

SONOGRAFICKÁ DIAGNOSTIKA ONEMOCNĚNÍ TEPEN DOLNÍCH KONČETIN

MUDr. Petr Vodňanský, Ph.D.

Kardioangiologická ordinace Pardubice

Dopplerovská ultrasonografie, echo flow analýza, měření periferních systolických tlaků a index kotník/paže patří mezi základní diagnostické techniky u nemocných s onemocněním končetinových tepen. Přehledný článek shrnuje základní metodické poznámky, indikace a klinický význam jednotlivých metod.

Klíčová slova: ischemická choroba dolních končetin, dopplerovské techniky, barevná duplexní ultrasonografie.

SONOGRAPHIC TECHNIQUES IN THE DIAGNOSIS OF LIMB ARTERY DISEASES

The Doppler ultrasound, echo flow analysis, measurement of peripheral systolic pressures and ankle/brachial index are main diagnostic techniques in evaluation of patients with peripheral arterial disease. The review article summarizes basic methodology, indication and clinical usefulness of these methods.

Key words: peripheral artery obstructive disease, doppler techniques, colour coded duplex ultrasound.

Úvod

Česká republika stále patří mezi státy s nejvyšším výskytem kardiovaskulárních onemocnění, nejvyšší koronární a cerebrovaskulární mortalitou. Epidemiologická data týkající se prevalence ischemické choroby dolních končetin (ICHDK) jsou různá, je však zřejmé, že toto onemocnění se často vyskytuje i ve středních věkových skupinách. Z analýz epidemiologických studií vyplývá, že symptomy končetinové ischemie trpí asi 2 % mužů ve věku 35–44 let a 6 % mužů 45–54letých. Pokud pro detekci končetinové ischemie použijeme citlivější údaje, než je anamnéza a fyzikální vyšetření, tj. hodnotu indexu kotník/paže (ankle/brachial index, ABI) < 0,9, pak prevalence onemocnění vzrůstá 2–3×. Obliterující ateroskleróza tepen dolních končetin je často sdružena s postižením tepen v jiné oblasti – ischemická choroba srdeční se u těchto nemocných vyskytuje ve 28 % a cerebrovaskulární onemocnění v 10 %.

Klasifikace ischemické choroby dolních končetin

Klasická *funkční klasifikace ICHDK dle Fontainea* rozděluje nemocné do tříd dle výskytu klinických symptomů ischemie – rozlišuje, zda se vyskytují v průběhu tělesné zátěže či v klidu:

Stadium I – asymptomatické

V tomto stadiu je ICHDK diagnostikována pomocí fyzikálního nálezu (oslabení pulzací, přítomnost šelestů nad tepnami), průkazem poruchy perfuze (patologické hodnoty ABI) a/nebo průkazem organických změn arteriálního řečiště (aterosklerotické změny zjištěné např. při ultrasonografii). Vzhledem k dostatečné oběhové rezervě si však pacient nestěžuje na žádné obtíže.

Stadium II – intermitentní klaudikace

Zásobenění tkání kyslíkem v klidu je dostatečné (významnost okluzivního postižení je menší nebo je přísun krve zajištěn kolaterálním řečištěm), ale při tělesné zátěži (chůze, běh...) se v povodí postižené tepny rozvíjí svalová ischemie, jejímž klinickým korelátem je klaudikační bolest. Tato třída

je dále dělena na stadium IIa – klaudikační interval nad 200 metrů (m), IIb – pod 200 m a IIc pod 50 m.

Stadium III – klidové ischemické bolesti

Ischemie je závažná a způsobuje bolesti končetiny i v klidu. Dle absolutních hodnot kotníkových tlaků je stadium děleno dále na podtřídu IIIa – klidová bolest a kotníkový tlak nad 50 mmHg a IIIb – klidová bolest a kotníkový tlak pod 50 mmHg.

