

**MUDr. Eva Chytilová, Ph.D.,
a kolektiv**

CÉVNÍ PŘÍSTUPY PRO HEMODIALÝZU

2. přepracované vydání

1 CHIRURGIE ARTERIOVENÓZNÍCH ZKRATŮ

Alžběta Svobodová, Radka Lainková

Úvod

Historie podkožních arteriovenózních fistulí (AVF) se začala psát v roce 1965, kdy byl pod vedením J. E. Cimina a M. J. Brescia chirurgicky vytvořen K. Ch. Appelem první arteriovenózní (AV) zkrat. První anastomózy stranou tepny ke straně žíly měly velikost od 3 do 5 mm. Takto vytvořené zkraty byly díky dlouhé maturaci a vysokému procentu uzávěru odbornou veřejností pokládány za nespolehlivé. Až vyjádření důvěry B. Scribnera k potenciálu AVF odstartovalo opravdový boom chirurgicky zakládaných spojek a dalo jim prostor pro vývoj a dotvarování do dnešní podoby. Od roku 1972 jsou vytvářeny AVF v dnes preferované podobě, tedy napojení přerušené žíly ke straně tepny. Takto založené nativní AV zkraty tvoří, spolu se zkraty protetickými, jeden ze základních kamenů kvalitní dialyzační péče.

1.1 PŘEDOPERAČNÍ ROZVAHA

MINIMUM PRO PRAXI

- » Fistula First – založení zkratu 3 až 6 měsíců před zahájením hemodialýzy.
- » Primárně vždy zakládat nativní AV zkrat.
- » Přednostně zakládat zkrat na nedominantní končetině, co možná nejdálněji.

1.1.1 Indikace

Výskyt chronického onemocnění ledvin v populaci všeobecně stoupá, což je dáno i rostoucí prevalencí diabetu. V případě progresu onemocnění je třeba zvolit vhodnou metodu náhrady funkce ledvin. Nejlepší variantou je transplantace ledviny, což je ale procedura náročná, s množstvím limitací, nebezpečím časného či pozdního selhání transplantovaného štěpu a velmi často z medicínského důvodu pro pacienta nedostupná. Pokud není transplantace ledviny z jakéhokoliv důvodu možná, případně štěp selhává, je indikována hemodialýza nebo peri-

toneální dialýza. U pacienta v přípravě k hemodialýze je potřeba včasné začít plánovat založení cévního přístupu pro napojení k přístroji. Na výběr je ze dvou standardních možností: konvenční žilní přístup (centrální žilní katétr, více viz kap. 5) a chirurgicky založený AV zkrat. V ideálním případě by každý chronický pacient měl mít v duchu doporučení „Fistula First“ založený funkční AV zkrat před zahájením dialýzy a vyhnout se tak vynucené kanylaci centrálních žil.

AV zkrat je zakládán 3–6 měsíců před očekávaným zahájením dialýzy. Tento odstup poskytuje dostatečný čas k vyvrání zkratu, či intervenci při jeho pomalé maturaci [1].

Ošetřující nefrolog je zodpovědný za včasné odeslání pacienta do ambulance cévního chirurga, a to s podrobnou anamnézou. V případě, že je pacient dialyzován či již dialyzován byl, je třeba doplnit i stručnou historii dialýzy, údaje o předchozích AV zkratech a zavedených centrálních žilních katétrech. Rozšíření o rentgenový (RTG) snímek předloktí je nutné u pacientů s diabetem, echokardiografické vyšetření (ECHO) je doporučeno u pacientů s manifestním srdečním selháním.

Cévní chirurg na základě získaných informací a vlastního fyzikálního vyšetření indikuje pacienta k založení AV zkratu, případně indikační protokol rozšiřuje zobrazovacím vyšetřením [2].

1.1.2 Strategie založení AV zkratu

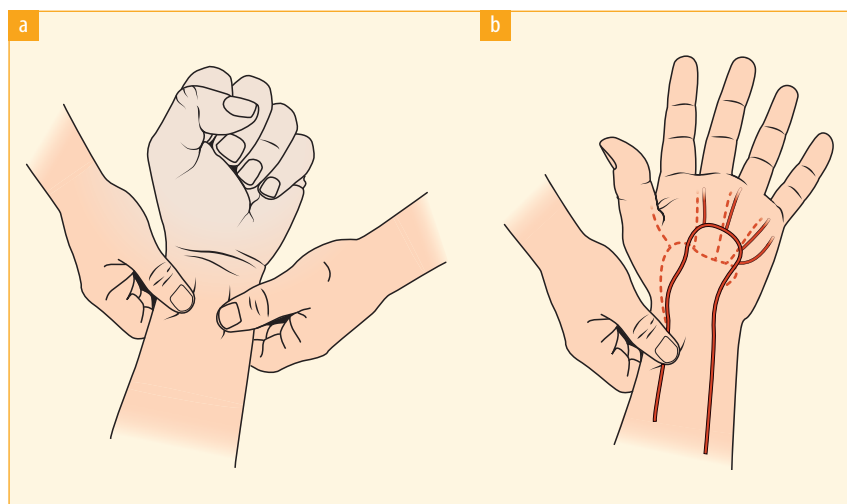
Cévní chirurg rozhoduje o typu a umístění AV zkratu individuálně. Obecná pravidla procesu indikace a založení AV zkratu (tab. 1.1) mohou být modifikována komorbiditami pacienta.

AV zkrat je umisťován co nejdálněji, tj. na horní končetině je prvním místem umístění foveola radialis [3]. Poté je postupováno proximálním směrem v pořadí: předloktí, kubita a paže. Dominantní končetina je volena jako první možnost pouze v případě, je-li na ní možné založit zkrat dále než na nedominantní končetině (kde by bylo možné založit zkrat například až v kubitě). Na této indikaci je nutno trvat zejména u pacientů s kardiálním rizikem.

■ **Tabulka 1.1** Obecná pravidla založení AV zkratu

Obecná pravidla založení AV zkratu:

- primárně nativní AV zkrat
- primárně nedominantní končetina
- primárně co nejdálněji
- distální AV zkrat pouze při průchodném palmárním oblouku i v případě kvalitní žíly
- protetický AV zkrat pouze u pacienta se sanovanými fokusy infekce
- AV zkrat na dolní končetině po vyčerpání možností založení zkratu na horních končetinách



Obr. 1.1 Allenův test pro AV zkrat na a. radialis; a) komprese a. radialis a a. ulnaris se sevřením ruky v pěst; b) následně uvolnění pěstě a povolení a. ulnaris

Při vyhovujícím nálezů je primárně založen vždy nativní AV zkrat, zkrat s cévní náhradou (protézou) je indikován pouze po vyčerpání žil nemocného. Důležitým parametrem v algoritmu rozhodování je průchodnost palmárního tepenného oblouku. Vyšetření průchodnosti palmárního oblouku, tzv. modifikovaný Allenův test, je prováděno u všech pacientů na obou horních končetinách a jeho výsledky jsou striktně respektovány (obr. 1.1). Pozitivní Allenův test (absence či o více než 7 sekund zpomalený návrat k nativnímu zabarvení kůže) je kontraindikací pro založení AV zkratu (s užitím vyšetřované tepny) pro vysoké riziko rozvoje steal syndromu a ischemie končetiny při nedostatečném zásobení dlaně a prstů druhou tepnou či insuficiencí arcus palmaris.

Při zakládání zkratu s užitím cévní náhrady (protézy) je též primárně indikována distální pozice, tedy zkrat na předloktí, dále pak na paži. Protetické AV či arterioarteriální (AA) zkraty umístěné na hrudníku jsou řazeny do alternativní skupiny a jsou zakládány vzácně.

Při uzávěru centrálního žilního řečiště pro horní polovinu těla je možné založit AV zkrat na dolní končetině. Po vyloučení ischemické choroby dolních končetin (ICHDK) je primárně indikován nativní zkrat nejčastěji mezi a. tibialis posterior a v. saphena magna. Druhým nejčastějším zkratem na dolní končetině je protetický zkrat na stehně.

V rámci plánování založení AV zkratu je vždy nutno brát v úvahu jeho hemodynamické dopady na celkový stav pacienta. Příliš velký průtok zkratem může vést k rozvoji nebo dekompenzaci srdečního selhání u pacienta se systolickou dysfunkcí levé komory. Ejekční frakce (EF) levé komory je cenným ukazatelem srdečního selhání, nicméně není univerzální, a vždy je třeba trvat na vyšetře-

ní interně stabilizovaného pacienta. Není chybou rozhodnout o nezaložení AV zkratu u pacienta s kritickým kardiálním nálezem či velmi krátkou očekávanou dobou života [4].

1.1.3 Předoperační vyšetření

MINIMUM PRO PRAXI

- » Cílený dotaz na přítomnost kardiostimulátoru, defibrilátoru, centrálních žilních katétrů, operace v oblasti hlavy, krku či hrudníku.
- » Cílený dotaz na trombózu v anamnéze, případně vyšetřený trombofilní stav.
- » Dostatečný průměr žíly a její kontinuita až do centrálního řečiště.
- » Absence kolaterálních žil na paži a hrudníku – nepřímé známky centrálních stenóz.
- » Dostatečný průměr tepny a funkční palmární oblouk.

