

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

MARTIN STASZKO

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Ošetřovatelství B 5341

Martin Staszko

Studijní obor: Všeobecná sestra 5341R009

**ROLE VŠEOBECNÉ SESTRY PŘI VEDENÍ
MIMOTĚLNÍHO OBĚHU FORMOU MINIINVAZIVNÍCH
SYSTÉMŮ**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Mašín

PLZEŇ 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 20. 3. 2006

.....

vlastnoruční podpis

Děkuji Ing. Jaroslavu Mašínovi, specialistovi v oboru perfuziologie za odborné vedení práce, poskytování rad, materiálních podkladů a připomínkování odborných částí práce.

OBSAH

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST	11
1 Mímotělní oběh.....	11
1.1 Konvenční mímotělní oběh.....	11
1.2 Miniinvazivní mímotělní oběh.....	12
1.2.1 Vznik miniinvazivních systémů.....	13
2 Srovnání základních částí konvenčního a miniinvazivního mímotělního oběhu.....	14
2.1 Venózní část konvenčního mímotělního oběhu.....	14
2.2 Venózní část miniinvazivního mímotělního oběhu	15
2.3 Arteriální čerpadlo	16
2.4 Okysličovací zařízení.....	17
2.4.1 Oxygenátor u konvenčního a miniinvazivního mímotělního oběhu.....	17
2.5 Arteriální část mímotělního oběhu.....	18
2.5.1 Arteriální část konvenčního a miniinvazivního mímotělního oběhu.....	18
3 Základních charakteristiky konvenčního a miniinvazivního oběhu	19
3.1 Otevřený a uzavřený systém, kontaktní plocha a plnicí objem	19
3.1.1 Biokompatibilita	19
3.1.2 Heparinizace	19
3.1.3 Rizikové komponenty	20
4 Role všeobecné sestry při vedení miniinvazivního oběhu.....	21
4.1 Vzdělávací program pro všeobecné sestry v oboru perfuziologie	22
PRAKTICKÁ ČÁST	24
5 Formulace problematiky	24
6 Cíl práce.....	24

6.1 Dílčí cíle.....	24
7 Výzkumné otázky	24
8 Metodika	25
9 Vzorek respondentů	25
10 Kasuistika č 1: Aortokoronární bypass za použití konvenčního oběhu	26
11 Kasuistika č 2: Aortokoronární bypass za použití miniinvazivního oběhu	35
12 DISKUZE	42
ZÁVĚR	45
POUŽITÁ LITERATURA	
SEZNAM ZKRATEK	
SEZNAM PŘÍLOH	
PŘÍLOHY	

Anotace

Příjmení a jméno: Martin Staszko

Katedra: Ošetrovatelství a porodní asistence

Název práce: Role všeobecné sestry při vedení mimotělního oběhu formou miniinvazivních systémů

Vedoucí práce : Ing. Jaroslav Mašín

Počet stran : číslované 37, nečíslované 20

Počet příloh: 11

Počet titulů použité literatury: 21

Klíčová slova: kardiochirurgie – miniinvazivní mimotělní oběh – konvenční mimotělní oběh – klinický perfuziolog – hypovolemie – hemodiluce – centrifugální čerpadlo – současná doba

Souhrn:

. Hlavní náplň této bakalářské práce tvoří problematika mimotělního oběhu a jeho modifikací se zaměřením na miniinvazivní mimotělní cirkulaci. V teoretické části se práce zabývá jednotlivými částmi a komponenty mimotělního oběhu včetně jejich funkcí a porovnáním s komponenty oběhu miniinvazivního. Dále je v práci uvedena problematika miniinvazivní mimotělní cirkulace s vyjádřením jejich základních charakteristik. V praktické části práce jsou porovnány dvě kasuistiky, ve kterých je poukázáno na základní rozdíly mezi formami konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu. V závěru práce jsou shrnuty hlavní rozdíly a navrženo řešení s možností dalšího šetření v této problematice.

Annotation

Surname and name: Martin Staszko

Department: Nursing and Birth assistance

Title of thesis: The role of graduate nurse during cardiopulmonary bypass management
miniinvasive systems technique

Consultant : Ing. Jaroslav Mašín

Number of pages: 37, 20

Number of appendices: 11

Number of literature items used: 21

Key words: cardiosurgery – miniinvasive extracorporeal circulation – conventional extracorporeal circulation – clinical perfusionist – hypovolemia – hemodilution – centrifugal pump – present days

Summary:

The main issue of the Bachelor's thesis is a cardiopulmonary bypass system, its modifications particularly those of minimally invasive systems. In the theoretical part of the thesis deal with different parts and components including extracorporeal circulation function and their comparison with the components of the corporeal miniinvasive. It is also mentioned problem in the work mininvasive extracorporeal circulation with a statement of their basic characteristics. In the practical part of the two case studies are compared in which the author point out the fundamental differences between the forms of conventional and miniinvasive extracorporeal circulation. The conclusion summarizes the main differences and proposed solutions with the possibility of further investigations in this area.

ÚVOD

Existence přístrojového systému označovaného jako mimotělní oběh je úzce svázána s vývojem relativně mladého chirurgického oboru zabývajícího se onemocněním srdce – kardiologií. Počátky jeho používání spadají časově do poloviny 20. století, kdy byl poprvé ve Spojených státech amerických úspěšně zaveden do klinické praxe. Jeho následné rutinní využívání při kardiologických výkonech vedlo k rychlému rozvoji tohoto chirurgického oboru, neboť umožňovalo poměrně bezpečné provádění složitých operativních reparací srdečních onemocnění zpočátku na uzavřeném, později i na otevřeném srdci. Další vývoj mimotělního oběhu byl podmíněn zvyšující se úrovní vědeckého, medicínského a technického poznání, kdy vytváření dokonalejších komponentů rozšiřovalo pole pro jeho klinické využití.

Ve druhé polovině 20. století dochází ke vzniku prvních specifických mimotělních oběhů označovaných jako mechanické srdeční podpory a k jejich zavádění do praxe. Tyto přístrojové systémy byly schopny udržet při životě např. pacienty v terminálním kardiálním selhání, nebo s perioperačním poškozením srdce po dobu nutnou k nápravě aktuálního stavu, tzn. řádově i několik měsíců. V průběhu dalších let začínají do klinické praxe zvolna pronikat další úzce specifické typy mimotělních oběhů zajišťující podporu krevní cirkulace, mimotělní oxygenaci či izolovanou perfuzi končetin.

Na přelomu 20. a 21. století dochází k vytváření modifikovaných mimotělních oběhů označovaných jako miniinvazivní systémy. Děje se tak na základě požadavků na miniinvazivní kardiologické zákroky. Konvenční mimotělní oběh, tak jak byl doposud používán, s sebou přinášel i četné pooperační komplikace, v důsledku čehož vedly právě snahy o jejich snížení či úplnou eliminaci ke vzniku miniinvazivního mimotělního oběhu. Zda představuje miniinvazivní mimotělní oběh optimální směr vývoje v současné perfuzi ukáže ovšem až budoucnost, nicméně první klinické zkušenosti s používáním těchto systémů jejich větší benefit pro pacienty plně prokazují.

Současně se vznikem a vývojem mimotělního oběhu dochází rovněž ke vzniku nové zdravotnické profese – klinického perfuziologa. Zpočátku tuto profesi vykonávali výhradně lékaři. Tito lékaři, většinou chirurgové se podíleli na dalším vývoji mimotělního oběhu. Teprve později, s rozvojem kardiologie dochází ke vzniku úzkého kruhu nelékařských specialistů zabývajících se problematikou vedení a řízení mimotělního oběhu.

Tato práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Cílem teoretické části je vysvětlit a přiblížit vznik, vývoj a základní charakteristiky nově vytvořené koncepce ve vedení mimotělního oběhu formou miniinvazivního systému a současně seznámit čtenáře s činností klinického perfuziologa – nelékařského specialisty, jehož profesní náplň představuje řízení jednotlivých funkcí právě těchto zmíněných mimotělních oběhů. V části praktické jsou uvedeny kasuistiky ilustrující průběh kardiochirurgického operačního výkonu za pomoci konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu včetně činností perfuziologa. Obě kasuistiky jsou podrobeny vzájemnému srovnání s cílem představit jejich rozdílnost při přípravě a samotném vedení s následnou analýzou výstupních parametrů a přínosů pro klienta.

TEORETICKÁ ČÁST

1 MIMOTĚLNÍ OBĚH

Mimotělní oběh (MO) zajišťující cirkulaci krve během kardiochirurgických výkonů můžeme v současné době rozdělit na dva základní typy. První z nich je stále nejběžněji používaným typem mimomotělního systému. V současné době je standardně označován jako konvenční mimotělní oběh. Toto označení vyplynulo z potřeby odlišit ho od nově vzniklého typu mimotělního oběhu, a to oběhu miniinvazivního, který představuje druhý základní typ MO. (8)

1.1 Konvenční mimotělní oběh

Konvenční mimotělní oběh (K-MO) představuje složitou soustavu přístrojových komponentů jejichž hlavním cílem je podpořit nebo v případě potřeby nahradit dvě základní vitální funkce lidského organismu – mechanickou práci srdce a difuzní funkci plic. Tento přístrojový systém je schopen během kardiochirurgických výkonů odvést krev pacienta mimo jeho tělo, zajistit její oxygenaci, udržet nebo změnit její teplotu v souladu s prováděným výkonem a posléze ji vrátit pod určitým průtokem a tlakem zpět do organismu. Pro takovouto činnost je mimotělní oběh vybaven jednotlivými komponenty se specifickou funkcí, díky nimž je možné mimotělní oběh rozdělit na několik částí. Na mimotělním oběhu tak můžeme rozlišit část venózní, samotné čerpadlo, oxygenátor, arteriální část, přídatná zařízení pro provedení srdeční dekomprese a podání kardioplegického roztoku a monitorovací jednotky. Právě arteriální a venózní části systému zabezpečují přítok a odtok krve a přímo komunikují s cévním systémem pacienta. (1,2)

Venózní systém přivádí do MO krev z těla pacienta. Na cévní systém je napojen velkopřůměrovými venózními kanylami, které jsou zavedeny buď do pravé síně srdeční, nebo separátně do dutých žil. Kanylami je za pomoci „gravitačního sifonu“ krev nasávána do venózní linky a odtud do venózního rezervoáru, kde prochází systémem filtrů a odpeňovačů, odstraňujících eventuelní tkáňový detrit, vzduch a další nežádoucí látky. (1,3)

Z venózního rezervoáru je poté krev aktivně nasávána samotným čerpadlem, které cirkulující krvi dodá odpovídající rychlost a tlak. Výdej samotného čerpadla je nastaven

tak, aby odpovídal výdeji nativního srdce pacienta. V současnosti se rutinně používají čerpadla centrifugální, ženoucí krev na základě odstředivé síly, nebo čerpadla okluzivní, tvořena dvěma rotujícími válečky, které v pravidelných intervalech stlačují nejčastěji silikonovou hadici. Čerpadlo představuje jednu ze dvou nejdůležitějších částí MO. Nahrazuje totiž mechanickou práci srdečního svalu a představuje vlastně umělé srdce. (1,9)

Čerpadlem je krev hnána do oxygenátoru, kde dochází k jejímu okysličení. Oxygenátor představuje plastovou skořepu vyplněnou několika sty tisíci dutých kapilár, které jsou na svém povrchu kryty semipermeabilní membránou. Uvnitř duté kapiláry protéká směs kyslíku a vzduchu, zvenku je kapilára omývána krví. Na povrchu kapiláry, tzn. na samotné membráně pak dochází k výměně dýchacích plynů, která se děje po tlakovém spádu. V konečném důsledku je tak krev nasycena kyslíkem, zbavena oxidu uhličitého a vtéká do arteriální části MO. (1,7)

V arteriální části MO protéká krev opět soustavou filtrů s velmi malým průměrem, které eliminují všechny nechtěné látky a přes arteriální kanylu, zavedenou nejčastěji do vzestupné aorty se vrací zpět do organismu pacienta. (1)

Během své cesty MO prochází krev řadou čidel, které umožňují monitorování celou řadu fyzikálních hodnot, na jejichž základě se pak udržuje stálost, nebo se korigují změny vnitřního prostředí pacienta. (10)

1.2 Miniinvazivní mimotělní oběh

Miniinvazivní mimotělní (M-MO) oběh stejně jako mimotělní oběh konvenční představuje přístrojový systém jehož základním úkolem je podpora nebo kompletní náhrada některých vitálních funkcí lidského organismu. Tento typ mimotělního oběhu se vyvinul z konvenčního typu přístroje pro mimotělní oběh v polovině 90. let minulého století. Používání standardního mimotělního oběhu s sebou přináší některé negativní vlivy na lidský organismus ve formě postperfuzního syndromu, který může ve svých nejzávažnějších formách dospět až k multiorgánovému selhání pacienta. Následkem snahy o snížení těchto nežádoucích vlivů bylo neustále zdokonalování jednotlivých komponentů mimotělního oběhu a také vytváření prostředí v němž by cirkulující krev nebyla vystavována kontaktu s cizorodým povrchem, jenž systém představuje, a vzduchem. Současně byly preferovány i požadavky, které vedly ke zmenšení celého systému a ke zredukování jednotlivých komponentů na nezbytné minimum. Výsledkem

těchto snah byl vznik uzavřeného mimotělního oběhu s minimálním počtem komponent, minimálním objemem a minimálním negativním dopadem na lidský organismus, ovšem se současným zachováním maximální bezpečnosti celého systému. Tento nový přístrojový systém, který vznikl na základě úprav konvenčního mimotělního oběhu byl nazván jako miniinvazivní mimotělní oběh. (8,15)