Stadium IV – trofické defekty, gangréna

Nejtěžší formou ICHDK je kritická končetinová ischemie, do které řadíme všechny nemocné ve stadiu IV a IIIb, tj. nemocné s klidovými bolestmi trvajících déle jak dva týdny a hodnotami distálních tepenných tlaků pod 50 mmHg a všechny nemocné s trofickými defekty či gangrénou.

Současné diagnostické postupy u nemocných s ICHDK

Stanovení diagnózy ICHDK se opírá v prvé řadě o *anamnézu* a pečlivé *klinické vyšetření*. Anamnestický údaj typických klaudikací nebo klidových bolestí dolních končetin spolu s fyzikálním nálezem oslabených či vymizelých pulzací, cévních šelestů a trofických kožních změn vedou v naprosté většině ke stanovení správné diagnózy. Na podkladě klinického vyšetření identifikujeme nemocné vyžadující další speciální diagnostické postupy. Přístrojová *neinvasivní vyšetření* indikujeme k určení hemodynamické závažnosti již potvrzeného onemocnění, k dlouhodobému sledování nemocných či k průkazu efektu revascularizačního zákroku. V primární diagnostice obliterující arteriopatie DK je provádíme zřídka v případech, kdy anamnéza a fyzikální vyšetření jsou nedostačující. Mezi tyto neinvasivní diagnostické metody patří *dopplerovské měření systolických tlaků* v klidu a po zátěži spolu s výpočtem *indexu kotník/paže*, analýza průtokových dopplerovských křivek – *echo flow analýza*, *barevná duplexní ultrasonografie (BDU)*, *pulzní pletyzmografie*, stanovení transkutánního tlaku kyslíku a objektivizace klaudikačního intervalu záťažovým testem na běhátku. *Konvenční angiografie* je stále považována za zlatý standard v diagnostice ICHDK, je zá-

kladní diagnostickou metodou pro dokumentaci lokalizace a závažnosti arteriálních postižení a podává konečné informace při rozhodování o dalším terapeutickém postupu. Je proto indikována u všech nemocných s ICHDK, u kterých je uvažováno o invazivní léčbě, tj. u všech pacientů s kritickou končetinovou ischemií a u nemocných s limitujícími klaudikacemi.

Využití sonografických technik

A) Systolické (segmentální či periferní – „kotníkové“) tlaky a index kotník (segment)/paže

V praxi široce užívaná metoda, jejímž principem je průkaz redukce tepenného tlaku pod stenózou či obliterací. Tužkovou sondou o frekvenci 10 MHz (nejčastěji s využitím dopplerovského systému s kontinuální nosnou vlnou) je vyhledán pulzový signál na tepně (horní končetina: arteria brachialis, dolní končetina: arteria poplitea, dorsalis pedis, tibialis posterior), nafukovací manžeta tonometru je naložena nad místo dopplerovské detekce toku (na paži, stehno, bérce) a nafouknuta nad hodnotu uzavíracího tlaku. Při pomalém vypouštění vzduchu z manžety se nad arterií objeví akustický signál (nebo signál grafický ve formě spektrální dopplerovské křivky) odpovídající hodnotě tepenného tlaku v místě kompresivní manžety (tedy nikoli v místě detekce toku sondou).

Způsoby hodnocení výsledků:

Absolutní hodnota tlaku informuje nepřímo o poruše prokrvení:

- a) dobré prokrvení: více než 100 mmHg
- b) střední stupeň poruchy prokrvení (klaudikační stadium): 100–50 mmHg
- c) ohrožení končetiny (syndrom kritické ischemie): méně než 50 mmHg.

Určením *indexu kotník/paže* nepřímo hodnotíme stupeň okluze (tepenný tlak na dolní končetině srovnáváme s tlakem na arteria brachialis, který je za normálních podmínek nižší než tlak na tepnách dolní končetiny) (tabulka 1).

