

# Komplikácie tepno-žilového spojenia (arteriovenózných fistúl)

MUDr. Martina Zavacká, PhD.<sup>1</sup>, MPH, MUDr. Jana Pobehová, PhD.<sup>1</sup>, MUDr. Mária Majerníková, PhD.<sup>2</sup>,  
prof. MUDr. Mária Frankovičová, PhD.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika cievnej chirurgie, VÚSCH, a. s., Košice

<sup>2</sup>Fresenius Medical Care Slovensko, spol.s.r.o

**Dobрым cievnyim prístupom rozumieme kvalitne vytvorenú a dostatočne rozvinutú tepno-žilovú spojku, tzv. a-v fistulu (AVF), ktorá umožňuje opakovane napojiť pacienta na hemodialyzačný prístroj. Uspokojivé rozvinutie a dlhodobá funkcia a-v fistuly závisia od stavu ciev pacienta, od prívodu končatinových artérií a vén, od technického prevedenia a-v fistuly a od jej správneho pooperačného a podialyzačného ošetrovania.**

**Kľúčové slová:** arteriovenózna fistula, trombóza, stenóza, infekcia, dilatácia

## Complications of the arterial-venous junction

**A good vascular approach is a well-established and sufficiently developed arterial-venous clutch called And-in fistula (AVF), which allows the patient to be repeatedly connected to the haemodialysis device. Satisfactory development and long-term function and-in fistula depend on the condition of the patient's blood vessels, from the passage of the extremities and Vén, from the technical design and-in the fistula and from its proper post-operative and post-dialysis treatment.**

**Keywords:** arteriovenous fistula, thrombosis, stenosis, infection, dilation

Slov. chir., 2019;16(2):47-54

## Úvod

Vytvorenie dobrého cievneho prístupu u pacientov zaradených do dlhodobého hemodialyzačného programu sa v cievnej chirurgii neraz označuje ako Achillova päta. Tento výrok je výstižný, pretože aj napriek vypracovanej a dodržiavanej schéme postupu v jednotlivých prípadoch dochádza u niektorých pacientov k opakovaným operáciám, úpravám a modifikáciám (1,8).

Aj najlepšia fistula môže časom zaniknúť. Je veľmi dôležité, aby si operujúci stanovil presný plán a mal dostatočné skúsenosti v cievnej chirurgii tepno-žilových spojení (8).

V posledných rokoch došlo k výraznému rozvoju hemodialyzačnej liečby. Starostlivosť o chorých s cievnyim prístupom pre hemodialýzu si vyžaduje spoluprácu nefrológa, cievneho chirurga, intervenčného rádiológa a angiológa. Pre úspešné založenie spojky je nutné splniť určité podmienky. Včasná indikácia na vytvorenie AVF a dokonalé predoperačné vyšetrenie celého žilového riečišťa v oblasti plánovanej spojky sú predpokladom na technicky správne vytvorenú autológnu spojku. Vytvorenie autológnej artériovenóznej spojky k hemodialýze

je štandardný výkon, ktorý by mal byť vykonaný cievnyim chirurgom (4).

Princípom starostlivosti o hemodialyzačný prístup je čo najdlhšie udržať dobrú funkciu pri minimálnom počte komplikácií a intervencií. Snahou každého chirurga by malo byť udržať funkciu každého normofunkčného prístupu, keďže možnosti prístupov sú často limitované. Medzi najčastejšie komplikácie, s ktorými sa pri HD prístupoch stretávame, patria:

**Stenóza, trombóza, infekcia, aneuryzma, pseudoaneuryzma, hyperfunkcia, venózna hypertenzia, ischémia ruky.**

## Stenóza

Stenóza AVF/AVG je najčastejšou príčinou hypofunkcie HD prístupu, s ktorou sa denne stretávame. Funkčný HD prístup spôsobuje myointimálnu hyperpláziu vo venóznom segmente. Pri natívnych AVF vzniká viac ako 60 % stenóz v oblasti do 5 cm od anastomózy (tzv. juxtaanastomotické stenózy) a pri AVF je predilekčným miestom vzniku stenózy oblasť venóznej anastomózy a odtokovej žily. Až 22 % stenóz vzniká v oblasti centrálnych žíl, ale tieto sú len zriedka príčinou zníženej funkcie HD prístupu (9).

Stenóza sa zväčša prejaví hypofunkciou AVF, čiže zníženým prietokom a nemožnosťou zrealizovať adekvátnu hemodialýzu. Dalšími príznakmi sú protrahované krvácanie po kanylácii, opuch ruky, oslabenie víru nad žilou. Pri podozrení na stenózu AVF je indikovaná duplexná ultrasonografia. Umožňuje zhodnotiť typ, lokalizáciu a rozsah stenózy. Okrem morfológie stenózy umožňuje sonografia zhodnotiť aj hemodynamický efekt stenózy. V prípade poklesu prietoku HD prístupom (Qa) pod 500 ml/min pri AVF a pod 600 ml/min pri AVG je indikovaná fistulografia a riešenie. Ďalšou indikáciou je pokles prietoku o 20 % v porovnaní s predchádzajúcim vyšetrením. Sonograficky verikovaná stenóza pri normofunkčnej AVF/AVG bez komplikácií počas HD nie je indikovaná k DSA a PTA (2,8).

V prípade závažnej stenózy, spôsobujúcej hypofunkciu HD prístupu, je indikované riešenie. Metódou voľby je perkutánna transluminálna angioplastika (PTA) (obrázok 1 a,b,c).

Postup je rovnaký ako pri iných rádiointervenciách, ale vzhľadom na charakter stenóz je nutné použiť vyššie insuflačné tlaky. Tieto vyššie insuflačné

né tlaky vedú k výraznému poškodeniu žily, čo má často za následok restenózu v mieste PTA. Preto niektorí autori používajú „cutting“ balóny, čo umožňuje použiť nižšie insuflačné tlaky (4).

Chirurgická liečba stenóz AVF je v ére intervenčnej rádiológie indikovaná pre prípady dlhších filiformných stenóz, ktoré sa nepodarilo spriechodniť. Postihnutý segment je možné obísť veno-venóznym bypassom, v prípade AVF na zápästí je možné použiť transponovanú vena basilica antebrachii. V prípade včasnej recidívy juxtaanastomotickéj stenózy je indikované vytvorenie novej AVF nad touto stenózou. Niektorí autori odporúčajú túto metódu aj primárne v liečbe juxtaanastomotických stenóz, pretože dlhodobé výsledky sú výborné a na rozdiel od radiointervenčného výkonu sa nevyžadujú opakované intervencie. V prípade stenózy venózneho anastomózy AVG je možné ju ošetriť angioplastikou alebo interpozitom (1).