Stejně jako u konvenčního mimotělního oběhu je možno rozdělit i miniinvazivní oběh na část venózní, čerpadlo, oxygenátor a část arteriální. Jednotlivé části se liší specifickými vlastnostmi a činnostmi a dohromady pak vytvářejí efektivní a plně funkční systém. (8)

1.2.1 Vznik miniinvazivních systémů

Vznik prvních miniinvazivních systémů je datován do 90. let 20.století a je svázán s požadavkem týkajícím se vzniku a použití méně traumatizujících kardiochirurgických postupů a výkonů. Jednu z metod, která je v té době zaváděna do klinické praxe, představují operace na uzavřeném bijícím srdci bez použití mimotělního oběhu. Tyto operace však v konečném hodnocení nepřinášejí takové výhody, jaké od nich byly očekávány a výsledky se příliš neliší od operací za použití mimotělního oběhu. V důsledku toho vzniká řešení představující kompromis mezi výkony podmíněnými používáním konvenčních systémů pro mimotělní oběh a výkony bez něho. Výsledkem je vznik miniaturizovaných systémů, které si zachovávají bezpečnost konvenčních mimotělních oběhů ovšem s mnohem menším negativním dopadem na lidský organismus. Tyto miniaturizované systémy pro mimotělní oběh nepředstavují, jak by mohlo vyplývat z jejich pojmenování, zmenšené kopie konvenčních mimotělních přístrojů, nýbrž tvoří zcela novou koncepci v rámci kardiochirurgického oboru. Hlavní přínosy těchto miniaturizovaných systémů v klinické praxi představují: práci s konstantním krevním objemem za současného minimálního poškození krevních elementů, nízkou úroveň naředění krve pacienta náhradními roztoky, snížení zánětlivé odpovědi organismu na kontakt s povrchem přístroje pro mimotělní oběh, menší potřebu krevních derivátů a konečně také rychlejší zotavení pacienta v pooperačním období. Na základě všech zmíněných benefitů se tyto miniaturizované systémy začínají označovat také jako miniinvazivní mimotělní oběhy. (8)

2 SROVNÁNÍ ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ KONVENČNÍHO A MINIINVAZIVNÍHO MIMOTĚLNÍHO OBĚHU

Oba mimotělní systémy obsahují prakticky shodné části, které dohromady vytvářejí funkční jednotku schopnou plnit specifické funkce, pro které byl mimotělní oběh sestaven. Jednotlivé části se ale od sebe u obou systémů v některých případech liší a tím dávají možnost vyniknout některým, pro ten který systém, charakteristickým specifickým. Spolu s existujícími technickými odlišnostmi souvisí také do určité míry odlišná taktika ve vedení obou typů zmiňovaných mimotělních oběhů. (8)

2.1 Venózní část konvenčního mimotělního oběhu

Venózní část konvenčního mimotělního oběhu obsahuje ve svém průběhu několik plynule na sebe navazujících segmentů. (1)

Venózní kanyla tvoří úvodní segment a představuje část MO, která přímo komunikuje s vlastním cévním řečištěm pacienta. Pro zajištění odpovídajícího krevního přítoku do systému se nejčastěji používají dva základní typy venózních kanyl. Prvním typem je dvojstupňová kanyla zaváděná přes ouško pravé srdeční síně do dolní duté žíly. Druhým typem venózních kanyl používaných v praxi jsou kanyly jednoduškové určené pro separátní kanylací obou dutých žil. Kanyly jsou do cévního systému zavedeny opět přes pravé ouško a pomocí turniketů jsou jejich těla přimknuta ke stěnám cév. Tímto způsobem je zajištěn odvod veškeré krve mimo tělo pacienta bez plnění pravostranných srdečních oddílů. Těla kanyl jsou na svých koncích vybavena nasávacími otvory. (1,7)

Venózní linka představuje poměrně dlouhou část venózní strany MO a zajišťuje plynulé propojení venózní kanyly s venózním rezervoárem. Její průměr je obvykle 1/2". Velký průměr venózní linky stejně jako velký průměr venózní kanyly je podmíněn faktory, které mají vliv na průtok krve venózní částí MO. Venózní rezervoár do kterého ústí linka vedoucí krev z těla pacienta je standardně umístěn pod úrovní operačního stolu a to proto, že venózní návrat je zajišťován účinkem gravitačního působení, což znamená, že průtok krve je silně ovlivněn výškovým rozdílem mezi místem zavedení venózní kanyly a hladinou krve ve venózním rezervoáru. Snížením nebo naopak zvýšením výškového rozdílu lze tedy ovlivnit působení gravitace a tím i průtok krve žilním systémem. Protože ale výškový gradient můžeme ovlivnit jen do určité úrovně, je vhodné používat pro dosažení optimálního průtoku krve touto částí právě zmíněné velké průměry venózních segmentů, které kladou proudící krvi co možná nejmenší odpor. (1)

Venózní rezervoár představuje poslední segment ve venózní části MO. Je to plastová vysokoobjemová nádoba, ve které dochází ke shromažďování krve přitékající z těla pacienta. Součástí venózního rezervoáru je několikanásobný odpěňovací a filtrační systém zajišťující zachycení vzduchových makro i mikroembolů, tkáňového detritu event. látek cizorodé povahy, které byly venózní kanylou do systému nasáty. (7)

2.2 Venózní část miniinvazivního mimotělního oběhu

Venózní část miniinvazivního systému zajišťuje stejnou funkci jako u systému konvenčního, a to odvod krve z těla pacienta. Jednotlivé segmenty se ale od konvenčního odlišují velikostí a délkou a jejich počet je navíc zredukován. (8)

Venózní kanyla stejně jako u konvenčního MO představuje tu část systému, která přímo komunikuje s nativním cévním řečištěm pacienta. Naprosto stejné je i místo zavedení. Jelikož ale tento systém nevyužívá při odvodu krve účinky gravitačního působení, nýbrž krev aktivně nasává na základě činnosti arteriálního čerpadla je možné použít pro potřebu venózní drenáže kanyly s nízkým průsvitem. Tyto kanyly umožňují, vlivem aktivního nasávání krve, stejný objemový průtok jako kanyly vysokoprůměrové. Výhodou těchto kanyl je snadné zavedení při minimální nutné preparaci tkáně, což se projevuje zejména u reoperačních výkonů, kdy původní tkáň je patologicky změněna přítomností srůstů. Další výhodou těchto kanyl je menší cizorodá kontaktní plocha, protože při zmenšeném průsvitu se zmenšuje i celková vnitřní plocha kanyly, se kterou krev při svém průtoku přichází do kontaktu. (8)

Venózní linka zajišťuje, stejně jako u konvenčního MO, transport aspirované krve z venózní kanyly do dalších částí systému. Na rozdíl od konvenčního MO je možno použít pro účely venózní linky PVC hadici s průměrem 3/8". (8)

Venózní bubbletrap představuje bezpečnostní prvek venózní části protože je zodpovědný za eliminaci vzduchových makroembolů, tkáňového detritu a dalších látek, jejichž přítomnost je v krevním proudu nežádoucí. Bubbletrap tvoří nízkoobjemovou nádrž vybavenou síťovým filtrem o průsvitu 38 mikronů. V horním pólu nádrže je umístěna ventovací linka spojená se zdrojem vakua. V případě přítomnosti vzduchové bubliny je ventovací linka aktivována, buď zásahem perfuziologa nebo automaticky, a vzduchový embolus eliminován mimo cirkulující systém. (8)

2.3 Arteriální čerpadlo

Arteriální čerpadlo tvoří další část MO a navazuje na část venózní. U konvenčních systémů stále dominují čerpadla válečková, i když v posledních letech, zvláště pak u předpokládaných, obtížných a dlouhotrvajících výkonů, se i u tohoto typu MO využívají čerpadla centrifugální. Arteriální čerpadlo představuje v rámci MO pohonnou jednotku zodpovědnou za cirkulaci krve jak oběhem mimotělním, tak nativním cévním systémem pacienta. Po navození srdeční zástavy během kardiochirurgického výkonu přebírá arteriální čerpadlo čerpací funkci místo nativního biologického čerpadla pacienta – srdce. (4,6)

Arteriální čerpadlo konvenčního mimotělního oběhu tvoří pohonnou jednotku jejímž principem arteriálního čerpadla je rytmické stlačování hadice uložené v kovovém loži označovaném také jako stator čerpadla. Hadice uložená ve statoru, přesně po jeho obvodu, je vystavována tlaku dvou pohyblivých, rotujících válečků umístěných na protilehlých stranách hlavy čerpadla. Hlava čerpadla tvoří rotor a je přímo poháněna elektrickým motorem. Při rotaci válečků dochází, na základě přitlaku hadice ke kovové stěně statoru, k vypuzení určitého sloupce krve do arteriální části mimotělního oběhu a poté i do nativního cévního řečiště pacienta. Množství vypuzené krve je dáno velikostí tlaku válečků na stěnu hadice. Na vtokové části čerpadla je činností rotujících válečků krev aktivně nasávána a tím odčerpávána z venózního rezervoáru, který tvoří poslední segment venózní části MO. Výkon čerpadla je vypočten na základě průměru použité hadice a množství otáček rotoru za minutu. Výsledek výpočtu potom udává kalkulovaný průtok krve čerpadlem a je zobrazován na displeji příslušného modulu. (1,7)

Arteriální čerpadlo miniinvazivního mimotělního oběhu na rozdíl od konvenčního mimotělního oběhu tvoří pohonnou jednotku u systému miniinvazivních čerpadel centrifugální, pracující odlišným způsobem než čerpadlo okluzivní. K vytvoření pohybu krevního sloupce využívají odstředivé síly, která zajišťuje samotnou cirkulaci. Stavba čerpadla obsahuje základní magnetickou podložku, umístěnou v neprodyšně uzavřené plastové komoře, na níž jsou usazeny jednotlivé listy rotoru většinou ve tvaru kužele. Plastová komora nasedá ve většině případů na externí elektromotor, který je propojen s řídicí jednotkou. Při roztočení elektromotoru dojde pomocí magnetického spojení k rotaci magnetické podložky rotoru a posléze všech jeho listů. Výsledný krouživý pohyb dává vzniknout odstředivé síle, odpovědné za pohyb krevního sloupce čerpadlem. K zásadním výhodám centrifugálních čerpadel, které byly prokázány

mnohými studii, patří menší traumatizace krevních komponentů a nižší úroveň při aktivování jak koagulačních tak prozánětlivých systémů. (1,8)

2.4 Okysličovací zařízení

Oxygenátor představuje druhý zásadní komponent mimotělního oběhu. Jeho funkce spočívá v zajišťování nasycení protékající krve kyslíkem a eliminaci přítomného oxidu uhličitého.

Během vlastního operačního výkonu je nutné navodit srdeční zástavu. Stav srdeční zástavy poskytuje operujícímu lékaři výhodu bezkrevného a nehybného operačního pole. Tak je zajištěno optimální prostředí pro provedení chirurgické nápravy srdečního onemocnění v plánovaném rozsahu. Během trvání srdeční zástavy je logicky současně zastavena cirkulace krve nativním systémem pacienta. Tento stav zahrnuje nejen přerušeni průtoku krve velkým krevním oběhem zásobujícím jednotlivé orgány a tkáně organismu, ale také malým krevním oběhem, který je zodpovědný za zajištění okysličení krve. Pokud má tedy mimotělní oběh zcela nahradit srdeční činnost musí obsahovat i část, která zajistí dokonalé zásobování protékající krve kyslíkem, a tím zachová vitalitu všech orgánových struktur organismu. A právě tuto část se specifickou funkcí tvoří oxygenátor. (1,7,11)

2.4.1 Oxygenátor u konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu

V současnosti se u obou typů MO používají shodné typy oxygenátorů. V případě miniinvazivních systémů je kladen důraz na velikost oxygenační plochy okysličovacího zařízení, proto jsou u některých systémů standardně používány oxygenátory s menší oxygenační plochou. Tyto oxygenátory se v případě konvenčních systémů užívají spíše u operací větších dětí. Přesto menší oxygenační plocha dokáže bez problému zajistit potřebnou úroveň okysličení krve i u dospělých pacientů a navíc představuje menší cizorodý povrch, se kterým protékající krev přichází do kontaktu. Dochází tak k menší aktivaci koagulačních a zánětlivých faktorů, což je jeden z hlavních cílů miniinvazivních systémů. (5,7,12)

2.5 Arteriální část mimotělního oběhu

Arteriální část mimotělního okruhu navazuje na okysličovací zařízení a představuje poslední úsek, kterým se okysličená krev vrací zpět do organismu pacienta. Spolu s venózní částí tak přímo komunikuje s nativním cévním řečištěm. (7)

2.5.1 Arteriální část konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu

Tato část mimotělního okruhu se mezi oběma zmíněnými typy oběhů v podstatě neliší. Skládá se ze tří, někdy dvou segmentů. První segment tvoří arteriální linka, která je stejně jako linka venózní vyrobena z PVC v medicínské kvalitě

Druhý segment, který může ale také nemusí být v arteriální části přítomen je arteriální filtr. Tento segment představuje bezpečnostní zařízení eliminující z arteriální krve nežádoucí obsah, který mohou tvořit mikro a makrobubliny, shluky fibrinu, tkáňový detrit nebo mikročástice prachu nebo cizorodého materiálu.

