

Historie cévních přístupů pro hemodialýzu

MUDr. Jana Lachmanová

Klinika nefrologie 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

SOUHRN

Cévní přístup je základním předpokladem účinné a dlouhodobé hemodialyzační léčby. Jeho vývoj úzce souvisí s historií hemodialýzy a sahá od prvních skleněných a kovových kanyl přes zevní arteriovenózní zkraty, punkční a tunelizované centrální žilní katétry až k nativním arteriovenózním fistulám a cévním graftům. Nativní arteriovenózní fistule zůstává i po více než 60 letech zlatým standardem cévního přístupu pro hemodialýzu. Článek shrnuje hlavní historické mezníky vývoje cévních přístupů, jejich základní typy, indikace a nejčastější komplikace. Pozornost je věnována také vysokoprůtokovým fistulám, ischemii distální části končetiny vyvolané cévním přístupem, endovaskulárně vytvořeným arteriovenózním fistulám a nestandardním cévním přístupům používaným při vyčerpání běžných možností. Současný přístup k péči o cévní přístup je založen na multidisciplinární spolupráci nefrologa, cévního chirurga, sonografisty, intervenčního radiologa a dialyzačního týmu. Další vývoj směřuje k využití nových technologií a biotechnologicky upravených materiálů s cílem prodloužit životnost cévního přístupu a snížit výskyt komplikací.

KLÍČOVÁ SLOVA: hemodialýza – chirurgické preparace pro kanyly – žilní katétry – zevní a vnitřní arteriovenózní fistule – žilní protězy – nestandardní cévní přístupy

Úvod

„Historie cévních přístupů pro hemodialýzu (HD) je příběhem průkopníků v medicíně. Ti vzali kdysi smrtelný stav a proměnili ho ve stav chronický. Je to i příběh nespočtu pacientů, kteří byli ochotni podstoupit neprověřenou terapii. Během vývoje technologie HD byla hlavní překážkou omezená dostupnost a trvanlivost cév,“ napsala Sherene Shalhub, profesorka Oregonské univerzity, ve své knize Hemodialysis Access.



SCHÉMA Vývoj cévních přístupů pro hemodialýzu v letech 1924–2018

AVF – arteriovenózní fistule; AVG – arteriovenózní graft; eAVF – endovaskulární arteriovenózní fistule; VJI – vena jugularis interna

Zdroj: upraveno podle Hassanein M, Radhakrishnan Y, Hernandez Garcilazo N, et al. Global hemodialysis vascular access care: Three decades of evolution. J Vasc Access 2025;26:5–17.

Historie cévních přístupů pro hemodialýzu ve světě trvá více než 80 let a v roce 2025 uplynulo již 65 let od prvního „trvalého“ cévního přístupu – Scribnerova shuntu, který umožnil opakované napojení nemocného na umělou ledvinu. V dalších letech došlo k významnému pokroku v oblasti cévních přístupů, zejména k rozvoji dočasných i trvalých katétrů a k různým modifikacím arteriovenózních fistulí (AVF).

Problematika cévních přístupů je stále aktuální. I v případech, kdy vlastní cévy pacienta již nelze využít, mohou být nahrazeny katétry, umělými cévními štěpy nebo nestandardními cévními přístupy, které umožňují pokračovat v hemodialyzační léčbě a prodloužit život nemocných.

Stručný přehled vývoje cévních přístupů od roku 1924 do roku 2018 je uveden ve **schématu**.

A jak to začalo?

Kdyby nevznikly umělé ledviny, nebyla by ani historie cévních přístupů. Cévní přístup pro hemodialýzu představoval zásadní problém od samého počátku této léčebné metody a jeho řešení se vyvíjelo spolu s rozvojem hemodialýzy. V následujícím textu chci přiblížit historii těchto přístupů.

První cévní přístupy

Prvními cévními přístupy pro hemodialýzu byly skleněné, kovové nebo pryžové kanyly, které se zaváděly chirurgickou preparací do tepny a žíly nebo pomocí trokaru, který používal otec první umělé ledviny Kolff. Později se lékaři pokoušeli o zavedení kanyl také nechirurgickou cestou.

Éra katétrů

1929 – Werner Forssmann (1904–1979)

Německý chirurg Werner Forssmann si zavedl do vlastní kubitální žíly ureterální katétr až do srdce a jeho polohu potvrdil rentgenovým vyšetřením. Položil tak základy katetrizační metody.

1952 – Robert Aubaniac

Francouzský vojenský chirurg Robert Aubaniac jako první popsal a provedl kanylaci *v. subclavia* infraklavikulárním přístupem. Tento postup znamenal významný pokrok v intenzivní medicíně, protože umožnil zajistit přístup do centrálního řečiště pro parenterální výživu, aplikaci léků i hemodialýzu. Postupně se přidali další lékaři s kanylacemi dalších cév – *v. femoralis* a *v. jugularis* –, které se používají dodnes.

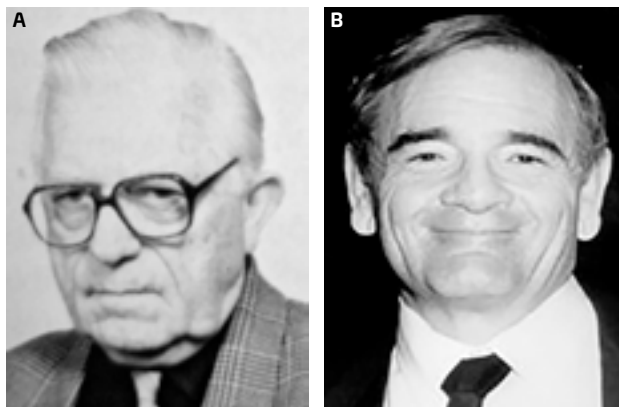
1953 – Sven-Ivar Seldinger (1921–1998)

Švédský radiolog Sven-Ivar Seldinger (**obr. 1**) použil kanylační techniku s pomocí vodícího drátu, která významně zlepšila přesnost a bezpečnost zavedení katétru do různých cév, včetně *v. jugularis interna* a *v. femoralis*. Seldingerova metoda je dnes celosvětově standardem pro perkutánní zavádění katétrů do nejrůznějších cév, nejen žil, ale i tepen.