### Trombóza

Trombotický uzáver je najčastejšou komplikáciou dialyzačného prístupu. Z veľkých štúdií vyplýva, že trombóza vzniká päťkrát častejšie u AVG ako pri natívnej AVF. Najčastejšou príčinou (80 %) je stenóza v priebehu HD prístupu. Stenóza môže byť prítomná v arteriálnej časti, v anastomóze alebo kdekoľvek vo venóznej časti HD prístupu. Vo väčšine prípadov je stenóza lokalizovaná v odvodnej žile AVF, resp. venóznej anastomóze AVG, menej častá je stenóza v oblasti arteriálnej anastomózy. V 20 % prípadov vzniká trombóza bez prítomnosti stenózy (vonkajšia kompresia, hypotenzia, dehydratácia, infekcia, poruchy koagulácie, srdcové zlyhanie (8).

Trombóza sa prejaví nemožnosťou HD u pacienta. Spriechodniť HD prístup je možné radiointervenčne alebo chirurgicky.

Chirurgická liečba spočíva v odstránení trombu Fogartyho katétrom č. 2, 3. Trombektómia natívnej AVF je obtiažna, lebo trombus zriedkakedy vznikne v žile bez stenózy, alebo iného patologického nálezu. Následkom poškodenia endotelu je retrombóza. V prípade natívnej radiocefalickej AVF je najlepšou alternatívou reanastomóza proximálnej-

**Obrázok 1.** a) DSA (digitálna subtrakčná angiografia) A-V spojky; b) Dilatácia stenózy odvodnej žily A-V spojky; c) DSA po endovaskulárnej úprave A-V spojky



(zdroj: Klinika cievnej chirurgie)

**Obrázok 2.** a) Dilatovaná A -V spojka na predlaktí; b) Dilatovaná A -V spojka na ramene; c) Stav pred operáciou; d) Stav počas operácie (úprava A-V spojky)



(zdroj: Klinika cievnej chirurgie)

šie, lebo žila vytrombotizuje najčastejšie po odstup najbližšej vetvy (4).

Trombektómia AVG má lepšie výsledky, lebo protéza nie je náchylná k retrombóze ako natívna žila. Podmienkou je nutne vyriešiť aj stenózu, ktorá trombózu vyvolala. Ideálne je po trombektómii AVG zrealizovať fistulografiu a súčasne aj PTA venóznej anastomózy, resp. odvodnej žily. Ak nie je možnosť hybridného výkonu, je potrebné stenózu ošetriť angioplastikou eventuálne krátkym interpozitom do neporušenej žily (2).

### Aneurizma, pseudoaneurizma

Po vytvorení natívnej AVF dochádza k postupnej dilatácii prírodnej artérie aj odvodnej žily. Táto dilatácia je normálny nález a nepovažuje sa za aneurizmu. Aneurizma je lokalizovaná dilatácia ciev

(obrázok 2 a, b) kde stena je tvorená všetkými vrstvami cievnej steny. AVG nemôžeme dilatovať, a tak sa pri nich stretávame len s pseudoaneurizmami. Tieto vznikajú následkom lokálnej deštrukcie protézy s následnou chronickou extravazáciou do podkožia ohraničenou fibróznou stenou. Za aneurizmu AVF sa považuje lokalizovaná dilatácia žily (obrázok 2 a, b) s 1,5-2 - násobne väčším priemerom ako priľahlý segment žily (2).

Incidencia aneurizmiem/pseudoaneurizmiem pri natívnych AVF sa udáva do 17 % a u AVG do 7 %. Natívne AVF sú takmer vždy spojené so stenózou, ktorá môže byť lokalizovaná pred alebo za aneurizmou. Ďalšími príčinami sú vysoký prietok a opakované punkcie do toho istého miesta. Častou príčinou pseudoaneurizmy je poškodenie zadnej steny žily pri kanylácii (19).

**Obrázok 3.** a) Perm cath implantovaný vo v.jugularis interna vľavo; b) Opuch ľavej hornej končatiny s venóznou hypertenziou



(zdroj: Klinika cievnej chirurgie)

Vzhľadom na lokalizáciu HD prístupov je klinická diagnostika ľahká. Duplexná ultrasonografia odliší hematóm a perigraftový seróm, umožňuje verifikovať stenózu na žile a sledovať veľkosť aneuryzmy.

Aneuryzma spojená s rýchlym rastom, tenkou kožou, kožnými eróziami alebo s krvácaním je indikovaná na riešenie. Mnohopočetné aneuryzmy, ktoré skracujú kanyláčny segment, je potrebné indikovať na riešenie. Pseudoaneuryzma s priemerom väčším ako dvojnásobok priemeru graftu je indikovaná na operáciu (14).

Liečba by mala viesť k vyriešeniu aneuryzmy pri súčasnej záchrane dialyzačného prístupu. Najjednoduchšie je riešenie aneuryzmy AVF na predlakti, ktorá je lokalizovaná tesne za anastomózou. V tomto prípade sa aneuryzma resekuje, artéria sa rekonštruje end-to-end a nová AVF sa našije proximálne na artériu. Ak je aneuryzma lokalizovaná na iný segment žily, je možné ju resekovať a žilu rekonštruovať end-to-end. V prípade väčšej aneuryzmy je možné urobiť pozdĺžnu tómiu žily a následne ju rekonštruovať pozdĺžnou sutúrou (aneuryzmorafia). V prípade mnohopočetných aneuryzmiem (obrázok 2 c, d) je možné vyriešiť všetky naraz (2). Krváčajúca pseudoaneuryzma s compartment syndrómom je indikovaná na ligatúru AVF a fasciotómiu.

Pseudoaneuryzma AVG sa resekuje a resekována časť protézy sa nahrá-

dí novým interpozitom, ktorý sa vedie v zdravom podkoží. V prípade infikovanej pseudoaneurizmy je najlepšie celý AVG odstrániť a nahradiť segment autológny, resp. homológny štepom (2,4).

