

MONITOROVANIE OBJEMU CIRKULUJÚCICH TEKUTÍN V PERIOPERAČNOM OBDOBÍ ZA POMOCI VYUŽITIA MERANIA HEMODYNAMICKÝCH MODALÍT PRI KARDIOANESTÉZII

Imrecze Š., Török P.

Klinika anesteziológie a intenzívnej medicíny UPJŠ LF a VÚSCH, a.s., Košice

Úvod Prichod a vývoj sofistikovaných monitorovacích metód hemodynamiky a monitorovania objemu cirkulujúcich tekutín v posledných rokoch možno považovať za výrazný pokrok v oblasti kardioanestézie. Pomocou týchto monitorovacích techník máme dispozíciou pomerne veľké množstvo údajov o stave cirkulácie pacienta.

Cieľ Cieľom predloženej práce bolo monitorovanie vzťahu objemu cirkulujúcich tekutín k jednotlivým hemodynamickým parametrom u pacientov, ktorí podstúpili aorto-koronárny bypassový kardiochirurgický výkon (CABG).

Materiál a metódy Do štúdie bolo zaradených 30 pacientov podrobujúcich sa operačnému výkonu aorto-koronárnej bypassovej operácii (CABG) na KAIM VÚSCH a.s.. U týchto pacientov sme monitorovali základné obehové parametre, ako aj jednotlivé hemodynamické parametre meraní semi-invazívnym systémom arterial pressure-based cardiac output (APCO) a porovnávali sme ich s parametrami náplne cievneho riečiska objemu cirkulujúcich tekutín (OCT).

Výsledky Meraním pomocou jednotlivých hemodynamických modalít a sledovaním OCT sme v tejto štúdiu dokázali že u takmer všetkých pacientoch dostatočne a včasné objemové naplnenie cievneho riečiska hrá významnú úlohu v ďalšom pooperačnom priebehu a umožňuje nám predchádzať ďalším komplikáciám akými sú nutnosť podávania farmakologickej podpory cirkulácie, či použitia mimotelových eliminačných metód.

Záver Cieľom tejto práce bolo poukázať, že je možné merať objem cirkulujúcich tekutín, ktorého zmeny priamo súvisia s jednotlivými hemodynamickými parametrami. Postupné doplňovanie tekutín a korekcia vodno-soľného balansu viedla k tomu, že nebol výrazný problém s udržaním cirkulujúceho objemu a hodinovej diurézy pacientov. Naše výsledky majú za cieľ napomáhať pri správnom manažmente tekutinovej bilancie v perioperačnom období u kardiochirurgických pacientov, znížiť možné hemodynamické komplikácie vyplývajúce z danej problematiky. Všetci pacienti boli včasne v stabilnom stave prepustení z KAIM VÚSCH a.s..

Príčné slová: monitoring, objem cirkulujúcich tekutín (OCT), hemodynamika, kardioanestézia

Úvod

Zabezpečenie dostatočných energetických substrátov vrátane kyslíka tkanivám má zásadný vplyv na zníženie množstva komplikácií, na zníženie morbidita a mortality u kardiochirurgických pacientov. Optimalizácia funkcie kardiovaskulárneho systému, výmeny plynov respiračným systémom a homeostázy vnútorného prostredia predstavujú základné piliere liečby v intenzívnej medicíne [17].

Náročné kardiochirurgické operačné výkony, výkony so závažnými hemodynamickými zmenami, pri ktorých dochádza k veľkým presunom tekutín, stratám krvi, predstavujú z hľadiska stability pacienta a adekvátnej výkonnosti krvného obehu problém nielen počas anestézie, ale v celom perioperačnom období [11]. Ak k vyššie uvedeným problémom pripočítame predoperačnú kondíciu pacienta, dysfunkciu srdca ako pumpy, stav po infarkte myokardu, ako aj vznik pooperačnej systémovej zápalovej odpovede (SIRS) potenciálne vedúcej k multiorgánovej dysfunkcii (MODS), dostávame sa pred problém, ktorý je potrebné riešiť hlavne preventívne. K adekvátnemu a včasnému riešeniu vyššie spomenutých stavov, nám na monitorovanie slúžia práve jednotlivé monitorovacie techniky hemodynamiky a objemu cirkulujúcich tekutín (OCT) [6, 8]. Terapeutické intervencie vedúce k zlepšenej tkanivovej perfúzii v perioperačnom období sa ukazujú ako významné faktory vedúce k zlepšeniu výsledkov, hlavne u pacientov s vysokým operačným rizikom a pri náročných operačných výkonoch [10, 16].