Hodnota ABI pod 0,9 je citlivým ukazatelem pro průkaz obliterující arteriopatie dolních končetin. Při přítomné stenóze či obliteraci dochází během svalové práce k navýšení tlakového gradientu a hodnota ABI měřená po zátěži klesá a dále zpřesňuje záchyt onemocnění. V klinické praxi je metoda využívána k hodnocení efektu revaskularizač-

ních zákroků, sledování dynamiky či hodnocení funkční závažnosti onemocnění a při diagnostických pochybnostech i k průkazu ICHDK. Vyšetření selhává u nemocných s mediokalcinózou (falešně vysoké hodnoty), která je častá zejména u diabetiků, u nichž je vhodné doplnit vyšetření o měření prstových tlaků.

B) Hodnocení rychlostní pulzové křivky (echo flow analýza)

Principem metody je registrace spektrální dopplerovské křivky pomocí tužkové sondy (s využitím pulzního či kontinuálního dopplerovského systému) nejčastěji současně s měřením systolických tlaků. U zdravého jedince získáváme tzv. trifázickou křivku – během jednoho cyklu zobrazíme dopředný tok, zpětný tok a pozdní pomalý dopředný tok (obrázek 1). Pro významné okluzivní postižení svědčí:

1. zvýšení systolické rychlosti v místě zúžení
2. turbulentní proudění distálně od léze
3. ztráta trifázického charakteru křivky, vymizení zpětného toku
4. snížení vrcholové systolické rychlosti distálně za okluzivním postižením.

Přesnost metody však značně pokulhává za dopplerovskou ultrasonografií, zejména pro nemožnost vizuální kontroly místa snímání a správného nastavení dopplerovského úhlu.

C) Dopplerovská ultrasonografie (DUS)

Dopplerovská ultrasonografie je metoda, která představuje kombinaci dvourozměrného zobrazení a dopplerovských technik. Toto propojení dvou vyšetřovacích metod je pro praktické potřeby velmi užitečné. Pomocí tzv. **dvourozměrného záznamu (2D)**, tedy dynamického zobrazení anatomických struktur v odstínech šedi, lze posoudit průsvit tepny (rozlišení normální šíře od ektázie a aneuryzmatu), charakter aterosklerotického postižení (typ a složení plátu, jeho velikost a rozložení), odlišit i vzácnější příčiny tepenné okluze (cystická degenerace adventicie, entrapment syndrom či jiné formy zevního útlatu – např. tumorem) či diagnostikovat tepennou disekci. **Dopplerovské techniky** (spektrální záznam a barevné kódování průtoku) poskytují hemodynamické údaje týkající se směru, rychlosti a kvality proudění toku v tepně. **Dopplerovská kvantifikace stenóz** periferních tepen vychází ze stanovení poměru vrcholové systolické rychlosti naměřené ve stenóze a 2–4 cm proximálně od ní. Hovoříme o tzv. parametru peak systolic velocity ratio (PSVR). Grading stenózy pak vychází z jednoduchého pravidla: je-li navýšení rychlosti v zúžení dvojnásobné (PSVR = 2), je zúžení 50 %, poměr vyšší než 4 odpovídá 75 % stenóze a poměr 7 a výše stenóze kritické (nad 90 %). Chyba takto prováděné kvantifikace je malá. Ultrasonografické stanovení diagnózy **úplné arteriální obstrukce** je jednoduché a vychází z absence dopplerovsky detekovaného průtoku. Délka výpadku dopplerovského signálu pak odpovídá i délce arteriální okluze.

Tabulka 1. Index segment/paže

stupeň okluze	hodnota indexu
kalcifikace tepenné stěny	více než 1,2
normální hodnoty	1,0–1,2
normální až mírná porucha	0,9–1,0
střední stupeň okluze (stenóza)	0,6–0,9
pokročilý stupeň okluze (obliterace)	0,3–0,6
těžká okluze (malá kolaterální kompenzace)	méně než 0,3