### Krvácanie

Pacienti s terminálnym obličkovým ochorením majú zvýšené riziko krvácania následkom defektov v hemostatických mechanizmoch pri urémii. Ďalším významným etiologickým faktorom je heparinoterapia a používanie nízkomolekulárnych heparínov, ktoré sa často týmto pacientom podávajú. Nízkomolekulárne heparíny sa eliminujú hlavne obličkami a ich dávkovanie sa u hemodialyzovaných pacientov ťažko odhaduje (1).

Krvácanie z miesta kanylácie HD prístupu je relatívne častá komplikácia, ale poväčšine zvládnuteľná konzervatívne. Najčastejšou príčinou je dysfunkcia trombocytov a podávanie antikoagulantov počas hemodialýzy. Ďalšou príčinou je zvýšený venózný tlak následkom stenózy v oblasti proximálnej časti žily a pseudoaneurizmy v mieste kanyláčného otvoru. V prípade krvácania je kompresia miesta vpichu na 30 minút zväčša dostačujúcim opatrením. Ak krvácanie napriek kompresii pokračuje, je vždy nutné pátrať po príčine krvácania (pseudoaneurizma, stenóza nad miestom vpichu, koagulačná porucha, hyperfunkcia HD prístupu) (8).

Závažné krvácanie môže vzniknúť pri kanylácii arterie brachialis (perkutánne radiologické intervencie). Najzávažnejšou komplikáciou je compartment syndróm hornej končatiny, kedy je nutné indikovať urgentnú chirurgickú liečbu. Operačný výkon spočíva v ošetrení zdroja krvácania.

### Venózna hypertenzia

Najčastejšou príčinou venózne hypertenzie hornej končatiny u hemodialyzovaných pacientov je stenóza alebo oklúzia centrálnych žíl hrudníka (vena subclavia, vena brachiocephalica, vena cava superior).

Hlavným etiologickým faktorom vzniku stenózy/oklúzie je predchádzajúca implantácia centrálného venózneho katétra (CVK). Zatiaľ čo pri implantácii CVK do vena jugularis interna (VJI) je incidencia stenózy 10 %, pri umiestnení CVK do vena subclavia je (42-50 %). Používanie CVK u hemodialyzovaných pacientov by malo byť čo najkratšie a v prípade nutnosti je vhodnejšie implantovať CVK do VJI. Rizikovými faktormi sú: prolongované použitie katétra, opakované kanylácie a infekcia katétra. V mieste stenózy dochádza k vzniku perivenózne fibrózy a k myointimálnej hyperplázii. Vývoj stenózy je potencovaný vytvorením funkčného HD prístupu na ipsilaterálnej končatine, pretože pri oklúzii centrálnych žíl je takmer nemožné vytvoriť dobre funkčný a nekomplikovaný HD prístup (16).

Pacienti so stenózou/oklúziou centrálnych žíl hrudníka sú zväčša asymptomatickí až do najbližšieho pokusu vytvorenia HD prístupu na ipsilaterálnej strane. Venózna hypertenzia sa môže v ľahších prípadoch prejavovať miernym opuchom končatiny, rozvojom kolaterálnych žíl na prednej, zadnej strane hrudníka a na ramene. V závažnejších prípadoch dochádza k rozvoju masívneho opuchu končatiny s obmedzením hybnosti prstov, alebo až k vzniku trofických zmien a defektov. V prípade uzáveru brachiocefalických žíl obojstranne alebo v oblasti hornej dutej žily je u pacienta prítomný opuch tváre, viečok, krku, oboch horných končatín a prsníkov (obrázok 3 a).

Venózna hypertenzia môže vzniknúť aj pri stenóze v oblasti odvodnej ži-

ly AVF, resp. AVG, pretože dôsledkom zvýšeného venózneho tlaku dochádza k inkompetencii chlopni a k venóznemu refluxu. Prejavuje sa to opuchom končatiny distálne od stenózy. V extrémnych prípadoch môže dôjsť až k vzniku kožných zmien, s ktorými sa stretávame pri chronickej venóznej insuficiencii dolných končatín (obr. 3 b).

Po vytvorení AVF/AVG v oblasti lakťa je opuch končatiny častý a zväčša v priebehu niekoľkých týždňov vymizne. Liečebným úkonom je elevácia a polohovanie končatiny. Pri pretrvávajúcom opuchu pátrame po príčine. U 25 % pacientov je príčinou patologický nález na centrálnych žilách (stenóza/oklúzia centrálnych žíl). Ak je u pacienta s anamnézou CVK v pláne vytvorenie HD prístupu, musí pacient absolvovať ultrasonografické vyšetrenie centrálnych žíl (16).

Liečba venóznej hypertenzie na podklade stenózy odvodnej žily je pomerne jednoduchá a spočíva v endovaskulárnom alebo chirurgickom riešení. V prípade centrálne lokalizovanej stenózy je metódou voľby endovaskulárna liečba. V prípade elastického recoilu žily po PTA, pri včasnej restenóze do 3 mesiacov alebo v prípade ruptúry žily počas PTA je indikovaná implantácia stentu (11). Aj keď sa technická úspešnosť PTA v tejto oblasti udáva 70-100 %, primárna jednoročná priechodnosť je nízka a sú nutné opakované intervencie. Ani implantácia stentu tieto výsledky nezlepšuje. Nádejnou možnosťou je implantácia stentgraftu. Vzhľadom na dlhodobé výsledky stenóz/oklúzií centrálnych žíl (jednoročná priechodnosť stentov 55 %), je liečba indikovaná len pri závažných klinických symptómoch (16). Prítomnosť stenózy bez klinickej symptomatológie nie je indikáciou na endovaskulárnu alebo chirurgickú liečbu. V prípade použitia stentu do subklaviálnej žily by tento nemal prekryvať VJI, aby bolo v budúcnosti možné implantovať CVK, eventuálne našiť do VJI distálnu anastomózu axiloujugulárneho bypassu. Podobne v prípade implantácie stentu do brachiocefalickej žily by odstup kontralaterálnej žily mal ostať neprekrytý.

