

(od stejného výrobce) založenou na klasické matematické analýze plochy pod systolickou částí křivky a vícekompartmentovém Windkessel modelu. Vnitřní kalibrace je založena na nomogramu na podkladě hmotnosti, výšky, věku a pohlaví. Výhodou ProAQT je možnost provedení externí kalibrace – při stanovení CO pomocí echokardiografie nebo lépe termodilucí z PAC se v podstatě mění na kalibrovanou metodu. Frekvence provádění kalibrací (ať interní či externí) podléhá totožným pravidlům jako u systému PiCCO (minimálně 3x denně, optimálně při každé významné změně hemodynamiky nebo před provedením léčebné intervence, pokud od kalibrace uplynulo období delší než 60 minut). Kalkulované parametry zde jsou kromě CO i SV, SVV, PPV, SVRI (při znalosti CVP), CPI (parametr srdeční výkonnosti), dPmx (parametr kontraktility, ekvivalent dP/dt). Specifický spotřební materiál (monitorovací komůrka) lze připojit do jakéhokoli proplachového setu pro invazivní monitoraci krevního tlaku.

- Monitor **MostCare Up** (Obr. 3) (Vygon, Ecouen, France) využívá alternativní typ PWA na základě Pressure Analytical Method (PRAM). Tlaková křivka je systémem snímána s vysokou frekvencí (1000 Hz) v průběhu celého srdečního cyklu, analýza zohledňuje ke kalkulaci převodního koeficientu mezi tlakem a objemem i charakteristiky diastolické části křivky. Délka průměrovacího okna je nastavitelná od jednoho stahu (skutečná „beat-to-beat“, která ale v praxi znesnadňuje interpretaci svojí vysokou variabilitou) po jednu minutu. Monitor vedle zvyklých hemodynamických parametrů kalkuluje i řadu dalších odvozených a běžně nedostupných ukazatelů – cardiac power output (CPO), cardiac cycle efficiency (CCE), a arteriální elastanci (Ea) jako parametr afterloadu. Výhodou je vedle možnosti uživatelského upřesnění polohy dikrotického zářezu a tlumení křivky (damping) také možnost použití u pacientů s intraaortální balonkovou kontrapulzací (IABP) [36]. Přístroj pracuje bez vlastního spotřebního materiálu – je schopen paralelního připojení do libovolného monitorovacího setu krevního tlaku, dokonce je schopen zpracovat i analogová data předaná z jiného monitoru.
- Pro úplnost je nutno zmínit ještě algoritmus **PulseCO** (pulse power analýzu), který byl součástí monitorovacích systémů LiDCO (poslední výrobce Masimo, Irvine, CA, USA), který již není na našem trhu dostupný. Na rozdíl od předchozích PWA byla PulseCO založena na

převodu tlakové křivky na křivku vektorů síly a následně na průtokové parametry. Podle validačních studií měla poskytovat výhodu vyšší přesnosti a možnosti práce s křivkou libovolné lokalizace.

Doporučení použití: Perioperačně jsou PWA metody indikovány u pacientů podstupujících vysoce rizikové (nekardiokirurické) operační výkony [1] hlavně díky nízké invazivitě a snadnému a rychlému zahájení monitorace. Benefit představuje možnost využívání derivovaných parametrů (SVV, PPV) a validace nových parametrů typu HPI na této populaci. V intenzivní péči je rutinní využití nekalibrovaných PWA nevhodné, zejména u pacientů v šokovém stavu nereagujících na iniciační terapii, kdy kalibrované metody poskytují přesnější hodnoty [32, 37, 38]. Výjimku představují pacienti na V-V ECMO nebo situace, kdy je k dispozici přesné stanovení CO jinou metodou a PWA slouží pouze k průběžnému sledování trendu.

Přístroje využívající USG a Doppler

Metody na bázi ultrazvuku (USG) využívají ke stanovení SV Dopplerovskou analýzu průtoku buď na některé z dostupných částí srdce (nejčastěji aortální výtokový trakt), nebo v descendentní aortě (při jícnovém zavedení). V širším kontextu je možné sem řadit i vlastní transthorakální/transesofageální echokardiografii, jejímž hlavním účelem je komplexní zhodnocení srdečních parametrů a diagnostika typu šoku. Pro kontinuální monitoraci hemodynamiky bývají využívány spíše zjednodušené sonografické aparáty, jejichž cílem je poskytnout přibližný odhad SV nebo CO bez nutnosti invazivního cévního přístupu. Specifickou nevýhodou Dopplerovské a USG metody monitorace CO je hodnocení průtokových parametrů bez současné znalosti tlakových charakteristik. Krevní tlak je pak nutné monitorovat jiným způsobem a případné vzájemné vztahy (např. kalkulace SVR) řešit externě, nebo s využitím specifických propojení. Základním principem stanovení SV je výpočet plochy pod křivkou průtokového signálu (velocity-time integral, VTI), který se násobí průřezem (cross-sectional area, CSA) příslušné cévy.

V perioperační a intenzivní péči je u dospělých pacientů spíše využívána kontinuální monitorace pomocí tenké jícnové sondy, která snímá signál z descendentní aorty. Výpočet srdečního výdeje vychází z předpokladu, že přibližně 70 % CO proudí právě do descendentní aorty [39]. CSA tepny je odvozena na základě demografických údajů pacienta. Starší, nyní již nedostupné verze přístrojů, umožňovaly přesnější měření CSA v M-módu, což činilo monitoraci přesnější, ovšem reálně významně komplikovalo provádění. Z výše uvedeného vyplývají i limitace metody – předpoklad fixního poměru CO proudícího do descendentní aorty, fixní hodnota CSA a závislost na přesnosti nomogramu. Jako u všech Dopplerovských metod je klíčové umístění sondy – incidenční úhel by neměl překročit 20° [40]. Vzájemná poloha jícnu a aorty určující incidenční úhel v praxi není příliš ovlivnitelná uživatelem. Významnou limitací je i poměrně snadná ztráta kvalitního signálu změnou polohy sondy při pohybu. V neposlední řadě potom metodu nelze použít při nutnosti zavedení nazogastrické sondy (NGS) a tedy omezuje jiné aspekty intenzivní péče. Proto je metoda vhodnější pro perioperační využití.

Obr. 3. Vygon MostCare Up, publikováno se souhlasem společnosti Vygon