Poslední segment arteriální části představuje tepenná kanyla, přímo zavedená do vlastního řečiště pacienta, nejčastěji do vzestupné aorty. Materiálově se neliší od kanyly venózní. Rozdílné je konstrukční řešení vyplývající z toho, že krev vracející se do tepenného systému nemocného proudí v kanyle pod vysokým tlakem. (1,7)

3 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY KONVENČNÍHO A MINIINVAZIVNÍHO OBĚHU

Oba typy mimotělního oběhu představují rozdílné systémy, které se liší ve svých základních charakteristikách. Základní rozdíly jsou uvedeny níže.

3.1 Otevřený a uzavřený systém, kontaktní plocha a plicní objem

Konvenční MO je otevřený systém, což znamená, že krev, která tímto okruhem protéká, se v některých místech dostává do přímého kontaktu s atmosférickým prostředím. Vzniká tak styčná plocha mezi vzduchem a krví, následkem čehož dochází k aktivaci koagulačního systému a ke vzniku zánětlivé odpovědi organismu. Dalším charakteristickým znakem konvenčního systému je velikost jeho vnitřní plochy. Některé literární prameny uvádějí, že vnitřní plocha konvenčního oběhu může dosahovat až 12 m². Dalším znakem, který souvisí s velikostí systému je množství plicního roztoku, který je nutné použít k dokonalému odvzdušnění všech komponentů. U konvenčního oběhu se toto množství pohybuje okolo 1500 ml. (1,8)

Miniinvazivní MO představuje systém zcela uzavřený a během cirkulace krve tedy nedochází k její komunikaci se vzduchem. Také kontaktní plocha mezi cizorodým materiálem a krví je díky snížení počtu komponentů značně zredukována. U nejmenších systémů se udává její plocha okolo 3 m². Množství plicního roztoku potřebného pro odvzdušnění systémů je dáno jeho typem a pohybuje se v rozmezí 500 – 1400 ml. (8)

3.1.1 Biokompatibilita

V souvislosti s výše uvedenými fakty je třeba zmínit rovněž biokompatibilitu. Ve snaze snížit co jak možno nejvíce negativní dopad mimotělního oběhu na lidský organismus, dochází k ošetření vnitřních ploch okruhů speciálním materiálem, který se svou funkcí snaží přiblížit endotelové vrstvě nativního cévního řečiště. (1)

3.1.2 Heparinizace

Od počátku vývoje ztěžovala veškeré pokusy a použití přístrojů pro mimotělní oběh srážlivost krve. Pro rutinní použití přístrojů pro MO bylo tedy nezbytné mít k dispozici takovou látku, která by zabránila srážení krve a formaci mikro či makrotrombů. Tuto látku představuje v současné době heparin, široce používaný jako antikoagulant, tedy prostředek snižující srážlivost krve. V průběhu let bylo z hlediska

MO vyvinuto řešení dávkování heparinu ve formě tzv. aktivovaného srážecího času – activated clotting time (ACT). (1,13)

U konvenčních systému je v současné době obvykle podávána dávka heparinu 3 mg/kg tělesné váhy. Tato dávka zaručuje pro zmíněný systém bezpečnou úroveň antikoagulace. Hodnota ACT se u konvenčních systémů pohybuje v rozmezí 400 – 480 s.

Miniinvazivní systémy mohou oproti tomu bezpečně pracovat při nižších dávkách heparinu. Na základě studií byla stanovena minimální hodnota ACT na 250 s, běžně používaná hodnota pak je 300 s. (dávka 1-1,5 mg heparinu/ kg). Při této úrovni heparinizace nedochází ve zmíněném systému ke známkám koagulace. (7,8)

3.1.3 Rizikové komponenty

Konvenční mimotělní oběh obsahuje ve své sestavě několik částí, které během vlastní činnosti představují značný zdroj hemolýzy krve. Tyto části se využívají ke zpětnému nasávání krve z operačního pole zpět do mimotělního okruhu a její následné filtraci. U miniinvazivního mimotělního systému jsou tato zařízení z okruhu odstraněna. (8)

4 ROLE VŠEOBECNÉ SESTRY PŘI VEDENÍ MINIINVAZIVNÍHO MIMOTĚLNÍHO OBĚHU

Role všeobecné sestry – klinického perfuziologa je v rámci vedení mimotělního oběhu značně rozsáhlá. Sdružuje v sobě činnosti, které musí perfuziolog provést v předoperačním období s vlastním řízením chodu mimotělní cirkulace. Současně je velmi důležitá perfuzionistova role v rámci operačního týmu, kdy představuje partnera na výkonu zainteresovaným lékařským profesím, s kterými spolupracuje na přípravě strategie celého operačního výkonu. (1)

Předoperační období nepředstavuje pouze samotnou technickou přípravu mimotělního oběhu, ale zahrnuje také analytickou činnost, které musí být věnován odpovídající přístup. Základním krokem analytické činnosti je důkladné seznámení se s aktuálním stavem klienta, důsledné rozebrání zdravotního stavu před operačním výkonem, zhodnocení přidružených onemocnění a jejich možného vlivu na perioperační průběh, kdy bude klient napojen na mimotělní oběh, zjištění laboratorních hodnot a sledování aktuálních orgánových funkcí. Současně musí být perfuzionista seznámen se základními antropometrickými hodnotami, na jejichž základě stanoví výpočtem minutový srdeční výdej klienta a předpokládanou úroveň hemoglobinu. V tomto období rovněž odebírá vzorky krve, na jejichž základě zhodnotí individuální reakci klienta na heparin a doporučí podání takové dávky, aby byla během mimotělní cirkulace zajištěna odpovídající a bezpečná úroveň antikoagulace. Tato zmíněná činnost hraje v rámci přípravy velmi důležitou úlohu, protože soubor všech získaných hodnot a indicií může perfuzionistovi nastítnit situaci, která by po napojení klienta na mimotělní oběh mohla vzniknout a dát mu tak příležitost ke zvolení vhodného řešení. Na základě této analýzy se perfuzionista spolu s chirurgem a anesteziologem podílí na vytvoření základní strategie celého operačního výkonu a účastní se tak činnosti plánovací. Přijímá, ale rovněž poskytuje, zásadní informace o zamýšlené taktice, vhodnosti a možnostech plánovaného postupu, aby následné vedení miniinvazivního systému a průběh celé operace proběhly, pokud možno, bez přítomnosti rizikových situací. Pouze jejich dokonalá souhra a aktivní spolupráce vede k minimalizování nebo úplné eliminaci nechtěných rizikových situací, které se během vedení miniinvazivního systému mohou vyskytnout. (8)

Samotná technická příprava mimotělního oběhu k výkonu představuje značně specifickou činnost a probíhá na základě dokončené analýzy předoperačních údajů.

V souladu s ní navrhuje perfuzionista takové typy komponentů miniinvazivního systému, které zajistí jeho bezproblémový chod. V případě nutnosti musí na základě znalostí charakteristik jednotlivých částí své stanovisko ozřejmit a obhájit, protože funkce miniinvazivního systému je často svázána s nutnou přítomností některých komponentů, nebo postupů a ustoupením ze svých opodstatněných požadavků může perfuzionista ohrozit klienta na základě malfunkce mimotělního oběhu. (1,8)

Během vedení miniinvazivního systému monitoruje perfuzionista celou řadu laboratorních a fyzikálních hodnot, které ho kontinuálně informují o stavu probíhající perfuze a odezvě organismu klienta na mimotělní cirkulaci. Tyto údaje průběžně vyhodnocuje a v případě nutnosti aktivně vstupuje do probíhajícího procesu. Na základě vlastního rozhodnutí nebo po konzultaci s ostatními členy týmu upravuje činnost systému tak, aby byly zachovány odpovídající perfuzní parametry a fyziologické hodnoty. V této fázi operačního výkonu musí perfuzionista prokázat schopnost samostatného rozhodování na podkladě správné interpretace dostupných parametrů. Jakékoliv pochybení během vedení mimotělního oběhu může mít za následek poškozením klienta. (8,16)

4.1 Specializační vzdělávací program pro všeobecné sestry v oboru perfuziologie

V současné době neexistuje v České republice školské zařízení jehož náplní by byla příprava uchazečů na profesi klinického perfuziologa. Vzhledem k současnému počtu perfuziologů v České republice by vznik takového zařízení představoval nákladný a neefektivní krok. Proto se naprostá většina perfuziologů vyprofilovala z řad všeobecných sester na základě specializačního vzdělávacího programu. Tento program připravuje všeobecné sestry na úzce specializovanou činnost při přípravě a obsluze mimotělního oběhu a mechanických podpor srdce na základě Nařízení vlády ze dne 11. ledna 2010 o oborech specializačního vzdělávání a označení odbornosti zdravotnických pracovníků se specializovanou způsobilostí. Příprava pak probíhá v souladu s § 59 vyhlášky č. 424/2004 Sb a na jejím základě může klinický perfuziolog vykonávat činnosti podle § 48 v souvislosti s řízením mimotělního oběhu. Přitom bez odborného dohledu na základě indikace lékaře:

- řídí mimotělní oběh při operacích na otevřeném srdci, to je sterilně sestavuje okruh pro mimotělní oběh, vybírá vhodný typ oxygenátoru krve a velikost kanyl pro

vypočtený minutový průtok krve, provádí plnění okruhu pro mimotělní oběh náhradními roztoky, krevními deriváty a léčivými přípravky a odvodušňuje jej, kontroluje dostatečnou antikoagulaci krve před a během mimotělního oběhu, zabezpečuje řízenou hemodiluci, systémovou perfuzi a výměnu krevních plynů, řídí tělesnou teplotu, včetně hypotermie, provádí činnosti související s úpravou vnitřního prostředí pacienta a jeho krevního tlaku,

- aplikuje krevní deriváty, obsluhuje autotransfuzní systémy,
- provádí hemofiltraci a modifikovanou hemofiltraci při mimotělním oběhu, případně hemodiafiltraci,
- aplikuje léčivé přípravky do mimotělního oběhu,
- v součinnosti s lékařem-operátorem a v souladu s průběhem operačního výkonu aplikuje krevní hyperkalemickou kardioplegii do kořene aorty, případně cíleně do koronárních arterií, pomocí krevního čerpadla,
- technicky zabezpečuje podpůrnou cirkulaci při srdečním selhání nebo podpůrný mimotělní oběh s membránovou oxygenací (ECMO) při selhání srdce a plic,
- obsluhuje systémy podpory selhávajícího oběhu (například kontrapulzace, univentrikulární a biventrikulární mechanické srdeční podpory),
- řídí podpůrný mimotělní oběh a ohřívání při akcidentální hypotermii v rámci resuscitace oběhu,
- obsluhuje systémy mimotělního oběhu při operačních výkonech a dalších léčebných úkonech, které mimotělní oběh vyžadují,
- technicky zabezpečuje izolovanou hypertermickou perfuzi končetin cytostatiky.

Základní podmínkou pro zařazení do vzdělávacího programu pro získání specializované způsobilosti v perfuziologii je úspěšné ukončení kvalifikačního studia, kterým se získává odborná způsobilost všeobecné sestry. (21)

PRAKTICKÁ ČÁST

5 FORMULACE PROBLEMATIKY

Miniaturizovaný miniinvazivní mimotělní oběh představuje zcela novou, relativně mladou koncepci objevující se na poli perfuziologie v ne příliš vzdálené době. Vznik nových přístrojů pro mimotělní oběh byl podmíněn existencí příznivých podmínek nutných pro jejich zrod a přítomností požadavků týkajících se zavedení miniinvazivní kardiochirurgie do klinické praxe. Současně se vznikem těchto nových systémů dochází i ke změně koncepce ve vedení mimotělních systémů, neboť charakteristiky a základní vlastnosti miniinvazivních oběhů se od konvenčních oběhů v mnohém odlišují.

Obsahem praktické části této práce je vyznačení základních rozdílů mezi konvenčními a miniaturizovanými miniinvazivními systémy pro mimotělní oběh a současné vysvětlení základních kroků nezbytných pro jejich bezproblémové a bezpečné vedení na základě dvou kasuistik.

6 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo zjištění a porovnání základních rozdílů mezi konvenčním a miniinvazivním typem mimotělního oběhu.

6.1 Dílčí cíle:

- Zjistit komplikace při vedení konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu.
- Zjistit výhody, které pacientům přináší použití konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu.
- Porovnat roli všeobecné sestry-klinického perfuziologa při vedení konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu.

7 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

1. Jaké komplikace pro pacienta přináší použití konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu?
2. Jaké jsou výhody pro pacienta při použití konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu?

3. Liší se od sebe role všeobecné sestry-klinického perfuziologa při vedení konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu?

8 METODIKA

Metodika této práce je vedena způsobem kvalitativního výzkumu, a to formou kasuistiky, na základě které chci ilustrovat průběh péče o klienta a roli všeobecné sestry-klinického perfuziologa během kardiochirurgického výkonu na uzavřeném srdci. Na základě toho jsem zvolil dva klienty, z nichž prvnímu byl proveden operační výkon na uzavřeném srdci při použití konvenčního mimotělního oběhu, druhý se pak podrobil totožnému výkonu při použití miniinvazivního mimotělního oběhu.