Chirurgická liečba je spojená s vyššou morbiditou, a preto v ére endovaskulárnych intervencií je táto in-

dikovaná zriedkakedy. Avšak na druhej strane je jedinou možnosťou záchrany dobre funkčného HD prístupu u pacienta s vyčerpanými prístupmi a proximálne lokalizovanou oklúziou žily. Ideálne sú extratorakálne rekonštrukcie. V prípade oklúzie subklaviálnej žily je možné uzáver obísť axiloujugulárnym bypassom. V prípade uzáveru v oblasti brachiocefalickej žily je možné vykonať axiloujugulárny cross bypass na kontralaterálnu VJI. Pri oklúzii oboch brachiocefalickej žíl, resp. uzávère VCS je ideálnym riešením axilouliakálny bypass na vena iliaca externa. Vo všetkých prípadoch je nutné použiť vystuženú PTFE protézu s priemerom 8-12 mm a anastomózy šiť dostatočne široké (15-20 mm).

Syndróm venóznej hypertenzie hornej končatiny je u hemodialyzovaných pacientov často ťažko riešiteľná komplikácia, ktorá si vyžaduje opakované intervencie. Je nutné na túto komplikáciu myslieť už na začiatku liečby a zväžiť nutnosť implantácie (obr. 4).

### Infekcia

Infekcia je druhou najčastejšou príčinou straty HD prístupu, včasná je do 30 dní od vytvorenia HD prístupu a neskorá po 30 dňoch od operácie. V súvislosti s operačným výkonom (t.j. včasné infekcie) vznikne len 6 % infekcií, zvyšných 94 % vznikne používaním HD prístupu a opakovanými chirurgickými a radiologickými intervenciami. Hlavným etiologickým agens sú grampozitívne koky (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*), menej často sú prítomné gramnegatívne baktérie a časť infekcií je polymikrobiálna. AVG sú častejšie komplikované infekciou ako autológne AVF (19,7 % v.s. 4, 5 %). Medzi rizikové faktory patria opakované kanylácie, zlá osobná hygiena, časté hospitalizácie, vek, diabetes mellitus, lokalizácia HD prístupu na dolnej končatine. Infekcie autológnej AVF sú zriedkakedy život ohrozujúce. Včasná hlboká infekcia po operácii (vytvení AVF) je vždy infekciou v mieste anastomózy. Ak sa nelieči, vytvorí sa pseudoaneurizma alebo dôjde k ruptúre a profúznemu krvácaniu. Preto je indikovaná revízia, ligatúra AVF a rekonštrukcia artérie žilovou záplattou alebo interpozitom. V prípade radiocefalickej AVF je možné tepnu ligovať (18).

**Obrázok 4.** Opuch hornej končatiny, na ktorej je vytvorená A-V spojka



(zdroj: Klinika cievnej chirurgie)

Najčastejšou príčinou neskorej infekcie sú kanylácie a infekcia hematómu. Prejaví sa flegmónou, opuchom a bolesťivosťou. Liečba spočíva v 2 - 4 týždňovej liečbe ATB, v prípade vytvorenia abscesu je nutné ho drénovať. Po zhojení infekcie môžu vzniknúť stenózy na žile. Po zhojení infekcie je potrebné ultrazvukové vyšetrenie. Opakované infekcie si často vyžadujú zrušenie HD prístupu (17).

V prípade dilatovanej žily sa v dilatovanom segmente môže vytvoriť trombus, ktorý indukuje tromboflebitídu, podobnú varikoflebitíde na dolných končatinách. V prípade inokulácie baktérií dochádza k vzniku septickej flebitídy, často komplikovanej endokarditídou a septickými pľúcnymi embolmi. Liečba spočíva v excízii celého segmentu žily a dlhobojnej ATB liečbe (2).

Infekcia protetickej AVG je často spojená nielen s lokálnymi znakmi zápalu, ale aj so septickými príznakmi a celkovým zlým stavom pacienta. Na rozdiel od autológnej AVF je liečba komplikovanejšia. V prípade včasnej infekcie sú vždy postihnuté anastomózy, ktoré indikujú k explantácii protézy a ošetrovanie arteriálnej anastomózy podobne ako pri natívnej AVF. Žilová anastomóza sa po explantácii protézy ošetrí ligatúrou proximálne a distálne od anastomózy s výnimkou axilárnej žily a väčších žíl, ktorú je lepšie rekonštruovať. Liečba neskorej infekcie AVG závisí od lokalizácie infekcie a virulencie patogénu. V prípade prí-

**Obrázok 5.** Protetická náhrada časti A-V spojky pre infekciu



tomnosti infekcie *Staphylococcus aureus* alebo gramnegatívnych baktérií je lepšie AV graft odstrániť pre vyššie riziko reinfekcie, septických komplikácií a krvácania. Protéza sa odstráni celá s venóznou plastikou arteriálnej anastomózy (totálna explantácia AVG) alebo sa v oblasti arteriálnej anastomózy ponechá krátka manžeta z protézy (subtotálna explantácia AVG). Výhodou subtotálnej explantácie AVG je menšia pravdepodobnosť poškodenia nervových štruktúr a krvácania. (1,9 % v.s. 19 %) (14). V prípade infekcie lokalizovanej mimo anastomózy je možné sa pokúsiť o záchranu HD prístupu. Operácia spočíva v parciálnej resekcii protézy, pričom medzi proximálny a distálny koniec sa umiestni nové interpozitum, ktoré sa vedie zdravým podkožím. Rizikom tohto postupu je vyšší počet recidív (29 %), ale u pacientov s obmedzenými možnosťami HD prístupov umožňuje vyhnúť sa CVK (14).

### Hemodynamické komplikácie, hyperfunkcia

Typ zvoleného hemodialyzačného prístupu zásadne ovplyvňuje celkovú morbiditu a mortalitu. Hlavnou príčinou úmrtia dialyzovaných pacientov sú kardiovaskulárne ochorenia. Viac ako 50 % pacientov v chronickom dialyzačnom programe sú v HD programe v dôsledku ochorenia kardiovaskulárneho systému. Normofunkčná tepnožilová spojka nezvyšuje kardiálnu morbiditu u pacientov, ale pacienti s ejekčnou frakciou nižšou ako 25 % by nemali mať vytvorenú tepnožilovú spojku pre vysoké riziko kardiálneho zlyhania. V tejto skupine je pacientom indikovaná implantácia permanentného CVK. Alternatívou je tepno-tepnová spojka dialyzačnou protézou. V prípade akútneho zaradenia do HD programu je pacientovi implantovaný permanentný CVK.