Hemodynamika

Pojem hemodynamika vyjadruje hydrodynamiku prietoku krvi v uzavretom cievnom riečisku, zahŕňa merané a matematicky derivované parametre funkcie srdca ako čerpadla, taktiež aj dynamické vlastnosti celého vaskulárneho systému vrátane krvnej náplne [18].

Optimalizácia hemodynamiky je založená hlavne na monitorovaní minútového objemu srdca a z neho derivovaných parametrov, vrátane parametrov dodávky-spotreby kyslíka [17].

Neadekvátna hemodynamika môže viesť k tkanivovej hypoxii, ku kumulatívne kyslíkovému dlhu, ktorý pri prekročení určitej hodnoty vedie k apoptóze v kriticky hypoxických orgánoch. To môže byť štartom k multiorgánovej dysfunkcii a v konečnom dôsledku aj k multiorgánovému zlyhaniu. Včasná diagnostika porúch hemodynamiky a monitorovanie OCT môže vo významnej miere ovplyvniť liečbu a predchádzať pooperačným komplikáciám.

Analýza pulzovej krivky vyžadujúca demografické a telesné informácie pacienta bez kalibrácie, FloTrac/Vigileo metóda arterial pressure-based cardiac output (APCO)

Systém FloTrac pozostáva zo senzora FloTrac a zodpovedajúceho Vigileo monitora. Je nezávislý od obsluhy, nevyžaduje kalibráciu a vyžaduje len periférny arteriálny katéter. Systém používa špeciálny FloTrac transduktor napojený na katéter a. radialis alebo a. femoralis a ten následne na Vigileo monitor. Pre výpočet CO sa štan-

dardne získava pulzný tlak každých 20 sekúnd a koreluje s tzv. normálnym SV. Ten je stanovený na základe demografických údajov pacienta ako vek, pohlavie, hmotnosť, výška a je zaradený v databáze s CO získaných pomocou pulmonar artery catheter (PAC). Z týchto dát sa dá taktiež odvodiť impedancia nakoľko poddajnosť a rezistencia ciev sa určujú za pomoci analýzy tvaru arteriálnej krivky.

Základný princíp spočíva v priamom vzťahu medzi pulzným tlakom a SV. SV sa získava na základe vzťahu: $SV = SDAP \times X$.

SDAP je štandardná odchýlka dát a odzrkadľuje pulzný tlak. Faktor X je konverzným faktorom a závisí od arteriálnej poddajnosti, middle arterial pressure (MAP) a vlastností krivky. Poddajnosť ciev sa stanovuje pomocou biometrických hodnôt ako vek, pohlavie, výška, hmotnosť. Z vlastností krivky sa posudzuje stupeň asymetrie a stupeň vrcholnosti každej arteriálnej tlakovej krivky a tieto vlastnosti reprezentujú zmeny krivky, ktoré sú odrazom zmien cievného tonusu. Tento X faktor sa prepočítava každú minútu a umožňuje vypočítať SV bez kalibrácie [1].

Monitorovanie naplnenia cievného riečiska a tekuti- nej bilancie

Veľkým pomocníkom pri adekvátnej pooperačnej objemovej náhrade je monitorovanie naplnenia cievného riečiska. Vypočítavanie „bed side“ spôsobom umožňuje opakovanie vyšetrovania parametrov po intervenciách, alebo podľa potreby pri diferenciálnej diagnóze. Softvér bol vypracovaný podľa tzv. „Grushevského nomogramu“ [3]. Výpočet prebieha podľa napísaného softvéru, ktorý zo vstupných premenných vypočítava na základe overených algoritmov výstupné hodnoty, ktoré umožňujú zhodnotiť objemové naplnenie cievného riečiska a v korelácii s nameranými hodnotami hemodynamiky výrazne napomáhajú k hemodynamickej optimalizácii pacienta v perioperačnom období. Vstupnými a výstupnými parametrami sú štandardne merané parametre v Tab.1 a Tab.2 [6].