9 VZOREK RESPONDENTŮ

Pro své srovnání jsem záměrně zvolil dva pacienty, kteří měli porovnatelné parametry a podrobili se stejnému operačnímu výkonu.

První pacient, 73 muž s ischemickou chorobou srdeční, byl pro progredující se námahovou dušnost přijat na kardiochirurgické oddělení, kde bylo provedeno koronarografické vyšetření, které prokázalo limitující stenotické úseky na koronárním řečišti. Na základě tohoto nálezu byl pacient indikován k elektivnímu kardiochirurgickému operačnímu řešení. Současně byla detekována snížená funkce levé srdeční komory a insuficience mitrální chlopně, která byla zhodnocena jako málo až středně významná.

Druhý pacient, 72 muž s ischemickou chorobou srdeční, byl pro přítomnost opakujících se námahových bolestí anginózního charakteru přijat na kardiochirurgické oddělení k provedení koronarografického vyšetření, které prokázalo mnohočetné stenózy koronárního řečiště. Na základě tohoto nálezu byl pacient indikován k operačnímu kardiochirurgickému řešení.

10 KASUISTIKA Č. 1: AORTOKORONÁRNÍ BYPASS ZA POUŽITÍ KONVENČNÍHO OBĚHU

Anamnéza

Muž 73 let, přijat na kardiokirurgické odd. k provedení elektivního výkonu-revaskularizace myokardu.

Rodinná anamnéza: ženatý, žije s manželkou, jedno dospělé dítě

Osobní anamnéza:

- Běžná dětská onemocnění
- Stav po koronarografickém vyšetření, kde indikován k elektivnímu CABG
- Dysfunkce LKS s EF 20-25%
- Funkční hemodynamicky málo až středně významná mitrální regurgitace
- Námahová angina pectoris II. st.
- Námahová dušnost II. st
- .ICHS, stav po akutním non Q IM přední stěny
- Arteriální hypertenze
- Porucha metabolismu lipidů
- Exnikotinismus
- St. p. operaci tříselné kýly vpravo

Pracovní anamnéza: důchodce

Alergologická anamnéza: neguje

Status praesens

Normostenik, bez klidové dušnosti, cyanózy a ikteru, orientovaný a spolupracující. Hlava a krk: zornice izokorické, inervace n. VII správná, hrdlo klidné, pulzace nad karotidami přiměřená, bez šelestů, náplň krčních žil přiměřená, štítná žláza hmatná, uzliny nehmatné.

Plíce: poklep plný, jasný, dýchání sklípkové čisté.

Srdce: akce pravidelná, f-80/min., TK 160/90, ozvy ohraničené.

Břicho: měkké, nebolestivé, játra a slezina nezvětšeny, tapottement bilaterálně negativní, jizvy nepřítomny.

DK: aa. femorales bez šelestů, pulzace až do periferie dobře hmatné, bez otoků, varixů a aktivní trombózy.

HK: Allenův test bilaterálně negativní, stisk symetrický.

Analýza

V rámci předoperační přípravy byla operujícím kardiochirurgem, anesteziologem a perfuziologem provedena analýza vstupních diagnóz a laboratorních hodnot pacienta se současným naplánováním nejvhodnějšího operačního postupu.

Laboratorní hodnoty: Hb-135 g/l, Htc-0,38, Ery-4,3 $10^{12}/l$, Le-7,8 $10^9/l$, Trombo-252 $10^9/l$, Urea-4,8 g/l, Kreatinin-98 mmol/l, Na-142 mmol/l, K-4,6 mmol/l, Chloridy-105 mmol/l, Glu-4,6 mmol/l, CRP-1 mg/l, CK-2,85 ukat/l, Troponin I-0,01 ug/l, APTT-31,5 s., INR-1,1, ATIII-95 %, Ph-7,41, pO₂- 23,2 kpa, PCO₂-5,2 kpa, BE-0,8 mmol/l, HCO₃-30,3 mmol/l.

Na základě toho, že operující chirurg nevyklučuje možnost plastiky mitrální chlopně byl zvolen konvenční typ mimotělního oběhu, kterým by bylo možno minimalizovat perioperační krevní ztráty.

Kardiochirurgický výkon

Předoperační příprava

Klient přivezen na operační sál.

- Klinickým perfuziologem a anesteziologickou sestrou provedena kontrola totožnosti klienta formou dotazu. Totožnost potvrzena na základě konfrontace se zdravotní dokumentací.
- Formou dotazu zjištění dodržení předoperačních pravidel (od 24 hod. nejíst, nepít, nekouřit). Dodržení předoperačních pravidel potvrzeno.
- Klinickým perfuziologem nainstalován a spuštěn ohřev klienta cestou tepelné podložky. Provedena kontrola spokojenosti klienta s ohřevem. Na přání klienta upraven výkon ohřevu na 39,5 °C. Použité zařízení: *Stockert T III heater-cooler*.
- Po upozornění nainstalovány klientovi snímací elektrody k získání EKG signálu. Provedena kontrola funkčnosti a zobrazení signálu na centrálním monitoru. Srdeční akce: sinusový rytmus, f-110/min.

- Při spolupráci klienta provedeno anesteziologickou sestrou a perfuziologem zavedení periferní arteriální kanyly do a. radialis dx., za dodržení aseptického postupu. Použitý materiál: *Art. cannula 20 Radial art.* Zprovoznění snímacího tlakového zařízení a zobrazení signálu na centrální monitor. Systémový tlak klienta: 180/80. Nainstalováno neinvazivní saturační měření. Hodnota aSO₂ zobrazená na centrálním monitoru: 98%.
- Anesteziologem provedená edukace klienta o dalším plánovaném postupu po vlastním operačním výkonu.
- Anesteziologem podaná úvodní dávka anestetik. *Propofol 10 mg/ml 900 mg, Sufentanil 50 ug/ml 150 ug, Vecuronium 4 mg/ml 12 mg, Midazolam 1 mg/ml 2 mg.*
- Anesteziologem provedená endotracheální intubace – 8,5/22 cm a pacient napojen na UPV.
- Anesteziologem zaveden centrální žilní katetr do v. jugularis interna. Použitý materiál: *CV catheter 16 g 3 lumen.*
- Chirurzem zaveden močový katetr. Použitý materiál: *Urethral urine catheter 16 ch Foley.*
- Chirurzem provedena kontrola a jednorázové zarouškování operačních ploch. Použitá desinfekce: *Braunol.*
- Chirurzem provedena incize sternu, asistujícím chirurgem proveden endoskopický odběr v. saphena magna z LDK.

Příprava přístroje pro mimotělní oběh

- Klinickým perfuziologem provedeno zprovoznění mimotělního oběhu a kontrola všech elektronických funkcí formou automatického testu. Provozní schopnost přístroje potvrzena.
- Klin. perfuziologem provedena kontrola exspirace jednorázového setu pro mimotělní oběh a jeho vyjmutí z ochranného obalu. Neporušenost a sterilita vnitřního lumen setu potvrzena.
- Klin. perfuziologem provedeno nainstalování jednorázového setu na nosné konzole mimotělního oběhu a za dodržení aseptického postupu propojení všech jeho částí. Provedena kontrola kompletnosti celého systému. Kompletnost potvrzena.

- Perfuziologem zajištěno dokonalé odvodušnění a naplnění celého systému primárním plnicím roztokem. Provedena kontrola odvodušnění všech jednotlivých částí mimotělního oběhu a jejich těsnosti. Složení plnicího roztoku: *Ringerfundin 750 ml, Volulyte 500 ml, Manitol 20% 250 ml*. Celkový objem plnicí směsi potřebný pro bezpečné odvodušnění systému: 1 500 ml. Hodnota byla perfuziologem zanesena do perfuzního záznamu.
- Perfuziologem provedena instalace bezpečnostního elektronického systému (kontrola minimální úrovně krve ve venózním rezervoáru, kontrola přítomnosti vzduchových embolů v arteriální části systému, snímač průtoku centrifugálního čerpadla, snímač arteriální periferní rezistence systému, kontinuální měření hodnot vnitřního prostředí) a jeho kalibrace. Funkce jednotlivých snímačů zkontrolovány a aktivovány. Kontrola byla perfuziologem zapsána do perfuzního záznamu.
- Perfuziologem zajištěno propojení oxygenátoru se směšovačem dýchacích plynů. Provedena kontrola funkčnosti.
- Na základě získaných antropometrických údajů proveden perfuziologem výpočet tělesného povrchu pacienta a plánovaného minutového výdeje. Tělesný povrch (BSA): 1,8 m². Plánovaný minutový výdej čerpadla: 4,5 l/min. Parametry byly perfuziologem zapsány do perfuzního záznamu.
- Na základě získané hodnoty minutového výdeje a průtokových charakteristik rozhodl perfuziolog o použití odpovídající venózní a arteriální kanyly mimotělního oběhu. Vhodným výběrem eliminuje perfuziolog riziko sníženého minutového výdeje. Použitý materiál: venózní kanyla *Sarns 32 x 40 fr.*, arteriální kanyla *Edwards Lifescience 24 fr. soft flow*. Typy použitých kanyl byly zaneseny perfuziologem do perfuzního záznamu.
- Perfuziolog provedl odběr krevního vzorku (2 ml) z periferní arteriální kanyly a měřením stanovil dávku antikoagulačního přípravku – heparinu. Na základě minimální požadované hodnoty ACT 480 s. byla výsledná dávka heparinu stanovena na 265 mg (3 mg/kg). Použité měřicí zařízení: *Medtronic Hepcon® HMS PLUS™ Hemostasis Management System*. Perfuziolog na základě konzultace s operujícím chirurgem a anesteziologem podal heparin do centrálního žilního katetru. Podaná dávka byla spolu s časem aplikace zapsána anesteziologem do anesteziologického záznamu.

- Po 3 min. od aplikace heparinu byl perfuziologem proveden kontrolní odběr krve z a. radialis a změřena hodnota ACT. Výsledná hodnota byla 506 s. Tato hodnota byla klin. perfuziologem zhodnocena jako dostačující pro bezpečné spuštění mimotělního oběhu. Použité měřicí zařízení: *Medtronic Hepcon® HMS PLUS™ Hemostasis Management System*. Hodnota byla zanesena do perfuzního a anesteziologického záznamu spolu s časem měření.
- Kardiologem bylo provedeno transesofageální echografické vyšetření mitrální chlopně. Mitrální insuficience byla zhodnocena jako málo významná. Na základě tohoto výsledku chirurg od operačního výkonu na mitrální chlopni ustupuje.
- Chirurgem byly implantovány kanyly mimotělního oběhu do arteriálního a venózního řečiště pacienta. Za současné spolupráce perfuziologa a chirurga bylo provedeno propojení kanyl a odpovídajících linek mimotělního oběhu. Perfuziologem byla provedena kontrola správnosti propojení.
- Klinickým perfuziologem byla provedena opětovná kontrola celého systému mimotělního oběhu. Na základě této kontroly byl mimotělní oběh shledán schopným spuštění. Perfuziolog, operující chirurg a anesteziolog se spuštěním souhlasí.

Vedení mimotělního oběhu během kardiochirurgického výkonu

- Na základě pokynu operujícího chirurga perfuziolog spustil mimotělní cirkulaci. Perfuziolog nastavil průtok dýchacích plynů do oxygenátoru a aktivoval kontinuální měření hodnot vnitřního prostředí organismu pacienta. Průtok dýchací směsi nastaven na: 5 l/min., frakce kyslíku na: 100 % dle doporučení výrobce oxygenátoru. Perfuziolog uvolnil venózní návrat ze 75 % (prevence náhlé desangvinace organismu pacienta), minutový výdej čerpadla nastaven na 3,5 l/min. (prevence přetížení arteriálního systému pacienta). Systémové parametry po spuštění MO: MAP-80 mmHg, CVP-12 mmHg, srdeční akce: sinusový rytmus, f- 75/min. Srdce pacienta a mimotělní oběh pracují paralelně.
- 1. min. oběhu. Venózní návrat otevřen na 100% výkonu, výdej čerpadla navýšen na 100%, dosaženo plánovaného výkonu čerpadla. Perfuziolog oznámil dosažení plného průtoku anesteziologovi, který přerušil UPV. Mimotělní oběh přebral kompletně oxygenační funkci plic. Perfuziolog reagoval na změnu hodnot dýchacích plynů, na kontinuálním monitorovacím zařízení (parciální tlak kyslíku: 63 kpa., tlak

oxidu uhličitého 4 kpa.) a provedl příslušnou korekci. Měřicí zařízení: *Terumo CDI™ Blood Parameter Monitoring System 500*.