Metodika ultrazvukového vyšetření končetinových tepen

Pomocí ultrasonografie lze vyšetřit tepenný systém dolních (i horních) končetin v celém rozsahu. Průchodnost tepen hodnotíme s pomocí barevného dopplerovského záznamu a místa s abnormálním charakterem proudění (tzv. aliasing ve stenóze a chybění dopplerovského signálu při okluzi – viz obrázky 2 a 3) blíže analyzujeme spektrálním Dopplerem. Pouze ze spektrální dopplerovské křivky (obrázek 1) totiž dokážeme přesně určit rychlosti proudění, což je nezbytné ke správné kvantifikaci stenózy. Vyšetření tepen dolních končetin začínáme zpravidla hodnocením subrenální aorty a pánevních tepen, pokračujeme vyšetřením arteria femoralis communis a superficialis a zhodnotíme odstup arteria profunda femoris, která je v případě významného okluzivního postižení arteria femoralis superficialis hlavní tepnou zajišťující kolaterální oběh. Až po úroveň femoropopliteálního přechodu vyšetřujeme nemocného vleže na zádech, vyšetření arteria poplitea a tepen bérce je lépe provádět v poloze na břiše. Vyšetření břišní aorty a tepen pánve je často ztíženo přítomností střevního plynu, je proto vhodné, aby nemocný přicházel na vyšetření lačný a případně užil několik hodin před vyšetřením deflatulencia (dimeticon – Espumisan cps, Ceolat tbl.). Při využití barevného dopplerovského mapování, které je dnes již standardní součástí naprosté většiny ultrazvukových přístrojů, postačuje zkušenému sonografistovi k hodnocení průchodnosti tepen jedné končetiny (včetně hodnocení tepen pánve a bérce) obvykle 20 minut.

Současné obecně uznávané indikace BDU u nemocných s ICHDK

1. Posuzování průchodnosti chirurgických cévních rekonstrukcí

K přemostujícím zákrokům na proximálním řečišti dolních končetin se více používají syntetické protézy, zatímco pro infrainguinální oblast se upřednostňují autologní štěpy především z vena saphena magna. Selhání průchodnosti by-passu může mít tři základní příčiny:

- a) pokud se by-pass uzavře do jednoho měsíce od operace, bývají příčinou technické problémy při vlastním zákroku
- b) podkladem selhání průchodnosti štěpu od 2 do 24 měsíců od operace bývá nejčastěji intimální hyperplázie v místě anastomóz
- c) od třetího roku po operaci se na snížení průtoku ve štěpu podílí především pokračující základní onemocnění – tedy ateroskleróza.

Je známo, že pravidelným sledováním průchodnosti štěpů pomocí BDU lze diagnostikovat stenózu dříve, než se projeví klinicky či hemodynamicky, tj. před měřitelným poklesem periferního systolického tlaku. Tato skutečnost má značnou klinickou důležitost, protože i tyto formy mohou vést k významnému poklesu průtokové rychlosti by-passu a včasná indikace revaskularizačního zákroku (nejčastěji formou perkutánní angioplastiky) jednoznačně snižuje riziko trombotické obliterace. Je prokázáno, že

tento postup prodlužuje dlouhodobou průchodnost chirurgických cévních rekonstrukcí o 20–25 %. Ultrasonografické hodnocení průchodnosti by-passu na dolních končetinách je proto dnes pokládáno za metodu první volby. Metoda umožňuje hodnotit kvalitu průtoku v celém průběhu štěpu včetně všech anastomóz a hodnotit i nativní segmenty, které s by-passu bezprostředně sousedí. Doporučuje se následující strategie sledování nemocných po chirurgických rekonstrukcích: základní vyšetření provést ještě před propuštěním nemocného z nemocnice. Další vyšetření by mělo následovat za jeden měsíc a posléze každé tři měsíce během prvního roku po operaci. Při příznivém vývoji funkčního stavu by-passu dále postačují periodické kontroly za 6–12 měsíců. Obecně uznávaným indikačním kritériem pro invazivní řešení je stenóza štěpu větší než 75 % a snížení vrcholové systolické rychlosti (peak systolic velocity, PSV) ve štěpu pod 45 cm/sec.