OBR. 1 **Sven Ivar Seldinger**

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5



OBR. 2 **Profesoři Josef Erben (A) a Stanley Shaldon (B)**

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

60. léta 20. století – první punkční katétry pro HD

V 60. letech 20. století přicházejí zakladatelé prvních punkčních katétrů pro HD (**obr. 2**). V roce 1961 Angličan Stanley Shaldon (1931–2013) poprvé zavedl punkčně jednocestný katétr do *v. femoralis* a *a. femoralis* a od roku 1964 zaváděl oba katétry pouze do *v. femoralis*. V roce 1969 zavedl v tehdejší ČSR hradecký nefrolog Josef Erben (1926–2016) dva katétry do jedné *v. subclavia*. V České republice na první umělé ledvině ve VFN dominoval centrální žilní katétr (CŽK) zavedený do *v. femoralis* až do 90. let 20. století.

70.–80. léta 20. století – vývoj moderních katétrů

V 70. a 80. letech 20. století začíná éra dvouluminálních (double/dual lumen) katétrů, určených pro arteriální a venózní cestu, vyráběných firmami Vas-Cath nebo Quinton Instruments. Katétry byly vyrobeny ze silikonu nebo carbothanu a měly dvě oddělené cesty – arteriální port (červený) a venózní port (modrý). Významně zlepšily účinnost HD a staly se předchůdci tunelizovaných katétrů.

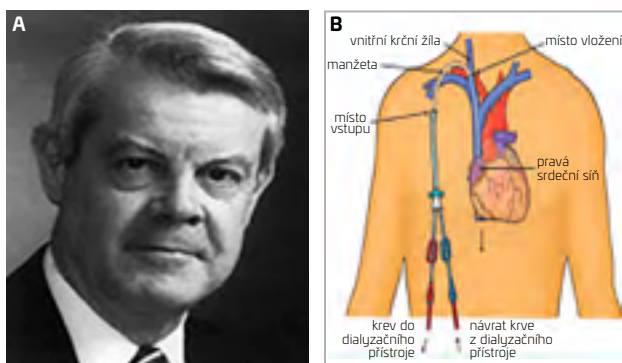
Lokalizace CŽK se od té doby zásadně nemění. Standardně se používají *v. jugularis*, *v. femoralis* a výjimečně *v. subclavia* pro vysoké riziko trombózy. Vzácně lze využít také *v. cava inferior*, pokud jsou ostatní žíly nepoužitelné pro uzávěry.

Komplikace CŽK

Časné komplikace

Časné komplikace vznikají v souvislosti se zaváděním katétru. V současnosti jsou díky využití ultrazvuku minimalizovány. Při punkci *v. jugularis interna* mohou nastat tyto komplikace:

- punkce *a. carotis*, která se nachází v těsné blízkosti *v. jugularis interna*; může vést k rozsáhlému krvácení (hematomu) v této oblasti, případně i k dušnosti;
- pneumotorax, při němž se vzduch dostává do pleurálního prostoru s následným kolapsem plic;
- vzduchová embolie způsobená chybou personálu při nevhodné manipulaci s katétre; vzduch může vstoupit do krevního oběhu při malpozici špičky katétru nebo otvorem katétru, který nebyl včas uzavřen;



OBR. 3 Peter Robert Uldall (A) a jeho tunelizovaný centrální žilní katétr (permcath) (B)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

- poškození *n. phrenicus* může vyvolat dysfunkci bránice s dušností, zejména vleže, nebo poškození brachiálního plexu s projevy slabosti, brnění až ochrnutí horní končetiny;
- při kanylaci *v. femoralis* je nejčastější závažnou komplikací hemoperitoneum – stejně i při nechtěné punkci arterie (propíchnutím obou cév jdoucích těsně vedle sebe).

Pozdní komplikace

Pozdní komplikace se objevují za několik dní až týdnů po zavedení katétru:

- infekce v místě výstupu katétru (*exit site*) nebo infekce v krevním oběhu – sepse, která je vždy život ohrožujícím stavem; ošetřování katétrů by mělo být upraveno příslušným předpisem pro personál jednotlivých pracovišť;
- trombóza/stenóza u *v. jugularis* – většinou je uzavřena celá, vzácně je trombus přítomen pouze v okolí katétru;
- malfunkce katétru – může vzniknout při jeho zalomení nebo dislokaci v důsledku nevhodné manipulace; příčinou mohou být také zpočátku jen fibrinové nálezy a později vznikne trombus.

Rozdělení katétrů podle délky použití

Krátkodobé katétrů

Používají se netunelizované katétrů, které jsou výhodné zejména u pacientů s akutní potřebou HD, kdy ještě není známa ani příčina selhání ledvin. Na některých pracovištích i v této situaci volí rovnou permcath.

Dlouhodobé katétrů

Jako dlouhodobé katétrů se používají tunelizované katétrů, u nás označované jako permcath, které se rutinně používají u chronicky dialyzovaných pacientů. Katétr je nejčastěji zaveden do *v. jugularis* a z podkoží vychází pod klíčkem; může být zaveden také do *v. femoralis* s výstupem na stehně. Vždy je zajištěn manžetou. Má nižší riziko infekce, je oblíbený u pacientů, zejména v programu domácí HD. Tento katétr může být funkční několik měsíců, vzácně i několik let, při dodržování sterilních pravidel před připojením k dialyzačnímu monitoru i po jeho odpojení.

Otcem tohoto katétru je Peter Robert Uldall (obr. 3), nefrolog původem z Anglie, z Newcastlu, který dlouhodobě pracoval v kanadském Torontu. Věnoval se tam problematice katétrů, které zaváděl punkční technikou nejprve do *v. subclavia*, později preferoval *v. jugularis interna*.

V roce 1979 zavedl měkký *double lumen silastic catheter* perkutánně do *v. jugularis interna* a vyvedl jej subkutánním tunelem (*exit site*) na přední stěnu hrudníku technikou *peel-away*. Uldall sám o tomto katétru píše: „Tento katétr se zdá být pokrokem, ale také velkým problémem pro řadu komplikací. Může poskytnout dlouhodobý záchranný přístup u malé menšiny pacientů, u kterých byly vyčerpány všechny další alternativy cévních přístupů.“

Permcath v současné dialyzační léčbě je velmi oblíbeným cévním přístupem a na některých pracovištích se používá již při první hemodialýze. Tento trend však svědčí o pozdním zařazování pacientů do dialyzační léčby. Tito „noví“ pacienti nejsou na chronickou léčbu připraveni – nemají včas vytvořenou AVF a většinou nejsou ani očkováni proti virové hepatitidě B.

Výhody a nevýhody obou typů katétrů jsou přehledně uvedeny v tabulce 1.

