

Mersud Toromanović¹

Uvedba ultrazvočno vodenega zbadanja arteriovenskih fistul v dializnem centru Splošne bolnišnice Trbovlje

Implementation of Ultrasound-Guided Cannulation of Arteriovenous Fistulas at the Dialysis Center of Trbovlje General Hospital

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: arteriovenska fistula, ultrazvočno vodeno zbadanje, hemodializa, varnost bolnika

Izhodišča: Arteriovenska fistula predstavlja, pri ustrezno izbranih bolnikih, prednostno obliko trajnega žilnega pristopa za hemodializno zdravljenje, saj je v primerjavi s centralnimi venskimi katetri ali žilnimi protezami povezana z manjšo pojavnostjo okužb in dobro dolgoročno funkcionalnostjo žilnega pristopa. Uspešnost hemodializnega zdravljenja ni odvisna le od kakovostno oblikovane fistule, temveč tudi od njenega pravilnega in varnega zbadanja. Ultrazvočno vodeno zbadanje omogoča natančnejši prikaz žile in punkcijske igle ter lahko olajša uspešno izvedbo vboda in zmanjša tveganje za mehanske zaplete, zlasti pri zahtevnejših žilnih pristopih. Neposredni ultrazvočni prikaz arteriovenske fistule omogoča natančno oceno njenega poteka, premera, globine in okoliških anatomske strukture. Izvajalcu olajša izbiro mesta zbadanja in omogoča natančno uvajanje igle. Namen prispevka je predstaviti uvedbo ultrazvočno vodenega zbadanja arteriovenske fistule v Dializnem centru Splošne bolnišnice Trbovlje ter oceniti začetne klinične izkušnje.

Metode: Retrospektivno smo analizirali uvedbo ultrazvočno vodenega zbadanja arteriovenskih fistul v Dializnem centru Splošne bolnišnice Trbovlje. V analizo je bilo vključenih 231 ultrazvočno vodenih postopkov zbadanja, izvedenih od oktobra 2024 do februarja 2026. Spremljali smo uspešnost prvega vboda, število ponovnih vbodov ter pojav hematoma.

Rezultati: Od skupno 231 postopkov zbadanja je bilo 199 (86,1 %; 95-% interval zaupanja (IZ): 81,1–90,0 %) uspešno izvedenih ob prvem poskusu, pri 32 (13,9 %; 95-% IZ: 10,0–18,9 %) pa je bil potreben ponovni vbod oziroma prilagoditev tehnike. Zabeleženih je bilo 9 hematoma (3,9 %; 95-% IZ: 2,1–7,2 %). Od 32 ponovnih vbodov jih je bilo 18 zabeleženih v prvih treh mesecih uvajanja metode, kar bi lahko nakazovalo na možen vpliv učne krivulje.

Zaključki: Ultrazvočno vodeno zbadanje se je v analiziranem obdobju izkazalo kot izvedljiva metoda pri izbranih bolnikih z zahtevnejšimi žilnimi pristopi. Za uspešno implementacijo so ključni strukturirano izobraževanje, standardizirani postopki in redno pridobivanje praktičnih izkušenj. Zaradi retrospektivne zasnove brez primerjalne skupine rezultatov ne moremo interpretirati kot dokaz, da ultrazvočno vodenje zmanjšuje zaplete v primerjavi s klasičnim zbadanjem.

¹ Mersud Toromanović, dipl. zn., Oddelek za dializo, Splošna bolnišnica Trbovlje, Rudarska cesta 9, 1420 Trbovlje, mersud.to@gmail.com

ABSTRACT

KEY WORDS: arteriovenous fistula, ultrasound-guided cannulation, haemodialysis, patient safety

Backgrounds: Arteriovenous fistula is generally the preferred permanent vascular access in appropriately selected patients receiving haemodialysis because it is associated with a lower risk of infection and favorable long-term access patency compared with central venous catheters or grafts. Successful haemodialysis depends not only on a well-functioning fistula but also on safe and effective cannulation. Ultrasound-guided cannulation enables precise visualization of the vessel and needle and may facilitate successful cannulation and reduce mechanical complications, particularly in patients with difficult vascular access. Direct ultrasound visualization allows assessment of fistula course, diameter, depth and surrounding anatomical structures. The aim of this study was to present the implementation of ultrasound-guided arteriovenous fistula cannulation at the Dialysis Center of Trbovlje General Hospital and to evaluate the initial clinical experience.