Table 1 Input parameters [3]

Pulse frequency
Systolic pressure (mmHg)
Diastolic pressure(mmHg)
Central venous pressure CVP (mmHg)
Capillary return time (sek)
Weight (kg)
Height (cm)
Age (years)
Fluid income (ml)
Fluid loss (ml)

Table 2 Output parameters [3]

Filling of the arterial system in %
Filling of the venous system in %
Filling of the capillary system in %
Total filling of vascular system %
The expected volume of circulating fluids should be (ml)
The monitored volume of circulating fluids is (ml)
Difference (non-overflow/overflow) is (ml)
Balance per time unit (ml)
Summary estimated volume should be (ml)
Where was the volume of fluids lost/retained? (ml)

Cieľ

Cieľom tejto práce bolo monitorovanie vzťahu objemu cirkulujúcich tekutín k jednotlivým hemodynamickým parametrom u pacientov, ktorí podstúpili aorto-koronárny bypassový kardiochirurgický výkon (CABG) na KAIM VÚSCH a.s.. Vzťah sme skúmali u pacientov s diagnózou ischemickej choroby srdca s jedno alebo viac cievnym koronárnym postihnutím.

Materiál a metodika

Do tejto štúdie bolo zaradených 30 pacientov s primárnou diagnózou ischemickej choroby srdca (ICHS) s jedno alebo viaccievnym koronárnym postihnutím, podrobených operačnému výkonu aorto-koronárnej by-passovej operácii (CABG) vo VÚSCH a.s. v období rokov 2019 a 2021. U týchto pacientov sme monitorovali základné obehové parametre, ako aj jednotlivé hemodynamické parametre, cardiac output (CO), cardiac index (CI), systémovú vaskulárnu rezistenciu (SVR) merané semi-invazívnym systémom arterial pressure-based cardiac output (APCO) a porovnávali sme ich s parametrami náplne cievného riečiska objemu cirkulujúcich tekutín (OCT) vypočítaných podľa Grushevského modelu.

Merania boli uskutočnené po prijatí a stabilizácii pacienta z operačného sálu na KAIM VÚSCH a.s.. Ďalšie merania boli realizované v intervaloch po 3, 12 a 24 hodinách po operačnom výkone, ďalej sme v meraniach pokračovali v prvý a druhý pooperačný deň jedenkrát za 24 hodín. Hodnotili sme priemerné hodnoty v danom časovom období.

Pacienti boli selektovaní náhodným výberom a to operovaní v pondelky a utorky.

Exkluzívnym kritériom bol závažný dekompenzovaný diabetes mellitus (DM) a chronická obštrukčná choroba pľúc (CHOPCH) Gold IV a renálna insuficiencia a EFLK nižšia ako 30 %. Demografické parametre sú uvedené v Tab.3.

Etická komisia VÚSCH a.s. povolila zhromažďovanie informácií a jednotlivé merania u vybraných pacientov v rokoch 2019 a 2021.

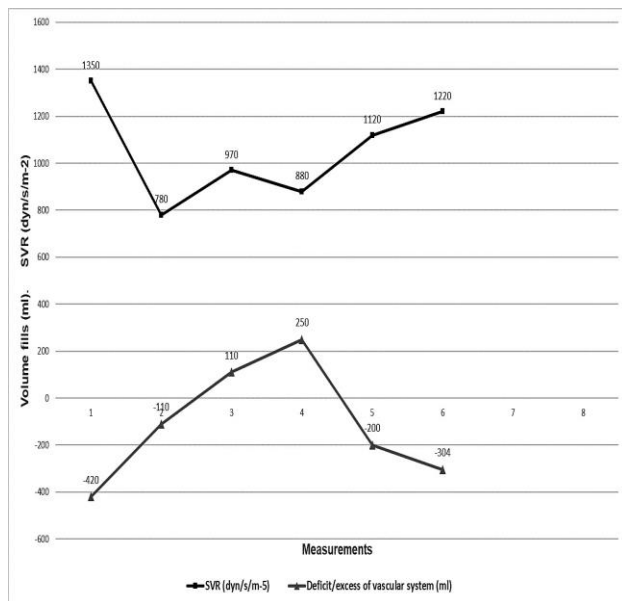
Table 3 Demographic parameters

Demography	Parameter	± SD
Total number of patients	30	
Weight (kg)	87	± 9
Height (cm)	169	± 12
Age	63	± 7.2
Sex (M/F)	21/9	
Diagnosis	ICHS	
EF	50 - 60 %	