TAB. 1 Výhody a nevýhody netunelizovaného a tunelizovaného ČŽK pro hemodialýzu

Ukazatel	Netunelizovaný ČŽK	Tunelizovaný ČŽK (permcath)
Zavedení	Rychlé	Časově náročnější
Životnost	Krátká (< 3 týdny)	Několik měsíců až let
Infekce	Častá	Méně častá
Trombóza	Častá	Méně častá
Cena	Nižší	Vyšší
Komfort pro pacienta	Nižší	Významně vyšší
Průměr	13,5 Fr	15,5–16,0 Fr (vyšší)

ČŽK – centrální žilní katétr; Fr – French, jednotka zevní velikosti (průměru) katétru

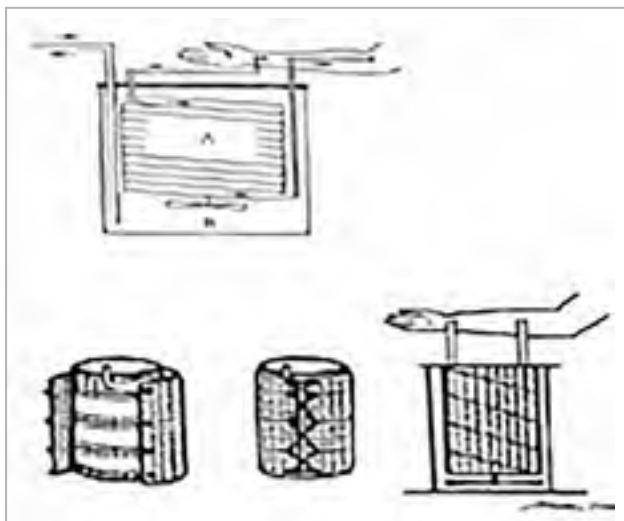
Arteriovenózní fistule (AVF)

1946–1947 – první funkční experimentální zevní arteriovenózní zkrat

První zevní zkrat ze skla vytvořil N. Alwall (obr. 4) u zvířete a provedl až sedm HD. Pro použití u člověka však byl tento zkrat nebezpečný z důvodu rizika trombózy a krvácení. N. Alwall popisuje svou zkušenost z roku 1949 v článku *The beginning of the story av shunt (glass)* v časopise *ActaScan*.

1960 – první zevní AVF

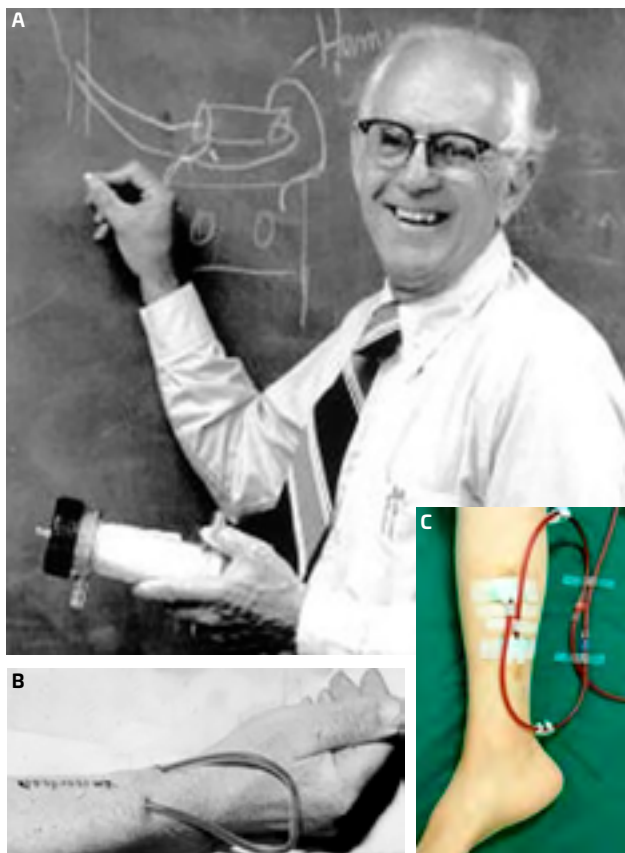
První zevní AVF vytvořil B. H. Scribner (1921–2003), který využil nápadu Alwallova shuntu a se svými dvěma spolupracovníky, Quintonem a Dillardem, vytvořil první



OBR. 4 Alwallův cévní přístup (přímo u umělé ledviny)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5a

zevní AVF (arteriovenózní zkrat, fistuli) (obr. 5). Tento cévní přístup umožnil provádět opakované HD a podpořil tak další rozvoj léčby umělou ledvinou. Od této doby byl ve Spojených státech amerických zahájen dialyzační program pro chronicky nemocné.



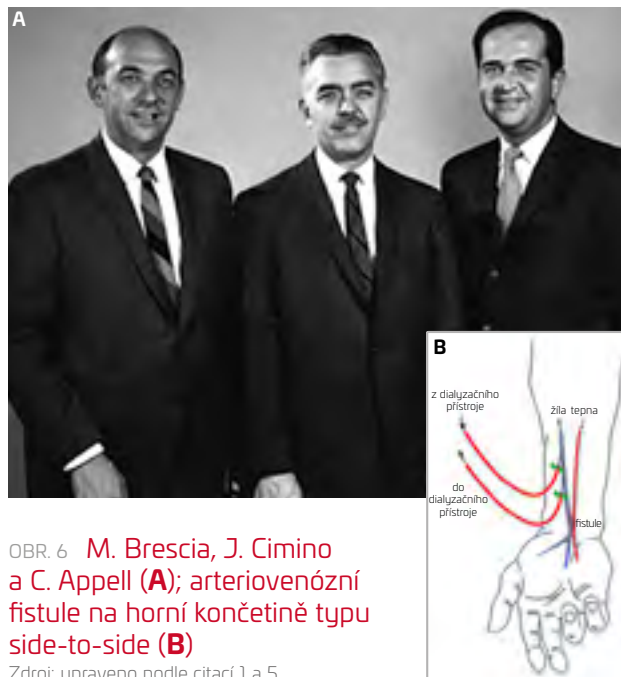
OBR. 5 Prof. B. H. Scribner (A); jeho první cévní zkratky (B); jejich vylepšené varianty byly používány i ve VFN v Praze (C)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

Prvním pacientem byl Clyde Shields, který se díky tomuto shuntu léčil „umělou ledvinou“ více než 11 let († 1971). Je pro mne překvapením, že až v roce 2002 obdrželi B. H. Scribner společně s J. W. Kolffem jedinou významnou, avšak pouze americkou cenu Alberta Laskera („malou americkou Nobelovu cenu“) za celoživotní klinický lékařský výzkum.

