

mezi funkční a nutriční plicní cirkulací. Tyto spojky pak způsobují, že jimi, i při zatažení turniketů okolo kanyl MO v dutých žilách a dokonalé derivaci krve z pravostranných oddílů do rezervoáru MO, stále přitéká krev do plic [42].

Ve chvíli, kdy je dosažena cílová teplota, je zasvorkována ascendentní aorta a antegrádně do kořene aorty podána kardioplegie. Poté následují periody DHCA, které jsou limitovány přibližně na 20 minut pro každou stranu a monitorovány metodou NIRS. Používání NIRS se v klinické praxi rozšířilo a v řadě zařízení se díky své jednoduchosti stalo standardem péče [43]. Na hodnoty získané metodou NIRS během MO mají vliv výkon čerpadla, hladina hemoglobinu, obsah kyslíku, perfuzní tlak, poloha tepenné kanyly v aortě a další faktory. Z klinického hlediska je především důležité sledování trendu získaných dat. Pokles hodnot NIRS o více než 20 % oproti základní hodnotě, případně pod absolutní hodnotu 50 %, je tak většinou považován za „desaturaci“ [44]. Není překvapením, že neurologické komplikace jsou častější u pacientů s delším časem zástavy (1,9 % u pacientů se zástavou < 20 minut versus 18,4 % u pacientů se zástavou > 60 minut) [11]. Klesne-li hodnota NIRS během DHCA pod hranici 50 % do 20 minut a endarterektomie na dané straně ještě není dokončena, perfuzionista na pokyn chirurga opět spustí MO. Po několika minut trvající perfuzi, během níž opět hodnota NIRS stoupne na hodnoty jako před zástavou, může být endarterektomie dokončena v další periodě DHCA. Když však hodnota NIRS ke kritické hranici 50 % neklesne ani po 20 minutách a endarterektomie ještě není dokončena, může chirurg pokračovat v práci bez přerušení až do chvíle, kdy NIRS na tuto hodnotu klesne.

Po dokončení endarterektomie na každé straně, ještě před spuštěním MO, provede operační tým „tlakovou zkoušku“. Chirurg naplní mediastinum s ještě otevřenou větví plicní tepny fyziologickým roztokem a anesteziolog samorozpínacím vakem nebo v manuálním modu okruhu anesteziologického přístroje rozepne plíce pacienta a udržuje tlak v inspiriu na 25 cm H₂O po dobu několika sekund. Manévr slouží k vyloučení nechtěně vzniklého, chirurgického poranění endarterektomované tepny, které může vést ke komunikaci mezi plicní cirkulací a dýchacími cestami. Je-li zkouška pozitivní, objeví se v tekutině zalévající operační pole bublinky vzduchu unikajícího z dýchacích cest. Chirurg pak musí identifikovat zdroj úniku a ten ošetřit biologickým lepidlem, jinak hrozí krvácení do dýchacích cest [45]. Po dokončení bilaterální endarterektomie začíná fáze ohřívání pacienta k dosažení normotermie, která zpravidla trvá 1,5násobek doby zchlazování. Po sejmutí svorky z aorty je obnoven pacientův vlastní srdeční rytmus, a to buď spontánně nebo v případě komorové fibrilace defibrilací vnitřními elektrodami malým výbojem (7–15 J). Obnovíme umělou plicní ventilaci v šetrném, tlakově řízeném režimu s PEEP 6–8 cm H₂O, dechovými objemy 3–4 ml·kg⁻¹ ve frekvenci 8–10 dechů za minutu.