1.1.3.1 ANAMNÉZA

Podrobná a správně odebraná anamnéza (z řeckého anamnesis – rozpomínání, vzpomínání) je základním kamenem správné indikace. Kromě přímé anamnézy odebrané od pacienta, je důležitá i nepřímá anamnéza od odesílajícího nefrologa. Vybavení pacienta úplnou dokumentací šetří čas v ambulanci cévního chirurga a zkvalitňuje indikaci. Na prvním místě je etiologie renálního selhání, doplněná kompletní osobní anamnézou (tab. 1.2). Pokud je pacient dialyzovaný, nesmí chybět údaj o zahájení dialýzy, způsob napojení na dialýzu, důvod a doba zániku předchozích AV zkratů a zda byly v minulosti funkčně napichovány. Důležité je cíleně pátrat po známkách tromboembolické choroby – flebotrombóze či plicní embolii nebo informacích o opakovaných uzávěrech AV zkratů či trombózách katétrů. V případě pozitivní anamnézy je třeba vždy doporučit doplnění kompletního vyšetření trombofilních stavů (viz kap. 13). Nedílnou součástí dokumentace je aktuální farmakologická anamnéza, alergologická anamnéza a výsledky krevních testů (kalium, urea, kreatinin, albumin, celková bílkovina, C-reaktivní protein, krevní obraz, koagulace).

1.1.3.2 FYZIKÁLNÍ VYŠETŘENÍ

Fyzikální vyšetření je prováděno u sedícího pacienta svlečeného do půli těla, v dobře osvětlené ambulanci za dodržení tepelného komfortu. Pozornost je nejprve soustředěna na případné žilní kolaterály na hrudníku a pažích (jejich přítomnost může svědčit pro významnou stenózu či uzávěr centrálních žil), dále na jizvy v oblasti krku či hrudníku (předchozí katétr, kardiostimulátor, defibrilátor) a na končetinách (po předchozích AV zkratech, poraněních a úrazech).

MINIINVAZIVNÍ PROCEDURA PRO ZALOŽENÍ NATIVNÍHO ARTERIOVENÓZNÍHO ZKRATU PRO HEMODIALÝZU

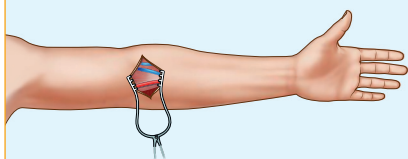
Jste ve fázi onemocnění ledvin, kdy už Vaše ledviny nestíhají držet krok s potřebami Vašeho těla odstraňovat odpadní látky a nadbytečnou vodu. Tuto detoxikační funkci je třeba nahradit hemodialýzou. Aby bylo možné opakovaně připojení Vašeho krevního oběhu k dialyzačnímu přístroji, je třeba založit dialyzační AV zkrat – propojení mezi tepnou a žilou. Z tepny s vysokým krevním tlakem bude krev nově přecházet i do žily, která zbytní svou stěnu a bude ji tak možné opakovaně napichovat při každé dialýze.

Existuje několik technik a etází založení zkratu. AV zkrat může být založen na zápěstí, předloktí, v loketní jamce nebo na paži. Vaše cévy umožňují založit zkrat chirurgickou (operační) nebo miniinvasivní technikou s podáním kontrastní látky. Zde jsou základní rozdíly mezi procedurami:

PŘÍSTUP K CÉVÁM:

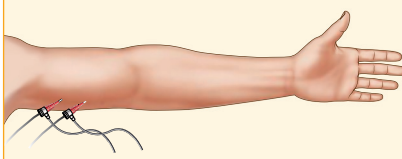
Chirurgie:

Z řezu v lokálním umrtvení.



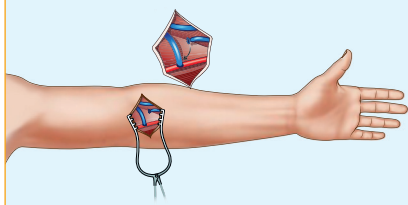
EndoAVF:

Punkční, v lokálním umrtvení doplněném o léky proti bolesti a ke zklidnění podané do žíly.

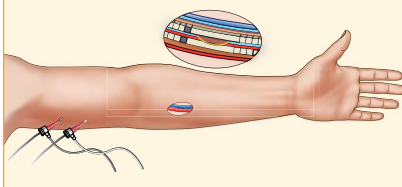


ZPŮSOB PROPOJENÍ TEPNY S ŽÍLOU:

Po ozřejmění cév je na tepně proveden malý řez, do kterého je vsáta žíla.

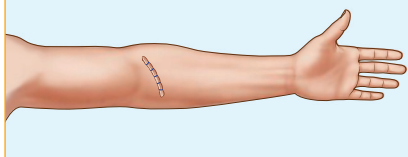


Tenké cévky jsou zavedeny kožními vpichy přímo do tepny a žíly, malé magnetky na koncích cévek kontrolují správnou polohu a následně impuls provede cílené propojení cév.

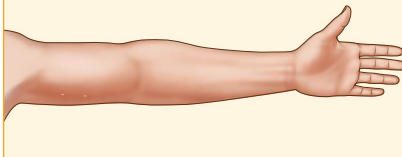


DALŠÍ PŘŮBĚH:

Po napojení žíly na tepnu je rána uzavřena plastickým stehem, s vzhledem hojení cca 10 dní.



Z končetiny je všechen cizí materiál odstraněn a po odmačkání vpichů je procedura ukončena.



Obr. 1.8 EndoAVF – leták pro pacienta

1.4.2 Trombóza

MINIMUM PRO PRAXI

- » Pravidelná ultrasonografická kontrola AV zkratu.
- » Plán fistulografie při známkách zhoršené funkce AV zkratu.
- » Korekce systémových příčin uzávěru AV zkratu a odpovídají medikace.

Dialyzační zkrat představuje tzv. life line pro pacienty s chronickým renálním selháním. Jejich život a kvalita života jsou závislé na nekomplikovaném, dobře a dlouho fungujícím cévním přístupu. Anastomóza (arteriovenózní či anastomóza protězy s cévou) vytváří nefyziologické poměry a vede k rozvoji intimální hyperplazie, která postupně zbytnuje a způsobuje zúžení průtočného lumen – stenózu. Příčiny intimální hyperplazie jsou multifaktoriální (tab. 1.7).

Podezření na významnou stenózu může vzbudit nedostatečně adekvátní hemodialýza, vysoká recirkulace močoviny, prolongované krvácení po hemodialýze, otok končetiny nebo rozvoj kolaterálního řečiště. Největší komplikací stenózy je trombóza zkratu. Při podezření na přítomnost stenózy je indikováno dopplerovské vyšetření nebo fistulografie s možností endovaskulární intervence. Všeobecně je doporučována časná endovaskulární intervence, protože průchodnost zkratu po trombektomii je výrazně zhoršena.

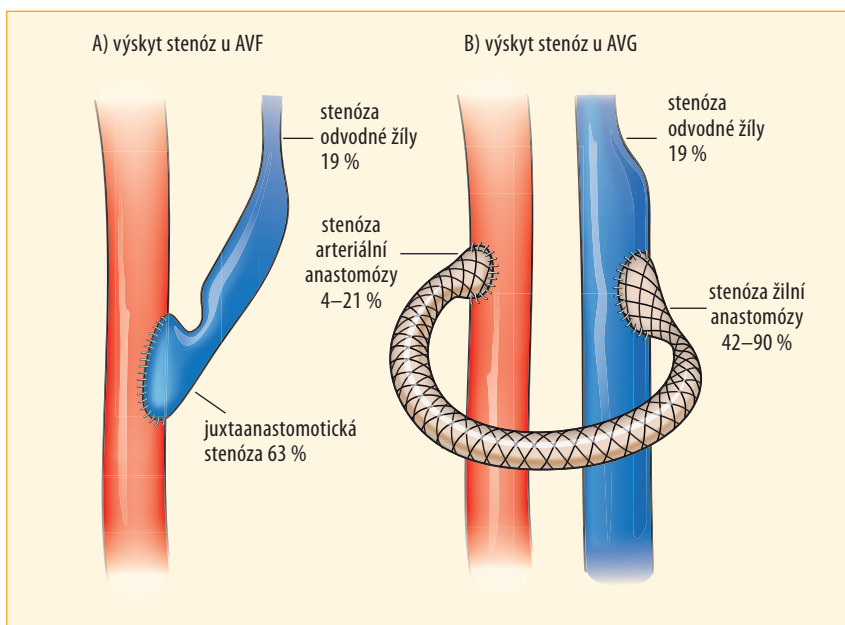
Distribuce stenotických lézí se u nativních a protetických AV zkratů liší (obr. 1.33). Přítomnost graftu je spojena s o 41 % vyšším výskytem trombotických komplikací. U nativního zkratu je stenóza lokalizována nejčastěji za anastomózu, označována jako juxta-anastomotická (63 %) nebo mezi výdutěmi. Pro protetické zkraty je typický výskyt stenózy v žilní anastomóze (47 %) a v průběhu odvodné žíly (11 %).

Z časového hlediska můžeme uzávěry AV zkratů rozlišit na časné a pozdní.

■ Tabulka 1.7 Příčiny intimální hyperplazie

Příčiny intimální hyperplazie

- turbulentní proudění
- uremická endoteliální dysfunkce
- zánětlivá reakce při přítomnosti graftu (produkce prozánětlivých mediátorů, růstových faktorů)
- chirurgické poškození cévní stěny
- opakované punkce zkratu



Obr. 1.33 Distribuce stenotických lézí u nativního (AVF) a protetického (AVG) zkratu

Důvody časných uzávěrů:

- **technická chyba chirurga** (zúžení anastomózy stehem, poranění žíly či tepny při preparaci, zaškrcení tepny či žíly při ligaci větví či přítoků, ponechání vazivového poutka)
- **taktické chyby** (gracilní tepna či žíla, pozánětlivé změny žíly, uzávěr centrálních žil, nepochybně tepny a žíly)
- **systémové příčiny** (trombofilní stav, nízký systémový tlak, nízký srdeční výdej)

Na pozdním uzávěru se z 90 % podílí progredující stenóza na podkladě intimální hyperplazie, progresse aterosklerotických či postkatetrizačních změn.

