

rá by mala slúžiť na usmernenie odborných spoločností a krajín pri revízii alebo vypracovaní diagnostických protokolov a postupov. Zaoberá sa aj odporúčaniami a návrhmi doplnkových vyšetrovacích metód (Greer et al., 2020). Väčšina doplnkových vyšetrení je navrhnutá buď na potvrdenie absencie cerebrálneho prietoku krvi, alebo neurofyzologickej aktivity mozgu. Výber realizovaného doplnkového vyšetrenia závisí od lokálnych zákonov, technickej a personálnej dostupnosti. Preferencia konkrétneho vyšetrenia nemá celosvetový konsenzus, hoci je zrejmy posun k zobrazovacím vyšetreniam, ktoré potvrdzujú absenciu cerebrálneho prietoku krvi (Greer et al., 2020). V ďalšom texte poskytneme opis techník zobrazenia cerebrálneho prietoku, ich porovnanie a aktuálne používanie.

## Neurozobrazovacie vyšetrenia v diagnostike smrti mozgu

V jednotlivých krajinách sú rozdiely v úlohe neurozobrazovacích metód, pričom viacerí odborníci podporujú ich rutinné vykonávanie. Podporné argumenty takéhoto postupu uvádzajú, že dodatočné testy posilnia výsledky klinického vyšetrenia a aj apnoického testu a tým zvýšia presnosť diagnostiky smrti mozgu. Nedávne preskúmanie 78 národných protokolov zistilo, že 28 % z nich uvádza povinnosť vykonať doplnkový test na posúdenie intrakraniálnej elektrickej aktivity a/alebo prietoku krvi (Lewis et al., 2020). Rovnako aj v Českej republike je podľa legislatívy konfirmačný test potrebný, okrem prípadov s objektívne dokázanou ťažkou štrukturálnou infratentoriálnou léziou (zákon č. 44/2013 Sb.).

Druhá skupina sa prikláňa k názoru, že rutinné konfirmačné vyšetrenia nie sú vo väčšine prípadov potrebné (Greer et al., 2023). Tento názor je podporený skutočnosťou, že senzitivita ani špecifita diagnostických testov na posúdenie absencie intrakraniálnej elektrickej aktivity alebo prietoku krvi nie je stopercentná. V Slovenskej republike, ako aj v ďalších krajinách sa preto konfirmačné vyšetrenia využívajú iba v prípadoch s nejednoznačnými výstupmi klinických testov alebo pri kontraindikáciách na klinické určenie smrti mozgu (zákon č. 576/2004; Greer et al., 2020, 2023; Silver, 2021). Tieto prípady vyplývajú z limitácií a kontraindikácií jednotlivých klinických tes-

tov, ako napríklad anoftalmia, závažný edém orbít, sklér či chemóza, fraktúra bázy a petróznej kosti s poškodením vnútorného alebo stredného ucha, preexistujúca amyotrofická laterálna skleróza alebo závažná senzorická neuropatia, ťažká trauma tváre, ako aj trauma frenického nervu pri vysokých úrazoch krčnej miechy, Lazarov príznak, Babinského príznak a iné prípady bližšie uvedené v odkazoch (Martinková et al., 2015; Greer et al., 2020). V zahraničí sa použitie testu pripúšťa aj ako podpora na pochopenie klinického potvrdenia smrti mozgu pre rodinu zosnulého, ktorá nerozumie alebo neprijíma túto diagnózu (Greer et al., 2020; Thomas et al., 2023). Aj keď je doplnkové vyšetrenie jednoznačne indikované, neurologické vyšetrenia a apnoický test by sa mali vykonať v čo možno najväčšom rozsahu a všetky zistenia musia byť v súlade s diagnózou smrti mozgu (Greer et Lewis et Kirschen, 2024).

Young et al. opísali vlastnosti ideálneho doplnkového testu (Young et al., 2006). Spolahlivý test by mal spĺňať všetky kritériá uvedené v tabuľke 1. Neurozobrazovacie metódy používané ako konfirmačné testy zastavenie mozgovej cirkulácie pri diagnóze smrti mozgu zhrňa tabuľka 2.

