

Transkraniální dopplerovská sonografie – národní standard vyšetření v rámci funkční specializace v neurosonologii

Škoda O., Mikulík R., Školoudík D. Neurosonologická komise cerebrovaskulární sekce České neurologické společnosti J.E.P.

1. Definice

Transkraniální dopplerovská sonografie je neurosonologická vyšetřovací metoda. Jedná se o ultrazvukové vyšetření, které umožňuje neinvazivní měření průtoků intrakraniálními tepnami přes intaktní lebku s využitím dopplerovského režimu zobrazení.

2. Charakteristika a cíl standardu

Národní standard definuje věcné a personální předpoklady, podmínky provádění, standardní postup a indikaci vyšetření. Kriteria pro hodnocení nálezů jsou obsahem odborné přílohy standardu. Cílem standardu je sjednocení podmínek provádění a postupu vyšetření na všech pracovištích, která se zabývají ultrazvukovou diagnostikou mozkových tepen, v zájmu zajištění přesnosti a reprodukovatelnosti nálezů. Neurosonologická komise Cerebrovaskulární sekce České neurologické společnosti J.E.P. je předkladatelem a garantem standardu.

3. Věcné podmínky

Vyšetření je prováděno na přístroji určeném k transkraniálnímu záznamu v dopplerovském režimu zobrazení a opatřeném potřebnými ultrazvukovými sondami, analyzačním zařízením a příslušným softwarovým vybavením k získání a vyhodnocení signálu.

3.1. Transkraniální doppler – ultrazvukový přístroj

TCD přístroj musí být vybaven zařízením pro vysílání a příjem ultrazvukového vlnění s vysokou pronikavostí, pracujícím v pulsním dopplerovském režimu (PW). Má schopnost zachytit a vyhodnotit dopplerovský posun frekvencí, který vzniká odrazem ultrazvukového paprsku od proudu krve protékající intrakraniálními tepnami při insonaci přes intaktní lebku. Pomocí spektrální analýzy musí vytvářet grafický a zvukový záznam, jehož vyhodnocením lze posuzovat rychlosti toku krve a hemodynamické parametry vyšetřovaných tepen. Umožňuje identifikaci insonovaných tepen pomocí údajů o směru toku krve a hloubce, ze které je signál snímán.

Požadované vlastnosti:

3.1.1.

Možnost použití dopplerovských nosných frekvencí v rozsahu 1,0 – 2,5 MHz

3.1.2.

Fokusace sondy minimálně pro hloubky 40 – 60mm, nebo pohyblivá, možnost stanovení velikosti vzorkovacího objemu a jeho umístění do oblasti zájmu

3.1.3.

Záznam dopplerovského signálu formou spektrální křivky (D – mode), případně navíc formou analýzy intenzity signálu v hloubkovém řezu, s posunem po časové ose (Power M – mode)

3.1.4.

Pro zajištění speciálních metodik vyšetření (monitoringů) je vhodné vybavení speciální sondou s fixačním zařízením a speciální softwarový soubor (pro analýzu HITS apod.)

Poznámka: Je-li sonda pro TCD vyšetření součástí víceúčelového (nejčastěji duplexního) ultrazvukového přístroje, musí celý komplet splňovat výše popsané podmínky. Data TCD záznamu mohou být získána také pomocí přístroje k transkraniální barevné duplexní sonografii (TCCS), který

je vybaven pulsním dopplerovským režimem a vyšetřovacími frekvencemi mezi 2,0 a 4,0 MHz. Vzhledem k využití úhlové korekce u těchto přístrojů však doporučujeme postupovat při hodnocení záznamu dle norem pro TCCS.

4. Personální vybavení

Vyšetření provádí lékař, který je jediným oprávněným nositelem výkonu. Podmínkou k provádění vyšetření je získání funkční specializace v neurosonologii, funkční licence pro metodu TCD dle přílohy Stavovského předpisu č. 12 České lékařské komory.

4.1. Předpoklady

Předpokladem k získání funkční specializace je atestace z oboru neurologie, radiologie, ARO nebo zařazení do atestační přípravy z neurochirurgie, případně splnění podmínek pro udělení licence z těchto oborů.

4.2. Školení a praxe

Základní kurs TCD v délce minimálně 1 týdne probíhá na školícím pracovišti, stanoveném Neurosonologickou komisí Cerebrovaskulární sekce České neurologické společnosti J.E.P. Podmínkou je složení zkoušky, garantované komisí. V průběhu prvních 5 let je nutno doložit nejméně 100 samostatných vyšetření ročně, dále korelaci nálezů TCD s referenčními metodikami (angiografie, CTA, MRA) alespoň ve 25 případech, včetně různých patologických nálezů.