Po rekompenzácii sa u časti pacientov kardiálny nálezh zlepši a je možné u nich vytvoriť tepnožilovú spojku. Snahou chirurga by malo byť vytvorenie AVF s prietokom do 800 ml/min, preto preferujeme AVF na predlaktí. Prietok tepnožilovou spojkou 600–900 ml/min sa považuje za normálny a je dostatočný na efektívnu hemodialýzu. U časti pacientov sa prietok časom zvyšuje. Táto vysokoprietoková tepnožilová spojka síce umožňuje ľahkú kanyláciu a nekomplikovanú hemodialýzu, ale vysoký prietok postupne vyčerpáva kardiovaskulárne rezervy (10).

V súčasnosti chýba jednoznačná definícia vysokoprietokovej tepnožilovej spojky. The Vascular Access Society Guidelines definujú AVF/AVG s vysokým prietokom, ak prietok spojkou (Qa) je vyšší ako 1,5 l/min a kardiopulmonálna recirkulácia (KPR) je viac ako 20 %. Kardiopulmonálna recirkulácia je definovaná ako pomer medzi prietokom spojkou a kardiálnym výdajom ( $KPR = Qa/CO$ ). Faktory, ktoré sú zodpovedné a prispievajú k vývoju objemového preťaženia srdca do klinicky významnej kardiálnej insuficiencie nie sú presne známe. Kardiálna dekompenzácia po vytvorení AVF/AVG je viac pravdepodobná u pacientov s už prítomným ochorením srdca. Vyššie riziko je u pacientov s tepnožilovou spojkou na ramene. Prietok nad 2,0 l/min má pozitívnu prediktívnu hodnotu pre vývoj kongestívneho kardiálneho zlyhania (3). Incidencia vysokoprietokovej tepnožilovej spojky je 3,7% (10). Klinicky sa hyperfunkčná tepnožilová spojka môže prejaviť aneuryzmou odvodnej žily, ischémiou ruky, opuchom hornej končatiny, slabosťou, dyspnoe.

Indikácia na riešenie hyperfunkčnej AVF/AVG sa stanovuje nielen podľa hodnoty Qa a KPR, ale tiež na základe klinického obrazu, kardiologického vyšetrenia a echokardiografického vyšetrenia. U asymptomatického pacienta rozhoduje o nutnosti redukcie prietoku aj možnosť iných prístupov pre HD, lebo akýkoľvek zásah do HD prístupu môže viesť k jeho zlyhaniu (2).

#### Indikácie k redukcii prietoku sú:

1. kardiálne zlyhanie +  $Qa > 1600$  ml/min a/alebo  $Qa/CO > 0,3$
2. steal syndróm +  $Qa$  pri AVF  $> 800$  ml/min,  $Qa$  pri AVG  $> 1200$  ml/min

3. profylaxia kardiálneho zlyhania u pacientov s  $Qa > 2000$  ml/min a/alebo  $Qa/CO > 0,3$  (2)

Korekčnými operáciami používanými v liečbe hyperfunkcie AVF/AVG sú: banding, PRAL (proximal radial artery ligation), RUDI (revision using distal inflow), TRA (transposition of the radial artery). Hyperfunkciu s aneuryzmaticky dilatovanou odvodnou žilou možno riešiť event. aneuryzmorhafiou s implantáciou Proveny (2).

### 1. Banding

Banding je najjednoduchšou metódou. Jeho cieľom je zníženie prietoku zvýšením rezistencie vo venóznej časti tepnožilovej spojky. Spočíva v cirkulárnom obšití odvodnej žily manžetou z dakronu/PTFE vo vzdialenosti 1,5–2 cm nad anastomózou (obrázok 5). Cieľom je redukcia lumenu žily o 60 %. Metóde sa vyčíta vyššie percento trombóz AVF/AVG. Peroperačný monitoring prietoku AVF je nevyhnutný na správne prevedenie a zvýšenie úspešnosti tejto operačnej modalit. Alternatívou je použitie krátkeho interpozita. V prípade autológnej AVF sa použije 4 mm PTFE protéza, pri AVG kónická 4/7 mm protéza (9).

### 2. PRAL (proximal radial artery ligation)

Ligatúra proximálnej radiálnej artérie v blízkosti anastomózy AVF je ideálnou metódou pri distálnej radiocefalickej AVF. Podmienkou je priechodná ulnárna tepna a palmárny oblúk. Tento jednoduchý operačný výkon redukuje prietok AVF o minimálne 33 % (7).

### 3. RUDI (revision using distal inflow)

Princípom tejto metódy, ktorá sa používa pri hyperfunkcii kubitálnej AVF, je premiestnenie anastomózy AVF z brachiálnej tepny na proximálnu alebo strednú časť radiálnej artérie (13). Pôvodná anastomóza sa liguje a nová sa vytvorí medzi cefalicou žilou na predlaktí a radiálnou artériou. Ak nie je cefalicá žila vhodná, môžeme použiť interpozitum 6 mm PTFE protézy (5). Použitím tenšej inflow artérie sa zníži prietok cez AVF a použitím žily z predlaktia sa predĺži kanyláčny segment.

#### 4. TRA (transposition of the radial artery)

Transpozícia radiálnej tepny je pomerne náročnou chirurgickou metódou, pri ktorej sa radiálna tepna mobilizuje v celom rozsahu predlaktia, upraví sa a transponuje do lakťa. Pôvodná AVF na brachiálnej tepne sa zruší a na žilu sa našije radiálna tepna end-to-end, resp. end-to-side (9).

#### Ischemický syndróm, steal syndróm

Ischemický steal syndróm hornej končatiny je zriedkavejšou komplikáciou AVF. Vyššiu incidenciu majú pacienti s proximálne lokalizovanou AVF/AVG (10 – 25 %) v porovnaní s pacientmi, ktorí majú AVF na predlaktí (1 – 2 %) (12). Najčastejšie vzniká ischemia po vytvorení tepnožilovej spojky na dolnej končatine, pričom autológna AVF transponovaná VFS je touto komplikáciou zatažená častejšie v porovnaní s AVG na stehne (20,97 % v.s. 7,18 %).