Terapeutické možnosti v řešení trombóz jsou mnohé. Dostupný je chirurgický, radiologický a hybridní přístup. V posledních letech jsou metodou první volby techniky intervenční radiologie, tj. mechanická trombektomie, farmakologická trombektomie či jejich kombinace se současným ošetřením léze (balonková angioplastika, implantace stentu či stentgraftu).

Chirurgická trombektomie je volena v případě opakovaných uzávěrů, torpidních stenóz v oblasti anastomóz či v terénu hrubé degradace protetického materiálu. Je pravidlem, že po provedení trombektomie musí bezprostředně navazovat

fistulografie AV zkratu a ošetření všech zachycených lézí. Aktuálním trendem je hybridní procedura, tedy možnost provedení chirurgické trombektomie a peroperační fistulografie s intervencí na operačním sále.

1.4.3 Krvácení

MINIMUM PRO PRAXI

- » Včasná revize v případě hematomu v oblasti anastomózy nebo v blízkosti graftu.
- » Pacienta s krvácením z defektu na HD a po domluvě okamžitě odeslat na specializované pracoviště.
- » V případě opakovaného krvácení z vpichu indikovat fistulografii.
- » Sonografická kontrola každého většího hematomu.

Krvácení spojené s dialyzačním zkratem je nesourodou skupinou komplikací, za kterou stojí množství odlišných příčin a vyplývá z ní několik potencionálních rizik.

Krvácení navazující na chirurgický výkon

Krvácení bezprostředně navazující na operační výkon není příliš častou komplikací, ale ohrožuje AV zkrat vznikem hematomu. U nativního zkratu je rizikem komprese odvodné žíly a jeho uzávěr. U protetického zkratu hematom prodlužuje vhojování graftu a hrozí zde i riziko sekundární infekce. Hematom se formuje krvácením z chirurgického zdroje nebo protrahovaným drobným kapilárním krvácením v důsledku koagulačních poruch (uremická trombocytopenie, polypragmázie a antikoagulační terapie). Řešením je ošetření chirurgického zdroje, nejčastěji z anastomózy nebo podkoží, korekce koagulační poruchy a u rozměrného hematomu jeho evakuace.

Krvácení z defektu

S krvácením z defektu je často spojena aneurymaticky změněná žíla nativního zkratu či pseudovýduť graftu. Velmi často je krvácení provázeno i známkami infekce s pozitivním mikrobiologickým nálezem. Každé krvácení je život ohrožující stav a pacient by měl být zajištěn kompresí, stabilizován a po předchozí domluvě okamžitě transportován na specializované pracoviště. Při řešení krvácení z menších výdutí je dostatečná parciální resekcce postižené stěny a sutura, u větších výdutí je nutná jejich resekcce a reanastomóza žilních konců. Pseudovýduť protetického zkratu je indikována k parciální resekcce a náhradě.

Krvácení ze vpichu po HD

Protrahované krvácení v místě po vpichu dialyzační jehly po ukončení HD je často zdánlivě nezastavitelné. Může být způsobeno zvýšeným tlakem ve zkratu

1.4.9 Perioperační poranění periferního nervu

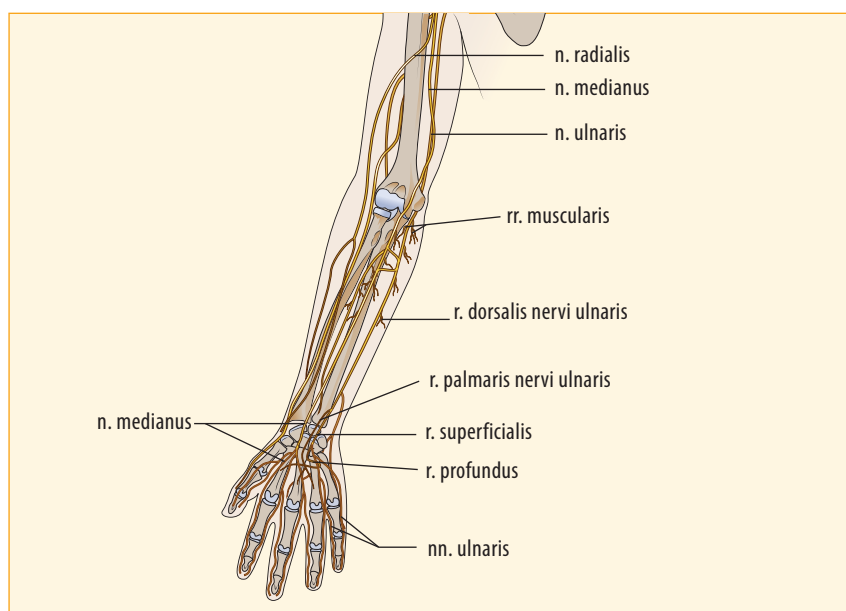
MINIMUM PRO PRAXI

- » Mezi postižení periferních nervů v souvislosti se založením AV zkratu se řadí perioperační poranění a velmi vzácná ischemická monomelická neuropatie.

Poranění periferního nervu se zpravidla projeví ztrátou určitých pohybů a/nebo necitlivostí, brněním, mravenčením či pálením kůže v odpovídajícím úseku končetiny (více viz kap. 12 a obr. 2.3).

Při založení RC zkratu v oblasti foveola radialis může vzácně dojít k poranění radiálního nervu, který v této oblasti obsahuje pouze senzitivní vlákna (ramus superficialis n. radialis) zásobující hřbet ruky mezi I. a II. prstem (obr. 1.46). Poranění této koncové senzitivní větve se projeví necitlivostí nad hřbetem palce, bývá většinou mírné a přechodné díky velké regenerační schopnosti radiálního nervu [41].

Loketní nerv (n. ulnaris) se nachází na předloktí v blízkosti ulnární tepny a je potenciálně zranitelný při vytváření ulnobazilikého zkratu (viz obr. 1.46) K poranění ulnárního nervu při zakládání AV zkratu většinou nedochází. Jeho



Obr. 1.46 Nervy horní končetiny

poškození by vedlo k lézi svalů inervovaných n. ulnaris s následným rozvojem drápané ruky a senzitivní necitlivosti IV. a V. prstu.

Ischemická monomelická neuropatie

Ischemická monomelická neuropatie (IMN) je velmi vzácná komplikace vznikající náhle po založení AV zkratu [42]. Důvodem rozvoje je nedostatečné prokrvení vasa nervorum v důsledku ischemie během svorkování tepny nebo vlivem stealu tepenné krve do nízkotlakého žilního řečiště po povolení svorky. Rychlý rozvoj neurologických příznaků – slabost nebo paralýza svalů na ruce a předloktí není doprovázena kritickou ischemií nenervové tkáně, není vyjádřena kožní ani svalová ischemie. Ruka je obvykle teplá, často s přítomnou periferní pulzací. Rychlý rozvoj neurologických příznaků je vždy indikací k okamžitému zrušení AV zkratu, což většinou vede k alespoň částečné obnově nervové funkce [43].

Literatura

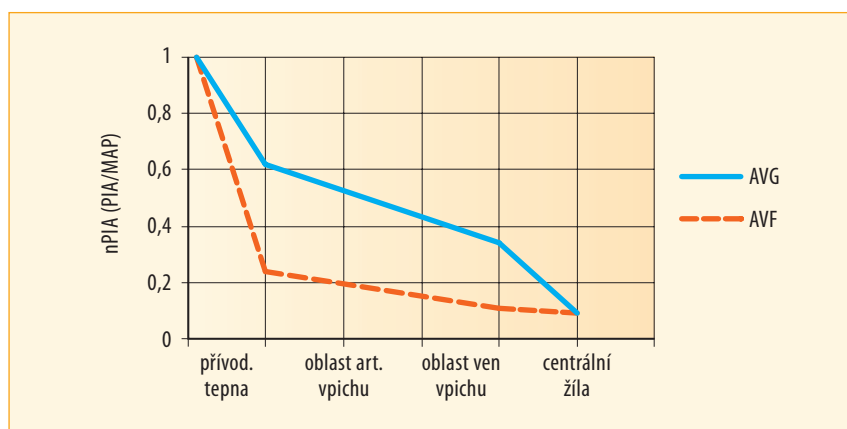
1. Ethier J, Mendelssohn DC, Elder SJ, et al. Vascular access use and outcomes: an international perspective from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Nephrol Dial Transplant.* 2008;23:3219–26.
2. Karen Woo, Charmaine E Lok. New insights into dialysis vascular access: What is the optimal vascular access type and timing of access creation in CKD and dialysis patients? *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11:1487–94.
3. Güven C, Uludağ Ö (November 23, 2020) Proximal Arteriovenous Fistulas in Hemodialysis Patients: Advantages and Disadvantages. *Cureus.* 2020;12(11):e11657.
4. Malík J et al. Echokardiografie u pacientů s chronickým onemocněním ledvin a úvod do kardiografie, 1. vydání. Praha: Maxdorf; 2018.
5. Kusztal M, Weyde W, Letachowicz K et al. Anatomical vascular variations and practical implications for access creation on the upper limb. *J Vasc Access.* 2014;15 Suppl 7:S70–5.
6. Sharma J, Dosi G, Ayers JD et al. Reliability and accuracy of duplex ultrasound vein mapping for dialysis access. *Am J Surg.* 2019;218(3):590–6.
7. Castelli P, Stacci C, Tozzi M, et al. Vascular accesses for hemodialysis, Edizioni Minerva Medica, Torino, 2018.
8. Zonnebeld N, Huberts W, van Loon MM, et al. Natural Vascular Remodelling After Arteriovenous Fistula Creation in Dialysis Patients With and Without Previous Ipsilateral Vascular Access. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;59(2):277–87.
9. Pirozzi N, Mancianti N, Scrivano J, et al. Monitoring the Patient Following Radio-Cephalic Arteriovenous Fistula Creation: Current Perspectives. *Vasc Health Risk Manag.* 2021;17:111–21.
10. Zhen Y, Liu P, Ye Z, et al. Long-Term Results of Ulnar-Basilic Fistula Versus Radiocephalic Fistula for Maintenance Hemodialysis Access. *Vasc Endovascular Surg.* 2017;51(7):466–9.
11. Anaya-Ayala JE, Younes HK, Kaiser CL, et al. Prevalence of variant brachial-basilic vein anatomy and implications for vascular access planning. *J Vasc Surg.* 2011;53(3):720–4.
12. Voorzaat BM, Janmaat CJ, van der Bogt KEA, et al. Patency Outcomes of Arteriovenous Fistulas and Grafts for Hemodialysis Access: A Trade-Off between Nonmaturation and Long-Term Complications. *Kidney360.* 2020;1(9):916–24.
13. Ladenheim ED, Lulic D, Lum C, et al. First-week postoperative flow measurements are highly predictive of primary patency of radiocephalic arteriovenous fistulas. *J Vasc Access.* 2016;12;17(4):307–12.