4.2. Zajištění kvality

K zachování zkušenosti vyšetřujícího k provádění a interpretaci vyšetření je potřebný dostatečný počet vyšetření a průběžná kontrola referenčními metodami. Doporučený počet TCD vyšetření s archivací nálezů je alespoň 100 ročně s korelací 15 vyšetření s referenčními metodami. Potřebné je rovněž trvalé vzdělávání a výměna informací s ostatními pracovišti TCD. Neurosonologická komise garantuje program průběžného vzdělávání v neurosonologii formou odborných seminářů a písemných publikací i výměnu informací prostřednictvím vedení databáze neurosonologických pracovišť.

5. Technické provedení a standardní postup vyšetření

Cílem TCD vyšetření je zjištění stavu intrakraniálních tepen a analýza hemodynamických poměrů v cévním systému mozku. K tomuto účelu je nezbytné správné technické provedení a dodržení standardního postupu vyšetření.

5.1. Technické provedení TCD

V průběhu vyšetření TCD je nutno získat kvalitní dopplerovské spektrální křivky (případně navíc záznam Power M – mode) ze všech vyšetřovaných tepen. Akustický přístup k těmto tepnám představují anatomická okna (přirozená zeslabení lebečních kostí). Ultrazvuková expozice pacienta má být omezena na nezbytné minimum z hlediska času i akustického výkonu sondy (nezbytné je snížení akustického výkonu při vyšetření přes orbitu, které musí být zaznamenáno v protokolu vyšetření). Kvalita zobrazení je limitována vlastnostmi anatomických oken individuálního pacienta, ke zlepšení kvality signálu je možno provést aplikaci pulmostabilní kontrastní látky při TCD vyšetření.

5.1.1. Přístupy:

Transtemporálním přístupem (temporální okénko přední, střední nebo zadní) je vyšetřována a. cerebri media (M1, M2), a. cerebri anterior (A1), a. cerebri posterior (P1, P2) a distální a. carotis interna. Transforaminálním (subokcipitálním) přístupem jsou vyšetřovány distální úseky vertebrálních tepen (V4) a basilární kmen, eventuálně mozečkové tepny (nejčastěji PICA). Transorbitálním přístupem se vyšetřuje standardně karotický sifon (C2, C3) a oftalmická tepna. Doplnkově lze použít submandibulární přístup k vyšetření a. carotis interna. Základními součástmi každého TCD vyšetření jsou transtemporální insonace z obou stran a transforaminální přístup.

5.1.2. Technika vyšetření:

Poloha pacienta je vleže na zádech pro přístup transtemporální a transorbitální, vleže na boku nebo vsedě s předkloněnou hlavou pro přístup transforaminální. Pozice vyšetřujícího je ze záhlaví pacienta. Optimalizací polohy sondy, velikosti a umístění vzorkového objemu, akustické intenzity (power),

zisku (gain) a nastavení rozsahu citlivosti zobrazení je dosaženo záznamu kvalitní spektrální křivky, vhodné k analýze hemodynamických parametrů. Součástí vyšetření je provedení základního testu funkční reaktivity (minimálně na obou a. cerebri media a basilárním kmeni) metodou BH/HV (zadržetí dechu s následnou hyperventilací po dobu 30 s) ve všech účelných indikacích, pokud to umožňují okolnosti vyšetření a pacient je schopen spolupráce. V případě monitoringu je po dosažení optimální polohy sonda zpravidla upevněna s použitím fixačního zařízení.

5.1.3 Analýza záznamu:

Výsledkem vyšetření je záznam spektrální dopplerovské křivky (D – mode), případně navíc grafický záznam intenzity signálu v hloubkovém průřezu (Power M – mode). Vyznačená hloubka, pozice sondy a směr průtoku umožňuje identifikaci tepny. Úhel insonace nelze vizuálně korigovat, dle konvence je považován za 0 stupňů. Ze záznamu se posuzují průtokové rychlosti (Vs, Vd, Vmean), indexy pulzatility (PI) a rezistence (RI), charakter průtoku (laminární, turbulentní), eventuelně další hemodynamické parametry. Výsledkem monitoringu je vyhodnocení počtu a charakteru sledovaných jevů (HITS) nebo hemodynamických změn.

5.1.4. Zápis do protokolu:

Výstupem vyšetření musí být protokol, který je pro dané pracoviště typizovaný a obsahuje identifikační údaje o pracovišti, použitém přístroji, datum a jméno vyšetřujícího, osobní data pacienta, indikační důvody vyšetření, záznam numerických hodnot měření (průtokové rychlosti, základní indexy) ze všech vyšetřených tepen a slovní popis nálezu se zhodnocením. Obrazový záznam by měl být archivován v případě patologických nálezů. Jsou vždy dokumentovány důvody nekompletního vyšetření.

5.2. Standardní postup vyšetření

Úplné TCD vyšetření zahrnuje všechny standardní části, získané postupem dle bodu 5.1. Jeho součástí je pečlivé vyšetření jednotlivých tepen s analýzou hemodynamických změn, záznamem naměřených hodnot do protokolu a slovním popisem nálezu.

