

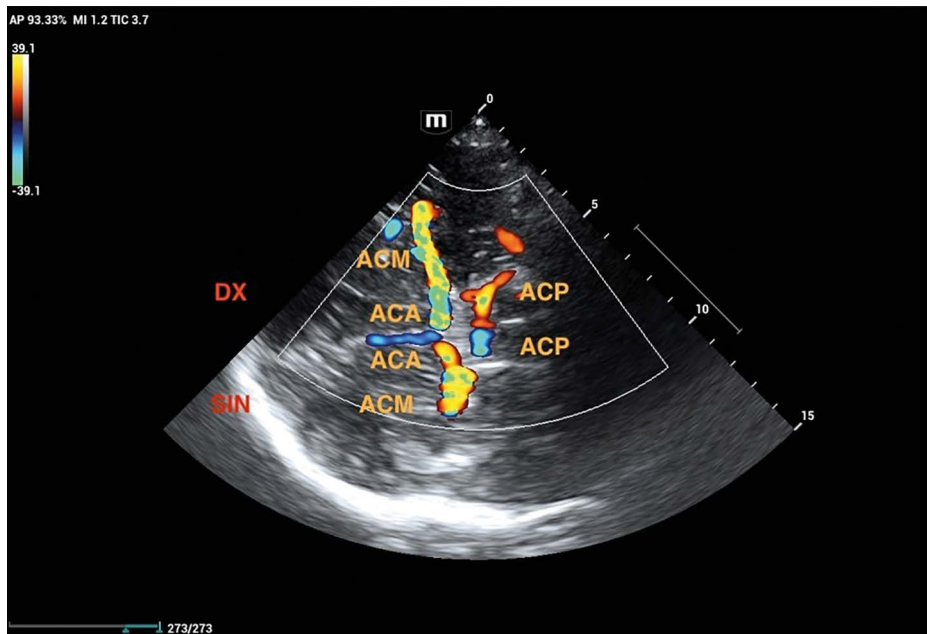
Technika provedení TCCS

Principem TCD vyšetření je frekvenční posun ultrazvukových vln odražených od pohybujících se krevních elementů a změna frekvence přímo úměrně odpovídá rychlosti pohybujících se krvinek. V TCCS navíc získáváme obraz mozkových struktur v B-obrazu a barevné zobrazení anatomie tepen s jejich průtokovými křivkami. Na rozdíl od TCD je v TCCS možná úhlová korekce insonace, což zpřesňuje záznamy průtokových rychlostí. Pro transkraniální vyšetření jsou vhodné sondy o nízké frekvenci (2,0–3,5 MHz), jelikož vyšetřujeme ve větší hloubce (průměrně 40–60 mm) a navíc je nutné překonat bariéru lebečních kostí. Z tohoto důvodu je potřeba umístit sondu do tzv. akustických oken, což jsou místa, u kterých je bariéra pro vstup ultrazvuku minimální. Standardně se užívají 4 akustická okna: temporální (přes laminu temporální kosti); transforaminální (rovněž zvaný suboccipitální, s insonací přes foramen magnum); transorbitální (přes oční bulbus); a submandibulární (neboli transcervikální, s umístěním sondy retromandibulárně). Nevýhodou je limitace v případě nedostatečné prostupnosti akustických oken, zejména u transtemporálního a suboccipitálního přístupu, která se týká 8–20 % pacientů (Lee et al., 2020). Tuto překážku lze částečně překonat při využití kontrastních látek či kombinací alternativních přístupů (např. částečné vyšetření karotického sifonu transorbitálním přístupem). Další obtíže může způsobit řada artefaktů (pohybových, dechových, pulzatilních aj.), na které je ultrazvukové vyšetření citlivé, či chybné nastavení přístroje. Nejvýznamnějším faktorem je závislost metody na zkušenosti vyšetřujícího.

Dopplerovská anatomie cév

Zobrazení cévních struktur je u novějších přístrojů možné díky lepšímu rozlišení anatomických struktur i pulzacím tepenných stěn detekovat vcelku snadno již v B-obrazu. Tento provádíme na začátku každého TCCS vyšetření k nalezení optimální polohy sondy a upřesnění anatomických rovin. Následně zobrazujeme tepny a žíly v barevném modu, u pomalejších toků eventuálně v energetickém modu, a nakonec získáme spektrální průtokové křivky. Z transtemporálního přístupu zobrazujeme přední mozkovou cirkulaci a část

Obr. 1. Willisův okruh – anatomie



Tab. 1. TCCS – fyziologické průtoky a hloubky insonace mozkových tepen

Tepna	Okno	Hloubka (mm)	Směr toku	Vmean (cm.s ⁻¹)
ACA	transtemporální	60–75	od sondy	40–60
ACM	transtemporální	30–65	k sondě	50–80
ACP1	transtemporální	55–75	k sondě	35–55
ACP2	transtemporální	55–75	od sondy	35–55
ACI	transtemporální	55–70	bidirekční	variabilní
AV	transforaminální	45–80	od sondy	25–45
AB	transforaminální	80–110	od sondy	30–50
AO	transorbitální	40–60	k sondě	variabilní

zadní mozkové cirkulace. Dostupná je oblast arteria carotis interna (ACI) včetně jejího průběhu karotickým sifonem, arteria cerebri media (ACM) a arteria cerebri anterior (ACA), oba úseky arteria cerebri posterior (ACP) a přední a zadní komunikanta. Transforaminálně detekujeme oblast zadní mozkové cirkulace s oběma arteriemi vertebrales (AV) a arterií basilaris (AB), i jejich odstupujícími větvemi – arteria cerebelli inferior posterior (PICA), arteria cerebelli inferior anterior (AICA) i arteria cerebelli superior (SCA). Při vyšetření žilního systému lze vizualizovat část hlubokého žilního systému a žilních splavů, je však nutné přenastavit parametry přístroje pro záznam pomalejších toků. Základní detekované parametry jsou maximální systolická rychlost (peak systolic velocity; PSV), konečná diastolická rychlost (end diastolic velocity; EDV), střední rychlost toku (mean velocity; Vmean) a průtokové indexy: rezistenční (RI) a pulzatilní (PI), které lze měřit manuálně i prostřednictvím automatizovaného softwaru a na rozdíl od rychlostních parametrů nejsou závislé na úh-

lové korekci. Důležitým bodem v orientaci je i hloubka detekované cévy a směr jejího toku. Přehled pro jednotlivé cévy v TCCS je uveden na obrázku 1, parametry za fyziologických okolností jsou uvedené v tabulce 1.

Klinické aplikace transkraniální sonografie

Stenózy a okluze mozkových arterií

Intrakraniální stenózy jsou místa s lokálním zúžením průsvitu mozkových arterií, které vznikají nejčastěji na podkladě aterosklerózy a jsou významným rizikovým faktorem pro vznik ischemické cévní mozkové příhody (ICMP) (Wan, Li et Yang, 2022). Dočasná stenóza může vzniknout na podkladě vazospazmu, u disekcí, vaskulitid či u migrén. O stenóze hovoříme, je-li lokální zúžení tepny minimálně o 30 % (Školoudík et al., 2003). Při spektrální analýze zaznamenáme zvýšení průtokových rychlostí, u významných stenóz turbulence, v barevném modu rychlostní jet korelující