7.1 ZÁKLADNÍ POJMY A PARAMETRY

Pro sledování funkčnosti podkožního cévního přístupu je k dispozici několik měřitelných fyzikálních parametrů – tlaky v mimotělním krevním obvodu, resp. ve vlastním cévním přístupu, recirkulace a průtok krve cévním přístupem. Tyto parametry se liší jak způsobem měření, resp. stanovení, tak i vypovídací hodnotou o stavu cévního přístupu. Ta je z hlediska jejich využitelnosti k hodnocení stavu cévního přístupu dána především citlivostí parametru vůči případnému rozvoji stenózy jako nejčastější příčiny jeho malfunkce.

7.1.1 Tlaky v mimotělním obvodu a v cévním přístupu

Tím nejjednodušším parametrem jsou **dynamické tlaky v mimotělním obvodu**, jmenovitě tlak před krevní pumpou (PA), někdy označovaný jako „arteriální“, a tlak návratový, měřený ve „venózním“ váčku a označovaný proto jako „venózní“ (PV), oba zpravidla měřené a zobrazované na dialyzačním přístroji. Výraz „**dynamické tlaky**“ označuje hodnoty PA a PV při běžící krevní pumpě. V takovém případě jsou PA i PV dány součtem tlakového úbytku podél krevní cesty od místa měření tlaku k jehle (20–40 mmHg), tlakového úbytku na jehle (50–150 mmHg podle průsvitu a délky jehly a hodnoty QB) a tlaku ve vlastním cévním přístupu [u nativních píštělí (AVF) 10–20 mmHg, u umělohmotných cévních protéz (AVG) výrazně více]. Tlak v cévním přístupu bývá v literatuře označován jako **PIA** (pressure intraaccess). Někdy také jako **tlak statický**, protože jeho hodnotu lze zjistit z údaje na tlakovém snímači PA nebo PV při zastavené krevní pumpě. Hodnotu zobrazenou na přístroji [PA(QB = 0) nebo PV(QB = 0)] je ale v tomto případě nutno zvýšit o tlakový offset (P_{DH}) daný výškovým rozdílem



Obr. 7.1 Průběhy tlaků podél cévního přístupu u nativních arteriovenózních zkratků (AVF) a zkratků s umělohmotnou cévní protézou (AVG), upraveno podle [2] (nPIA na ose y označuje hodnotu PIA v daném místě cévního přístupu vztaženou na tlak v přívodné tepně)

■ **Tabulka 7.1** Rozložení výskytu stenóz podle lokalizace a podle typu cévního přístupu [3]

Lokalizace stenóz	Přívodná tepna	Arteriální anastomóza	Juxta-anastomoticky	Mezi jehlami	Odvodná žíla	Centrální žilní systém
AVF na předloktí	6 %	–	49 %	19 %	18 %	8 %
AVF na paži	–	–	17 %	22 %	55 %	6 %
AVG	–	4 %	–	3 %	85 %	8 %

(DH) mezi hladinou krve ve vácku, na který je připojen tlakový snímač, a úrovní cévního přístupu [1].

$$PIA \text{ (mm Hg)} = P(QB=0) + P_{DH} \quad [1]$$

$$\text{kde } P_{DH} = 0,76 * DH \quad [2]$$

Vztah (2) je vlastně pouze ekvivalentním vyjádřením tlaku jako délky sloupce krve a rtuti. Při dosažení hodnoty DH v cm vychází P_{DH} v mm Hg. Hodnotu PIA lze takto stanovit v místě vpichu „arteriální“ i „venózní“ jehly. Zatímco u AVF bez stenóz je PIA nízký a od anastomózy k odvodné žile klesá už jen velmi málo, u AVG je výrazně vyšší a jeho hodnota se v závislosti na místě zavedení jehly od arteriální anastomózy k anastomóze venózní výrazně mění (obr. 7.1).

U AVF představuje PIA jen velmi malou část dynamických hodnot PA, resp. PV, proto je případná stenóza málo ovlivní. U AVG bude vliv stenózy na hodnoty PA a PV o něco vyšší. S rozvojem stenózy se navíc mění hodnota PIA vždy jen v části cévního přístupu proti proudu od místa stenózy. Zda se tato změna projeví na hodnotě dynamického PA nebo PV, proto závisí na místech zavedení obou jehel vůči místu stenózy. Místo vzniku stenózy u AVF se liší v závislosti na lokalizaci zkratu. U AVF na předloktí je nejčastější stenóza juxta-anastomotická (do 2 cm od arteriální anastomózy po směru toku) s výskytem kolem 50 %. U AVF na paži je naopak přibližně 60 % stenóz lokalizováno ve výtokovém traktu. Pro AVG je typické místo stenózy žilní anastomóza – kolem 85 %, do 1 cm od venózní anastomózy po směru toku cca 11 %. Výskyt stenóz podle lokalizace je znázorněn v tabulce 7.1 [3].

Malý podíl hodnoty PIA a jeho změn s rozvojem stenózy je spolu s variabilním výskytem stenóz podél celého přístupu důvodem obecně nízké spolehlivosti dynamických hodnot PA, resp. PV, jako ukazatelů rostoucí stenózy u AVF. U AVG je naopak spolehlivost rostoucí hodnoty PV jako indikátoru rozvíjející se stenózy výrazně vyšší.

Citlivějším ukazatelem, než je dynamický PV, je samozřejmě statický tlak PIA, resp. hodnota PIA, vztažená na střední arteriální tlak MAP (PIA/MAP,

někdy označovaný jako VARP [4]), protože MAP je hlavním fyziologickým faktorem, od něhož se odvíjí tlak v celém vaskulárním systému, tedy i v cévním přístupu. Obdobně je při problémech v přítokové části cévního přístupu citlivějším ukazatelem než sama dynamická hodnota PA absolutní hodnota PA vztažená na průtok krve mimotělním obvodem (IPAI/QB), někdy označovaná jako AAPR [5]). Skupina kolem Frinaka a Besaraba dokonce vytvořila software pro komercializované vyhodnocování VARP a AAPR jak během jedné dialýzy, tak v průběhu delšího časového období (Vasc-Alert). Na základě statistického vyhodnocení většího množství dat stanovila i hodnoty VARP a AAPR indikující přítomnost stenózy v proximální části přístupu (VARP > 0,55) nebo v části distální (AAPR > 0,5) [4–6].

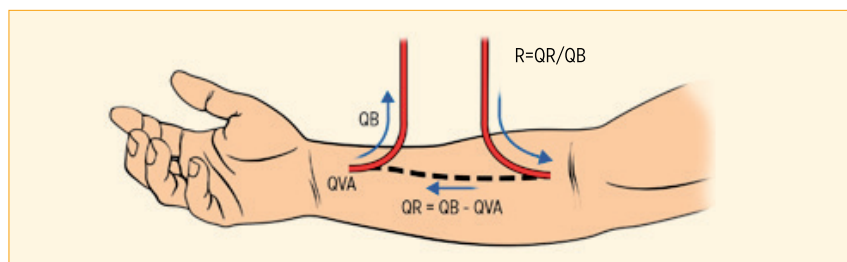
7.1.2 Recirkulace

Recirkulací se rozumí přimíchávání očištěné krve vrácené z dialyzátoru do cévního přístupu „venózní“ jehlou zpět do „arteriální“ jehly, aniž by krev předtím prošla tělesnými tkáněmi a opět se nasýtila katabolity, které se z ní v dialyzátoru odstranily. K **recirkulaci v cévním přístupu** dochází tehdy, když je průtok krve cévním přístupem (QVA) menší než průtok odebíraný krevní pumpou do mimotělního obvodu (QB). Rozdíl mezi hodnotou QB a QVA představuje recirkulující frakci (QR) průtoku krve mimotělním obvodem, která se bere z očištěné krve vrácené do přístupu „venózní“ jehlou (obr. 7.2).