Výsledky

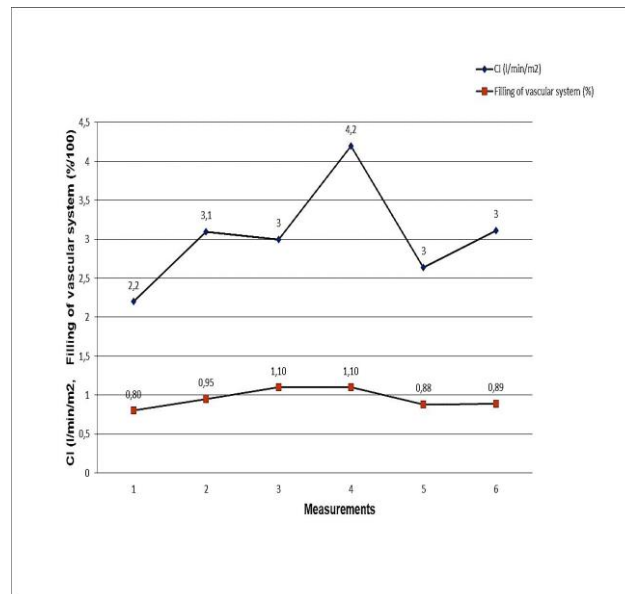
U všetkých 30 pacientov (21 mužov a 9 žien) sa podarili relevantné merania a podarilo sa získať požadované parametre. Z daných meraní vyplýva že existuje priama súvislosť medzi zmenami objemu cirkulujúcich tekutín a jednotlivými monitorovanými hemodynamickými parametrami pacientov. Jednotlivé súvislosti sú znázornené v nasledujúcich grafoch.

Figure 1 Comparison of vascular system filling and systemic vascular resistance



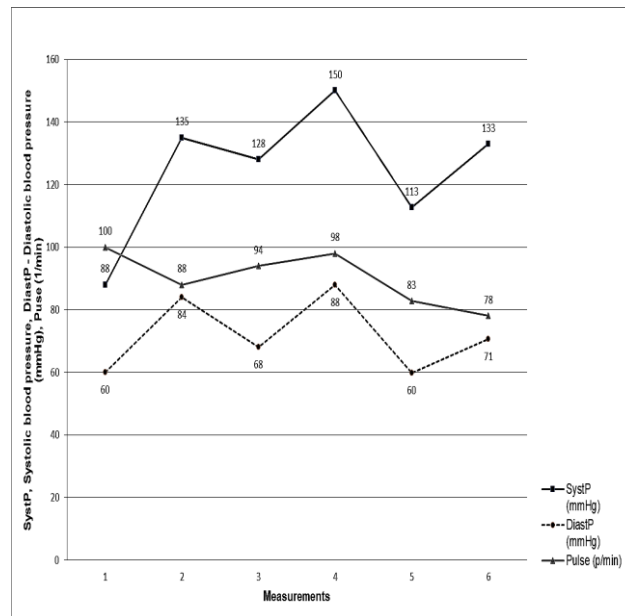
U všetkých pacientov bolo jednoznačne preukázané že ak došlo k poklesu objemu cirkulujúcich tekutín (OCT), dochádzalo k postupnému zvyšovaniu systémovej vaskulárnej rezistencie (SVR) ako kompenzačného mechanizmu organizmu. Tento vzťah bol najviac zreteľný v prvých hodinách po príchode pacienta z operačného sálu, kedy bol pacient v najväčšej negatívnej tekutinovej bilancii. V grafe č.1 je znázornené, že akonáhle počas časovej jednotky postupne dochádzalo k dohradeniu strateného objemu, aj hodnoty SVR sa postupne upravovali k fyziologickým hodnotám. Potvrdila sa nám teda teória že existuje priama súvislosť medzi objemom cirkulujúcich tekutín a zmenami systémovej vaskulárnej rezistencie.