Methods: A retrospective analysis was conducted following the implementation of ultrasound-guided arteriovenous fistula cannulation at the Dialysis Center of Trbovlje General Hospital. A total of 231 ultrasound-guided cannulation procedures were performed from October 2024 to February 2026. First-attempt success, repeat punctures, and the occurrence of haematomas were evaluated.

Results: Of 231 cannulation procedures, 199 (86.1%; 95% CI: 81.1–90.0%) were successful on the first attempt, whereas 32 (13.9%; 95% CI: 10.0–18.9%) required repeat puncture or adjustment of the technique. Nine haematomas (3.9%; 95% CI: 2.1–7.2%) were recorded. Of the 32 repeat punctures, 18 occurred during the first three months after implementation, suggesting a possible learning curve effect.

Conclusions: Ultrasound-guided cannulation was feasible in selected patients with difficult vascular access. Structured training, standardized protocols, and regular practical experience are important for successful implementation. Because of the retrospective design and absence of a comparison group, the present results do not establish superiority over conventional cannulation.

IZHODIŠČA

Arteriovenska fistula (AVF) ostaja pri ustrežno izbranih bolnikih prednostna oblika žilnega pristopa za kronično hemodializno zdravljenje, saj je v primerjavi s centralnimi venskimi katetri in žilnimi protezami povezana z manjšo pojavnostjo okužb in boljšo dolgoročno funkcionalnostjo žilnega pristopa. Kljub ustrežno oblikovani AVF je uspešnost hemodialize v veliki meri odvisna od pravilnega in ponovljivega zbadanja, ki ga bolniki potrebujejo večkrat tedensko skozi več let (1, 2).

Klasično zbadanje temelji na palpaciji in vizualni oceni poteka AVF. Pri globoko

ležečih, slabo tipnih ali anatomske spremenjenih odvodnih venah AVF pa je tak pristop pogosto manj zanesljiv, kar povečuje tveganje za neuspešen vbod, infiltracijo, hematoma in poškodbo žilne stene. Ponavljajoče se mehanske poškodbe lahko neugodno vplivajo na funkcionalnost žilnega pristopa (1, 2).

Razvoj ultrazvočne tehnologije je omogočil pomemben napredek pri zbadanju AVF. Ultrazvočno vodeno zbadanje omogoča neposredni prikaz anatomije AVF in spremljanje napredovanja punkcijske igle v realnem času. Ultrazvočna ocena pred zbadanjem omogoča določitev premera, globine

in poteka žile ter prepoznavanje morebitnih patoloških sprememb, kar olajša izbiro ustreznega mesta vboda (1, 3).

Raziskave kažejo, da lahko neposredni ultrazvočni prikaz pri zahtevnejših žilnih pristopih izboljša nekatere kazalnike uspešnosti zbadanja. Chen in sodelavci so v randomizirani raziskavi ugotovili večjo uspešnost prvega vboda pri ultrazvočno vodenem zbadanju zahtevnih AVF oziroma graftov (4). Eves in sodelavci so pri zahtevnih AVF ugotovili manj dodatnih prehodov igle in ponovnih kožnih vbov, medtem ko razlike v bolečini in številu lokalnih zapletov niso bile statistično značilne (5).

Za uspešno ultrazvočno vodenno zbadanje je pomembna predvsem sposobnost usklajevanja ultrazvočne sonde in punkcijske igle ter stalno prepoznavanje položaja konice igle. Priporočila Ameriškega združenja za ehokardiografijo (American Society of Echocardiography) prav tako poudarjajo pomen strukturiranega usposabljanja in vzdrževanja praktičnih spretnosti pri ultrazvočno vodenih žilnih posegih (3).