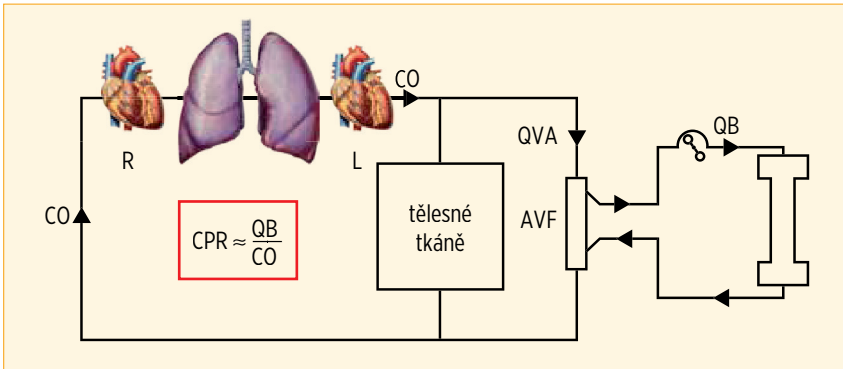
Kvantitativně se recirkulace vyjadřuje poměrem oné recirkulující frakce QR k celkovému průtoku mimotělním obvodem QB (QR/QB), buď jako desetinné číslo, nebo v procentech (po vynásobení 100).

$$R = QR/QB \quad \boxed{3}$$

Protože přimíchávání vrácené krve s nízkou koncentrací katabolitů snižuje jejich koncentraci v krvi nasávané do „arteriální“ jehly, snižuje se koncentrační gradient na membráně dialyzátoru, a tedy clearance dialýzy (nikoli clearance dialyzátoru, která je dána jen hodnotami průtoku krve a dialyzačního roztoku dialyzátorem!). Recirkulace v cévním přístupu a její negativní dopad na účinnost



Obr. 7.2 Recirkulace v cévním přístupu při $QVA < QB$



Obr. 7.3 Schematické znázornění vzniku kardiopulmonální recirkulace

dialýzy byl znám již v 70. letech [7], tedy asi deset let po zavedení chronické hemodialýzy do klinické praxe. Protože v té době neexistovalo zařízení schopné recirkulaci měřit, využívalo se k jejímu stanovení právě odlišné koncentrace nějakého dialyzovaného katabolitu (zpravidla urey nebo kreatininu) v krvi na vstupu dialyzátoru (CA) a v krvi přicházející z přívodné arterie do cévního přístupu (CS), a dále koncentrace katabolitu v krvi vracené z dialyzátoru (CV). Při recirkulaci v cévním přístupu, kdy je $QVA < QB$, platí, že množství katabolitu protékající „arteriální“ jehlou do mimotělního obvodu ($QB \times CA$) je dáno součtem jeho množství v nasávaném průtoku systémové krve ($QVA \times CS$) a množství v recirkulující frakci ($QR \times CV$):

$$QB \times CA = QVA \times CS + QR \times CV \quad [4]$$

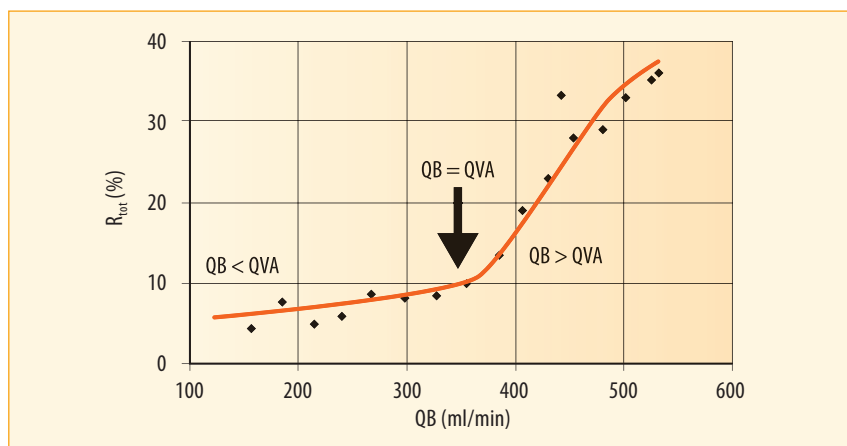
Za předpokladu, že $QR = QB - QVA$ pak lze rovnice (3) a (4) sloučit a vyjádřit R jako funkci koncentrací CA, CS a CV:

$$R = (CS - CA)/(CS - CV) \quad [5]$$

„Drobnou vadou“ tohoto postupu stanovení R byla skutečnost, že dával malé nenulové hodnoty R i u cévních přístupů s evidentně vysokým průtokem, kde žádná recirkulace být nemohla. Tuto podivnost se podařilo vysvětlit až v roce 1992 „objevem“ **kardiopulmonální recirkulace (CPR)** [8]. Její vznik je zřejmý z obr. 7.3. Malá část očištěné krve se z „venózní“ jehly po smísení se systémovou krví v centrálním žilním systému dostává zpět do „arteriální“ jehly přes kardiopulmonální obvod pacienta dříve, než projde periferními tkáněmi, a to bez ohledu na velikost QB vůči QVA. Velikost CPR je přibližně dána poměrem průtoku krve mimotělním obvodem (QB) a minutového srdečního výdeje (CO):

$$CPR \approx QB/CO \quad [6]$$

Pohybuje se tedy mezi 5 a 15 % a při dialýze na AV-spojku se jí nelze vyhnout. Také ona, stejně jako recirkulace v cévním přístupu, snižuje účinnost dialýzy, jen



Obr. 7.4 Celková recirkulace jako funkce průtoku mimotělním obvodem [9]

zpravidla v menší míře. Nedochází k ní pouze při dialýze na centrální žilní katétr (za předpokladu, že pacient již nemá současně založen podkožní AV-zkrat).

Průchod krve vrácené „venózní“ jehlou z mimotělního obvodu celým kardiopulmonálním obvodem trvá jen několik desítek sekund. Pokud se tedy recirkulace měří metodou, při které je čas měření delší než doba tohoto tranzitu, je výsledkem **celková recirkulace** (R_{celk}), tj. součet recirkulace v cévním přístupu (R_{CP}), je-li přítomna, a recirkulace kardiopulmonální (CPR):

$$R_{\text{celk}} = R_{\text{CP}} + \text{CPR} \quad [7]$$

Závislost R_{celk} na průtoku krve mimotělním obvodem (QB) a vztah obou typů recirkulací je dobře vidět na obr. 7.4, kde byla u cévního přístupu s relativně nízkou hodnotou $QVA = 350 \text{ ml/min}$ měřena recirkulace (R_{celk}) pomalou termidiluční metodou při postupném zvyšování průtoku mimotělním obvodem (QB) [9] (R_{tot} na ose y obrázku je anglický ekvivalent R_{celk}).

Pro hodnoty $QB < QVA$ byla celková naměřená recirkulace rovna jen hodnotě CPR. Ta se s rostoucí hodnotou QB zvyšuje jen pomalu. Od okamžiku dosažení $QB = QVA$ se k CPR začala přidávat i recirkulace v cévním přístupu, jejíž závislost na QB je výrazně strmější.

Z prostého faktu, že recirkulace snižuje účinnost dialýzy, již vyplývá, že je sama o sobě jako ukazatel stavu cévního přístupu nevyhovující, protože nesplňuje podmínku detekce zhoršujícího se stavu přístupu dříve, než začne účinnost dialýzy negativně ovlivňovat. Ostatně už v prvních směrnicích pro péči o cévní přístupy [10] se v G12 uvádí, že jakákoli, tj. nenulová recirkulace, je abnormalitou. Stenózu v oblasti mezi zavedenými jehlami nelze navíc pomocí recirkulace zachytit vůbec. Ale měření recirkulace v invertovaném zapojení („arteriální“ set napojen na „venózní“ jehlu a „venózní“ set na jehlu „arteriální“) našlo skvělé využití při stanovení průtoku krve cévním přístupem – viz dále.



Obr. 7.7 Ultrazvukové diluční měření průtoku krve cévním přístupem (QVA) z nucené recirkulace (zleva doprava – ultrazvuková čidla na „arteriálním“ a „venózním“ krevním setu, vlastní přístroj HD03, zobrazení obou dilučních křivek s vypočtenou hodnotou QVA

7.3.1 Ultrazvukové diluční měření

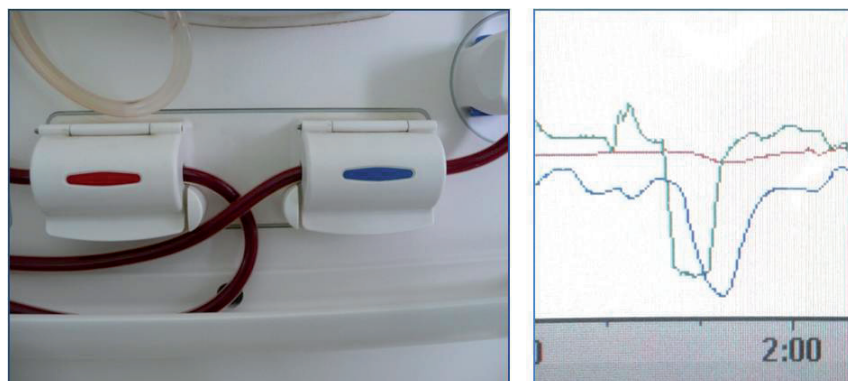
Ultrazvukové diluční měření QVA na bázi recirkulace při invertovaném zapojení vyvinul jako první metodu použitelnou „u lůžka“ N. Krivitski u firmy Transonic. Zařízení měří diluční křivky ultrazvukovými čidly, uchycovanými na arteriální i venózní set hned za napojením na jehly, vyvolané rychlou infuzí malého objemu fyziologického roztoku do venózního váčku přímo při hemodialýze. Jako první zaznamená diluční křivku (naředění krve) venózní čidlo a při recirkulaci v cévním přístupu se nižší diluční křivka vzápětí objeví i na arteriálním čidle. Recirkulace je dána poměrem ploch obou dilučních křivek. Vzhledem k rychlosti měření je měřena výhradně recirkulace v cévním přístupu. Pokud se měří v invertovaném zapojení, přístroj sám vyhodnotí podle vztahu (10) i hodnotu QVA (obr. 7.7).