2. Posuzování průchodnosti metalických stentů

V klinické praxi se stále častěji setkáváme s nemocnými, u nichž je prostá perkutánní angioplastika doplněna o implantaci metalického stentu. Stenty se nejčastěji zavádějí do ilického tepenného řečiště a méně často se používají i při endovaskulární léčbě infrainguinálních lézí. Prozatím neexistuje studie, která by prokázala, že pravidelné sledování průchodnosti metalických stentů zlepšuje dlouhodobou prognózu. Jisté je, že BDU je citlivá metoda v průkazu obliterace a významné stenózy stentu. Obecně je doporučováno pravidelné ultrazvukové sledování stentů ve femoropopliteální lokalizaci, protože jejich dlouhodobá průchodnost je zřetelně nižší než v oblasti pánevních tepen. Někteří autoři považují za indikaci k perkutánní angioplastice asymptomatickou stenózu stentu větší než 80 % a symptomatickou stenózu větší než 50 %.

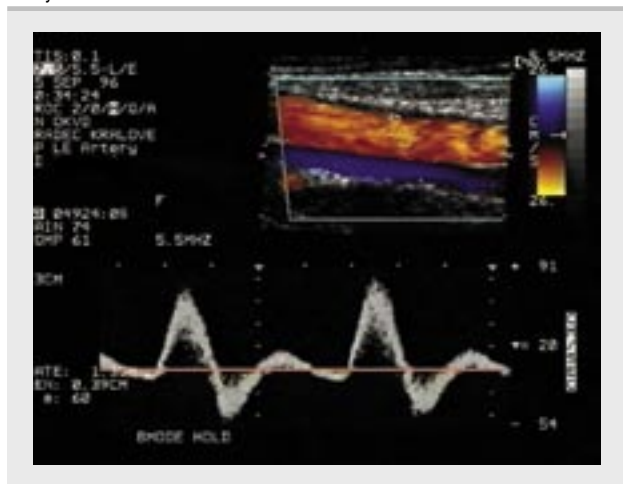
3. Sledování efektu ostatních endovaskulárních zákroků

BDU je citlivá metoda pro sledování průchodnosti tepen po perkutánní angioplastice, lokální farmakomechanické trombolýze a embolektomii. Vyšetření indikujeme zejména při podezření na časné selhání endovaskulárního výkonu.

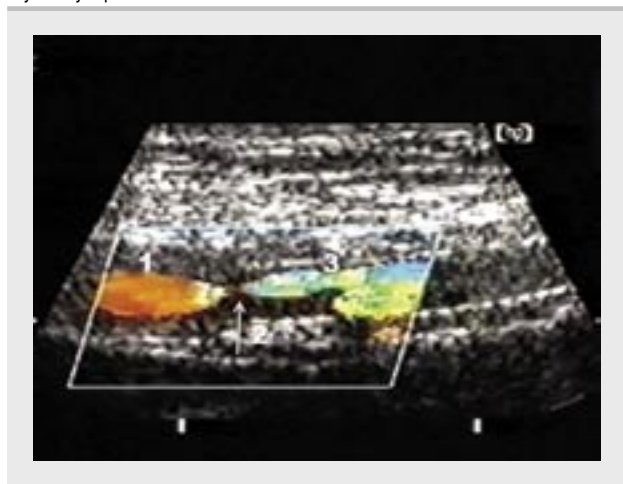
4. Diagnostika místních komplikací po endovaskulárních výkonech

S narůstajícím počtem katetrizačních výkonů se zvyšuje i počet komplikací. Nejčastější lokální komplikací po punkci stehenní tepny je pseudoaneuryzma a arteriovenózní píštěl. BDU je diagnostickou metodou první volby při jejich průkazu. Ultrasonografie navíc umožňuje i léčebné řešení falešného pseudoaneuryzmatu pomocí tzv. sonograficky vedené okluze. Odměřeným tlakem sondy na krček pseudoaneuryzmatu se eliminuje přítok krve do vaku, což vede k jeho trombóze a vzniklý ohraničený hematoma se vstřebá. Úspěšnost takto prováděného výkonu se pohybuje kolem 85 %. I z tohoto důvodu je v současné době tento postup upřednostňován před chirurgickou léčbou.