Figure 2 Comparison of CI and filling of the vascular bed in % expressed by a decimal number



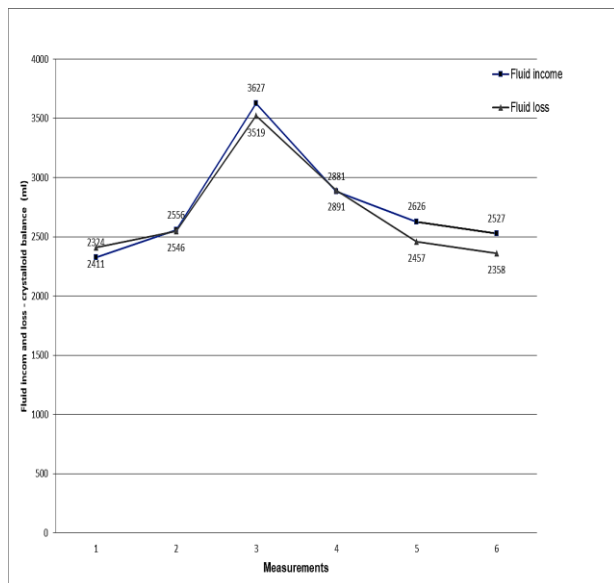
Graf č.2 zobrazuje závislosť medzi naplnením cievného riečiska oproti normálnym hodnotám v % a cardiac indexu (CI). Taktiež bolo dokázané že v prvých hodinách od príchodu z operačného sálu boli hodnoty CI pomerne nízke, na dolnej hranici normy. Postupným stabilizovaním stavu pacienta a dopĺňaním chýbajúceho objemu rástlo aj naplnenie cievného riečiska a hodnoty CI mali vzostupnú tendenciu.

Figure 3 Average values of circulating parameters



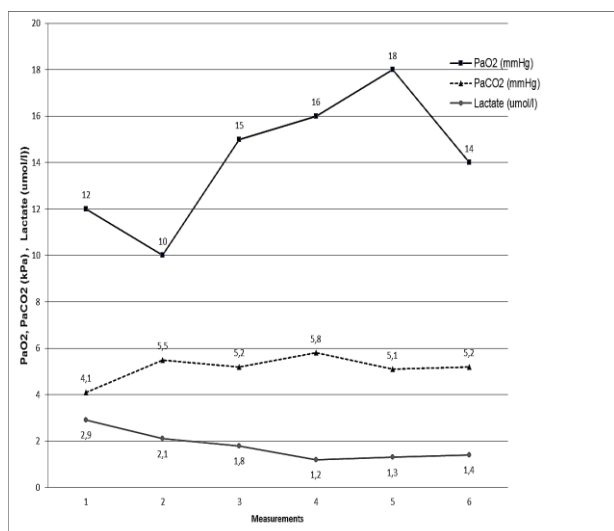
V grafe č.3 je viditeľné že pacienti tesne po príchode z operačnej sály mali všeobecne nízke hodnoty systolickeho a diastolickeho tlaku. Naopak pulzová frekvencia ako kompenzačný mechanizmus nižšieho arteriálneho tlaku bola mierne vyššia. Z grafu ďalej vyplýva že k stabilizovaniu arteriálneho tlaku na normálne hodnoty postupným hradením objemu dochádza až niekoľko hodín po prijatí pacienta z operačnej sály.

Figure 4 Crystalloid balance



Takmer 95 % aortokoronárnych bypassových operácii je realizovaných s nutnosťou použitia mimotelového obehu. Taktiež u pacientov podrobených týmto operačným výkonom je nevyhnutné podávať plnú heparinizáciu aby sa zamedzilo nechcenému v tomto prípade fatálnemu spusteniu koagulačných mechanizmov. Preto u pacientov po príchode z operačnej sály sú zvýšené krvné straty počas prvých hodín bežnou vecou. V grafe č.4 je znázornené, že počas prvých kritických hodín po operačnom výkone sa nám u sledovaných pacientov vďaka meraniu OCT podarilo dostatočne hradiť chýbajúci objem cirkulujúcich tekutín a predísť tak hemodynamickej nestabilite pacienta a v celku tak k lepšiemu pooperačnému priebehu. V tejto snahe sa nám podarilo uchovať vyrovnanú kryštaloidnú tekutinovú bilanciu.

Figure 5 Acid base and Lactate values



U všetkých pacientov sme okrem OCT a hemodynamických zmien sledovali aj trend parciálneho tlaku kyslíka (PaO₂), parciálneho tlaku oxidu uhličitého (PaCO₂) a hodnoty laktátu v prvých hodinách od príchodu pacienta z operačného sálu graf č.5. Z grafu vyplýva, že tesne po extubácii pacienta došlo k poklesu PaO₂, postupne

však jeho hodnota stúpala. Hodnota laktátu bola tiež najvyššia tesne po operačnom výkone, ktorý však tiež po postupnej úprave hemodynamiky a OCT klesal na fyziologické hodnoty. Laktát, acidobáza a PaO₂ ako markery tkanivovej hypoxie sa nám podarilo držať v norme, to svedčí o dobrej mitochondriálnej metabolickej stabilite pacienta.