1966 – první nativní arteriovenózní fistule (AVFn)

První vnitřní nativní fistule byla založena v roce 1966 v USA ve vojenské nemocnici pro válečné veterány v Bronxu. Její vznik má zajímavou historii. Dva italsí internisté, J. Cimino a M. Brescia, si všimli, že u některých veteránů z korejské války je odběr krve snadný, protože měli traumatický zkrat mezi tepnou a žílou. Napadlo je proto obrátit se na cévního chirurga této nemocnice doktora C. Appela a požádat jej o vytvoření takového zkratu u již zařazeného chronicky dialyzovaného pacienta a následně u několika dalších. Jednalo se o spojení mezi tepnou a žílou typu side-to-side (obr. 6).



OBR. 6 M. Brescia, J. Cimino a C. Appell (A); arteriovenózní fistule na horní končetině typu side-to-side (B)

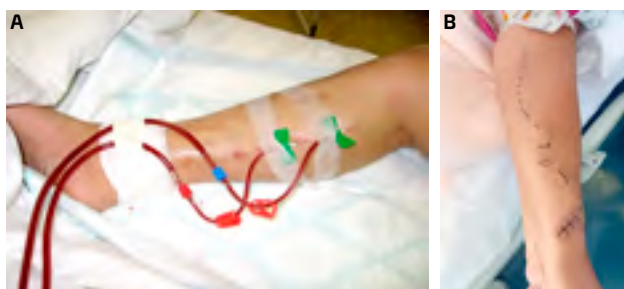
Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

U pacienta z roku 1970 fungovala AVF 33 let a bylo na ní provedeno 5 369 HD (obr. 7). Dnes dominuje typ



OBR. 7 Arteriovenózní fistule typu side-to-side z roku 1970, která byla u pacienta funkční 33 let

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5



OBR. 8 Lokalizace nativních arteriovenózních fistulí: na bérce (a. tibialis posterior a v. saphena) (A); radiocefalická arteriovenózní fistule na horní končetině (B)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

AVF *end-to-side*, která se oproti *side-to-side* rychleji rozvíjí a je zlatým standardem pro HD léčbu již více než 60 let, protože umožňuje opakované a bezpečné kanylace pro napojení pacienta k umělé ledvině.

Nejčastější lokalizací AVFn je předloktí horní končetiny (a. radialis a v. cephalica). Při nekvalitním stavu cév na horních končetinách je možné ji vytvořit také na dolní končetině, například mezi a. tibialis a v. saphena (obr. 8).

Druhým typem na horní končetině je AVFn sec. Gracz – spojení mezi a. brachialis a v. mediana cubiti, kdy krev z arterie může proudit do v. cephalica i v. basilica, případně se využije spojení perforující žíly s a. brachialis (obr. 9).

U některých pacientů, zejména s objemným bicipsem, bývá kanylace této fistule obtížnější, protože žilní raménko je uloženo v hloubce. Dialyzační tým může požádat cévní

ho chirurga o jeho přemístění těsně pod kůži, po kterém je kanylace bezproblémová.

Pro dialyzačního lékaře je vhodné seznámit se s operačním protokolem a předat sestřám informaci o směru toku krve. Případně lze provést ultrasonografické vyšetření se zakreslením směru toku krve z arterie do vény.

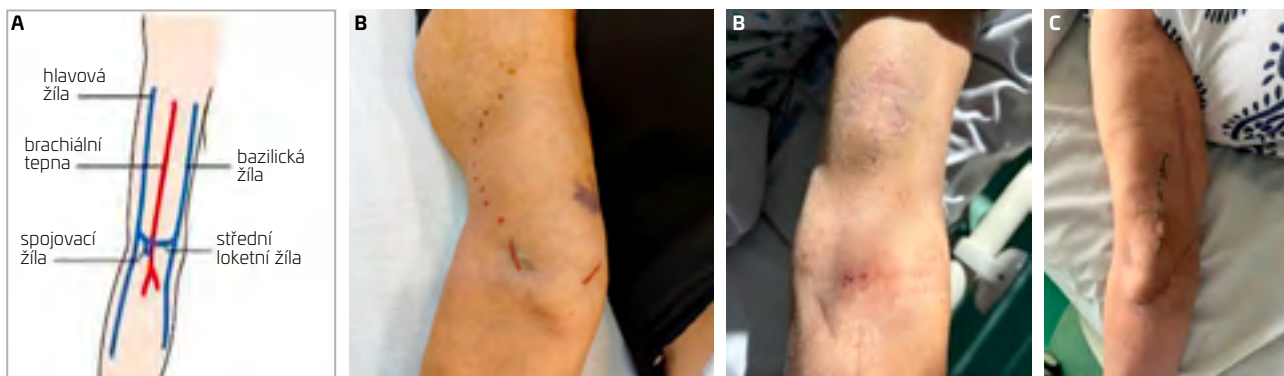
Dne 1. 7. 1972 jsem začala pracovat na pracovišti umělé ledviny II. interní kliniky a poznala jsem tam 12 pacientů, kteří se již dialyzovali 2–4 roky s AVF, někteří z nich ještě s typem *side-to-side*. Pro mne to byla překvapující informace, protože jsem si uvědomila, že medicína „dělá zázraky“ nejen „umělými ledvinami“, ale i cévními přístupy, a já jsem „toho přítomna“. Tento zájem mi vydržel celých 54 let.

70. léta 20. století – žilní náhrady

Při nevhodném žilním cévním systému pacienta se začínají používat tzv. žilní náhrady – „štěpy“: bovinní, umbilikální nebo autologní žíly z dolní končetiny pacienta, případně alogenní žíly od dárce. Na našem hemodialyzačním středisku byl například dárce bratr pacienta.

80. léta 20. století – umělé cévní protézy

V 80. letech 20. století již vznikají arteriovenózní grafty (AVG) s využitím umělých cévních protéz. Nejčastější náhradou je dnes Gore-Tex (teflon). Nejčastější lokalizací je horní končetina, ale využít lze i dolní končetinu (obr. 10). Směr krevního toku závisí na chirurgicky vytvořeném spojení mezi tepnou a žílou. Informaci o něm lze získat z operačního protokolu, z vyznačení směru toku chirurgem nebo sonografistou, případně i poslechem.