Raziskava Niyyar in sodelavcev je pokazala zmanjšanje infiltracij po uvedbi ultrazvočno podprtega zbadanja AVF v programu izboljšanja kakovosti (6). Mednarodna raziskava Schoch in sodelavcev pa je pokazala, da med pomembne ovire za uporabo ultrazvoka v dializnih centrih sodijo predvsem pomanjkanje ustreznega usposabljanja in dostopnosti opreme ter organizacijski dejavniki (7).

Za uspešno uvedbo metode v prakso so ključni strukturirano izobraževanje osebja, standardizirani postopki ter postopno pridobivanje spretnosti pri usklajevanju gibanja sonde in igle (3).

Oktober 2024 smo v Dializnem centru Splošne bolnišnice Trbovlje uvedli ultrazvočno vodenno zbadanje AVF v rutinsko prakso. Namen raziskave je bil oceniti izvedljivost uvedbe metode ter opisati uspešnost zbadanja in pojav zapletov. Predpostavili smo, da bo uvedba ultrazvočno vodenega

zbadanja pri izbranih bolnikih z zahtevnejšim žilnim pristopom omogočila visoko uspešnost prvega vboda in varno izvajanje postopka.

METODE

Izvedli smo retrospektivno opazovalno raziskavo v Dializnem centru Splošne bolnišnice Trbovlje od oktobra 2024 do februarja 2026. Namen raziskave je bil oceniti izvedljivost uvedbe ultrazvočno vodenega zbadanja AVF v rutinsko klinično prakso ter njegovo uporabo pri bolnikih na kronični hemodializi.

V analizo je bilo vključenih 231 ultrazvočno vodenih postopkov zbadanja AVF. Ultrazvočno vodenje se ni uporabljalo rutinsko pri vseh bolnikih, temveč predvsem pri tistih z zahtevnejšo anatomijo ali predhodnimi težavami. Med obravnavanimi žilnimi pristopi so prevladovali radiocefalne in brahioccefalne AVF.

Uvajanje metode je potekalo postopno ter skladno z mednarodnimi priporočili in strokovnimi smernicami, ki poudarjajo pomen strukturiranega izobraževanja, standardiziranih postopkov in spremljanja kakovosti (1, 3). Postopek je zahteval predhodno znanje anatomije žilnega pristopa, osnov ultrazvočne diagnostike in prepoznavanja patoloških sprememb. Pri praktičnem delu pod nadzorom zdravnika je bil poudarek na pravilni uporabi opreme, optimizaciji slike, prikazu AVF v prečni in vzdolžni ravnini ter spremljanju konice igle.

Ključni element učne krivulje je bilo usklajevanje gibanja ultrazvočne sonde in punkcijske igle. Večino zbadanj so izvedle tri diplomirane medicinske sestre, ki so v postopku uvajanja postopoma pridobivale praktične izkušnje.

Najpogostejše indikacije za uporabo ultrazvočnega vodenja so bile globoko ležeče, slabo tipne ali slabo vidne AVF, anevrizmatske spremembe AVF s kronično obstensko trombozo ali kompleksna anatomija žilnega pristopa, predhodno večkrat

neuspešni vbodi, hematomi ali infiltracije, povečana količina podkožnega tkiva z oteženo palpacijo ter stanje neposredno po operativnih posegih ali rekonstrukcijah AVF.

Spremljani izidi

Spremljali smo uspešnost prvega vboda, potrebo po ponovnem vbodu oziroma prilagoditvi tehnike ter pojav hematomov.

Etični vidik raziskave

Raziskavo je odobrila pristojna Komisija za medicinsko etiko Splošne bolnišnice Trbovlje. Raziskava je bila izvedena skladno z načeli Helsinške deklaracije in veljavnimi predpisi o varovanju osebnih podatkov. Podatki so bili pred analizo anonimizirani oziroma psevdonimizirani in obravnavani zaupno.