- 2. min. oběhu. Na základě perfuziologem provedené korekce průtoku dýchacích plynů se jejich hodnoty ustálily v mezích doporučených pro vedení MO (pO₂-18 kpa., pCO₂-5,7 kpa). Perfuziologem byla provedena kontrola průtokových parametrů. Činnost MO byla zhodnocena jako stabilizována. Perfuziologem byla zaznamenána odpověď organismu na výšenu hemodiluci. Došlo k poklesu hodnot červených krevních elementů (Hb-75 g/l , Hct-0,24) se vznikem metabolické acidózy (Ph-7,29, BE- -3,5 mmol/l, HCO₃⁻ 16,8 mmol/l) a poklesem venózní saturace na 65%. Rovněž došlo k poklesu systémového tlaku pacienta na 35 mmHg. (vznik rizika orgánové hypoperfuze). Perfuziolog provedl navýšení výkonu čerpadla na 5,0 l/min, zajistil kontinuální aplikaci katecholaminové podpory (Noradrenalin 2 mg/20 ml, rychlost podání 3 ml/hod.) a po konzultaci situace s anesteziologem podal farmakologický přípravek pro podporu diurézy (Furon 40 mg). Přípravek podal bolusově do MO. Všechny události a hodnoty byly perfuziologem zaneseny do perfuzního záznamu.
- 5. min oběhu. Zásahem perfuziologa došlo k úpravě MAP na 60 mmHg.a k vzestupu vSO₂ na 70 %. Přetrvával vliv hemodiluce na organismus pacienta doprovázen metabolickou acidózou. Změny hodnot perfuziolog zaznamenal do dokumentace o perfuzi. Současně byla provedena kontrola úrovně antikoagulace. Hodnota ACT byla zhodnocena perfuziologem jako bezpečná (ACT 496 s.).
- 12. minuta oběhu. Na pokyn operujícího chirurga došlo k přechodnému snížení výkonu čerpadla za účelem nasazení příčné svorky na ascendentní aortu. Byl navozen stav srdeční ischémie a perfuziologem podán krystalický kardioplegický roztok k zajištění ochrany srdečního svalu. Podaný roztok: *Káliový roztok St. Thomas s koncentrací iontů 20 mmol/l*. Teplota podaného roztoku: 4° C (hypotermická ochrana myokardu). Objem podaného roztoku: 850 ml. Došlo k záměrnému vyvolání srdeční zástavy. Mimetělní oběh kompletně přebral mechanickou funkci srdce. Údaje byly zaznamenány perfuziologem do dokumentace.
- 15. minuta oběhu. Perfuziologem byl zaznamenán další pokles červené krevní řady, jako reakce organismu na další objemovou nálož, se současným poklesem venózní saturace a systémového tlaku (Hb-66 g/l, Hct-0,20, vSO₂-64 %, MAP 45 mmHg).

Perfuziolog navýšil výkon čerpadla na 5,5 l/min a po konzultaci s anesteziologem nainstaloval do okruhu MO hemokoncentrační patronu pro odstranění nechtěného cirkulujícího objemu. Použité zařízení: *Terumo Hemocor HPH® Hemoconcentrator*

- 17. minuta oběhu. Perfuziolog aktivoval funkci hemokoncentrátoru. Rychlost ultrafiltrace cca 35 ml/min.
- 35. minuta oběhu. Perfuziolog provedl odběr krve pro zhodnocení úrovně antikoagulace. Změřená hodnota ACT- 461 s. byla zhodnocena jako nevyhovující a perfuziolog aplikoval do MO dodatkovou dávku 25 mg. heparinu. O aplikaci byl informován anesteziolog a dávka zaznamenána do dokumentace.
- 47. minuta oběhu. Na základě aplikace hemokoncentračního zařízení a farmakologické podpory diurézy došlo k vzestupu hodnot červené krevní řady na uspokojivou úroveň. Perfuziolog ukončil ultrafiltraci. Diuréza pacienta: 800ml, ultrafiltrát: 1000 ml. Kontrolní laboratorní hodnoty vnitřního prostředí: Ph-7,33, pO₂-16 kpa., pCO₂-5,7 kpa., vSO₂-74 %, BE- - 1,8 mmol/l, HCO₃-22,1 mmol/l, Hb- 78 g/l, Hct-0,29). Průtokové parametry: MAP 75 mmHg., Výkon arteriálního čerpadla 6 l/min. Po zhodnocení aktuální situace perfuziolog snížil výdej čerpadla na 5,0 l/min. a kontinuální dávku katecholaminové podpory na 1,5 ml/ hod. Současně byla perfuziologem provedena kontrola úrovně antikoagulace. Výsledná změřená hodnota ACT- 483 s. byla shledána dostatečnou pro další bezpečné vedení MO.
- 58. minuta oběhu. Na pokyn operujícího chirurga byl perfuziologem přechodně snížen výkon čerpadla za účelem odstranění příčné svorky. Byla ukončena fáze srdeční ischémie. Čas a úkon zanesl perfuziolog do perfuzního záznamu.
- 59. minuta oběhu. Perfuziolog upozornil operujícího chirurga na přítomnost srdeční fibrilace svědčící o opětovném průtoku krve koronárním řečištěm. Po vzájemné konzultaci přistoupil chirurg k provedení srdeční defibrilace. Elektrický výboj byl aplikován přímo na srdeční stěnu ve třech po sobě jdoucích pokusech. Síla výbojů: 7 J, 10 J, 10 J. Byla detekována nepravidelná spontánní srdeční činnost o frekvenci 40/ min.
- 61. minuta oběhu. Po konzultaci s anesteziologem aplikoval perfuziolog do MO iontové přípravky pro podporu úpravy srdečního rytmu. Aplikované přípravky: *KCl 7,5 % 20ml, Magnesium 20 % 20 ml.*

- 62. minuta oběhu. Perfuziolog po konzultaci s operátorem a anesteziologem zvýšil minutový výdej čerpadla na 6 l/min. s cílem zvýšit perfuzní tlak v koronárním řečišti. MAP- 80 mmHg.
- 66. minuta oběhu. Byla detekována spontánní srdeční činnost o frekvenci 70/min.s pulzatilní odpovědí na arteriální tlakové křivce. Hodnota TK- 95/45 mmHg. Perfuziolog se souhlasem operátera snižuje výkon čerpadla na poloviční minutový výdej. MO a srdce pacienta pracují paralelně. Anesteziolog spouští UPV.
- 71. minuta oběhu. Na základě pokynu operujícího chirurga a se souhlasem anesteziologa začíná perfuziolog realizovat fázi odpojení pacienta od MO.

Ukončení mimotělního oběhu

- Perfuziolog omezil venózní návrat a za stálé kontroly CVP začal plnit cévní systém pacienta. Současně konzultoval efektivitu plnění s chirurgem, který měl vizuální kontrolu nad probíhajícím stavem. Perfuziolog rovněž sledoval systolickou hodnotu TK na centrálním monitoru a s její zvyšující se hodnotou snižoval výkon čerpadla. Po optimálním naplnění srdečních dutin dal operující chirurg pokyn k úplnému zastavení čerpadla. Perfuziolog kompletně zastavil venózní návrat a minutový výdej, vypnul průtok dýchacích plynů do oxygenátoru a katecholaminovou podporu. Čas ukončení oběhu zanesl do perfuzní dokumentace spolu s laboratorními hodnotami a stavem FF.
- Pacient byl úspěšně odpojen od MO.
Fyziologické funkce a laboratorní hodnoty po ukončení mimotělního oběhu: Srdeční akce: sinusový rytmus, f-75/min., TK-135/65 mmHg., TT-36,8 °C., UPV- 24/min., pO₂-9,7 kpa, pCO₂-6,1 kpa, Ph-7,33, BE- -1,5 mmol/l, HCO₃- 22,3 mmol/l, Hb-80 g/l, Hct-0,29, Ery-3,20 10¹²/l, Le-25,23 10⁹/l, Trombo-179 10⁹/l, CK-4,62 ukat/l, Troponin I-2,99 ug/l, diuréza během MO- 1150 ml, množství ultrafiltrátu- 1000 ml. ACT-474 s., délka mimotělního oběhu-71 min., délka srdeční ischemie-46 min., celkový objem tekutin podaný během mimotělního oběhu-2350 ml.
- Na základě laboratorních výsledků aplikuje anesteziolog 2 jednotky erymasy v celkovém objemu 484 ml.
- Perfuziolog odebral vzorek krve z a. radialis a provedl výpočet optimální dávky protamin-sulfátu k vyvázání účinku zbytkového heparinu. Vypočtenou dávku aplikoval anesteziolog do centrálního venózního katetru.

- Na pokyn chirurga provedl perfuziolog vytlačení zbytkové krve z mimotělního okruhu do cévního systému pacienta náhradním roztokem: *500 ml 0,9 % NaCl*.
- Po aplikaci zbytkové krve provedl chirurg, na pokyn perfuziologa, vyjmutí kanyl mimotělního oběhu z cévního řečiště pacienta.

Zhodnocení

Formou této kasuistiky byl ilustrován klasický průběh operace při použití konvenčního mimotělního oběhu. Během vedení došlo k významnému poklesu laboratorních hodnot červené krevní řady, které by musely být v pooperačním období hrazeny podáním transfuzních přípravků. Tato komplikace byla aktivním přístupem perfuziologa a anesteziologa vyřešena. Současně byla pomocí laboratorních hodnot znázorněna situace vykreslující reakci organismu pacienta na napojení na konvenční mimotělní oběh, během něhož došlo ke vzestupu zánětlivých parametrů. Tento stav označovaný jako postperfuzní syndrom nebyl během operačního výkonu řešitelný a přetrvával dále do pooperačního období, kdy po 5 dnech došlo k jeho postupnému odeznění. Benefit konvenčního mimotělního oběhu, vztahující se k možnosti odsátí krve z operačního pole a tím minimalizovat krevní ztráty, nebyl prokázán na základě nepřítomnosti významnějšího perioperačního krvácení.

11 KASUISTIKA Č. 2: AORTOKORONÁRNÍ BYPAS ZA POUŽITÍ MINIINVAZIVNÍHO OBĚHU

Anamnéza

74 letý pacient, hypertonik byl přijat k provedení elektivní koronarografie pro námahovou dušnost. Na základě nálezu indikován k časnému kardiologickému výkonu-revaskularizaci myokardu.

Rodinná anamnéza: ženatý, žije s manželkou, dvě dospělé děti

Osobní anamnéza:

- Běžná dětská onemocnění
- Stav po koronarografickém vyšetření, kde indikován k elektivnímu provedení CABG
- Stav po IM
- Chronická renální insuficience
- Námahová angina pectoris II. st.
- Arteriální hypertenze
- Dyslipidemie
- Anémie normochromní normocytární při CHRI

Pracovní anamnéza: důchodce

Alergologická anamnéza: neguje

Status praesens

Normostenik, bez známek klidové dušnosti, orientovaný a spolupracující. Bez přítomných známek cyanózy a ikteru.

Hlava a krk: zornice izokorické, hrdlo bez pat. nálezu, pulzace nad karotidami přítomná, bez doprovodných šelestů, přiměřená náplň krčních žil, uzliny nehmatné.

Plíce: poklep jasný, plný, dýchání sklípkové čisté bez vedlejších fenoménů.

Srdce: akce pravidelná, f-85/min., TK 145/95, srdeční ozvy ohraničené.

Břicho: měkké, prohmatné, nebolestivé, játra a slezina bez nálezu, tapottement bilaterálně negativní.

DK: přítomny průtokové šelesty v aa. femorales, periferní pulzace obtížně hmatné, bez otoků, přítomná rozsáhlá varikózní pletěň na PDK, bez známek aktivní trombózy.

HK: Allenův test oboustraně negativní.

Analýza

Během předoperační přípravy byl operujícím kardiochirurgem, anesteziologem a perfuziologem proveden rozbor aktuálního stavu pacienta spolu s posouzením vstupních laboratorních hodnot a přidružených onemocnění pacienta.

Laboratorní hodnoty: Hb-125 g/l, Htc-0,33, Ery-43,6 $10^{12}/l$, Le-9,1 $10^9/l$, Trombo-292 $10^9/l$, Urea-8,5 g/l, Kreatinin-203 mmol/l, Na-141 mmol/l, K-4,8 mmol/l, Chloridy-104 mmol/l, Glu-5,6 mmol/l, CRP-1 mg/l, CK-2,14 ukat/l, Troponin I-0,02 ug/l, APTT-29,1 s., INR-1,1, ATIII-91 %, Ph-7,46, pO₂- 27,4 kpa, PCO₂-4,7 kpa, BE-1,1 mmol/l, HCO₃-24,9 mmol/l, výška-175 cm, hmotnost-85 kg.

S ohledem na přidružená onemocnění zvolil operující chirurg použití miniinvasivního mimotělního oběhu s cílem minimalizovat riziko poškození renálních funkcí.

Kardiochirurgický výkon

Předoperační příprava

Klient přivezen na operační sál.

- Po příjezdu na operační sál byla klinickým perfuziologem a anesteziologickou sestrou provedena kontrola totožnosti klienta formou dotazu. Totožnost pacienta byla potvrzena na základě konfrontace se zdravotní dokumentací.
- Formou dotazu bylo anesteziologickou sestrou a perfuziologem zjištěno a potvrzeno dodržení předoperačních pravidel (od 24 hod. nejíst, nepít, nekouřit).
- Klinickým perfuziologem byl spuštěn ohřev klienta. Výkon tepelné podložky byl nastaven na 40 °C. Perfuziologem byla provedena kontrola spokojenosti pacienta s ohřevem. Použité zařízení: *Stockert T III heater-cooler*.
- Po předchozím upozornění byly pacientovi nainstalovány snímací elektrody k zabezpečení EKG signálu. EKG signál byl následně zobrazen na centrálním monitoru. Srdeční akce: sinusový rytmus, f-85/min.
- Anesteziologickou sestrou a perfuziologem bylo provedeno zavedení periferní arteriální kanyly do a. radialis dx., při dodržení aseptických zásad. Použitý materiál: *Art. cannula 20 Radial art.* Bylo nainstalováno zařízení ke snímání tlakových hodnot a hodnota tlaků byla zobrazena na centrálním monitoru. Systémový tlak

pacienta: 130/80. Současně bylo nainstalováno neinvazivní měření hodnot periferní saturace. Hodnota aSO₂ zobrazená na centrálním monitoru: 99%.