Obrázek 1. Spektrální dopplerovský záznam („echo flow“ analýza) u jedince s normální průchodností arteriálního řečiště – typický trifázický charakter křivky



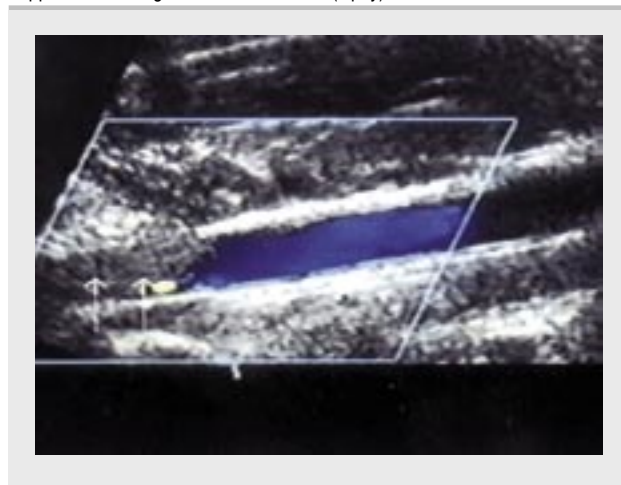
Obrazek 2. Barevné dopplerovské mapování u nemocného s významnou arteriální stenózou v ostiální části stentu. 1 – normální průtok před stenózou (červená barva, laminární proudění), 2 – stenóza, 3 – tzv. aliasing podmíněný urychleným průtokem v zúžení



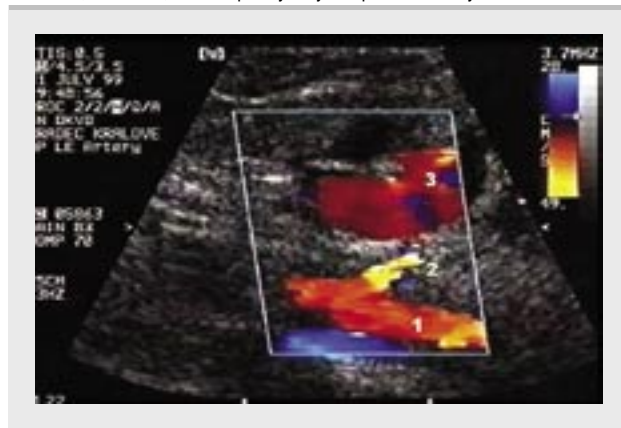
5. Stanovení morfologie tepenného postižení před invazivními výkony, výběr nemocných vhodných k perkutánní angioplastice

Základním cílem ultrasonografického vyšetření u nemocných s ICHDK je co možná nejpresnější charakteristika lokalizace, rozsahu, charakteru a hemodynamické významnosti okluzivního postižení. Od těchto informací se odvíjí rozhodování o způsobu léčby. V posledních letech se objevila řada prací poukazujících na vysokou přesnost BDU nejen v prosté detekci ICHDK, ale především v určení morfologie arteriálního postižení. Shrnutím výsledků studií Cossmana, Polaka, Mullighana, Whelana a Monety zahrnující hodnocení 2 052 tepenných segmentů byly získány tyto statistické údaje: 88 % senzitivita BDU pro detekci významné stenózy (tedy stenózy > 50 %), 93 % senzitivita pro detekci okluze a celková negativní prediktivní hodnota 97 % (udává přesnost metody při průkazu negativního výsledku, tedy volné průchodnosti tepen). Většina prací srovnávajících přesnost BDU s konvenční an-

Obrázek 3. Ultrasonografický průkaz arteriální okluze – chybění barevného dopplerovského signálu v místě uzávěru (šipky)