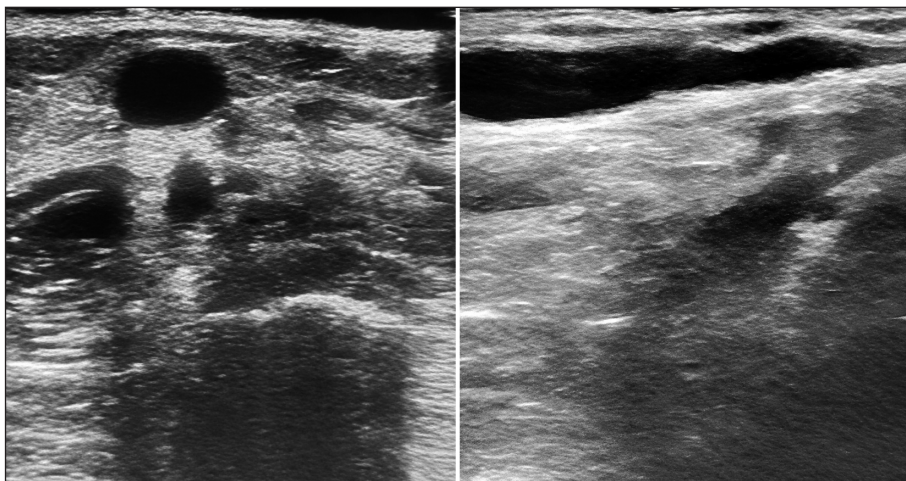
Ultrazvočno vodeno zbadanje

Pred posegom smo opravili ultrazvočni pregled, s katerim smo ocenili potek, premer, globino in po potrebi pretok krvi skozi AVF ter prepoznali morebitne patološke spremembe, kot so zožitve, tromboze ali anevrizme, v dveh osnovnih ravninah – prečni in vzdolžni (slika 1). Na podlagi ultrazvočnih zna-

čilnosti AVF, vključno s potekom, premerom in globino žile ter prisotnostjo morebitnih patoloških sprememb, smo izbrali najprimernejše mesto vboda in glede na zahtevnost anatomskih razmer določili potrebo po ultrazvočnem vodenju igle v realnem času (1–3).

Za ultrazvočno oceno in vodenje smo prav tako uporabljali dve osnovni ravnini prikaza (slika 2). Prečna ravnina prikazuje veno v prerezu in omogoča dober pregled okoliških struktur. Ker je igla vidna le v prerezu, je treba posebej paziti na zanesljivo spremljanje njene konice. Vzdolžna ravnina prikaže veno po njeni dolžini. Če sta igla in ultrazvočni žarek v isti ravnini, omogoča spremljanje večjega dela igle in njene konice (1, 3). Obe tehniki se lahko uporabljata, odločitev za eno ali drugo pa je odvisna od anatomije žilnega pristopa, izkušenj izvajalca in kliničnih okoliščin.

V raziskavi in v klinični praksi smo večinoma uporabili tehniko lestvice, pri kateri se mesta vbodov enakomerno razporejajo vzdolž uporabnega segmenta fistulne vene. Področna tehnika zbadanja se zaradi ponavljajočega zbadanja omejenega segmenta in tveganja za razvoj anevrizmatskih sprememb odsvetuje (2, 8, 9).