- Anesteziologem byla provedená edukace pacienta o dalším plánovaném postupu po převozu na pooperační oddělení. Následně anesteziolog podal úvodní dávku anestetik. Podané přípravky: *Midazolam 1 mg/ml 10 mg.*, *Sufentanil 50 ug/ml 150 ug*, *Propofol 10 mg/ml 80 mg*, *Vecuronium 4 mg/ml 10 mg*.
- Anesteziologem byla provedená endotracheální intubace – 8,5/21 cm, následné napojení pacienta na UPV a zavedení centrálního žilního katetru do v. jugularis interna. Použitý materiál: *CV catheter 16 g 3 lumen*.
- Chirurgem byl zaveden močový katetr k zajištění kontinuálního sledování diurézy pacienta. Použitý materiál: *Urethral urine catheter 16 ch Foley*.
- Chirurgem provedena kontrola operačních ploch a jejich jednorázové zarouškování. Použitá desinfekce: *Braunol*.
- Chirurgem byla provedena incize sternu, asistujícím chirurgem byl současně proveden endoskopický odběr v. saphena magna z LDK.

Příprava přístroje pro mimotělní oběh

- Klinickým perfuziologem byl připraven k činnosti miniinvazivní oběh, byla provedena kontrola funkčnosti všech jeho elektronických jednotek formou automatického testu. Všechny části byly perfuziologem shledány plně funkčními.
- Klinickým perfuziologem byl z ochranného obalu vyjmut hadicový set. Byla provedena kontrola jeho úplnosti a na základě indikace sterility potvrzena jeho použitelnost.
- Perfuziolog provedl upnutí všech segmentů hadicového setu do odpovídajících nosičů a následně zajistil kompletní odvětrání celého systému primárním plicním roztokem se sníženým obsahem káliových iontů. Opakovaně provedl vizuální kontrolu mimotělního systému a potvrdil jeho dokonalé odvětrání. Použité plicní roztoky: *0,9 % NaCl 720 ml.*, *Manitol 20 % 80 ml*. Celkový objem plicních roztoků byl 800 ml. Hodnotu celkového objemu zanesl do záznamu o perfuzi.
- Perfuziolog zajistil propojení směšovače dýchacích plynů s okysličovacím zařízením MO a následně provedl instalaci bezpečnostních prvků a monitorovacích jednotek na hadicový set (detektor přítomnosti vzduchu ve venózní části systému, snímač minutového výdeje čerpadla, kontinuální analyzátor vnitřního prostředí

organismu pacienta) a otestoval jejich funkčnost. Veškeré instalace následně zapsal do perfuzního záznamu.

- Ze získaných antropometrických údajů provedl perfuziolog výpočet plánovaného minutového výdeje arteriálního čerpadla a tělesného povrchu pacienta. BSA- 1,9 m², plánovaný průtok-4,7 l/min. Vypočtené hodnoty byly perfuziologem zaneseny do perfuzní dokumentace.
- Na základě použitého typu MO rozhodl o použití nízkoprůměrových kanyl. Použitý materiál: venózní kanyla *Edwards Lifescience 29 x 37 fr. three stages*, arteriální kanyla *Edwards Lifescience 24 fr. soft flow*. Typy použitých kanyl byly zaneseny perfuziologem do perfuzního záznamu.
- Perfuziolog provedl odběr krevního vzorku (2 ml) z periferní arteriální kanyly a měřením stanovil dávku antikoagulačního přípravku – heparinu. Pro požadovanou hodnotu ACT 300 s. byla výpočtem stanovená dávka heparinu 125 mg (1,5 mg/kg). Po ústní konzultaci s operujícím chirurgem a anesteziologem podal perfuziolog bolus heparinu do centrálního žilního katetru. Podaná dávka byla spolu s časem aplikace zapsána anesteziologem do anesteziologického záznamu. Po 3 min. od aplikace heparinu byla perfuziologem změřena aktuální úroveň antikoagulace pacienta. Výsledná hodnota byla 311 s. a představovala bezpečnou hladinu heparinizace pro vedení miniinvazivního MO. Použité měřicí zařízení: *Medtronic Hepcon® HMS PLUS™ Hemostasis Management System*. Hodnota byla perfuziologem zaznamenána do anesteziologické a perfuzní dokumentace.
- Chirurgem byly do arteriálního a venózního řečiště pacienta implantovány kanyly mimotělního oběhu. Za současné spolupráce perfuziologa a chirurga bylo provedeno propojení kanyl a odpovídajících linek mimotělního oběhu. Perfuziolog provedl vizuální kontrolu správnosti propojení a shledal MO schopným bezpečného spuštění. Operující chirurg a anesteziolog se spuštěním souhlasili.

Vedení miniinvazivního oběhu během operačního výkonu

- Na podkladě výzvy ze strany operujícího chirurga perfuziolog spustil MO. Navýšil výkon art. čerpadla na 75 % (prevence zpětného toku krve s následným přetížením venózního systému pacienta) a poté uvolnil arteriální klampáž. Nastavil úroveň průtoku dýchacích plynů dle doporučení výrobce. Vizuálně kontroloval úroveň venózního návratu a minutového výdeje. Aktivoval elektronické snímání

laboratorních a průtokových hodnot. Spuštění MO zaznamenal do dokumentace. Systémové parametry po spuštění: MAP-120 mmHg, CVP-14 mmHg. Srdeční akce: sinusový rytmus, f-70/min. Mimotělní oběh pracoval paralelně se srdcem.

- 1. min oběhu. Došlo k hemodynamické stabilizaci oběhu. Perfuziolog upravil dodávku dýchacích plynů a výkon čerpadla dle aktuálních potřeb organismu a oznámil anesteziologovi plný výkon čerpadla. Ten na základě získané informace vypnul UPV. MO kompletně přebíral oksyličovací funkci plic. Systémové parametry: MAP-135 mmHg, CVP-13 mmHg, minutový výdej-4,0 l/min., Ph-7,33, pO₂-25 kpa, pCO₂-5,5 kpa, Hb-88 g/l, Hct-32 %, vSO₂-85 %. Měřicí zařízení: *Terumo CDI™ Blood Parameter Monitoring System 500*. V důsledku zvýšeného MAP perfuziolog odebral 600 ml cirkulující krve do zásobního vaku miniinvasivního systému. Došlo k okamžité tlakové odpovědi systému. MAP-90 mmHg, CVP-7 mmHg, minutový výdej-4,2 l/min.
- 3. min. oběhu. Perfuziolog zaznamenal pokles minutového výdeje na 3,2 l/min., způsobený manipulací se srdcem, podal 150 ml krve ze zásobního vaku a informoval o situaci operujícího chirurga. Ten ukončil reverzi srdce. Následoval okamžitý návrat výdeje na nastavenou hodnotu.
- 5. minuta oběhu. Chirurg oznámil nasazení příčné svorky na vzestupnou aortu. Perfuziolog přechodně snížil výkon čerpadla. Začala ischemická srdeční fáze. Perfuziolog odčerpал 250ml cirkulující krve do zásobního vaku a zajistil tak srdeční dekompresi. Následně na to podal do kořene aorty kardioplegický roztok a navodil tak stav srdeční zástavy. Podaný roztok: *Káliový roztok St. Thomas s koncentrací iontů 20 mmol/l*. Teplota podaného roztoku: 4° C (hypotermická ochrana myokardu). Objem podaného roztoku: 300 ml. Provedené úkony byly zaznamenány do perfuzní dokumentace. Mimotělní oběh převzal kompletně funkci srdečního svalu.
- 8. minuta oběhu. Perfuziolog detekoval snížení hodnot červené krevní řady v důsledku podaného kardioplegického roztoku. Situaci nechal bez odpovědi, protože zaznamenané hodnoty se pohybovaly v dostatečných úrovních. Hb-84 g/l, Hct-30 %, vSO₂-83 %.
- 13. minuta oběhu. Perfuziolog odebral vzorek krve z okruhu MO a provedl stanovení úrovně systémové antikoagulace. Změřena hodnota ACT 305 s. byla zhodnocena jako dostačující pro bezpečné vedení MO a zanesena do dokumentace.

- 15. a 17. minuta oběhu. V důsledku manipulace se srdcem dochází ke zvýšení nasávacího tlaku ve venózní lince a následné aspiraci vzduchového bolusu. Bezpečnostní zařízení detekovalo přítomnost vzduchu ve venózní lince. Perfuziolog aktivním zásahem snížil výkon čerpadla na 50 %, eliminoval vzduch z venózního bubbletrapu a opětovně navýšil výkon čerpadla na požadovanou úroveň. Informoval o situaci operátora a doplnil do oběhu 150 ml krve ze zásobního vaku. Došlo k okamžitému snížení nasávacího tlaku.
- 38. minuta oběhu. Na pokyn operátora perfuziolog přechodně snížil výkon čerpadla z důvodu uvolnění příčné svorky. Byla ukončena fáze srdeční ischémie a obnoven průtok krve koronárním řečištěm. Čas uvolnění klampáže perfuziolog zaznamenal do dokumentace. Srdce a mimotělní oběh pracují paralelně.
- 39. minuta oběhu. Perfuziolog zaznamenal vznik hemodynamické nestability v důsledku vzniku srdeční fibrilace a následné dilatace srdce, doprovázené sníženým výkonem čerpadla. Okamžitě doplnil do cirkulujícího okruhu 200 ml krve ze zásobního vaku a informoval operátora o aktuální situaci a požádal ho o provedení srdeční defibrilace. Chirurg provedl srdeční defibrilaci. Síla výboje: 7 J. Srdeční akce: sinusový rytmus, f-70/min. TK-85/40 mmHg s hemodynamickou odpovědí na arteriální tlakové křivce. Došlo k okamžitému odeznění oběhové nestability. Výkon čerpadla na požadovaném výkonu.
- 48. minuta oběhu. Na pokyn operátora zapíná anesteziolog UPV. a na výzvu chirurga začal provádět fázi odpojení pacienta od mimotělního oběhu.

Ukončení mimotělního oběhu

- Perfuziolog se souhlasem chirurga snižoval postupně výkon čerpadla na 50 % minutový výdej za stálého monitorování systémového tlaku a doplnil zbývající objem (200 ml) ze zásobního vaku do cirkulujícího oběhu se současným sledováním hemodynamické odezvy. Při dosažení hodnoty 80 mmHg systolického tlaku dává operátor pokyn k úplnému zastavení mimotělního oběhu. Perfuziolog zastavil činnost čerpadla, vypnul přívod dýchacích plynů do oxygenátoru a deaktivoval monitorovací zařízení. Všechny provedené úkony včetně času ukončení oběhu zaznamenal do perfuzní dokumentace.
- Pacient byl úspěšně odpojen od MO.

Fyziologické funkce a laboratorní hodnoty po ukončení mimotělního oběhu: Srdeční akce: sinusový rytmus, f-83/min., TK-125/55 mmHg., TT-36,6 °C., UPV- 24/min., pO₂-30,9 kpa, pCO₂-5,1 kpa, Ph-7,45, BE- -1,8 mmol/l, HCO₃- 21,8 mmol/l, Hb-92 g/l, Hct-0,33, Ery-3,95 10¹²/l, Le-16,43 10⁹/l, Trombo-281 10⁹/l, CK-3,84 ukat/l, Troponin I-1,12 ug/l, diuréza během MO-850 ml, ACT-296 s., délka mimotělního oběhu-48 min., délka srdeční ischemie-33 min., celkový objem tekutin podaný během mimotělního oběhu-1100 ml.

- Perfuziolog po pokynu operátéra odebral vzorek krve z a. radialis a stanovil dávku protamin-sulfátu potřebnou k eliminaci účinku zbytkového heparinu. Vypočtenou dávku aplikoval anesteziolog do centrálního venózního katetru.
- Po domluvě s operátérem a anesteziologem vytlačil perfuziolog reziduum zbytkové krve z mimotělního okruhu do cévního systému pacienta náhradním roztokem: *500 ml 0,9 % NaCl.*
- Po dodání reziduálního krevního objemu do cévního okruhu pacienta vyňal chirurg kanyly mimotělního oběhu.

Zhodnocení

Touto kasuistikou byl ilustrován standardní průběh kardiochirurgického výkonu za použití miniinvazivního MO. Během výkonu došlo opakovaně k aspiraci vzduchu mimotělním systémem, což představuje závažnou komplikaci, která mohla v konečném důsledku vážně ohrozit stav pacienta. Aktivním zásahem klinického perfuziologa však byla vyřešena bez jakýchkoliv negativních dopadů na další perioperační a pooperační průběh léčby. Současně bylo za pomoci laboratorních hodnot poukázáno na existenci výhod, které s sebou použití miniinvazivního systému přináší.

12 DISKUZE

Cílem této práce bylo porovnání rozdílů mezi klasickým a miniinvazivním mimotělním oběhem. Formou dvou kasuistik byl ilustrován průběh shodného kardiochirurgického výkonu za použití rozdílných typů mimotělního oběhu.