Přesnost měření je vysoká, proto se v oblasti stanovování QVA pokládá metoda obecně za referenční. Obdobným způsobem přístroj dokáže změřit i minutový srdeční výdej (CO). Při tomto měření je potlačena první diluční křivka na arteriálním čidle a využije se až druhá s odstupem několika desítek sekund, odpovídající kardiopulmonální recirkulaci. Hodnotu CO pak přístroj spočítá z hodnoty CPR a z hodnot průtoku krve cévním přístupem a mimotělním obvodem.

Metoda se začala šířeji využívat poté, co byla nejprve ověřena její spolehlivost a přesnost ve stanovení QVA vůči dopplerovskému měření [30,31] a později ekvivalentnost obou metod v záchytu stenóz [32].

7.3.2 Termodiluční měření recirkulace a stanovení QVA

Velmi dobře lze využít ke stanovení QVA termodiluční měření recirkulace. To umožňuje teplotní modul (BTM – blood temperature monitor), který je integrální součástí dialyzačních přístrojů firmy Fresenius přibližně od poloviny 90. let. Princip měření je následující: dvěma čidly, do kterých se zakládá hadička arteriálního a venózního setu, se neinvazivně přes stěnu hadičky měří teplota krve přicházející od pacienta a teplota krve, která se pacientovi z dialyzátoru vrací. Při měření recirkulace přístroj na chvíli vypne ohřev dialyzátu, takže jeho teplota skokově klesne (cca o 2 °C). Tento pokles se v dialyzátoru přenes



Obr. 7.8 Teplotní modul BTM dialyzačního přístroje 5008 Fresenius – vlevo teplotní čidla se založenými hadičkami mimotělního obvodu, vpravo průběh teplot při vlastním měření recirkulace: teplota dialyzačního roztoku (zelená křivka), teplota krve ve venózním čidle (modrá křivka) a teplota v čidle arteriálním (červená křivka)

na procházející krev a první ho zaznamená venózní čidlo. V přítomnosti recirkulace se pak s malým zpožděním objeví mírné snížení teploty i na čidle arteriálním (obr. 7.8).

Modul byl primárně určen k vyhodnocování tepelné bilance, při které je měření recirkulace využíváno ke korekci teploty krve udávané arteriálním čidlem na skutečnou tělesnou teplotou pacienta [33]. Ale po publikaci Krivitského o možnosti stanovení QVA z hodnoty recirkulace při invertovaném zapojení bylo logické využít ho i pro tuto původně neplánovanou funkci [34]. Díky řádově několikaminutovému trvání měření však měří modul celkovou recirkulaci, tj. součet recirkulace v cévním přístupu (R_{CP}) a kardiopulmonální recirkulace (CPR). Lze takto měřit jak recirkulaci při normálním, tak i při invertovaném zapojení jehel. Výpočet QVA je poté třeba udělat manuálně. Použití jednoduché rovnice Krivitského (10) odvozené výhradně pro recirkulaci v cévním přístupu ale není zcela korektní, protože v té značí R_X pouze recirkulaci v cévním přístupu, zatímco termofiluční měření dává recirkulaci celkovou ($R_{celk}X$). Dosadíme-li ji do původní rovnice (10), bude vycházet hodnota QVA (rovnice 12) mírně podhodnocená.

$$QVA = QBX(1/R_{celk}X - 1) \quad [12]$$

Přesná rovnice, která v sobě pro zohlednění kardiopulmonální složky zahrnuje i recirkulaci při normálním zapojení, je výrazně složitější [35]:

$$QVA = (QBX - UFR)(1 - R_{celk}X)QB(1 - R_{celk}) / [R_{celk}X(1 - R_{celk})QB - R_{celk}(1 - R_{celk}X)(QBX - UFR)] \quad [13]$$

(UFR označuje rychlost ultrafiltrace v ml/min, QB, resp. QBX, a R_{celk} , resp. $R_{celk}X$, průtok krve mimotělním obvodem a celkovou recirkulaci při normálním

a invertovaném zapojení jehel). Při nulové recirkulaci v cévním přístupu při normálním zapojení jehel a shodné hodnotě průtoku krve mimotělním obvodem při normálním i invertovaném zapojení se vzorec sice výrazně zjednoduší,

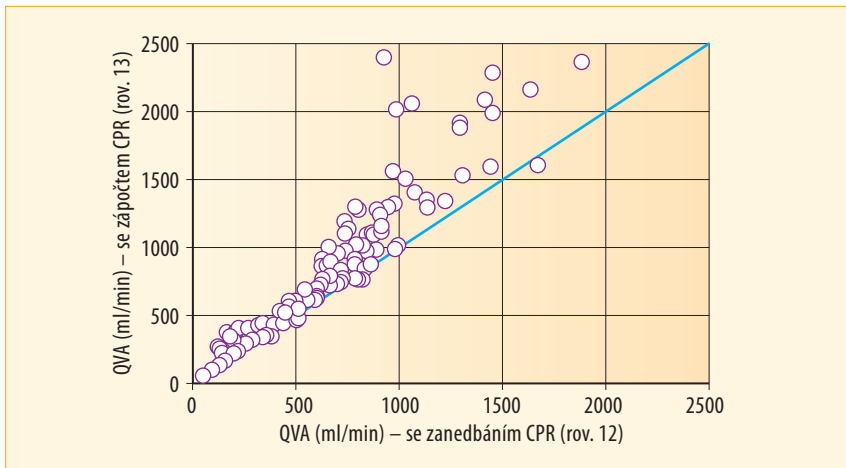
$$QVA = QB \cdot (1 - R_{celk}X) / (R_{celk}X - R_{celk}) \quad [14]$$

ale zůstává i nadále složitější než vztah (10, resp. 12). Je také citlivější na odchylky a chyby v měření, zejména nízké recirkulace při normálním zapojení. Srovnání hodnoty QVA počítané pomocí vztahů (12) a (14) ukazuje v oblasti malých průtoků velmi dobrou shodu. Teprve při hodnotách QVA nad cca 500–600 ml/min se při použití vztahu (12) začíná projevovat podhodnocení (obr. 7.9). Vzhledem k tomu, že cílem hodnocení QVA je však v první řadě záchyt nízkých průtoků, jeví se použití jednoduššího vzorce (10) opodstatněné a přijatelné [36].

Pro zjednodušené stanovení QVA z $R_{celk}X$ lze rovnici (12) převést do podoby grafu, ze kterého je možné hodnotu QVA odečíst bez potřeby výpočtu (obr. 7.10).

V informačním systému Nefris, který umožňuje přímé načítání dat z připojených dialyzačních přístrojů a který používá řada českých dialyzačních pracovišť, je možné nastavit automatické provádění výpočtu QVA z hodnot naměřené recirkulace (pozn. aut.).

Na dialyzačních přístrojích řady 5008 a 6008 trvá v důsledku většího objemu dialyzační cesty měření recirkulace asi o tři minuty déle než na starších přístrojích 4008 Fresenius (pozn. aut.).



Obr. 7.9 Korelace hodnot QVA stanovených jednoduchým vzorcem (12) (na ose x) a hodnot stanovených korektním vztahem (13), resp. (14) (na ose y)

REJSTŘÍK

A

- agregometrie 342
- albuminurie 82
- alergická reakce
 - na hmyzí bodnutí 134
 - na kontrastní látku 259, 260, 312
- alergie, polyvalentní 243
- Allenův test pro AV zkrat 14
- alternativní žíla 177
- analgezie
 - pooperační 79
 - – kontinuální 71
 - u bolestivých výkonů typu PTA 79
- analosedace u cévních přístupů 69
- anamnéza 15, 89
 - alergická 123, 158
 - – reakce na kontrastní látku 243
 - anesteziologická 67
 - chirurgická 13, 15
 - – hlavní body 16
 - nefrologická 81
 - osobní 90
 - pracovní 91
 - před zavedením katétru 158
 - rodinná 90
 - zaměřená na riziko VTE 342
 - zhodnocení rizikových faktorů 91
- anastomóza 92, 107
 - arteriální 195, 247, 248, 293, 298
 - – dilatace 248
 - – proximalizace 58
 - end-to-end 23
 - end to side 33
 - end-to-side 21, 23
 - iatrogenní zúžení 49
 - infekce 46
 - – vpichu 247
 - maturace AVF 93
 - side-to-side 23
 - sutura 23
 - trombóza 48
 - ultrazvukové vyšetření 107, 295, 308, 310
 - u pacientů s hypertenzí 20
 - u pacientů s hypotenzí 21
 - založení 27
 - žilní 37, 39, 111, 195, 295
- anestezie
 - celková 77
 - intravenózní, totální 69
 - jako senzitivní příznak 336
 - lokální 258
 - – infiltrační 68
 - regionální 69, 70
 - – a hemokoagulace 77
 - u cévních přístupů 66
 - výběr možností 68
- anesteziolog
 - úkoly v časném pooperačním období 79
- aneurysma 292 viz též pseudoaneurysma
 - asymptomatické 136
 - AV fistule 51, 294
 - nativního AV zkratu 135
 - symptomatické 137
- aneurysmorafie 54
- angiografie cévního přístupu 241
 - alternativní postupy 260
 - embolizace odvodné žíly zkratu 250
 - indikace a kontraindikace 243
 - ischemie ruky 249
 - komplikace 259
 - následná péče 258
 - nativní zkraty 245
 - provedení 245
 - strategie postupu podle typu zkratu 245
 - trombóza zkratu 249
 - volba užitého materiálu a léčiv 251
 - zhodnocení výsledku 258