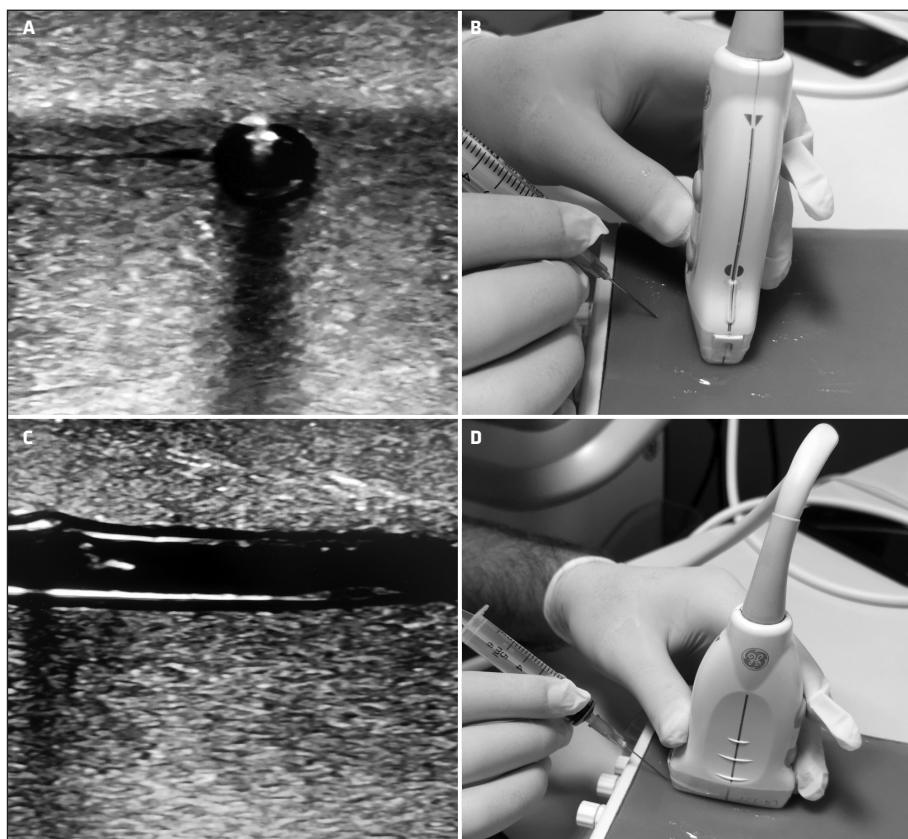
Slika 1. Ultrazvočna ocena premera in globine žile. Levo je viden prečni, desno vzdolžni prerez.

Ultrazvočno zbadanje smo izvajali po naslednjem protokolu (1, 3):

1. Predpunkcijski pregled: ocenimo potek, premer in globino AVF ter morebitne lokalne spremembe, kot so stenoze, tromboze ali anevrizmatske spremembe.
2. Priprava: opravimo aseptično pripravo kože ter ustrezno zaščitimo ultrazvočno sondo. Sondo na kožo postavimo z minimalnim pritiskom, da ne pride do kompresije žile.
3. Vbod: iglo vodimo pod ultrazvočnim nadzorom v realnem času. Če konica igle na sliki ni jasno vidna, z napredovanjem prenehamo in ga nadaljujemo šele po ponovni vzpostavitvi zanesljivega ultrazvočnega prikaza.
4. Fiksacija: po potrditvi pravilnega položaja igle z ultrazvočnim prikazom in ustreznim povratkom krvi iglo fiksiramo ter priključimo na hemodializni aparat.

REZULTATI

V obdobju od oktobra 2024 do februarja 2026 smo izvedli 231 ultrazvočno vodenih postopkov zbadanja AVF. Od skupno 231 izvedenih postopkov je bilo 199 (86,1 %; 95-% interval zaupanja (IZ): 81,1–90,0 %) uspešno opravljenih ob prvem poskusu. Pri 32 (13,9 %; 95-% IZ: 10,0–18,9 %) je bila potrebna prilagoditev tehnike ali ponovni vbod. Hematom je bil zabeležen pri 9 (3,9 %; 95-% IZ: 2,1–7,2 %) postopkih. Podatki so prikazani v tabeli 1.



Slika 2. Ultrazvočno vodenno zbadanje z iglo. A in B – prečni prerez, C in D – vzdolžni prerez.

Tabela 1. Uspešnost in zapleti ultrazvočno vodenih postopkov zbadanja arteriovenskih fistul.