Ak je steal fenomén spojený s prejavmi ischemie ruky - ischemický steal syndróm je považovaný za patologický nález. Môže byť prejavom nedostatočného kolaterálneho plnenia cez a. ulnaris, periférneho aterosklerotického ochorenia, distálnej hypoperfúzie u vysokoprietokových fistúl, ktoré nakoniec spôsobia ischemiu ruky, a to aj v prípade zdravých tepien bez aterosklerotického postihnutia. Všetky tieto faktory narúšajú normálne kompenzačné mechanizmy, ako je periférna vazodilatácia a vzostup prietoku kolaterálnym obehom, ktoré zabezpečujú adekvátnu perfúziu distálnej časti hornej končatiny. Akékoľvek ochorenie proximálnych alebo distálnych artérií (napr. ateroskleróza, m. Buerger, vaskulitída) môže viesť k zníženiu prietoku krvi v končatine a v konečnom dôsledku k ischemickým prejavom na hornej končatine u dialyzovaného pacienta (5).

High flow steal syndrome je najčastejšia forma steal syndrómu. Z končatiny periférne od fistuly dochádza k retrográdnemu toku krvi v takom rozsahu, že sa vyvinie ischemia. Príčinou je nízky venózný odpor, ktorý môže byť podmienený technicky, napr. širokou anastomózou .

Normal flow steal syndróm je potrebné hodnotiť ako multifaktoriálny proces. Principiálne sa rozlišujú dve podskupiny normal flow steal syndrómu. Tieto dve podskupiny sa môžu navzájom prekrývať. Až v 52 % sa vyvíja na podklade nedostatočného kolaterálneho obehu, event. pre početné stenózy a uzávery arteriálneho riečiska (4).

Ischemický steal syndróm je predovšetkým klinická diagnóza. V prípade manifestnej ischemie je možné diagnózu stanoviť na základe anamnézy a fyzikálneho vyšetrenia. Medzi klinické prejavy ischemie patrí bledosť, bolesť, stuhnutosť, oslabená alebo vymiznutá pulzácia, senzorická alebo motorická neuropatia, trofické defekty. Iné symptómy (bledosť, bolesti a chladná ruka) rýchlo regredujú pri kompresii shuntu. Pri kompresii fistuly sa objaví i pulzácia na artéria radialis, ktorá predtým nebola prítomná. Chlad a jemné parestézie v prstoch sa popisujú u 10 % novovytvorených tepnožilových spojok, ktoré však vymiznú v priebehu niekoľkých týždňov (6).

Klasifikácia steal syndrómu podľa Tordoira (16):

1. štádium: bledosť/modranie a/alebo studená ruka bez bolesti, nešikovnosť prstov
2. štádium: bolesť počas cvičenia a/alebo HD
3. štádium: kľudová bolesť
4. štádium: ulcerácie, nekróza, gangréna

Po stanovení diagnózy steal syndrómu je v ďalšom kroku nutné rozlíšiť, o aký typ syndrómu ide v závislosti od prietoku krvi fistulou - Qa ( high flow, normal flow steal syndróm). Táto diferenciácia je predpokladom plánovania ďalšej terapie. K dispozícii je niekoľko neinvasívnych metód, ktoré možno použiť na meranie tlaku a prietoku krvi v jednotlivých úrovniach. Tieto metódy stanovia riziko rozvoja ischemického syndrómu alebo môžu poskytnúť podporné údaje na stanovenie diagnózy. Distálnu končatinovú perfúziu meriame digitálnou pletyzmografiou, prstovým tlakovým indexom (pomer prstového a brachiálneho tlaku), systolickým tlakovým indexom (pomer tlaku brachiálneho na strane AVF a na kontralaterálnej strane) (5).

Prietok krvi fistulou môžeme stanoviť duplexnou sonografiou. Toto vyšetrenie by malo byť prvým vyšetrením u každého pacienta s ischemiou končatiny a vytvoreným cievny prístupom na postihnutej končatine. Ďalším vyšetrením je konvenčná DSA (za kompresiu AVF) je mu len tak je možné znázorniť arteriálny systém končatiny pod AVF až do periférie ruky. Užitočné je i zobrazenie venózneho odtoku. Ak nie je možné podanie kontrastu, je potrebné vyšetrenie MRA.

Cieľom liečby steal syndrómu je zachovanie vitality končatiny, zmiernenie klinických prejavov ischemie a ak sa dá, i zachovanie priechodnosti cievneho dialyzačného prístupu.

Chirurgická liečba steal syndrómu je metódou voľby u pacientov, u ktorých bola vylúčená proximálna stenóza na inflow tepne. Je popísaných niekoľko možností operačného riešenia. Typ zvoleného operačného riešenia pre konkrétneho pacienta závisí od lokalizácie tepnožilovej spojky a etiopatogenézy periférnej hypoperfúzie. Princípom chirurgickej liečby je zlepšenie distálneho prietoku presmerovaním toku krvi z AVF do ruky alebo zlepšením kolaterálneho obehu ruky. V prípade liečby high flow steal syndrómu je možné redukovať prietok AVF/AVG operačnými postupmi, ktoré sa používajú aj pri hyperfunkcii (banding, RUDI, TRA). V prípade normal flow steal syndrómu je indikovaná DRIL ( distal revascularisation interval ligation) alebo PAI ( proximalisation arterial inflow). Pri steal syndróme na podklade distálnej radiocefalickej ACF je metódou voľby DRAL ( distal radial artery ligation) (10).

#### 1. DRIL (distal revascularisation interval ligation, Schanzerova operácia)

DRIL Je najznámejšou metódou v liečbe steal syndrómu (18). Indikáciou je steal syndróm pri tepnožilovej spojke (AVF alebo AVG) vytvorenej na brachiálnej tepne. Operačný výkon spočíva v ligatúre brachiálnej artérie pod AVF anastomózou a revaskularizácii končatiny brachio-brachiálnym bypassom. Podmienkou úspechu je dostatočná dĺžka bypassu, pričom proximálna anastomóza bypassu

musí byť umiestnená minimálne 7 cm nad anastomózou AVF a brachiálna artéria musí byť ligovaná tesne pod AVF (13).