Obrázek 4. Pseudoaneuryzma stehenní tepny. 1 – volně průchodná arteria femoralis, 2 – krček, 3 – krví promývaný vak pseudoaneuryzmatu



gografií (AG) prokazuje vysokou shodu těchto metod *v detekci lokalizace, typu a závažnosti tepenného okluzivního poškození* pro oblast aortoiliakální a femoropopliteální. V práci Karacagila byla prokázána využitelnost BDU i při hodnocení tepen bérce a nohy – přesnost 80 %, senzitivita 83 %, a specifická 77 %. Vysoká míra shody mezi BDU a AG vedla k úvahám, zda by bylo možné provádět rekonstrukční výkony pouze na pokladě sonografického vyšetření, tedy bez použití kontrastní AG. Většina prací se shoduje v tom, že *BDU nemůže zastoupit angiografické vyšetření před chirurgickými rekonstrukčními výkony*, kdy AG představuje pro chirurga dobře dokumentovanou a přehlednou anatomickou informaci. Na druhé straně je prokázáno, že v rukou zkušeného lékaře *vykazuje BDU vysokou přesnost ve výběru pacientů pro perkutánní endoluminální intervence*. Výběr nemocných vhodných pro tyto výkony pouze na podkladě BDU snižuje počet nadbytečných přehledných AG, které se před perkutánními revaskularizačními technikami běžně používají, a rovněž zkracuje délku hospitalizace. Z těchto důvodů je dnes BDU pokládána na řadě pracovišť za součást vyšetřovacího algoritmu u nemocných před elektivními invazivními výkony – tj. u nemocných s limitujícími kludivacími

mi. Při ultrazvukovém nález, který splňuje morfologická kritéria pro řešení formou perkutánní angioplastiky, lze zvolit postup, kdy je prováděna pouze selektivní angiografie se zaměřením na postižené segmenty. Určení vhodného místa a směru punkce umožňuje provést diagnostický i léčebný výkon během jedné intervence. Pokud je z ultrazvukového nález zřejmé, že nález bude řešitelný pouze chirurgickou cestou či je sonografický nález nejasný, pak vždy provádíme přehlednou AG. Pečlivé hodnocení morfologie arteriálního postižení pomocí BDU má zásadní význam zejména v těch případech, kdy celkový klinický stav nedovoluje chirurgickou léčbu a provádění AG tak nemá opodstatnění. Naopak u naprosté většiny nemocných s kritickou končetinovou ischemií je vyšetřování pomocí BDU nadbytečné a v těchto případech indikujeme přímo AG. Práce Ramaswamiho a Katzenschlagera dokonce dokumentují možnost provádět *perkutánní angioplastiku* v určitých segmentech pouze *pod kontrolou BDU*, tedy s úplným vyloučením AG. Určitou *limitací BDU* bývá slabší intenzita dopplerovského signálu při hodnocení tepen bérce, pánve a v oblasti Hunterova kanálu. V těchto lokalizacích pak můžeme očekávat větší počet falešně negativních a falešně pozitivních nálezů. Ke zlepšení kvality dopplerovského vyšetření, a tím i zvýšení přesnosti metody lze s výhodou použít *echokонтрастní látky* (v České republice dostupný Levovist, Optison).

Závěr

1. Dopplerovské techniky jsou nepostradatelnou součástí vyšetřovacího programu většiny nemocných s ICHDK.
2. Stanovení periferních systolických tlaků na dolních končetinách a indexu kotník/paže v klidu a po zátěži je citlivou metodou v diagnostice ICHDK, je vhodná k posouzení funkční závažnosti a dynamiky onemocnění či efektu revaskularizačních zákroků.
3. Hodnocení průchodnosti chirurgických cévních rekonstrukcí pomocí BDU prokazatelně zlepšuje dlouhodobou životnost štěpů a mělo by být standardní součástí programu sledování těchto nemocných.
4. BDU je citlivá metoda ve sledování efektu endovaskulárních výkonů (perkutánní angioplastiky, stentů, lokální trombolýzy či embolektomie).
5. BDU je metoda první volby při průkazu lokálních komplikací po katetrizačních výkonech. Sonograficky vedená okluze postkatetrizačního pseudoaneuryzmatu je efektivní léčebný postup.
6. BDU vykazuje ve srovnání s konvenční angiografií vysokou přesnost při stanovení lokalizace, délky a stupně obliterujícího postižení (obliterace, stenóza). Znalost těchto údajů má zásadní vliv na stanovení dalšího léčebného postupu, tj. volbu endovaskulární intervence, chirurgické či konzervativní léčby. Ultrazvukové vyšetření tedy indikujeme u nemocných s již potvrzenou diagnózou