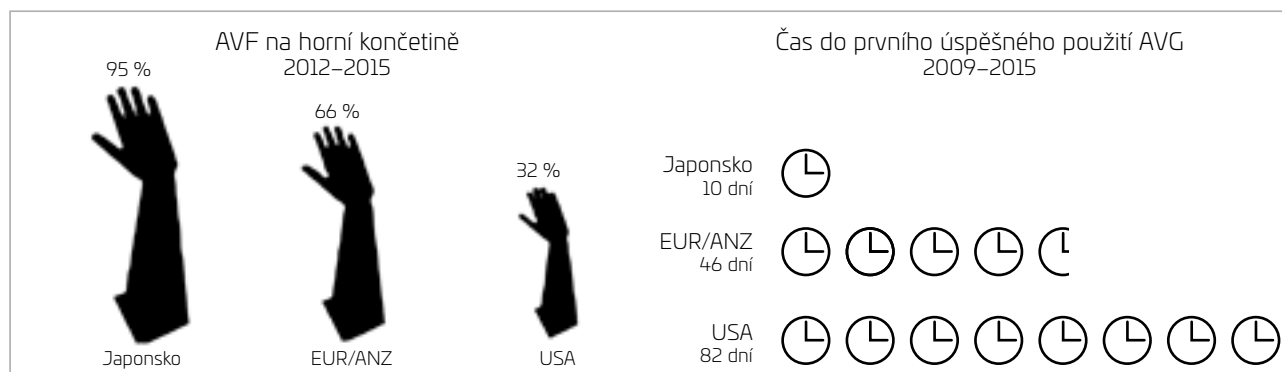
OBR. 9 Arteriovenózní fistule sec. Gracz. Schéma tepen a žil (A); arteriovenózní fistule sec. Gracz – obtížná kanylace (B); stav po úpravě – kanylace již bez obtíží (C).

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5



OBR. 10 Arteriovenózní grafty. Obloukový štěp na horní končetině (A), rovný štěp na horní končetině (B); arteriovenózní graft na stehně (C)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5



OBR. 11 Lokalizace nativních arteriovenózních fistulí v jednotlivých oblastech světa a doba do jejich prvního použití (nejdříve Japonsko, USA na třetím místě)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

Co víme o AVFn, její lokalizaci a první kanylaci ve světě?

Stručnou a přehlednou odpověď podal na kongresu European Renal Association v roce 2025 v Itálii prof. Ronco v grafu na obr. 11, který ukazuje lokalizace AVF na předloktí a dobu do její první kanylace v Japonsku, Evropě, Austrálii a na Novém Zélandu a v USA.

Já mám také na hemodialyzačním středisku nejraději pacienty s AVFn, kterou zakládá zkušený cévní chirurg a používá ji vyškolený dialyzační tým s perfektní znalostí fyzikálního vyšetření AVF.

Dysfunkce a komplikace AVF

Dysfunkce AVF představuje jeden z největších problémů pro dialyzační tým a souvisí se změnami průtoku krve fistulí, který může být snížený až nulový, nebo naopak zvýšený. Podle tohoto ukazatele lze komplikace rozdělit do dvou skupin.

A. Thrombotic flow (stenóza a trombóza)

Na jejich etiologii se podílí několik faktorů:

- poškození endotelu – i samotná punkce dialyzační jehlou představuje stres, který vyvolává produkci cytokinů a vede k proliferativnímu procesu a zúžení lumen;
- stáza krve během hypotenzních stavů;
- vrozené hyperkoagulační stavy, nejčastěji Leidenská mutace faktoru V.

U AVFn je stenóza nejčastěji v místě anastomózy, méně často v celém průběhu žíly. Proto při fyzikálním vyšetření AVF provádíme vždy tzv. rozšířený pulzový test k vyloučení stenózy v anastomóze. U AVG dominuje stenóza na venózním konci a na dialyzačním monitoru svítí vysoký venózní tlak, který vyvolá alarm a přerušuje průběh HD.

Nezbytná je kontrola průtoku AVF, která se rutinně provádí během HD pomocí dialyzačního monitoru, tzv. recirkulací, přičemž výsledek se zobrazí v procentech na obrazovce. Průtok lze kontrolovat také sonograficky, v různých intervalech podle zvyklostí jednotlivých pracovišť.

Dialyzační tým musí znát klinické indikátory průtoku, snadno zjistitelné fyzikálním vyšetřením a údaji z dia-

lyzačního monitoru. Tyto informace jsou nezbytné pro zachování životnosti AVF a umožňují včas indikovat fistulografii.

B. Non-thrombotic flow (ostatní komplikace)

Hematomy

Hematomy patří k nejčastějším komplikacím a většinou souvisejí s HD – s chybnou punkcí AVF, nevhodnou manipulací s jehlou nebo nedostatečnou kompresí po odstranění jehel. Rozsáhlý hematoma může způsobit poškození okolních tkání a vést k dlouhodobému hojení. Tlakem na cévní stěnu může také přispět ke vzniku trombózy a následné afunkci AVF.

Infekce AVFn

Infekce AVFn patří k nejzávažnějším komplikacím. Lokálně se může projevit zarudnutím, vyklenutím a bolestivostí v okolí místa vpichu. Někdy jsou již přítomny také celkové příznaky, například horečka a zimnice. HD prostřednictvím takto postiženého cévního přístupu musí být odložena a je nutné včas zahájit antibiotickou léčbu (např. vankomycinem), ještě před definitivním bakteriologickým nálezem. Podle lokálního nálezu je vhodné vyžádat také urgentní konzultaci cévního chirurga.

Infekce AVG

Infekce AVG může být zpočátku obtížně diagnostikovatelná. Naopak se může projevit i překvapivě, například krvácením z proděravělé stěny. Při podezření na tuto komplikaci je vhodná konzultace cévního chirurga ještě před HD.

Vysokoprůtoková AVFn (high-flow AVFn)

Vysokoprůtokovou fistuli definujeme podle velikosti průtoku stanoveného sonograficky: > 1 500 ml/min u radiocefalické arteriovenózní fistule (AVF RC) a > 1 700 ml/min u AVF sec. Gracz, případně podle echokardiografického vyšetření jako > 20 % srdečního výdeje (CO) a vždy poškozuje srdce.

Pro dialyzačního lékaře je velmi důležitý údaj o šíři anastomózy z operačního protokolu nebo z ultrasonografické

ho vyšetření anastomózy (radiocefalická píštěl < 2–2,2 mm a brachiobazilická píštěl > 2,6 mm).



OBR. 12 Dilatace žilní části u vysokoprůtokové radiocefalické arteriovenózní fistule (high-flow radiocefalická arteriovenózní fistule)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

Velký průtok se u AVF RC projevuje remodelací žilní části (**obr. 12**), která se rozšiřuje a vytváří aneuryzmatické změny. V okolí se zvyrazňuje žilní kresba, výjimečně i na hrudníku. Při současné stenóze centrálního žilního řečiště se objevuje otok ruky a předloktí.

Vysoký průtok se kromě lokálního nálezu může projevit také postižením srdce – excentrickou hypertrofií levé komory a vysokým CO. Proto je žádoucí současně s měřením průtoku fistulí provádět také echokardiografické vyšetření. Při zjištění patologických hodnot průtoku je vhodná konzultace cévního chirurga a včasné zvážení redukce průtoku.

