé N, Diener H, Lejay A, et al. Editor's choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of vascular graft and endograft infections. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;59(3):339-384. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.10.016>
4. Ljungquist O, Haidl S, Dias N, et al. Conservative management first strategy in aortic vascular graft and endograft infections. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2023;65(6):896-904. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2023.03.003>
5. Saleem BR, Meerwaldt R, Tielliu IF, et al. Conservative treatment of vascular prosthetic graft infection is associated with high mortality. *Am J Surg.* 2010;200(1):47-52. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2009.05.018>
6. Anagnostopoulos A, Mayer F, Ledergerber B, et al. Editor's choice - validation of the Management of Aortic Graft Infection Collaboration (MAGIC) criteria for the diagnosis of vascular graft/endograft infection: results from the prospective vascular graft cohort study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2021;62(2):251-257. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.05.010>
7. Lyons OT, Baguneid M, Barwick TD, et al. Diagnosis of aortic graft infection: a case definition by the Management of Aortic Graft Infection Collaboration (MAGIC). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2016;52(6):758-763. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2016.09.007>
8. Revest M, Camou F, Senneville E, et al. Medical treatment of prosthetic vascular graft infections: review of the literature and proposals of a working group. *Int J Antimicrob Agents.* 2015;46(3):254-265. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2015.04.014>
9. Costa D, Andreucci M, Ielapi N, et al. Infection of vascular prostheses: a comprehensive review. *Prosthesis.* 2023;5(1):148-166. <https://doi.org/10.3390/prosthesis5010012>
10. Wilson WR, Bower TC, Creager MA, et al. Vascular graft infections, mycotic aneurysms, and endovascular infections: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2016;134(20):e412-e460. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000457>
11. Setacci C, Chisci E, Setacci F, et al. How to diagnose and manage infected endografts after endovascular aneurysm repair. *Aorta (Stamford).* 2014;2(6):255-264. <https://doi.org/10.12945/j.aorta.2014.14-036>
12. Colonna G, Bokkers RPH, Bakker MW, et al. Editor's choice - merits of puncture and drainage of perigraft material in patients with vascular and endovascular prosthetic graft infection. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2025;70(5):678-686. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2025.04.059>
13. Wouthuyzen-Bakker M, van Oosten M, Bierman W, et al. Diagnosis and treatment of vascular graft and endograft infections: a structured clinical approach. *Int J Infect Dis.* 2023;126:22-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.11.011>
14. O'Hara PJ, Borkowski GP, Hertzner NR, et al. Natural history of periprosthetic air on computerized axial tomographic examination of the abdomen following abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 1984;1(3):429-33. <https://doi.org/10.1067/mva.1984.avs0010429>
15. Folmer EIR, Von Meijenfeldt GCI, Van der Laan MJ, et al. Diagnostic imaging in vascular graft infection: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018;56(5):719-729. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.07.010>
16. Keidar Z, Nitecki S. FDG-PET in prosthetic graft infections. *Semin Nucl Med.* 2013;43(5):396-402. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2013.04.004>
17. Kouijzer IJE, Hernández-Meneses M, Aarntzen EHJG, et al. Treatment and follow-up of vascular graft and endograft infection: Delphi consensus document. *Clin Microbiol Infect.* 2025;31(11):1828-1838. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2025.07.020>
18. Gavali H, Mani K, Furebring M, et al. Semi-conservative treatment versus radical surgery in abdominal aortic graft and endograft infections. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2023;66(3):397-406. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2023.06.019>
19. Brauner A, Fridman O, Gefen O, Balaban NQ. Distinguishing between resistance, tolerance and persistence to antibiotic treatment. *Nat Rev Microbiol.* 2016;14(5):320-330. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.34>
20. Allen N, Adam M, O'Regan G, et al. Outpatient parenteral antimicrobial therapy (OPAT) for aortic vascular graft infection; a five-year retrospective evaluation. *BMC Infect Dis.* 2021;21(1):670. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06373-4>
21. Van Hemelrijck M, Sromicki J, Risteski P, et al. Outcomes of conservative treatment for thoracic vascular graft infections. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2025;67(6):ezaf171. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaf171>