ICHDK v případech, kdy uvažujeme o invazivní léčbě. V primární diagnostice ICHDK v naprosté většině postačuje typická anamnéza a fyzikální nález, případně jednodušší metody, jako je měření indexu kotník/paže.

7. Domnívám se, že s technickým zdokonalováním sonografických přístrojů, zaváděním echokontrastních látek

do širší klinické praxe bude podíl dopplerovské ultrasonografie v neinvazivní diagnostice ICHDK nadále narůstat. Do budoucna lze očekávat i rozšíření dalších neinvazivních diagnostických technik, jako je magnetická rezonance a CT angiografie.

Literatura

1. Cossman DV, et al. Comparison of contrast arteriography to arterial mapping with colour-flow duplex imaging in the lower extremities. *J Vasc Surg* 1989; 10: 522-529.
2. Eliáš P, Žižka J. Dopplerovská ultrasonografie. Hradec Králové: Nukleus 1998; 251 s.
3. Elsmann BH, et al. Impact of ultrasonographic duplex scanning on therapeutic decision-making in lower limb arterial disease. *Br J Surg* 1995; 82 (5): 630-633.
4. Elsmann BH, et al. The use of colour coded duplex scanning in the selection of patients with lower extremity arterial disease for percutaneous transluminal angioplasty: a prospective study. *Cardiovasc Interv Radiol* 1996; 19 (5): 313-316.
5. Fellmeth BD, et al. Postangiographic femoral artery injuries: nonsurgical repair with US - guided compression. *Radiology* 1991; 178: 671-675.
6. Fowkes FG, et al. Edinburgh Artery Study: prevalence of asymptomatic and symptomatic peripheral arterial disease in general population. *Int J Epidemiol* 1991; 20: 384-392.
7. Karacagil S, et al. Value of duplex scanning in evaluation of crural and foot arteries in limbs with severe lower limb ischaemia-a prospective study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996; 12(3): 300-303.
8. Katzenschlager R, et al. Femoropopliteal artery: initial 6-month results of colour duplex US-guided percutaneous transluminal angioplasty. *Radiology* 1996; 199(2): 331-334.
9. Langholz J, et al. Echo Enhanced Ultrasound Imaging of Leg Arteries with Levovist (SH U 508 A). *Angiology* 1996; 47(7) part 2: 37-49.
10. Lojik M, Vodňanský P, Krajina A, et al. Revaskularizace v aortoiliackých tepnách pomocí stentů. *Rozhledy v chirurgii* 1998; 77(1): 8-14.
11. Management of peripheral arterial disease (PAD). Transatlantic intersociety consensus. *J Vasc Surg* 2000; 31 (1): Part 2.
12. Mills JL, et al. The importance of routine surveillance of distal bypass grafts with duplex ultrasound: a study of 379 reversed vein grafts. *J Vasc Surg* 1990; 12: 379-389.
13. Polak JF. *Peripheral Vascular Sonography: a practical guide*. Baltimore: Williams and Wilkins 1992: 354 s.
14. Ramaswami G, et al. Duplex Controlled Angioplasty. *Eur J Vasc Surg* 1994; 8: 457-463.
15. Vodňanský P, Eliáš P, Krajina A, et al. Diagnostic accuracy of colour coded duplex ultrasound in patients with peripheral arterial occlusive disease. *Europ Radiol* 1999; Suppl. 1, Vol. 9: 557.
16. Vodňanský P, Eliáš P, Lojik M, et al. Diagnostická přesnost barevné duplexní ultrasonografie u nemocných s ischemickou chorobou dolních končetin - korelace s angiografií. *Česká radiologie* 2002; 56: 171-177.