Izid postopka	Število (n)	Delež (%) in 95-% interval zaupanja (%)
Uspešno opravljen postopek ob prvem poskusu	199	86,1 (81,1–90,0)
Potrebna prilagoditev tehnike ali ponovni vbod	32	13,9 (10,0–18,9)
Hematom	9	3,9 (2,1–7,2)
Skupaj izvedenih postopkov	231	100,0

Od 32 ponovnih vbodov jih je bilo 18 (56,3 %; 95-% IZ: 39,3–71,8 %) zabeleženih v prvih treh mesecih uvajanja metode. Takšna porazdelitev pod predpostavko, da je frekvenca zbadanj približno enaka v vseh mesecih, nakazuje možen vpliv učne krivulje. Ker pa skupno število vseh ultrazvočno vodenih zbadanj v prvih treh mesecih in poznejšem obdobju ni bilo ločeno prikazano, ni mogoče neposredno primerjati stopenj neuspešnih vbodov med obdobjema.

Največjo praktično uporabnost je ultrazvočno vodenega zbadanje pokazalo pri bolnikih z globoko ležečimi, slabo tipnimi ali anatomsko spremenjenimi AVF. Pri izvajalcih smo z večanjem praktičnih izkušenj opazali tudi večji občutek varnosti in boljše predvidljivost pri obravnavi zahtevnejših žilnih pristopov. Ker tega nismo ocenjevali s standardiziranim vprašalnikom, gre za klinično opazanje izvajalcev in ne za formalno merjen rezultat raziskave.

RAZPRAVA

Rezultati raziskave kažejo, da je uvedba ultrazvočno vodenega zbadanja AVF izvedljiva tudi v rutinski klinični praksi manjšega dializnega centra. Pri 86,1 % (95-% IZ: 81,1–90,0 %) postopkov je bilo zbadanje uspešno ob prvem poskusu, hematom pa je bil zabeležen pri 3,9 % (95-% IZ: 2,1–7,2 %) postopkov.

Neposredni prikaz anatomije AVF omogoča natančnejšo izbiro mesta vboda ter spremljanje igle v realnem času, kar je lahko posebej koristno pri globoko ležečih, slabo tipnih ali anatomsko spremenjenih

AVF. Podobno navajajo Iglesias in sodelavci, ki poudarjajo potencialno uporabnost ultrazvoka pri zahtevnem zbadanju dializnih žilnih pristopov (1).

Naši rezultati kažejo tudi na možen vpliv učne krivulje. Od 32 ponovnih vbodov jih je bilo 18 zabeleženih v prvih treh mesecih po uvedbi metode. Tega podatka ne moremo interpretirati kot dokaz statistično pomembnega izboljšanja skozi čas, ker nimamo ločenega podatka o skupnem številu vseh postopkov v začetnem in poznejšem obdobju.

Naše izkušnje potrjujejo predvsem, da je mogoče metodo postopno vključiti v delo diplomiranih medicinskih sester, če je zagotovljeno ustrezno začetno izobraževanje, mentorstvo in možnost rednega praktičnega dela. Ultrazvočno vodenega zbadanje pri tem ne nadomešča kliničnega pregleda AVF in dobre tehnike zbadanja, temveč predstavlja dodatno pomoč pri zahtevnejšem žilnem pristopu.

Omejitev raziskave predstavljajo izvedba v enem dializnem centru, retrospektivna zasnova ter odsotnost primerjalne kontrolne skupine. Ultrazvočno vodenje je bilo uporabljeno predvsem pri bolnikih z zahtevnejšimi žilnimi pristopi, zato rezultatov ni mogoče neposredno posplošiti na vse bolnike z AVF. Poleg tega je bila enota analize posamezni postopek zbadanja, zato je lahko bil isti bolnik v analizo vključen večkrat.