Během operačního výkonu, který přibližuje kasuistika č. 1, došlo ke vzniku komplikací, typických pro použití konvenčního mimotělního oběhu. Tento extrakorporální systém obsahuje rozsáhlý soubor komponentů, které vyžadují použití vysokého plicního objemu, kterého je zapotřebí k tomu, aby bylo dosaženo bezpečného odvodu. Literární zdroje uvádějí (Kofidis, 2008), že průměrné množství odvodňovacího roztoku je 1500 ml. Po spuštění tohoto MO dochází ke smísení uvedeného roztoku s krví pacienta a jejímu následnému naředění. Výsledkem tohoto naředění je poměrně častý pokles červené krevní řady na hodnoty, které vyžadují aktivní zásah všeobecné sestry-klinického perfuziologa, protože se snížením objemu cirkulující erytrocytové masy se adekvátně zhoršuje transport kyslíku k cílovým orgánům. Vznik této komplikace se v kasuistice č. 1 plně potvrdil. Konvenční mimotělní oběh současně představuje systém s rozsáhlou plochou tvořící vnitřní lumen, se kterým se protékající krev dostává do přímého kontaktu. Tato plocha, některé literární zdroje uvádějí (El-Essawi, 2010) až 12 m², pak tvoří cizorodý povrch, na jehož přítomnost protékající krev reaguje aktivací koagulačních a zánětlivých faktorů. Výsledkem této aktivace je vznik zánětlivé odpovědi organismu, která se v pooperačním období manifestuje ve formě postperfuzního syndromu. Mohutnost zánětlivé odpovědi je individuální a u různých pacientů se liší. V extrémních případech může tato zánětlivá odpověď organismu přejít v multiorganové selhání, které představuje závažnou komplikaci s rozsáhlým negativním dopadem na stav pacienta. Přítomnost zvýšených zánětlivých parametrů byla v kasuistice č. 1 prokázána na základě pooperačních laboratorních hodnot.

Nejčastější komplikaci spojenou s použitím miniinvazivního mimotělního oběhu představuje, podle četných studií, výskyt perioperačního krvácení s následnými krevními ztrátami. Tato komplikace se v kasuistice č. 2 nepotvrdila, i když je mnohými literárními zdroji uváděná jako velmi častá. V důsledku možného vzniku tohoto rizika se u komplikovaných kardiochirurgických výkonů operatér rozhoduje v naprosté většině případů pro použití konvenčního MO, který toto riziko zcela eliminuje. Odbornou literaturou (Koivisto, 2007) je použití miniinvazivního oběhu u komplikovaných

kardiochirurgických výkonů udáváno maximálně ve 20 %. Volba použitého typu mimotělního oběhu se vždy odvíjí od rozhodnutí operujícího chirurga. Komplikace, která byla kasuistikou č. 2 prokázána, je přítomnost hemodynamické nestability v důsledku sníženého venózního návratu. Tato situace je vždy doprovázena snížením minutového výdeje čerpadla a vyžaduje aktivní zásah všeobecné sestry-perfuziologa, protože snížení minutového výdeje může mít za následek vznik orgánové hypoperfuze s následným postižením celého organismu pacienta.

Miniinvazivní MO je uzavřený systém s co jak možná nejmenší velikostí a z toho vyplývají následující výhody. Díky malé velikosti je možné tyto systémy naplnit minimálním objemem náhradních roztoků čímž následně, po jejich spuštění, dochází i k nízkému stupni naředění krevního objemu pacienta a současně jejich vnitřní povrch představuje minimální cizorodou plochu se kterou cirkulující krev během výkonu přichází do kontaktu. Výsledkem je vysoká úroveň hematokritu a hemoglobinu, která zpětně umožňuje vyšší přenos kyslíku během mimotělní cirkulace a tím dovoluje i následné snížení průtoku čímž dochází k menší aktivaci zánětlivých parametrů. Jak uvádějí literární zdroje (Kofidis, 2008) zánětlivá odpověď organismu pacienta na kontakt s cizorodým materiálem mimotělního oběhu je tak nižší. Současně jsou u miniinvazivních systémů odstraněny ty části, které způsobují destrukci krevních elementů s následnou hemolýzou krve. Rovněž je možné u těchto systémů snížit úroveň antikoagulace a tak do značné míry zamezit vzniku perioperačního krvácení. Všechny zmíněné výhody byly prokázány kasuistikou č. 2., kde byly vyjádřeny formou laboratorních hodnot. Benefity, které použití miniinvazivního systému přineslo pacientovi, se projevily hlavně v pooperačním období, kdy došlo k projevům postperfuzního syndromu jen ve velmi mírné formě s rychlým odezněním. Další výhodou, která se miniinvazivních oběhů týká je Hlavními výhodami konvenčního oběhu je možnost jeho univerzálního použití. Za pomoci tohoto systému je možné provádět veškeré spektrum kardiochirurgických výkonů, zejména však ty výkony, u kterých se předpokládají vyšší perioperační krevní ztráty. Tento typ mimotělního oběhu disponuje přídatným sáním, zajišťujícím zpětnou aspiraci krve z operačního pole do cirkulujícího systému. Během kasuistiky č. 1 se však tato výhoda nepotvrdila.

Odlišnost v rolích všeobecné sestry-klinického perfuziologa v rámci vedení mimotělních oběhů představuje objemový management. Miniinvazivní oběhy nedisponují velkokapacitními objemovými komponenty, které plní funkci zásobárny krve a umožňují korigovat výkyvy mezi venózním návratem a minutovým výdejem.

Tyto systémy pracují s konstantním cirkulujícím objemem a jejich činnost je přítomností dostatečného množství krve podmíněna. Oba systémy, nativní i mimotělní, jsou velmi těsně provázány a vzájemně se ovlivňují. Všeobecná sestra-perfuziolog musí tyto skutečnosti bezpodmínečně znát a vhodně zvolenými manévry, aplikací vazoaktivních látek a podáváním malých objemových bolusů vstupovat do systémů tak, aby zachoval výhody, které miniinvazivní oběh poskytuje, a současně zajistil odpovídající úroveň perfuze. Tato činnost je v některých případech značně obtížná, pro správné vedení miniinvazivních systémů ovšem nezbytná, protože včasným zásahem může předejít vzniku hemodynamickým komplikacím. Správná činnost všeobecné sestry-klinického perfuziologa byla ilustrována v kasuistice č.2, kdy svými aktivními zásahy zamezil snížení minutového výdeje čerpadla a tím i možnému rozvoji hypoperfuzního syndromu.

Cílem této práce bylo porovnání základních rozdílů mezi konvenčním a miniinvazivním oběhem. Položené výzkumné otázky byly na základě představených kasuistik zodpovězeny a cíl práce tak splněn.

ZÁVĚR

Teoretická část práce se zaměřuje na vznik a vývoj miniinvazivního mimotělního oběhu. V jejím průběhu jsou pak představeny jednotlivé části, které miniinvazivní oběh obsahuje a jeho jednotlivé komponenty jsou porovnány s komponenty konvenčního mimotělního oběhu za současného vysvětlení jejich funkcí a základních charakteristik. V této části práce je také zmíněna činnost, kterou všeobecná sestra-klinický perfuziolog během vedení mimotělní cirkulace vykonává. Závěrečná kapitola se pak věnuje problematice vzdělávání všeobecných sester-klinických perfuziologů v České republice.

V praktické části práce jsou představeny a vzájemně srovnány dvě kasuistiky, které ilustrují průběh kardiochirurgických výkonů při použití konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu. Na základě těchto kasuistik jsou identifikovány výhody jednotlivých systémů, komplikace, které jejich použití pacientovi přináší a odlišnost role všeobecné sestry-klinického perfuziologa při jejich vedení. Odlišnost role všeobecné sestry je dána objemovým managementem při vedení miniinvazivního oběhu. Komplikace, které přináší pacientovi použití konvenčního oběhu, jsou rozsáhlá hemodiluce a značná zánětlivá odpověď organismu, u miniinvazivního oběhu je to častá přítomnost hemodynamické nestability cirkulace. Výhody, které s sebou přináší použití miniinvazivního oběhu jsou zachování stálosti vnitřního prostředí a nízká zánětlivá odpověď, u konvenčního oběhu pak představuje výhodou jeho univerzálnost a schopnost minimalizovat krevní ztráty. Možným řešením by bylo vytvoření hybridního systému, které by spojovalo výhody miniinvazivního systému s univerzálností systému konvenčního. S tímto hybridním systémem by pak bylo možné provést výzkum o použití semiuzavřeného mimotělního oběhu při srdečních reoperacích.

Tato práce by mohla představovat přínos pro začínající perfuziology a všeobecné sestry, které mají o obor perfuziologie hlubší zájem, protože jim může poskytnout základní informace o problematice miniinvazivní cirkulace.

POUŽITÁ LITERATURA

1. LONSKÝ, V. *Mimotělní oběh v klinické praxi*. 1.vydání Praha: Grada Publishing, a.s., 2004, 216 s + 16 s barevné přílohy, ISBN 80-247-0653-9
2. VANĚK, I. A KOLEKTIV. *Kardiovaskulární chirurgie*. 1.vydání Praha: Karolinum, 2002, ISBN 80-246-0523-6
3. ŠIMKOVIC, I. A KOLEKTIV. *Chirurgia srdca*. Dérerova zbierka, zväzok 128, Martin: Osveta, 1996, ISBN 80-217-0595-7
4. SCHOTT, H. *Kronika medicíny*. Praha: Fortuna Print, spol. s.r.o., 1994, 648 stran, ISBN 80-85873-16-8
5. LONSKÝ, V., et al. Miniinvazivní mimotělní oběh vs. Standardní mimotělní oběh – rozdílné technologie – rozdílné klinické výsledky ? *Cor et Vasa*, 2008, roč. 50, č. 11, s. K263 – K237. ISSN 0010 – 8650
6. LONSKÝ, V, et al. Mimotělní oběh v současné klinické praxi. *Kardioforum*, 2005, roč. 3, č. 2, s. 39 – 43. ISSN 1214 – 2255 23
7. GRAVLESS, G. P., DAVIS, R. F., KURUSZ, M., UTLEY, J. R. *Cardiopulmonary bypass : principles and practise*. 2nd ed: Lippincorr Williams & Wilkins, 2000, ISBN 0-683-30476-3
8. GOURLAY, T., GUNAYDIN, S. *Minimized cardiopulmonary bypass techniques and technologies*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012, ISBN 978-1-84569-800-3
9. ROMAINE-DAVIS, A. *John Gibbon and His Heart-Lung Machine*. Philadelphia: University of Pensylvania Press, 1991, ISBN 0-8122- 3073-6
10. LARSEN, R. *Anestezie*. 7. přepracované a rozšířené vydání, Praha: Grada Publishing.a.s., 2004, 1392 stran, ISBN 80- 247-0476-5
11. DOMINIK, J. *Kardiochirurgie*. 1. vydání Praha: Grada Publishing, spol. s r. o., 1998, 216 stran, ISBN 80-7169-669-2
12. HUČÍN, B. *Dětská kardiochirurgie*. 1. vydání Praha: Grada Publishing.a.s., 2001, 306 stran, ISBN 80-247-0109-X
13. LULLMANN, H., MOHR, K., ZIEGLER, A., BIEGER, D. *Barevný atlas farmakologie*. 2.vydání Praha: Grada Publishing.a.s., 2001, 392 stran, ISBN 80-7169-973-X

14. VÍTOVEC, J., ŠPINAR, J. *Farmakoterapie kardiovaskulárních onemocnění*. 1.vydání Praha: Grada Publishing, spol. s r. o., 2000, 252 stran, ISBN 80-7169-552-1
15. ZÁVADA, J. *Syndrom multiorgánové dysfunkce*. 1.vydání Praha: Grada Publishing.a.s., 2001, 256 stran, ISBN 80-7169-781-8
16. ČERNÝ, V. A SPOLUPRACOVNÍCI. *Invazivní hemodynamické monitorování v praxi*. 1.vydání Praha: Grada Publishing, spol. s r. o., 2000, 136 stran, ISBN 80-7169-994-2
17. KOFIDIS, T., BARAKI, H., SIHGH, H. et al., *The minimized extracorporeal circulation system cause less inflammation and organ damage*, *Perfusion*. (2008; 23: 147/151), ISSN 0267-6591
18. EL-ESSAWI, A., HAJEK, T., SKORPIL, J., BONING, A., SABOL, F., HAUSMANN, H., OSTROVSKY, J., HARRINGER, W., *A prospective randomised multicentre clinical comparison of a minimised perfusion circuit versus conventional cardiopulmonary bypass*, *Eur J Cardiothorac Surg*. (2010; 38: 91-97), ISSN 0886-0440
19. KOIVISTO, S., WISTBACKA, J., RIMPILAINEN, R., NISSINEN, J., LOPONEN, P., TEITINEN, K., BIANCARI, F., *Miniaturized versus conventional cardiopulmonary bypass in high-risk patient undergoing coronary artery bypass surgery*, *Perfusion*. (2007; 25: 65-70), ISSN 0267-6591
20. RIMPILAINEN, R., BIANCARI, F., WISTBACKA, J. et al., *Outcome after coronary artery bypass surgery with miniaturized versus conventional cardiopulmonary bypass*, *Perfusion*. (2008; 23: 361-367), ISSN 0267-6591
21. Věstník MZ ČR, částka 5, *Rámcový vzdělávací program pro získání specializované způsobilosti v oboru klinická technika se zaměřením na perfuziologii pro biomedicínké techniky, Rámcový vzdělávací program pro získání specializované způsobilosti v oboru perfuziologie pro všeobecné sestry*.