Diskusia

Hlavným cieľom peroperačného riadenia tekutín je zachovať intravaskulárny objem, centrálnu euvoľémiu a minimalizovať prebytok soli a vody. To je možné dosiahnuť pomocou tekutinovej terapie v kombinácii s objemovou terapiou na obnovenie intravaskulárneho objemu. Aby bol tento stav dosiahnutý, u väčšiny pacientov podrobujúcich sa veľkému chirurgickému zákroku sa navyše odporúča individualizovaná cieľová tekutinová terapia goal directed fluid therapy (GDFT) [12].

Podávanie udržiavacej tekutiny má nahradiť straty spojené s neviditeľným potením a tvorbou moču, ktoré sú často menšie, ako sa bežne predpokladá. Túto potrebu tekutín možno dosiahnuť vyváženým roztokom kryštaloidu podávaným v množstve 1 až 3 ml/kg/h., ktorá sa nazýva reštriktívna alebo „tekutinová terapia s nulovou rovnováhou“.

Na liečbu hypovolémie spôsobenej stratou krvi z chirurgického zákroku alebo posunom intravaskulárneho objemu na intersticiálne miesto je potrebná objemová substitučná liečba. V prípade podozrenia na intravaskulárnu hypovolémiu sa odporúča podať tekutinu, aby sa otestovala reakcia kardiovaskulárneho systému na zvýšený intravaskulárny objem (posunutím Frank-Starlingovej krivky doprava). Odporúča sa, podávanie tekutín okamžite po dobu 5 až 10 minút [4].

Liečba tekutinami v ktoromkoľvek perioperačnom protokole by mala byť zameraná na pacienta, založená na dôkazoch, ohľadom na fyziologické princípy, napr. jednotlivé hemodynamické zmeny. Anestéziológovia by mali taktiež formulovať plán pacienta na optimalizáciu a sledovanie tekutín na základe špecifických komorbidít a stupňa chirurgického rizika [13].

Nadmerné podávanie tekutín u vysoko rizikových pacientov vedie k život ohrozujúcim komplikáciám. Cieľený manažment tekutín, pri ktorom sa podáva intravenózna tekutina na dosiahnutie špecifického cieľa, ako je vývrhový objem srdca alebo srdcový index, má za následok zníženú perioperačnú morbiditu a trvanie hospitalizácie. Cieľová tekutinová terapia (GDFT) zahŕňa podávanie maloobjemové (100 - 250 ml) koloidné bolusy namiesto udržiavacej kryštaloidnej infúzie (3 - 4 ml/kg/h) s cieľom udržania vývrhového objemu a srdcového výdaja [2, 14].

Aj keď výsledky pri GDFT vykazujú zlepšujúci sa trend, výsledky štúdie OPTIMIZE nenašli nijaké priame výsledky zníženie 30-dennej úmrtnosti u vysoko rizikových pacientov v porovnaní s „obvyklou“ necieľenou tekutinovou terapiou. Keď bola táto štúdia zahrnutá do aktualizovanej metaanalýzy, GDFT bola spojená so zníženými celkovými komplikáciami [14, 15].

Perioperačný výber podávaných tekutín priamo ovplyvňuje pooperačné výsledky. Výber koloidu oproti kryštaloidu na resuscitáciu je pokračujúcou diskusiou. V porovnaní s kryštaloidnou resuscitáciou poskytuje koloid efektívnejšie rozširovanie plazmatického objemu pri nižších objemoch [5].

Optimálne riadenie tekutín využíva vyvážený prístup s kryštaloidmi a koloidmi titrovanými na hemodynamickú stabilitu a udržanie objemu moču 0,5 ml/kg/h.. Dávka kryštaloidných tekutín by mala byť obmedzená na menej ako 2 ml/kg/h, čo predstavuje objem spojený s infúziami liekov [9].