Zaradi odsotnosti primerjalne skupine na podlagi rezultatov ne moremo zaključiti, da je ultrazvočno vodenega zbadanje

zmanjšalo število zapletov ali povečalo uspešnost v primerjavi s standardnim zbadanjem. Kljub temu rezultati predstavljajo uporabne začetne izkušnje z uvedbo metode v vsakodnevno klinično prakso. Nadaljnje prospektivne raziskave bi omogočile natančnejšo oceno uspešnosti, učne krivulje in dolgoročnega vpliva ultrazvočnega vodenja na AVF.

ZAKLJUČEK

Ultrazvočno vodeno zbadanje AVF predstavlja pomembno dopolnitev standardne hemodializne obravnave, predvsem pri bolnikih z globoko ležečimi, slabo tipnimi ali anatomsko zahtevnimi žilnimi pristopi. Neposredni prikaz AVF omogoča natančnejšo izbiro mesta vboda ter spremljanje punkcijske igle med postopkom.

V analiziranem obdobju je bilo 86,1 % (95-% IZ: 81,1–90,0 %) ultrazvočno vodenih zbadanj uspešnih ob prvem poskusu, hematoma je bil zabeležen pri 3,9 % (95-% IZ: 2,1–7,2 %) postopkov.

Uspešna uvedba metode zahteva strukturirano izobraževanje, standardizirane postopke ter redno pridobivanje praktičnih izkušenj. Naše začetne izkušnje kažejo, da je ultrazvočno vodeno zbadanje AVF izvedljivo in uporabno pri zahtevnejših žilnih pristopih. Zaradi retrospektivne zasnov in odsotnosti primerjalne skupine pa na podlagi te raziskave ni mogoče sklepati o superiornosti metode nad standardnim zbadanjem.

Nadaljnje prospektivne raziskave bodo omogočile natančnejšo oceno njenih kliničnih in dolgoročnih učinkov.

LITERATURA

1. Iglesias R, Lodi M, Rubiella C, et al. Ultrasound guided cannulation of dialysis access. *J Vasc Access*. 2021; 22 (1 Suppl): 106–12. doi:10.1177/11297298211047328.
2. Lok CE, Huber TS, Lee T, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *Am J Kidney Dis*. 2020; 75 (4 Suppl 2): S1–164. doi:10.1053/j.ajkd.2019.12.001.
3. Vegas A, Wells B, Braum P, et al. Guidelines for performing ultrasound-guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2025; 38 (2): 57–91. doi:10.1016/j.echo.2024.12.004.
4. Chen S, Liu JS, Chai CC, et al. Handheld ultrasound-guided cannulation of difficult hemodialysis arteriovenous access: a randomized controlled trial. *Hemodial Int*. 2023; 27 (1): 21–7. doi:10.1111/hdi.13050.
5. Eves J, Cai P, Latham R, et al. A randomised clinical trial of ultrasound guided cannulation of difficult fistulae for dialysis access. *J Vasc Access*. 2021; 22 (4): 635–41. doi:10.1177/1129729820954725.
6. Niyar VD, Buch K, Rawls F, et al. Effectiveness of ultrasound-guided cannulation of AVF on infiltration rates: a single center quality improvement study. *J Vasc Access*. 2023; 24 (2): 322–8. doi:10.1177/11297298211034280.
7. Schoch M, Fielding C, Marticorena RM, et al. Barriers and facilitators to vascular access point-of-care ultrasound in haemodialysis: an international survey of haemodialysis clinicians. *J Ren Care*. 2024; 50 (4): 405–12. doi:10.1111/jorc.12503.
8. Chocarro-Haro M, Pardavila-Belio MI, Labiano C, et al. Cannulation of the arteriovenous fistula in haemodialysis: a systematic review and narrative synthesis. *J Nephrol*. 2025; 38 (9): 2539–55. doi:10.1007/s40620-025-02448-6.
9. Hu S, Guo J, Guo Y, et al. A summary of the best evidence on ultrasound-guided autologous arteriovenous fistula cannulation in maintenance hemodialysis patients: a systematic review. *J Vasc Access*. 2026 May 20: 11297298261430543. doi:10.1177/11297298261430543.