Steal syndrom – HAIDI (*hemodialysis access-induced distal ischemia*)

Steal syndrom neboli ischemie distální části končetiny vyvolaná cévním přístupem pro hemodialýzu je dalším projevem vysokého průtoku fistulí. Vzniká v důsledku „ukradení krve“ fistulí, kdy se krev v nedostatečném množství dostává do periferie k prstům.

Vyskytuje se u 1,6–8 % pacientů, přičemž u diabetiků je riziko zvýšené. Projevuje se změnou barvy kůže, chladnými prsty a jejich bolestivostí, zpočátku někdy pouze během HD, později i klidovou bolestí. Závažným rizikem je rychlý vznik gangrény prstů, proto je nutné včas konzultovat cévního chirurga nebo intervenčního radiologa.

21. století eAVF

21. století přineslo možnost alternativního vytvoření AVF endovaskulární cestou (eAVF) intervenčními radiology (**obr. 13**) u vybrané skupiny pacientů.

Najít vhodného kandidáta není snadné. Je třeba přihlédnout k dalším kritériím: očekávaná délka života by měla být delší než jeden rok, pacient nemá vhodné anatomické poměry pro založení klasické AVF (RC) a je mu nabízena pouze AVF sec. Gracz.¹

Pro vytvoření eAVF musejí být splněny také anatomické požadavky. Tepny a žíly vybrané horní končetiny musejí být vyšetřeny duplexní ultrasonografií: průměr tepny ≥ 2 mm, žíly > 2,0–2,5 mm a *v. perforans* ≥ 2 mm. Podmínkou je rovněž volný odtok do povrchového žilního systému a absence kalcifikací v místě plánované anastomózy.

Ve VFN tuto metodu provádějí intervenční radiologové v analgosedaci nebo v axilárním bloku za pomoci ultrasonografie a skioskopie. V roce 2022 byla ve VFN provedena první eAVF s použitím dvoukatérového systému WawelingQ (2014). Oba konce katétrů jsou vybaveny magnety, které umožňují vytvořit požadované ulnoulnární nebo radoradiální spojení v proximální oblasti předloktí.

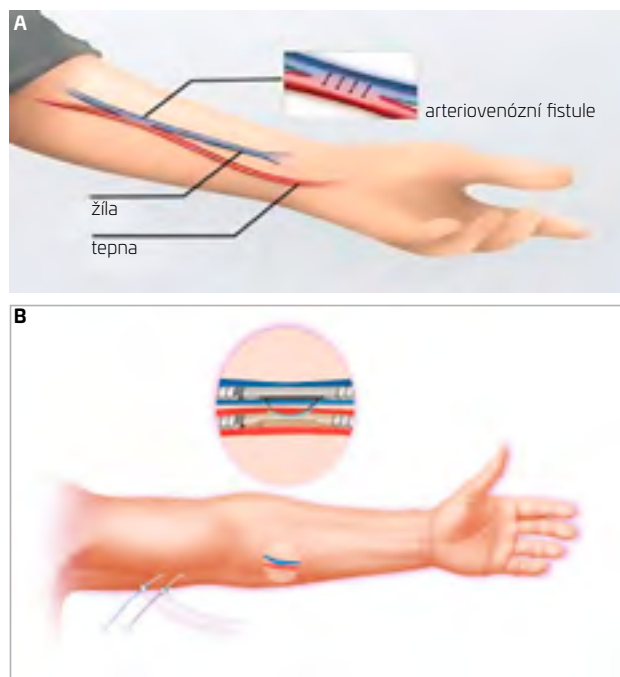
Jedná se tedy o fistuli typu side-to-side, která zraje déle než chirurgicky vytvořená fistule typu end-to-side.

Po výkonu se průtok kontroluje poslechem a po jednom týdnu ultrasonograficky (tzv. primární průchodnost). Stejná kontrola se provádí po čtyřech týdnech, a navíc se hodnotí průtok nad *a. brachialis*. Sledují se také kolaterály, protože jejich větší počet může oslabovat hlavní tok.

Zkrat zraje déle, přibližně do 10 týdnů. Povrchová žíla by se měla rozšířit alespoň na 4 mm a průtok nad *a. brachialis* by měl dosahovat 500–700 ml/min.

Nestandardní cévní přístupy

Nestandardní cévní přístupy jsou určeny pro pacienty, u kterých selhaly běžně používané možnosti cévního přístupu. Jejich zavedení provádějí specializované týmy, označované také jako DIVA (*difficult intravenous access*). Do této skupiny lze zařadit tunelizovaný centrální žilní



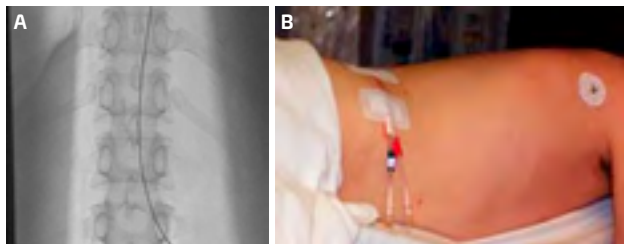
OBR. 13 Endovaskulárně vytvořená arteriovenózní fistule pro hemodialýzu – schéma (A) a místo spojení (B)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

katétru (tČŽK) zavedený do dolní duté žíly, implantaci katétru do pravé srdeční síně, HeRO graft a systém Surfacr Inside-Out Access Catheter. Součástí týmu je vždy intervenční radiolog a podle typu výkonu také cévní chirurg, sonografista, anesteziolog či radiolog.

Tunelizovaný centrální žilní katétru do v. cava inferior

Tunelizovaný centrální žilní katétru lze zavést translumbálně do dolní duté žíly a následně jej tunelizovat v podkoží (obr. 14). Cílová pozice hrotu katétru je ideálně těsně nad pravou srdeční síní. V literatuře se uvádí také další možnost zavedení, a to perkutánní kanylací hepatických žil.