Cieľom tejto práce bolo poukázať, že je možné merať objem cirkulujúcich tekutín, ktorého zmeny priamo súvisia s jednotlivými hemodynamickými parametrami. Meraním jednotlivých hemodynamických modalít a zmenami objemu cirkulujúcich tekutín sme v tejto štúdií pozorovali že u takmer všetkých pacientov cieľené dostatočné a včasné objemové naplnenie cievneho riečiska s použitím vhodných tekutín hrá významnú úlohu v ďalšom pooperačnom priebehu a umožňuje nám predchádzať ďalším komplikáciám, nutnosti farmakologickej podpory cirkulácie, či nutnosti použitia mimotelových eliminačných metód.

Podarilo sa nám dosiahnuť pomerne vyrovnanú bilanciáciu medzi príjmom a výdajom tekutín s rozdielom ± 400 ml, čo predstavuje asi rozdiel ± 5 %. Pozitívnym výsledkom bol aj fakt, že všetci pacienti boli včasne v stabilnom stave bez vážnych hemodynamických zmien prepustení z KAIM VÚSCH a.s..

Jedným z rozhodujúcich faktorov je primeraný balans v príjme a výdaji tekutín v čase, ktorý sme sledovali a podľa naplnenia cievneho riečiska modulovali bilanciáciu.

Záver

Monitorovanie, ako systém sledovania fyziologických, ako aj aj patofyziologických funkcií organizmu pacientov, je dôležitým faktorom v modernej anestéziológii a intenzívnej medicíne. Terapeutické intervencie zacielené na zlepšenie tkanivovej perfúzie v perioperačnom období vedú k zlepšeniu výsledkov hlavne u pacientov s vysokým operačným rizikom pri kardiochirurgických výkonoch.

Hoci je perioperačná optimalizácia hemodynamiky a OCT spojená so zlepšením výsledkov, je potrebné zdôrazniť, že zavedenie monitorovacieho systému neovplyvní výsledok, ak namerané parametre nie sú integrované do terapeutických intervencií, ktoré preukázateľne zlepšujú výsledky liečby pacientov.

Jedným z rozhodujúcich faktorov je primeraný balans v príjme a výdaji tekutín, ktorý sme sledovali a podľa naplnenia cievneho riečiska modulovali bilanciáciu.

Postupné doplňovanie tekutín a korekcia vodno-solného balansu viedla k tomu, že nebol výrazný problém s udržaním cirkulujúceho objemu a hodinovej diurézy pacientov.

Naše výsledky majú za cieľ napomáhať pri správnom manažmente tekutinovej bilancie v perioperačnom období

u kardiochirurgických pacientov, znížiť možné hemodynamické komplikácie vyplývajúce z danej problematiky.

Literatúra

1. Alhashemi, J.A., Cecconi, M., Hofer, C.K.: Cardiac output monitoring: an integrative perspective. *Crit Care*. 15, 2011, (2):214.
2. Biais, M., de Courson, H., Lanchon, R., Pereira, B. et al.: Mini-fluid Challenge of 100 ml of Crystalloid Predicts Fluid Responsiveness in the Operating Room. *Anesthesiology*. 127, 2017, (3):450-56.
3. Brin, V.B., Zonis, B.YA.: Fiziologija systemske cirkulacije. Formule i proračuni. Izdavačka kuća Sveučilišta Rostov. 1984, s.88.
4. Cecconi, M., Parsons, A.K., Rhodes, A.: What is a fluid challenge? *Curr Opin Crit Care*. 17, 2011, (3): 290-95.
5. Gan, T.J.: Colloid or Crystalloid: Any Differences in Outcomes? Review Course Lectures 7, 2011, 1-6. Available from: http://www.iars.org/assets/1/7/11_RCL_Gan.pdf
6. Geisen, M., Rhodes, A., Cecconi, M.: Less-invasive approaches to perioperative haemodynamic optimization. *Curr Opin Crit Care*. 18, 2012, (4):377-84.
7. Gutierrez, G., Reines, H.D., Wulf-Gutierrez, M.E.: Clinical review: hemorrhagic shock. *Crit Care*. 8, 2004, (5):373-81.
8. Chamos, C., Vele, L., Hamilton, M., Cecconi, M.: Less invasive methods of advanced hemodynamic monitoring: principles, devices, and their role in the perioperative hemodynamic optimization. *Perioper Med (Lond)*. 2, 2013, (1):19. doi:10.1186/2047-0525-2-19
9. Joshi, G.P.: Intraoperative fluid restriction improves outcome after major elective gastrointestinal surgery. *Anesth Analg*. 101, 2005, (2):601-605.
10. Lees, N., Hamilton, M., Rhodes, A.: Clinical review: Goal-directed therapy in high risk surgical patients. *Crit Care* 13, 2009, 231. <https://doi.org/10.1186/cc8039>
11. Ledecy M. a spol.: Meranie tolerancie záťaže v teréne infarktu myokardu u potkana. *Ateroskleróza*, 22, 2018, (1-2):1135-138.
12. Miller, T.E., Roche, A.M., Mythen, M.: Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS). *Can J Anaesth*. 62, 2015, (2):158-68.
13. Navarro, LH, Bloomstone, J.A., Auler, J.O. et al.: Perioperative fluid therapy: a statement from the international Fluid Optimization Group. *Perioper Med (Lond)*. 4, 2015,3. doi: 10.1186/s13741-015-0014-z