Spoločnou nevýhodou testov smrti mozgu založených na dôkaze zlyhania mozgovej cirkulácie sú situácie, pri ktorých zvýšenie intrakraniálneho tlaku nemusí viesť k zastaveniu cerebrálneho prietoku. Takýto jav môže nastať pri vyššie spomínanej katastrofálnej patológii mozgového kmeňa, alebo alternatívne, keď je zvýšenie tlaku nejakým spôsobom kompenzované. Vďaka otvoreným fontanelám a mäkkej deformovateľnej lebke je takýto jav bežný u dočiat. Spadajú sem tiež poúrazové stavy lebky umožňujúce dekompresiu, ale aj chirurgické dekompresné výkony a zavedenie komorovej drenáže. V dôsledku týchto situácií môže byť prietok v mozgu udržaný aj napriek nefunkčnosti samotného parenchýmu. Takéto

**Tab. 1.** Ideálne vlastnosti konfirmačného testu v diagnostike smrti mozgu

- Keď test potvrdí smrť mozgu, nemal by byť nikto, kto by sa zotavil alebo mal potenciál na zotavenie. Nemali by existovať žiadne falošne pozitívne výsledky.
- Test by mal byť sám o sebe dostatočný na určenie smrti mozgu.
- Test by nemal byť náchylný na vonkajšie alebo vnútorné rušivé faktory, ako sú účinky liekov a metabolické poruchy.
- Test by mal mať štandardizovanú metodiku, techniku a klasifikáciu výsledkov.
- Test by mal byť lacný, bezpečný a ľahko aplikovateľný. Testovanie by nemalo byť obmedzené len na niekoľko terciárnych akademických centier. Malo by byť možné ho aplikovať v akomkoľvek oddelení intenzívnej starostlivosti a metodika by mala byť ľahko zvládnuteľná.

**Tab. 2.** Súhrn konfirmačných testov zlyhania mozgovej cirkulácie pri diagnóze smrti mozgu

- Digitálna subtrakčná angiografia
- Scintigrafické vyšetrenie mozgu
- Angiografia počítačovou tomografiou, CT perfúzne vyšetrenie
- Magnetická rezonancia, magnetická rezonančná angiografia, MR perfúzne vyšetrenie
- Transkraniálna dopplerovská sonografia

situácie vyústia k falošne negatívnym výsledkom vyšetrení, je nutné ich preto chápať a posudzovať v kontexte kliniky, prípadne zväžiť ďalšie možnosti na potvrdenie smrti mozgu (Heran et Heran et Shemie, 2008).

Prehľad zákonom stanovených potvrdzujúcich vyšetrení na Slovensku a v Čechách je zhrnutý v tabuľke 3.

## Digitálna subtrakčná angiografia (DSA)

Digitálna subtrakčná angiografia, sa napriek stúpajúcemu trendu neinvazívnych konfirmačných vyšetrení, stále považuje za zlatý štandard v dokazovaní smrti mozgu. Jej realizáciu navrhuje aj iniciatíva WBDP a posledné odporúčania z USA (Greer et al., 2020, 2023). Naopak, najnovšie kanadské smernice jej použitie neodporúčajú (Shemie et al., 2023). Môže byť realizovaná nástrekom cez

**Tab. 3.** Prehľad zákonom stanovených potvrdzujúcich vyšetrení v Českej a Slovenskej republike

Česká republika	Slovenská republika
Angiografia mozgových tepien	Angiografia mozgových tepien
Perfúzna scintigrafia mozgu	Perfúzna scintigrafia mozgu
Počítačová tomografická angiografia (CTA)	Sluchové kmeňové evokované potenciály (BEAP)
Transkraniálna dopplerovská ultrasonografia	Elektroencefalografia
Sluchové kmeňové evokované potenciály (BEAP)	

\*hrubým písmom sú vyznačené testy dokazujúce zlyhanie mozgovej cirkulácie