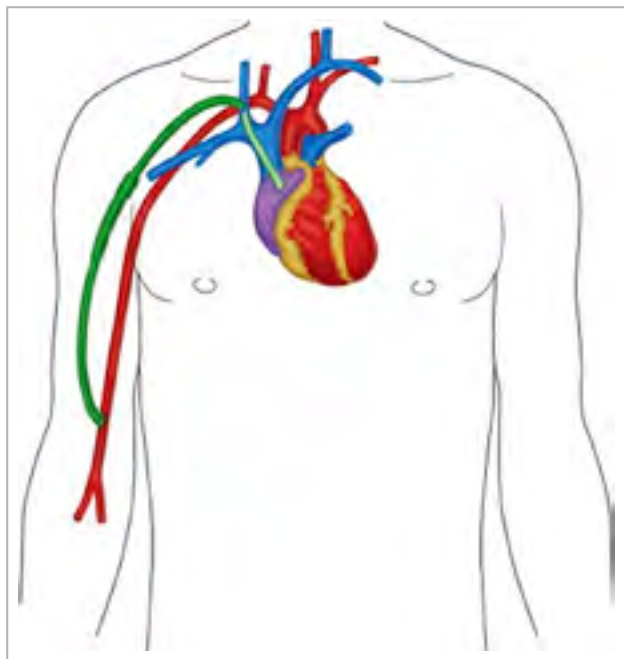
OBR. 14 Translumbální zavedení (A) tunelizovaného centrálního žilního katétru (permcathu) do dolní duté žíly (B)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

HeRO graft

HeRO graft (obr. 15) představuje alternativní cévní přístup při uzávěru centrálního žilního řečiště a umožňuje zajistit dostatečný průtok krve. V roce 2008 jej uvedla společnost Merit Medical. Tento přístup je využíván zejména v USA a představuje alternativu k tČŽK (permcath).²

Systém se skládá ze dvou částí: arteriální část tvoří graft napojený na *a. brachialis*, který je veden podkožním tunelem



OBR. 15 HeRO graft – zeleně graft, bíle titanová spojka

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

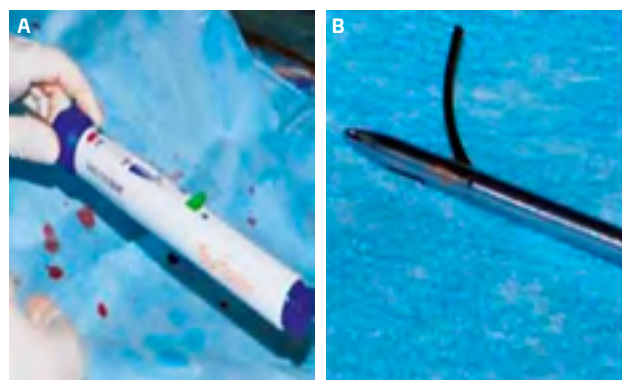
a spojen s venózní částí systému. Spojení obou částí zajišťuje titanová spojka. Venózní komponenta je vedena centrálním žilním řečištěm směrem k pravé srdeční síni. Při zavedení tohoto cévního přístupu spolupracuje cévní chirurg, který zajišťuje arteriální část, s intervenčním radiologem.

Celý systém je uložen v podkoží. Ve srovnání s tČŽK má podle uvedených údajů několik výhod – delší životnost, menší počet potřebných intervencí za rok (1,17 vs. 2,21 u permcathu) a nižší výskyt infekčních komplikací. Nevýhodou je vyšší cena. V České republice se podle autorky tento cévní přístup zatím nezavádí, v jiných evropských zemích je však používán.

Surfacr Inside-Out Access Catheter

Surfacr Inside-Out Access Catheter („zevnitř ven“) je systém umožňující získat centrální žilní přístup při uzávěru pravostranného centrálního žilního řečiště a současně zavést nový tunelizovaný katétru.

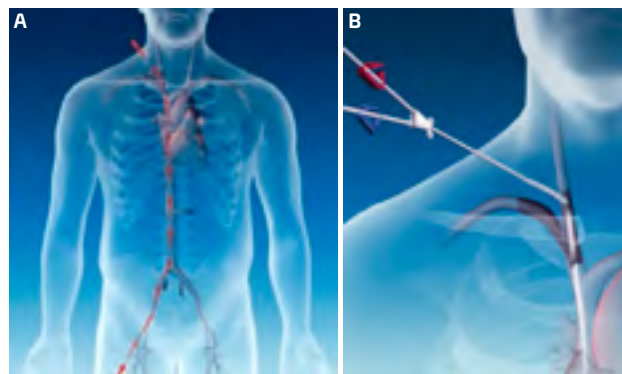
Systém je uložen v pouzdře a obsahuje kovový nástroj („shaft“), který je součástí mechanismu vytvoření přístupu metodou inside-out, a rozruší trombózu (obr. 16) a umož-



OBR. 16 Pouzdro systému Surfacr (A) a ocelový shaft s vodičem pro vytvoření vnitřně-zevního cévního přístupu (B)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

ní zavedení nového permcathu (obr. 17). Zařízení vyvinul americký intervenční kardiolog John Gurley, první klinické



OBR. 17 Průběh systému se „shaftem“ z pravé v. femoralis (A) a následné zavedení tunelizovaného centrálního žilního katétru (B)

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

použití detailně popsal Adrian Ebner v roce 2013. V České republice byl podle autorky tento výkon poprvé proveden v roce 2022 na Radiologické klinice VFN (doc. Kavánem a prof. Michálkem).³

Jaké máme dnes požadavky na trvalý cévní přístup pro pacienty léčené hemodialýzou?

Trvalý cévní přístup by měl být funkční po celou dobu dialyzační léčby pacienta, měl by zajišťovat dostatečný průtok krve a umožňovat snadnou punkci dvěma jehlami, což je žádoucí jak pro pacienta, tak pro dialyzační personál. Doporučení Kidney Disease Outcomes Quality Initiative 2019 zdůrazňují vytvoření „Life-Plan“ týmu, který tvoří nefrolog, cévní chirurg, sonografista a intervenční radiolog a který se věnuje cévnímu přístupu pacienta po celou dobu dialyzační léčby.

V současnosti dominuje nativní arteriovenózní fistule (AVFn), případně arteriovenózní graft (AVG), jako první volba trvalého cévního přístupu. V první fázi rozhoduje nefrolog, který pacienta včas odešle k cévnímu chirurgovi. Ten může požadovat doplnění sonografického vyšetření, výjimečně také vyšetření intervenčním radiologem. Všichni členové týmu se společně podílejí na řešení komplikací cévního přístupu. Dialyzační tým však musí tyto komplikace včas rozpoznat a pacienta odeslat k dalšímu řešení příslušnému specialistovi.