14. Nisanevich, V., Felsenstein, I., Almogy, G. et al.: Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology*. 103, 2005, (1):25-32.
15. Pearse, R.M., Harrison, D.A., MacDonald, N. et al.: Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA*. 311, 2014, (21):2181-190.
16. Pearse, R., Dawson, D., Fawcett, J. et al.: Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications and duration of hospital stay. A randomised, controlled trial [ISRCTN38797445]. *Crit Care*. 9, 2005, (6):R687-93.
17. Romagnoli, S., Bevilacqua, S., Lazzeri, C. et al.: Most Care®: a minimally invasive system for hemodynamic monitoring powered by the Pressure Recording Analytical Method (PRAM). *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*. 1, 2009, (2):20-7.
18. Török, P. et al.: Monitorovanie hemodynamiky v perioperačnom období pomocou NIKO. *Anest Inten-zív Med*. ISSN: 1214-2158, 3, 2014, (2):70-4.

MONITORING THE VOLUME OF CIRCULATING FLUIDS IN THE PERIOPERATIVE PERIOD USING THE MEASUREMENT OF HEMODYNAMIC MODALITIES IN CARDIOANESTHESIA

Imrecze Š., Török P.

Introduction The arrival and development of sophisticated hemodynamic monitoring methods and circulating fluid volume monitoring in recent years can be considered a significant advance in the field of cardioanesthesia. With the help of these monitoring techniques, we have a relatively large amount of data on the state of the patient's circulation.

Goal The aim of the present work was to monitor the relationship between the volume of circulating fluids and individual hemodynamic parameters in patients who underwent aorto-coronary bypass cardiac surgery (CABG).

Materials and Methods The study included 30 patients undergoing aorto-coronary bypass surgery (CABG) at KAIM VÚSCH a.s.. In these patients we monitored the basic circulatory parameters as well as individual hemodynamic parameters measured by the semi-invasive system of arterial pressure-based cardiac output (APCO) and compared them with the parameters of the filling of the vascular bed with the volume of circulating fluids.

Results By measuring using individual hemodynamic modalities and monitoring OCT, we proved in this study that in almost all patients sufficient and timely volume filling of the vascular bed plays an important role in the further postoperative course and allows us to prevent further complications such as the need for pharmacological support of circulation or use of extracorporeal elimination methods.

Conclusion The aim of this work was to show that it is possible to measure the volume of circulating fluids, the changes of which are directly related to individual hemodynamic parameters. Gradual fluid replenishment and correction of the water-salt balance led to the fact that there was no significant problem with maintaining the circulating volume and hourly diuresis of the patients. Our results aim to assist in the proper management of fluid balance in the perioperative period in cardiac surgery patients, to reduce possible hemodynamic complications resulting from the issue. All patients were released in a stable state from KAIM VÚSCH a.s..

Key words: monitoring, volume of circulating fluids, haemodynamics, cardioanesthesiology

Doc. MUDr. Pavol Török, CSc. sa podieľal na vývoji a testovaní meracích modalít metódou NICO a spolupracuje konkrétnymi firmami. Ostatní autori nemajú potencionálny konflikt záujmov.

MUDr. Štefan Imrecze
Klinika anesteziológie a intenzívnej
medicíny UPJŠ LF a VÚSCH a.s.
Ondavská 8, 040 01 Košice
E-mail: stefanimrecze@gmail.com