- zkratky s umělou cévní protézou 247
- antiagregační terapie 316
 - u ESRD 320
- antibiotika 332
 - nefrotoxická 87
 - profylaktické dávky 123
 - systémové podání 170
- antikoagulační terapie 317
 - u ESRD 321
- antikoagulans 258
- antitrombotické léky u pacientů s ESRD 319
- aplikace Actilyse 169
- area metoda 95
- arteriotomie 27
- arteriovenózní (AV) protéza, katétr 332
- arteriovenózní (AV) zkrat
 - a srdce 143
 - bezpečná hranice průtoku 150
 - distální radiocefalický 111
 - distální ulnobazilický 30
 - duplexní dopplerovská ultrasonografie 273
 - farmakologická prevence uzávěru 315
 - hyperfunkční 59, 298
 - nativní 25
 - – aneurysma 51
 - – DUS 304
 - – infekce 46
 - – na dolní končetině 34
 - – na horní končetině 26
 - trombotický uzávěr 249
 - USG kritéria zralého zkratu 288
 - v kubitě 30
 - vysokoprůtokový 138, 148
 - – management 149
 - – založení
 - – endovaskulárním přístupem 92
 - – indikační protokol 22
 - – obecná pravidla 13
- arteriovenózní fistule 12
 - historie 12
 - maturace 93
- aterosklerotické pláty 283

B

- balonková angioplastika 251
- balonkový katétr 253

- bandáž zkratu za anastomózou 58
- berle 20
- bifurkace a. brachialis
 - vysoká 281
 - vysoká, nepoznaná 109
- brachiální plexus 71
- brachiobazilický zkrat s transpozicí na paži 32

C

- celková anestezie viz anestezie, celková
- celková recirkulace viz recirkulace, celková
- centrální žilní katétr(y)
 - akutní selhání ledvin 156
 - fyzikální parametry funkčnosti 230
 - chirurgická implantace katétru do pravé síně 191
 - chronické selhání ledvin 156
 - infekce 170
 - katetrizace 160
 - – vena femoralis 164
 - – vena jugularis interna 160
 - katétr pro dlouhodobé použití 161
 - mechanické poškození 171
 - monitorování
 - – funkce 173
 - – stavu 230
 - odstranění tunelovaného katétru 165
 - péče o katétry 172
 - použití 155
 - pro dialýzu 151
 - výběr žíly 157
 - výměna tunelovaného katétru 164
 - vyšetření před výkonem 158
 - zátky katétrů 172
 - zavedení 157
- cévní přístupy
 - analgesedace 69
 - angiografie 241
 - centrální žilní katétry 155
 - CT angiografie 18, 248
 - CT flebografie 18
 - časný uzávěr 49
 - duplexní dopplerovská ultrasonografie 107, 273
 - epidemiologie 84
 - farmakologická prevence uzávěru 315

- hodnocení ultrazvukem 107
- hyperkinetické 221
- infekce 45, 117
 - – diagnóza 328
- komplikace 44, 117, 289
- komplikované 34
- kontroverze a nejasnosti 228
- metody měření průtoku 104, 204, 302
- monitorace 97, 193
 - nestandardní 176
 - – transhepatický přístup 185
 - – translumbální 181, 182
 - – transrenální 185
- podkožní, hodnocení stavu 216
- pravidelné hodnocení 216, 223
- protetický AV zkrat 36
- průtok krve 199
- sedace 69
- směrnice a doporučení 200
- specializovaná péče 44, 92
- specializovaný tým 88
- surveillance 103
- techniky měření 204
- trombóza 48
- umělé 37
- volba ukazatele stavu 216
- volba z hlediska srdce 147
- výběr 91
- založení 13
- cévy krku 161
- cilostazol 317
- Critline 209
- CT flebografie a CT angiografie 18
- cutting baloon 254

Č

- časové odstupy hodnocení QVA 217

D

- dehiscence operační rány 171
- diabetes mellitus 90
 - kompenzace 84
- diagnostický katétr 252
- diagnóza infekce cévního vstupu/
zkratu 328
- dialýza *viz též* hemodialýza
 - antikoagulace 324

- bezprostřední provedení 259
- cestou žilního katétru 89
- jednojehlová 228
- monitorace cévního přístupu 98
- paliativní 86
- peritoneální 12, 86
 - – kontinuální ambulantní (CAPD) 156
- predialýza 287
- dialyzační katétr 19
- dialyzační přístup a srdce 143
- Diascan 211
- distal revascularization and interval
ligation (DRIL) 59
- doporučení pro pacienta při
propuštění 43
- dopplerovská ultrasonografie 273
 - doporučení 274
 - indikace 276
 - indikace k založení endoAVF 24, 269
 - mapování 277
 - měření průtoku zkratem 302
 - měření QVA 104, 204, 212, 302
 - – při proměnné hodnotě QB 213
 - po transplantaci ledviny 310
 - při komplikacích cévních zkratů 289
 - sonograficky navigovaná PTA 310
 - srovnání fyzikálního vyšetření cév 279
 - tepen a žil HK 17
 - vyšetření cév před endoAVF 286
 - vyšetření tepen 280
- dynamické tlaky v mimotělním
obvodu 194

E

- edukační pohovor v predialyzační
ambulanci 88
- ejekční frakce 14
- embolizační materiál 257
- endoAVF 24, 262
 - indikace k založení endoAVF 269
 - komplikace 269
 - sledování 268
- endovaskulární intervence 242
- enoxaparin 322
- ePTFE protéza 37
- Evropská společnost pro cévní přístup,
Vascular Access Society 276

F

- faktory ovlivňující průtok dialyzačním zkratem 144
- farmakologická prevence uzávěru AV zkratu
 - aktuální doporučení 316
 - významné studie 316
- femorální žíly 181
- fibrinový obal 169
- fistulografie 241 viz též angiografie cévního přístupu
- flebografie žilního systému 18
- fondaparinux 323, 324
- formalizovaný systém monitoringu CŽK 234
- foveola radialis 27
- fyzikální vyšetření 15
 - AVF 98
 - – palpační 100
 - – pohledem 99
 - – poslechové 102
 - monitorace cévních přístupů 97, 274
 - na výtokovou stenózu 131
 - před dialýzou 98

G

- glomerulární filtrace (GFR) 82
 - a warfarin 321
 - kritérium pro založení AVF 89
 - měření 82
 - odhadovaná 82
 - v hodnocení CKD 82
- graft
 - AV 111
 - degradace stěny 55
 - HeRO 177
 - – implantace 189
 - infekce 122
 - odstranění z arteriální anastomózy 46
 - operace 37
 - protetický 40, 88
 - – infekce 45
 - průběh 40
 - pseudovýduť 50
 - riziko trombotických komplikací 48
 - směr toku krve 39
 - stentgraft 256

- trombóza 317
- umístění 36
- UZ měření průtoku 108
- vhojování 50

H

- hematom a krvácení 50, 127, 260, 290
- hemodialýza 86
 - domácí 86
 - nedostatečně adekvátní 48
 - změna cirkulačních parametrů 123
- hemokultivace 329
- heparin 27
- hodnocení katetrizačního programu 234
- hormonální antikoncepce 342
- hyperfunkční zkrat 59, 298
- hyperhydratace 148
- hyperkinetické cévní přístupy 221
- hyperplazie
 - intimální 48
 - neointimální 36, 110
- hypertenze
 - arteriální 83, 90
 - žilní 61, 133, 299

Ch

- chronické onemocnění ledvin 81
 - epidemiologická data 84
 - klasifikace 82
 - konzervativní léčba 86

I

- implantace HeRO graftu 189
- indikace k založení AV zkratu 13
- individualizace AV zkratu 19
- infekce 45, 117
 - klinický průběh 119
 - patogeneze 118
 - predisponující faktory 121
- infekční endokarditida 145
- infekční fokusy 18
- infekční komplikace AVF 298
- informovaný souhlas 160
- „inside out“ kanylace centrální žíly 185
- insuflační zařízení 255
- intervenční výkony
 - alternativní postupy 260

- lokální komplikace 260
- při poklesu průtoku 218
- užitý materiál a léčiva 251
- intimomediální šíře 281
- iontová dialyzance 210
- ischemická choroba srdeční 146
- ischemická monomelická neuropatie 63, 138, 299
- ischemie končetiny 56
 - ischemie ruky 298
 - se zkratem 146
- ischemie, vzdálená 146

J

- jehla 93
- jodová kontrastní látka 243
- jugulární žíla 178

K

- kanyla 251
- kanylace endoAVF 95
- kardiopulmonální recirkulace 155, 197
- kardiostimulátor/defibrilátor 19, 158
- kardioverter-defibrilátor 158
- katétr
 - arteriální 68
 - centrální žilní viz samostatné heslo
 - dialyzační, tunelizovaný 69
 - dvoucestný 153
 - pro kontinuální pooperační analgezií 71
 - průtoková charakteristika 231
 - tunelizovaný 76
- ketamin 79
- knoflíková metoda (button hole) 95
- kolaterální a ostatní malé žíly 181
- komplexní medicínský přístup 107
- komplikace
 - anesteziologických technik 78
 - AV zkratů 44
 - centrálního žilního katétru 165
 - – akutní 166
 - – chronické 168
 - dialyzačního zkratu 117
 - kardiovaskulární 145
- kontrastní látka 258
 - alergická reakce 243, 259, 260, 312
 - alergie 270, 273