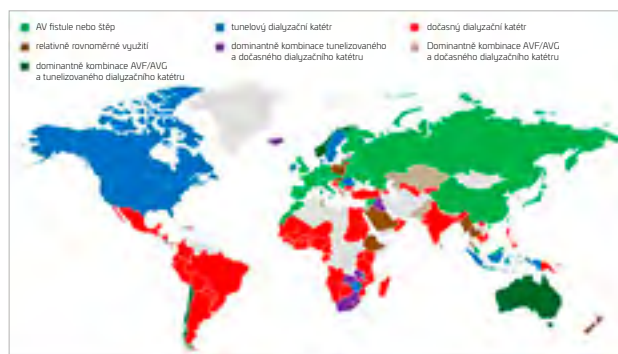
Je známo, že kvalita cévního přístupu významně ovlivňuje kvalitu života dialyzovaných pacientů. S rostoucím počtem problémů spojených s cévním přístupem – obtížnou kanylací, častými stenózami a trombózami, opakovanými fistulografiemi či chirurgickými výkony – se kvalita života pacientů zhoršuje. Nejlepší kvalitu života mají podle citované práce pacienti s AVF, následují pacienti s AVG, zatímco nejnižší kvalita života je popisována u pacientů s tČŽK.⁴

Při řešení komplikací AVF pomáhají další členové multidisciplinárního týmu a jejich diagnostické a intervenční metody. Sonografické vyšetření umožňuje odhalit patologické změny průtoku – jak jeho snížení při stenóze či trombóze, tak naopak nadměrně vysoký průtok. Pomáhá také určit velikost hematomu a rozsah případného útlu AVF, může sloužit k navigaci při kanylaci a u pacientů s alergií na kontrastní látku může pomoci při výkonech intervenční radiologie.

Echokardiografické vyšetření a kardiologické vyšetření umožňují posoudit případné změny srdeční funkce, což je významné zejména vzhledem k vysokému zastoupení pacientů s kardiovaskulárními chorobami v současné dialyzační populaci.

Intervenční radiologové mohou pomocí fistulografie zobrazit průtok krve a identifikovat patologii cévního přístupu, nejčastěji stenózu nebo trombózu a v řadě případů ji při stejném výkonu také ošetřit. Intervenční léčba tak může významně přispět k prodloužení životnosti cévního přístupu.

Cévní chirurgové zakládají AVF a AVG na horních i dolních končetinách a provádějí také jejich chirurgické re-



OBR. 18 Rozložení cévních přístupů ve světě: modře tunelizovaný centrální žilní katétr, červeně dočasný centrální žilní katétr, zeleně arteriovenózní graft

Zdroj: upraveno podle citací 1 a 5

ze, zejména při nedostatečném nebo naopak nadměrném průtoku či při závažných infekčních komplikacích.

Jak se volí první cévní přístup ve světě, ukazují **obr. 18** a rozdíly jsou patrné, což souvisí vždy s ekonomickou vyspělostí státu.

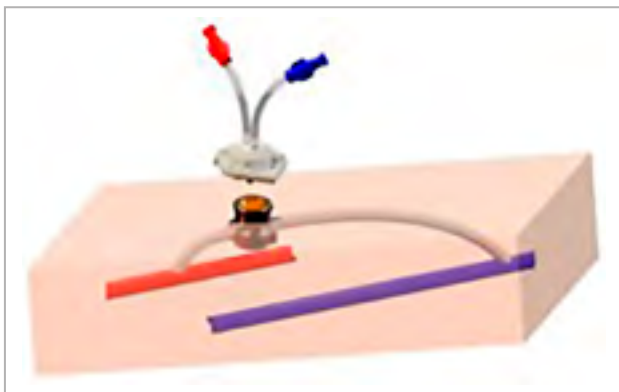
Závěr

Nativní AVF má více než šedesátiletou historii a dodnes představuje zlatý standard cévního přístupu pro hemodialýzu. AVG je jejím „mladším sourozencem“, je však spojen s vyšším výskytem komplikací, zejména stenóz a trombóz. Ještě kratší historii má HeRO graft, který se podle autorky v České republice zatím nepoužívá.

Problematika cévních přístupů zůstává nadále aktuální. Do budoucna lze očekávat stále širší využití biotechnologicky upravených materiálů s cílem snížit výskyt komplikací cévních přístupů. Vývoj se týká nejen cévních štěpů, ale také katétrů a směřuje k materiálům s lepší integrací s vlastními tkáněmi pacienta.

Pro zajímavost lze uvést údaje z USA, kde je pro chronické selhání ledvin léčeno hemodialýzou 86,9 % pacientů a 80 % z nich podle uvedených údajů zahajuje hemodialýzu s katétretem již biotechnologicky upraveným. V roce 2010 byly hemodialýzou léčeny dva miliony pacientů, přičemž u 5 % z nich měla být léčba ukončena pro vyčerpání možnosti cévního přístupu a nemožnost zavedení peritoneální dialýzy. Někteří pacienti navíc odmítali nekonvenční způsoby cévního přístupu pro jejich vysokou morbiditu nebo omezenou dobu funkčnosti. Cévní přístup pro dlouhodobou hemodialyzační léčbu tak zůstává dále významnou výzvou.

V roce 2025 byl publikován článek o bezjehlovém cévním přístupu SHIVAT (safe hemodialysis implantable vascular access technology) – AV port o velikosti 25 mm a hmotnosti 43 g je umístěn v blízkosti tepny a žíly, například na horní nebo dolní končetině. Cévní chirurg vytvoří krátký AVG, kterým je krev vedena do systému portu. Uvnitř portu se nachází systém umožňující oddělení arteriální a venózní cesty. Z portu vystupují konektory – červený a modrý – pro připojení dialyzačních setů k dialyzačnímu monitoru (**obr. 19**).⁵



OBR. 19 SHIVAT – bezjehlový cévní přístup pro hemodialýzu

Zdroj: upraveno podle citace 5

LITERATURA

1. Rychlík I, et al. Doporučený postup pro využití endAVF jako cévního přístupu k chronické hemodialýze v ČR. Aktuality v nefrologii 2026;32.
2. Tabriz DM, Arslan B. HeRO graft: indications, technique, outcomes, and secondary intervention. Semin Intervent Radiol 2022;39:82–89.
3. Kaván J, Michálek P, Padrta T, Leščinskij A, Bruthans J, Krivánek J, et al. Vnitřně-zevní punkce centrální žíly – první zkušenost se systémem Surfacor®. Ces Radiol 2022;76:44–50.
4. Sikora K, Zwolak A, Łuczyk RJ, et al. Vascular access perception and quality of life of haemodialysis patients. J Clin Med 2024;13:2425.
5. Canaud B, Hammed A, Karsenti A, et al. Needle-free vascular access port for hemodialysis: proof-of-concept validation in an experimental animal study. J Vasc Surg Cases Innov Tech 2025;11:101983.
6. Chytilová E, et al. Cévní přístupy pro hemodialýzu. 2. přepracované vydání. Praha: Maxdorf; 2023. 368 s.