Odpojování a péče po MO

Perfuzionista postupně zaškrcováním žilní linky snižuje odtok do rezervoáru MO a tím zvyšuje náplň srdce a obnovuje průtok i tlak v plicním řečišti. Při teplotě zhruba 30 °C provádíme elektivní fiberoptickou bronchoskopii, abychom v rané fázi zachytili případné krvácení do dýchacích cest. Je-li krvácení charakteru zpěněné světlé krve přitéká-

jící z více laloků, jde pravděpodobně o časný reperfuční plicní edém a řešením může být ohřátí pacienta, rychlé odpojení od ECC, podání protaminu jako antidota heparinu, protektivní tlaková plicní ventilace s PEEP 0,6–0,8 kPa, případně lokální aplikace tranexamové kyseliny a vazokonstrikčních látek (adrenalin, vasopressin, phenylephrin). Naopak, přítomnost tmavé krve přitékající z jednoho laloku ukazuje spíše na porušení integrity některé z větví plicní tepny. Řešíme je izolací zdroje zavedením obturátoru nebo dočasné chlopně a rovněž urychleným odchodem z MO. Důležité je udržení ventilace dostatečnými dechovými objemy a výměny plynů s normálním EtCO₂ a SpO₂ > 90 %. V případě, že se toto nedaří nebo je krvácení natolik masivní, že plní endotracheální kanylu, je potřeba přepojit hadice MO na okruh centrální veno-arteriální mimotělní membránové oxygenace (V-A ECMO), podat protamin a urychleně nechat z transfuzního oddělení dopravit transfuzní přípravky. Aby nedošlo k objemovému přetížení pravostranných srdečních oddílů, je možné kombinovat transfuzní přípravky s lyofilizovaným fibrinogenem a koncentráty z plazmy, a tak substituovat koagulační faktory ideálně podle výsledku bedside trombelastického vyšetření (TEG, ROTEM). V-A ECMO může bezpečně fungovat bez antikoagulace několik hodin. Ve většině případů lze tímto postupem, po nalezení a izolaci zdroje krvácení, zkrátit dobu mechanické podpory na několik desítek minut. Po odpojení pacienta od podpory je provedena standardním způsobem sutura sternotomie. Je-li krvácení masivní a vyžaduje déleodobější podporu, je možné pacienta ponechat na centrálním V-A ECMO bez uzavření operační rány nebo jej převést na periferní V-A ECMO a operaci dokončit. Oba postupy mají své výhody i nevýhody [46, 47]. Opakovaně bylo, i autory z našeho pracoviště, popsáno u masivního krvácení z dýchacích cest použití veno-venózního ECMO [47, 48]. Tato konfigurace však vyžaduje dobrou systolickou funkci pravé komory, což často bývá u nemocných s CTEPH problém.

Při nekomplikovaném průběhu a úspěšném odstranění materiálu ze všech postižených větví plicní tepny je většinou odpojení od MO nekomplikované. Přistupujeme k němu po dosažení normotermie, se zajištěnou epikardiální stimulací, s normálními hodnotami acidobazických parametrů u dobře ventilovaného a oxygenovaného pacienta. Těsně před začátkem odpojování od MO zahájíme inhalaci podávání iloprostu, který působí lokální vazodilataci v plicním řečišti a snižuje PVR. U pacientů po PEA se ukázal stejně účinný jako NO, ale s nižšími ekonomickými náklady [49]. Během odpojování postupujeme s navyšováním náplně pravostranných oddílů a se snižováním výkonu čerpadla extrémně opatrně a pomalu za současného sledování činnosti pravé komory zrakem, případně i pomocí TEE. K zajištění dostatečného perfuzního tlaku podáváme kontinuálně vazopresory (noradrenalin 0,01–2 µg·kg⁻¹·min⁻¹, případně v kombinaci s vasopressinem 1–4 UI·h⁻¹, přidaným při dávce noradrenalinu nad 0,2 µg·kg⁻¹·min⁻¹). Inotropní podporu, jak již bylo zmíněno, zahajujeme u nemocných s předoperačně dysfunkční pravou komorou po úvodu do celkové anestezie, a to nejčastěji pomocí levosimendanu nebo milrinonu. Nicméně, uzná-li anesteziolog až během odpojování od MO, že pacient inotropní podporu potřebuje, je možné zahájit v této fázi operace například infuzi dobutaminu v dávce 5–10 µg·kg⁻¹·min⁻¹. Srdeční výdej po MO měříme opět pomocí SGK, ale velmi dobře jako jeho vedlejší ukazatel poslouží NIRS. Je-li trend jeho hodnot stabilní