## 2. PAI ( proximalization arterial inflow)

Proximalizácia anastomózy AVF/AVG je vhodnou alternatívou k metóde DRIL. Hemodynamický efekt je podobný. Výhodou tejto metódy v porovnaní s DRIL je, že nie je potrebné odoberať žilu, anastomóza je jednoduchšia a je zachovaná arteriálna kontinuita. Princíp metódy spočíva v ligatúre pôvodnej anastomózy tepnožilovej spojky a prítok do pôvodnej arterializovanej žily sa zabezpečí pomocou interpozita medzi žilou a tepnou lokalizovanou proximálnejšie na končatine. V prípade kubitálnej spojky je to brachiálna tepna v jej proximálnej časti, v prípade brachiálnej artéria sa ako inflow použije axilárna tepna. Ako interpozitum sa používa 4-5 mm PTFE protéza. Hemodynamický efekt spočíva v napojení na centrálnejšie lokalizovanú tepnu s väčším kalibrom a nižším vtokovým odporom, a tým i väčšou kapacitou, čo znamená nižší arteriálny tlak pod anastomózou. Podobne ako pri DRIL je možné pôvodnú žilu kanylovať už v prvý pooperačný deň a tak sa vyhnúť CVK. Jednoročná priechodnosť je 87 % , trojročná 67 % (18).

## 3. DRAL ( distal radial artery ligation)

Ligatúra radiálnej tepny tesne za anastomózou AVF je ideálnym riešením ischemického steal syndrómu pri distálnej radiocefalickej AVF. Podmienkou je DSA verifikovaná priechodnosť ulnárnej tepny a palmárneho oblúka. V lokálnej anestéze sa vedie podĺžny rez distálne od AVF anastomózy. Nie je nutné preparovať anastomózu a po preťatí retinaculum flexorum sa tepna preruší. Alternatívou je endovaskulárna liečba, pri ktorej sa radiálna tepna uzatvorí embolizáciou (18).

## 4. Ligatúra AVF

K zrušeniu tepnožilovej spojky by sa malo pristúpiť len v indikovaných prípadoch, lebo pravdepodobnosť steal syndrómu po vytvorení spojky aj na inom mieste je veľká. Pristupujeme k nej v prípade zlého celkového stavu pacienta alebo po vyčerpaní iných možností (17).

## Neuropatia

U dialyzovaných pacientov sa stretávame s niekoľkými druhmi neuropatie. Najčastejšie je prítomná uremická alebo diabetická polyneuropatia a syndróm karpálneho kanála. Je nutné na tieto neuropatie myslieť (8).

Ischemická monomelická neuropatia (IMN) je najzávažnejšou komplikáciou dialyzačného prístupu. Incidencia je 0,5 % novo vytvorených AVF/AVG. Je príčinou senzo - motorickej dysfunkcie rôzneho stupňa na predlaktí bez tkanivovej ischémie. Popisované klinické prejavy zahŕňajú náhlu a permanentnú senzo - motorickú dysfunkciu, ktorá sa týka viacerých nervových skupín predlaktia. Pritom akrálné časti končatiny sú bez známk ischémie, prsty sú teplé a ružové. Príznaky sa objavujú okamžite po našíť AVF a predpokladá sa, že príčinou je prechodný pokles prietoku krvi, ktorý spôsobí ischémiu vasa nervorum. Rizikovými faktormi sú diabetes mellitus, ateroskleróza, vytvorenie spojky v kubitálnej jamke a prítomnosť polyneuropatie. Ischemickú monomelickú neuropatiu je potrebné odlišiť od fokálnych nervových poranení vzniknutých peroperačne, alebo pooperačne ultrazvukom (4).

Ako riešenie ischemickej monomelickej neuropatie sa odporúča okamžité zrušenie AVF. Ak sú vylúčené iné príčiny senzomotorického deficitu ruky krátko po vytvorení spojenia, je nutné myslieť na IMN a fistulu urgentne zrušiť (2).

## Diskusia

Dlhodobú dialyzačnú (vrátane hemodialyzačnej) liečbu pri uplatnení štandardných medzinárodných kritérií potrebuje v súčasnosti v Slovenskej republike asi 600 chorých na milión obyvateľov. Pravidelne sú spracovávane presné štatistické údaje, týkajúce sa morbidity, ekonomických nákladov a ďalších okolností jej potreby a poskytovania. Na Slovensku neexistujú, ale v svetovej literatúre sú informácie, týkajúce sa významu vytvárania tepnožilových spojení z iného ako odborného hľadiska. Najdostupnejšie sú zo štúdií v USA. Cievny prístup je uvádzaný ako jeden zo šiestich faktorov, určujúcich morbiditu a nepriamo mortalitu dialyzovaných

pacientov. Na Slovensku jednoznačne prevládajú chirurgicky vytvárané tepnožilové spojenia, v Európe táto metóda dominuje z historického hľadiska (jej autormi sú Taliani Cimino a Brescia) (4). Publikácie posledných rokov poukazujú na zmenu v prospech klasických fistúl s akcentovaním ekonomického prínosu (oproti vysokému percentu používania protéz najmä v USA).

Chirurgické riešenie trombóz je v porovnaní s použitím trombolytickej liečby o polovicu lacnejšie. Pre riešenie opakovaných trombóz je ako revízia menej vhodná perkutánná transluminálna angioplastika, je však oveľa výhodnejšia pre riešenie stenóz fistúl. Liberalizácia akceptovaných kritérií pre dialýzu u staršej generácie má dopad na častejší výskyt trombóz po hypotenzných príhodách, poruchách srdcového rytmu a pod (2).

Vytvorenie dobrej fistuly vyžaduje dobrý personál, dostatok času a finančné náklady. Sociálny a psychický profit sa týka lekára, dialyzačnej sestry a v prvom rade pacienta.

Nevhodná fistula má dopad odborný (nedostatočný prietok s druhotnou nedostatočnou dialyzovanosťou pacienta so všetkými následkami, v niektorých prípadoch vrátane ovplyvnenia prežitia pacienta), sociálny a psychologický. Kvalitná fistula umožňuje kratšiu dobu dialýzy, je menej bolestivá pri pichaní, znižuje počet operácií a hospitalizácií. Následne vplýva na možnosti stravovania pacienta, možnosť jeho dlhodobého pobytu mimo materského dialyzačného strediska, menšiu závislosť pacienta na dialýze, zvýšenie práceschopnosti a venovania sa individuálnym záľubám, zníženie počtu reaktívnych depresí (2).