- neionická a nízkosmolární 258
- kontrastní nefropatie 259
- krevní ztráty 78
- krvácení viz hematoma a krvácení
- kyselina acetylsalicylová 79

L

- lékové balonky 255
- lokální anestetika 69, 76
- loketní nerv 62
- lymfatický otok 134

M

- maturace cévních zkratů 288
- mediokalcinóza tepen 21, 282
- měření
 - průtoku 104, 302
 - QVA
 - – normální výsledky 223
 - – u lůžka 214
 - v neúmyslně invertovaném zapojení 225
- metoda
 - „on-line“ 114
 - teplotních gradientů 208
- midazolam 79
- mid-humerální blok 70
- mikrobiologické vyšetření u dialyzačního přístupu 328
- mikrobiota 123
 - alterace 119
- monitorece
 - cévních přístupů 97, 193
 - CŽK, existující směrnice a doporučení 233
 - v průběhu výkonu 68

N

- náhrada funkce ledvin 81
 - možnost volby pacientem 85
- Nefris 207
- nefrologická zpráva chirurgovi 89
- nefrotoxická medikace 84
- neointimální hyperplazie viz hyperplazie, neointimální
- nervy horní končetiny 62
- nestandardní cévní přístupy 176

neuropatická bolest 338
 neuropatie 335
 – diabetická 335
 – ischemická monomelická 63, 138, 299
 – kompresivní
 – – syndrom karpálního tunelu 336
 – – syndrom kubitálního kanálu 339
 – periferní 335
 nevolnost 79
 nízkobílkovinná dieta 84
 nízkomolekulární heparin 135
 nízkoprofilové instrumentárium 256

O

obezita 20
 odvodná žíla 108
 omega-3 nenasycené mastné
 kyseliny 317
 ondansetron 79
 opioidy 69
 – lipofilní 69
 – slabé 79
 – ultrakrátké 78, 79
 optodiluční a optokoncentrační
 měření 209
 oslabení jedné z končetin 20
 otok končetiny 61, 98
 – diferenciální diagnostika 135
 – izolovaný 100
 – s AV zkratem 134

P

paliativní dialýza 86
 parametry ovlivňující účinnost
 dialýzy 93
 péče o cévní přístup 92
 periferní neuropatie u chronicky
 dialyzovaných pacientů 335
 perkutánní transluminální angioplastika
 (PTA)
 – indikace 244
 – kontraindikace 244
 PIA (pressure intraaccess) 194
 plicní hypertenze 145
 plně implantabilní dialyzační porty 155
 pneumotorax 167
 point-of-care ultrasonografie 106, 275
 polyuretan/polykarbonát 153

poměr albumin/kreatinin 82
 pooperační nevolnost a zvracení (PONV
 syndrom) 79
 pooperační péče 41
 poranění periferního nervu 62
 pracovní anamnéza 91
 prasugrel 320
 pravidlo šesti 93, 277
 predialýza 88, 287
 propíchnutí zadní stěny zkratu 51
 protetické zkraty 36
 – a DUS 305
 – infekce 46
 – loop zkrat 39
 – na dolní končetině 40
 – na horní končetině 37
 – na hrudníku 40
 – přímé
 – – na paži 39
 – – na předloktí 37
 protéza 36
 protialergická příprava 243
 proudění
 – nízkoodporové 295, 304
 – vysokoodporové 281, 295
 předoperační vyšetření 15
 přidružená onemocnění
 u hemodialyzovaných pacientů 84
 přímá orální antikoagulancia 321
 příprava pacienta před anestezíí 67
 – informovaný souhlas 67
 – předanestetické vyšetření 67
 – u dětí 68
 přírodní tepna 107
 pseudoaneurysma 55, 120, 137, 291 viz
též aneurysma
 punkce arterie 167

Q

QVA – průtok krve cévním
 přístupem 204
 – a srdeční objem 221
 – časové odstupy hodnocení 217
 – duplexní dopplerovské měření 212
 – konduktometrické měření 211
 – metoda teplotních gradientů 208
 – optodiluční a optokoncentrační
 měření 209

- stanovení z hodnot iontové dialyzance 210
- termodiluční měření 205
- ultrazvukové diluční měření 205

R

radiocefalický zkrat

- na zápěstí či předloktí 28
 - proximální 30
 - s transpozicí v. cephalica na předloktí 30
 - s užitím dorzální větve v. cephalica 28, 285
 - ve foveola radialis 26
- recidivující dysfunkce AV zkratu 110
- recirkulace 194, 196
- celková 198
 - duplexní dopplerovské měření 212
 - kardiopulmonální 155, 197
 - metoda teplotních gradientů 208
 - močoviny 48
 - negativní dopad na účinnost dialýzy 199
 - optodiluční a optokoncentrační měření 209
 - při použití CŽK 230
 - stanovení QVA z hodnot iontové dialyzance 210
 - techniky měření a průtoku krve cévním přístupem 204
 - termodiluční měření 205
 - ultrazvukové diluční měření 205
 - v cévním přístupu 196, 198

regionální anestezie viz anestezie, regionální

remifentanil 79

reokluze 319

re-sedace 69

restenóza 219

revision using distal inflow (RUDI) 58

rizikové faktory pomalé maturace zkratu 26

rovnice MDRD 82

S

samouzavírací konektory 236

sedace 69, 79

– prodloužená 69

sheath 246, 249, 251

– criss-cross 249

silikon 154

sledování rizikových pacientů s CKD 83
směrnice a doporučení o cévních přístupech 200

sonograficky navigovaný výkon 261

spasmus viz těž vazospasmus

– cév při ošetřování dialyzačních zkratů 258

– vena cephalica 116

srdeční arytmie 167

srdeční objem 221

srdeční selhání 81, 145

– hyperkinetické 149

srdeční výdej 205

– nízký 49

– ovlivňující parametry 108

statický tlak 194, 201

stav cévního přístupu 193

steal syndrom 56, 57, 100, 123

stenóza 48, 111, 195, 293

– akutní dekompenzace 295

– asymetrická 295

– – planimetrické procentuální hodnocení při DUS 296

– centrálních žil 61, 169

– dysfunkční hypotéza 130, 200

– fyzikální vyšetření 102, 103

– hemodynamicky významná 295

– indikace PTA 246

– mimo oblast zavedení jehel 225

– na zkratu 110

– periferních tepen

– – dopplerovská kvantifikace 283

– schéma surveillance AVG 297

– u nativních zkratů 131

– – juxta-anastomoticky 131, 195, 293

– u protetických zkratů 132

– – definice hemodynamicky významné stenózy 297

– v oblasti mezi oběma vpichy 225

stent 255

stentgraft 256

stěr z „exit site“ 332

strategie založení AV zkratu 13

Surfacer 187

surveillance cévního přístupu 103, 201

- doporučení jednotlivých odborných společností 104
- s pomocí DUS 300
- svorkování cév 23
- syndrom
 - karpálního tunelu 336
 - – chirurgická terapie 338
 - – konzervativní terapie 337
 - kubitálního kanálu 339
 - žilní hypertenze 61, 133, 299
- systém
 - Ellipsys 266
 - řízení kvality 216, 234
 - WavelinQ 262

Š

šelest 102

T

- TCI (target controlled infusion) 70
- teplotní gradienty 208
- termodiluční měření 217, 225
 - chybné napojení 226
 - – zavedení každé z jehel do jiné větve rozdvojeného přístupu 226
 - recirkulace a stanovení QVA 205
 - srovnání reprodukovatelnosti jednotlivých metod měření QVA 217
 - typické nálezy 223
 - – nekomplikovaný cévní přístup 224
 - – stenóza v oblasti mezi oběma vpichy 224
 - – v neúmyslně invertovaném zapojení 225
- těžká hypertenze či hypotenze 20
- TIVA (totální intravenózní anestezie) 69
- tlaky v mimotělním obvodu a v cévním přístupu 194
- transplantace ledvin 86
- tromboembolické choroby 15
- tromboembolické komplikace 90
- trombofilie u chronicky hemodialyzovaných pacientů 340
- trombofilní riziko 342
- trombolytika 249, 258
- trombóza 48, 168, 340

U

- ultrasonografie, ultrazvuk
 - dopplerovská 273
 - ke kanylaci AV zkratu 112
 - k monitoraci maturace AV zkratu 112
 - měření krevního průtoku 108
 - point-of-care 275
 - technické a měřicí parametry 107
 - UZ diluční měření 205
 - UZ navigovaná supraklavikulární blokáda 74
- ultrazvukové vyšetření 105
 - expertní 106
 - point-of-care ultrasound 106
 - vývoj ultrazvuku 106

V

- vaskulární okludér 257
- vazodilatans 258
- vazospasmus odvodné žíly 114
- vein saving strategy 176
- vektorové zobrazování složek toku 220
- vodič 252
- vyšetření žil, dopplerovská kvantifikace 284
- vzduchová embolie 167

W

warfarin 77, 321

Z

- zahřátí pacientových rukou 114
- zánět
 - Celsovy znaky 121
 - chronický 315
 - infekce, klinické známky 328
 - lokální, v místě zkratu 243
 - systémový 117
- zobrazovací metody 17
- zvracení 79

Ž

- žádanka 248
- žebříčková metoda 94
- žilní tromboembolická nemoc 340