5.2.1. Postup vyšetření jednotlivé tepny:

Každá céva musí být vyšetřena v různých hloubkách v celém jejím insonovatelném průběhu, s analýzou směru toku krve a spektrální dopplerovské křivky. Při normálním záznamu jsou zapsány nejvyšší naměřené rychlosti. V případě zjištěných patologických změn musí být proveden záznam z patologického segmentu a z oblasti proximálně i distálně od něj.

5.2.2. Minimální rozsah vyšetření:

V protokolu musí být obsaženy minimálně následující segmenty:

- Arteria cerebri media
- Arteria cerebri anterior
- Arteria cerebri posterior
- Arteria carotis interna (intrakraniální)
- Arteriae vertebrales dist.
- Arteria basilaris

Nelze-li z objektivních důvodů některou z uvedených tepen vyšetřit, musí být v protokolu tato skutečnost uvedena. Pokud jsou zachyceny toky v dalších tepnách (PICA, přední a zadní komunikanty), měly by být rovněž zaznamenány. Součástí záznamu jsou i výsledky provedených testů funkční reaktivity ve všech účelných případech. Párové tepny jsou vždy vyšetřeny oboustranně, protokol umožňuje stranové porovnání průtokových parametrů.

6. Indikace vyšetření

Základním důvodem indikací TCD vyšetření je klinická symptomatologie pacienta, dále pak nálezy pomocných vyšetření (zobrazovacích i funkčních), které musí být komplexně posouzeny. Předpokladem pro správnou interpretaci nálezu TCD vyšetření je předchozí provedení duplexní sonografie extrakraniálních tepen, jejíž výsledek by měl mít vyšetřující k dispozici. Následuje přehled nejdůležitějších indikací TCD vyšetření:

6.1.

Vyšetření pacientů se stenózami nebo okluzemi extrakraniálních tepen – zjištění a sledování důsledků pro mozkovou cirkulaci a kolaterálního oběhu, vyšetření před plánovaným revaskularizačním výkonem.

6.2.

Vyšetření pacientů s podezřením na stenotický proces intrakraniálních tepen (eventuelně s prokázanými intrakraniálními stenózami) – zjištění a sledování intrakraniálních stenóz a jejich hemodynamických důsledků.

6.3.

Vyšetření pacientů s akutní CMP ischemického původu v karotickém i vertebrobasilárním povodí nebo pacientů po prodělané tranzitorní ischemické atace (TIA).

6.4.

Vyšetření pacientů s chronickým cerebrovaskulárním onemocněním, v diferenciální diagnostice a sledování intrakraniálních angiopatií.

6.5.

Vyšetření pacientů s cévními malformacemi, zejména s arteriovenózním zkratem – stanovení zásobujících cév malformace, sledování úspěšnosti terapeutických zásahů.

6.6.

Vyšetření k průkazu a sledování vazospasmů, nejčastěji u pacientů po subarachnoidálním krvácení.

6.7.

Vyšetření ke stanovení mozkové smrti.

6.8.

Vyšetření pacientů s kraniocerebrálními traumaty a rozsáhlými lézemi mozku, sledování v rámci komplexního monitoringu zvýšeného intrakraniálního tlaku.

6.9.

Vyšetření v diferenciální diagnostice bolestí hlavy, zejména migrény.

6.10.

Detekce pravolevého zkratu při podezření na epizody paradoxní embolizace.

6.11.

Speciální indikace TCD monitoringů:

6.11.1

Peroperační monitorování karotické endarterektomie, angioplastiky a stentování extra a intrakraniálních tepen, eventuelně jiného kardiovaskulárního výkonu, včetně pooperačního sledování.

6.11.2

Detekce mikroembolizací do intrakraniální oblasti s cílem vyhodnocení rizika a stanovení zdroje.

6.12.

Přímý peroperační mikrovaskulární monitoring při neurochirurgických operacích (vaskulární anastomózy, operace AV malformací a aneurysmat).

7. Hodnocení nálezu, diagnostická kritéria

Cílem TCD vyšetření je identifikace a zhodnocení patologických změn v intrakraniální cirkulaci a dokumentování jejich původu, lokalizace a tíže. Obecně toto hodnocení vychází z lokálních změn rychlosti, směru a charakteristiky toku krve. Další parametry dopplerovské křivky, přítomnost abnormálních signálů a výsledky testů funkční reaktivity mohou dopomáhat ke správné interpretaci

nálezu. Základní kriteria, zahrnující parametry fyziologického nálezu a nejčastější patologické změny, jsou obsažena v **odborné příloze standardu**. Jedná se o doporučení, založená na publikovaných údajích a vlastních zkušenostech autorů standardu a pro pravidelné využívání doporučujeme vždy jejich vnitřní validaci na individuálním sonografickém pracovišti.