Špecifickým, zatiaľ z ekonomických dôvodov na Slovensku neznámym dôvodom pre vytvorenie kvalitnej a adekvátnej fistuly je možnosť domácich dialýz, kedy sa pacient sám napojí na dialyzačný prístroj. Obdobie vytvárania fistuly je dôležitým faktorom očakávania a komplikácie zvyšujú maladaptáciu pacientov v ďalšom dialyzačnom období. Zvýšená adaptabilita, schopnosť sebakontroly, optimizmus sa prejavuje nielen u pacienta, ale umožňuje lepšie akceptovanie choroby okolím a komunikáciu

s príbuznými. Je zrejmé, že v detskom veku a v starobe stúpa význam uvedených faktorov. Dobrá fistula jednoznačne zvyšuje kvalitu života dialyzovaného pacienta (17).

### Záver

Na dialyzačných pracoviskách v Slovenskej republike je ročne chronicky dialyzovaných množstvo pacientov. Každý jeden z nich je v roku napojený na umelú obličku 100 až 160-krát. Pre mnohých z týchto pacientov jednou zo základných podmienok úspešnej dialýzy je kvalitná a dlhodobo fungujúca arteriovenózna fistula, ktorá je najväčším majetkom dialyzovaného pacienta. Chirurg, ktorý vytvára tepnožilové spojenia, musí pacienta pred operáciou dôkladne vyšetriť, správne zhodnotiť jeho cievny systém a zvoliť najpriaznivejší spôsob vytvorenia cievného prístupu pre potreby dlhodobej hemodialýzy. Stanovenie operačného plánu a optimálneho cievného prístupu je prísne individuálne a závisí nielen od cievného systému pacienta, ale takisto od jeho celkového stavu, veku a prognózy ochorenia. Kvalitné vytvorenie spojenia by malo zodpovedať i požiadavkám čo najjednoduchšej a čo najkratšej operácie, podľa možnosti s použitím lokálnej anestézie. Podcenenie ktorejkoľvek skutočnosti môže mať za následok vytvorenie mnohých afunkčných AV fistúl.

Operácie tepnožilových spojení pre potreby dlhodobej hemodialýzy sú

neoddeliteľnou súčasťou a zároveň jednou z najproblematickejších častí cievnej chirurgie. Pacientov zaradených do dlhodobého hemodialyzačného programu pribúda. Zvyšuje sa priemerný vek pacientov, veková hranica sa posúva. Všetky tieto okolnosti majú za následok potrebu vytvárania ďalších a ďalších AV fistúl, pretože ich použiteľnosť má svoje hranice a je taktiež obmedzená. Správnu operačnou taktikou, individuálnym prístupom k pacientovi a precíznou operačnou technikou prispieva cievny chirurg k zlepšeniu kvality života chorých pacientov, z ktorých len malé percento má to šťastie, že ich choroba sa vylieči úspešnou transplantáciou obličky.

### Literatúra

1. Bakran A, Mickley V, Passlick-Deetjen J: Management of the renal patient: Clinical algorithms on vascular Access for haemodialysis. Lengerich: Pabst Science Publishers. 2003: 83-86.
2. Baláz P, Rokošný S, Klein D, Adamec M: Aneurysmorrhaphy is an easy technique for arteriovenous fistula salvage. J Vasc Surg. 2008; (99):81-84.
3. Basile C, et al: The relationship between the flow of arteriovenous fistula and cardiac output in hemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant. 2008; (23): 282-287.
4. Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwich BJ: Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. N Eng J Med. 1966; (275):1089-92.
5. Bourquelot P, Corbi P, Cussenot O: Surgical improvement of high-flow arteriovenous fistulas. In Vascular Access for hemodialysis. Inc Pluribus Press, Inc. 1989:124-130.
6. Bourquelot P: Proximal radial artery ligation (PRAL) for reduction of flow in autogenous radial cephalic accesses for haemodialysis. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2010; (6): 94-99.
7. Bourquelot P, Rawa M, Van Laere O.: Long-term results of femoral vein transposition for autogenous arteriovenous hemodialysis Access. J Vasc Surg. 2012; (56) :440-5.

8. Frankovičová M: Chirurgia tepnožilových spojení pre potreby dlhodobej hemodialýzy. Bratislava. 2000, 98, ISBN 80-967020-8-4.
9. Gracz KC, Ing TS, Song L: Proximal forearm fistula for maintenance hemodialysis. Kidney Int. 1977; (11):71-4.
10. Chemla ES, Morsy M, Anderson L, et al: Inflow reduction by distalization of anastomosis treats efficiently high-flow high-cardiac output vascular access for hemodialysis. Semin Dial. 2007; (20): 68-72.
11. Kundu S: Central venous disease in hemodialysis patients: prevalence, etiology and treatment. The J Vasc Access. 2010; (11): 1-7.
12. Mickley V: Steal syndrome. Strategies to preserve vascular access and extremity. Nephrol Dial Transplant. 2008; (23):19-24.
13. Minion DJ, Moore E, Edean E: Revision using distal inflow: a novel approach to dialysis-associated steal syndrome. Ann Vasc Surg. 2005; (19):393-404.
14. Radoňák J, Chyla M, Mizla P, Vajó J, Šimon R: Problémy cievného prístupu u dlhodobo dialyzovaných pacientov. In: Praktická flebologie. - Roč. 13, č. 2 (2004), s. 66-68.
15. Radoňák J, Brandebur O., Vájo J.: Rekonštrukcia aneuryzmiem v mieste a. v. fistúl. In: Praktická flebologie. 2000; 9(1-2):85-86.
16. Tordoir M, Demmers R, Van der Sande F.M: Upper extremity ischemia and hemodialysis vascular access. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2004; (27):1-5.
17. Tordoir JHM, Canaud B, Haage P, Konner K: EBPG on vascular access. Nephrol Dial Transplant. 2007; (22) suppl. 2: 88-117.
18. Zanow J, Kruger U, Scholz M: Proximalization of the arterial inflow: a new technique to treat access-related ischemia. J Vasc Surg. 2006; 43, 1216-21.
19. Šinák I, Baláz P, Zeleňák K: Aneurizmy arteriovenózných fistúl pre dialýzu. 2017: 269-277.
20. Mazuch J, a kol: Atlas vaskulárnych aneuryzmiem. Vyd. P+M, Turany, Martin. 2017; 303s. ISBN 978-80-89694-28-0.

### MUDr. Martina Zavacká, PhD., MPH

Klinika cievnej chirurgie, VÚSCH, a. s.  
Ondavská 8, 040 11 Košice  
martinazavacka80@gmail.com