SEZNAM ZKRATEK

ACT – activated clotting time – aktivovaný koagulační čas

aSO₂ – arteriální saturace

BE – base excess – přebytek bází

BSA – body surface area – tělesný povrch

CABG – coronary artery bypass – aortokoronární přemostění

CK – kreatinkináza

CRP – C-reaktivní protein

CVP – central venous pressure – centrální venózní tlak

DK – dolní končetiny

EF – ejekční frakce

EKG – elektrokardiogram

Ery – erytrocyty

f - frekvence

FF – fyziologické funkce

Hb – hemoglobin

HCO₃ – bikarbonát

Hct – hematokrit

HK – horní končetiny

CHRI – chronická renální insuficience

ICHS – ischemická choroba srdeční

ICHDK – ischemická choroba dolních končetin

IM – infarkt myokardu

J – joule – jednotka energie

KLIN – klinický

K-MO - konvenční mimotělní oběh

LDK – levá dolní končetina

Leuko - leukocyty

PDK – pravá dolní končetina

LKS – levá komora srdeční

MAP – mean arterial pressure – střední arteriální tlak

M-MO – miniinvasivní mimotělní oběh

MO – mimotělní oběh

Ph – potential of hydrogen – vodíkový exponent

pO₂ – parciální tlak kyslíku

pCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého

Trombo – trombocyty

TT – tělesná teplota

UPV – umělá plicní ventilace

vSO₂ – venózní saturace

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Jeden z prvních přístrojů pro mimotělní oběh z roku 1953.

Dostupné na:

<https://www.mayoclinic.org/tradition-heritage-artifacts/68-1.html>

Příloha č. 2 Operace srdce za použití konvenčního mimotělního oběhu v 60. letech 20. století.

Dostupné na:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Coronary_artery_bypass_surgery_Image_657C-PH.jpg

Příloha č. 3 Konvenční mimotělní oběh.

Dostupné na:

http://www.google.com/imgres?q=heart-lung+machine&hl=en&safe=active&gbv=2&biw=1024&bih=689&tbm=isch&tbnid=fmXNcMrd_6CHaM:&imgrefurl=http://heart-consult.com/articles/160/heart-lung-machine&docid=DDqWAB29MVW30M&imgurl=http://heart-consult.com/sites/default/files/heart_lung4.jpg&w=640&h=515&ei=RMzXT4n-A42N0wXM5dj4Aw&zoom=1

Příloha č. 4 Schéma konvenčního mimotělního oběhu.

Dostupné na:

http://rds.yahoo.com/_ylt=A0PDoS0KsYIN01AA8cSjzbf/SIG=12dm_lgv63/EXP=1300898186/**http%3a//amc.seoul.kr/upload/homebuilder/20070829/img01.jpg

Příloha č. 5 Miniinvazivní mimotělní oběh ROCsafe™

Vlastní zdroj

Příloha č. 6 Schéma miniinvazivního oběhu

Dostupné na:

<http://cardion.webblast.cz/Data/img/kardiochirurgie/Pump.jpg>

Příloha č. 7 Tabulka: Srovnání charakteristik konvenčního a miniinvazivního oběhu

Vlastní zdroj

Příloha č. 8 Graf č.1 Hodnoty Hb během konvenčního a mininvazivního mimotělního oběhu

Vlastní zdroj

Příloha č. 9 Graf č. 2 Hodnoty Hct během konvenčního a miniinvazivního oběhu

Vlastní zdroj

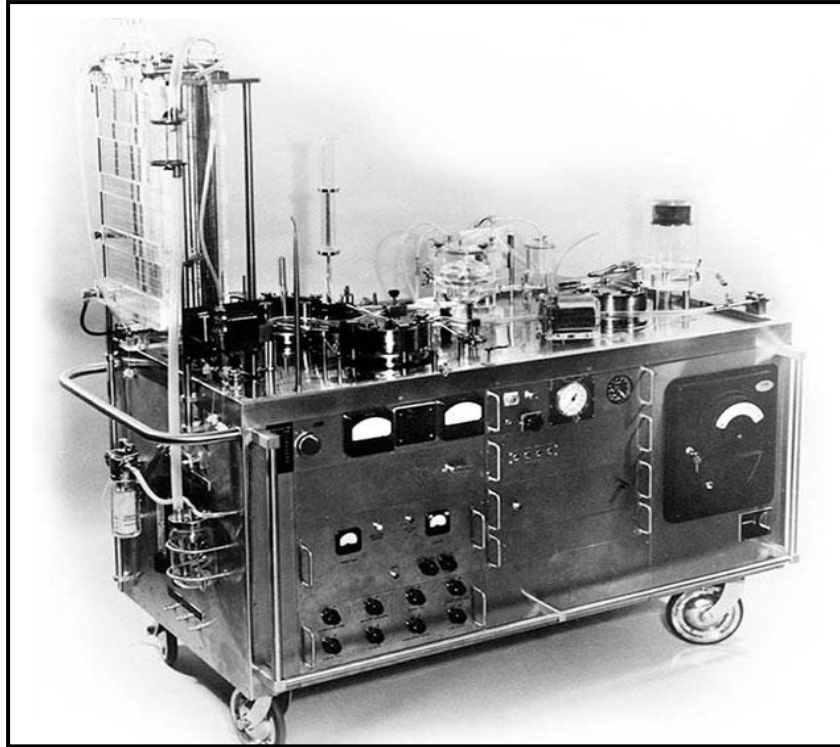
Příloha č. 10 Graf č. 3 Hodnoty leukocytů během konvenčního a miniinvazivního oběhu

Vlastní zdroj

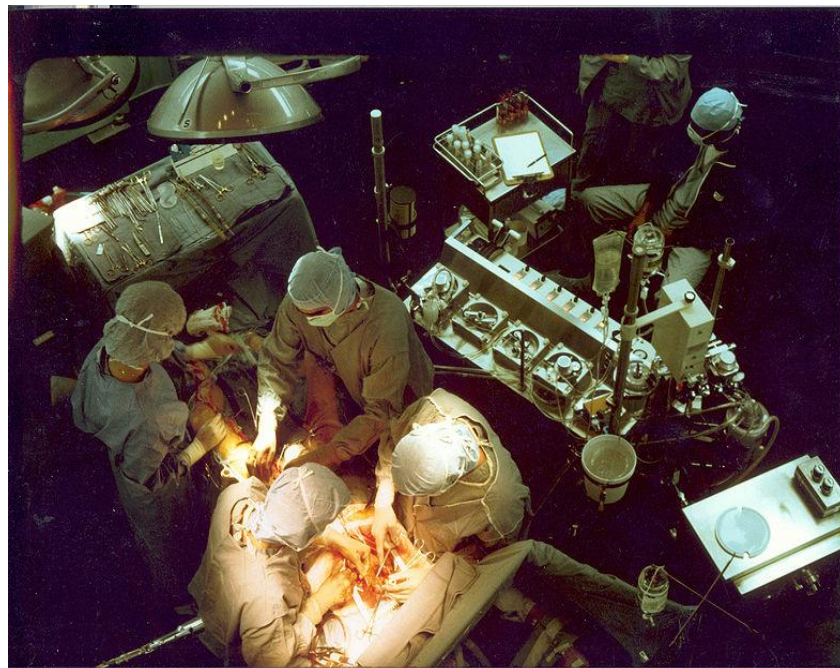
Příloha č. 11 Graf č. 4 Hodnoty CRP během konvenčního a miniinvazivního oběhu

Přílohy

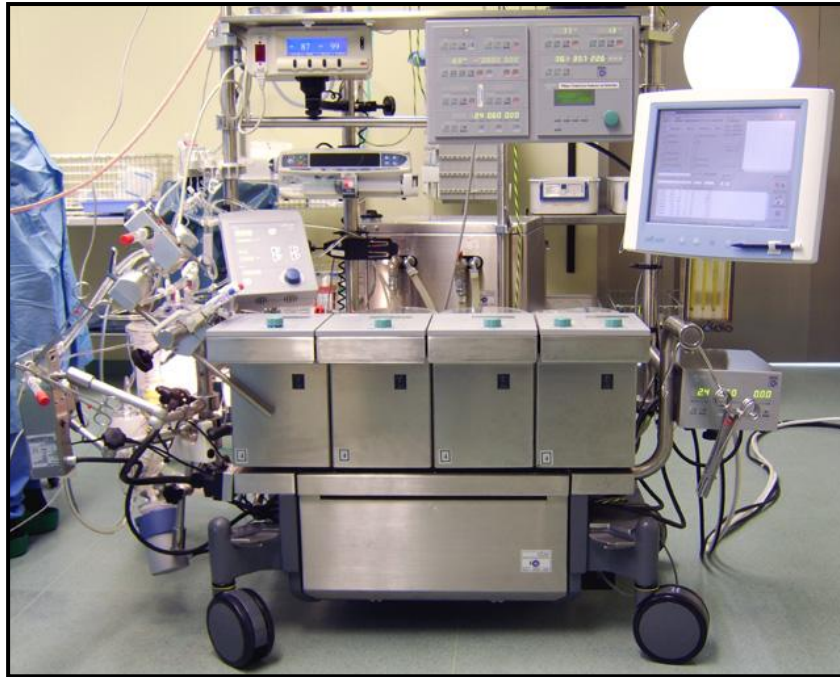
Příloha č. 1 Jeden z prvních přístrojů pro mimotělní oběh z roku 1953



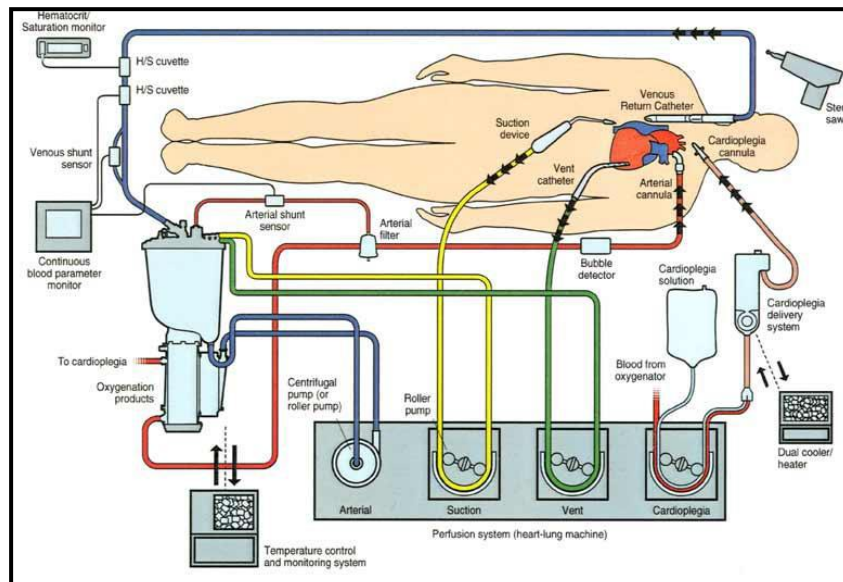
Příloha č. 2 Operace srdce za použití konvenčního mimotělního oběhu v 70. letech 20. století



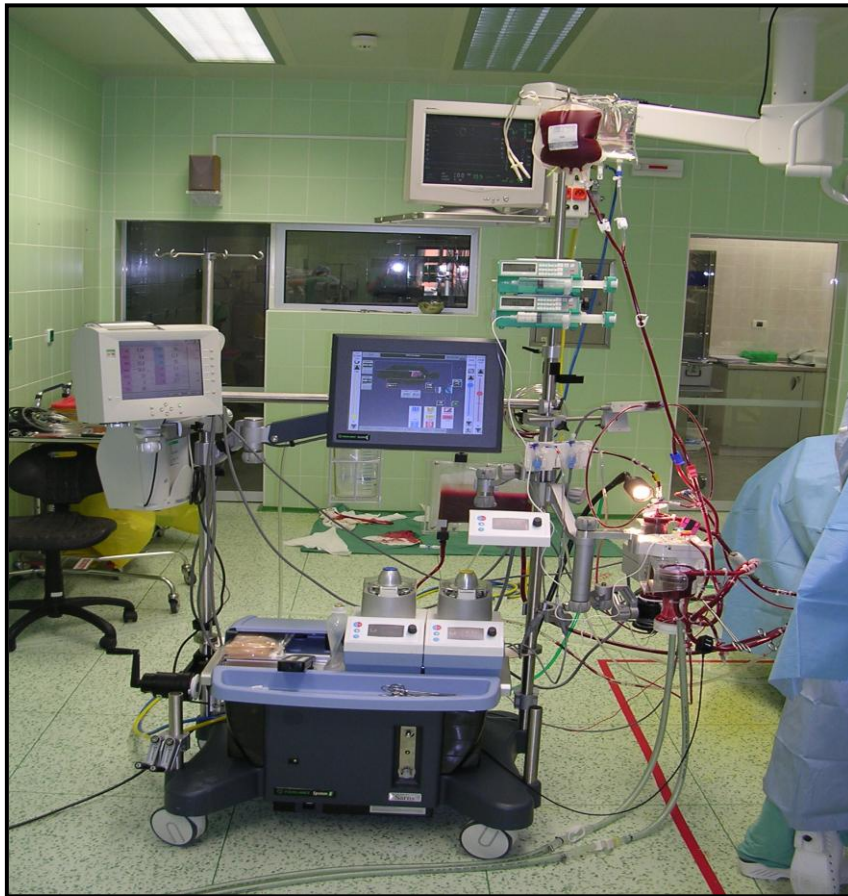
Příloha č. 3 Konvenční mimotělní oběh



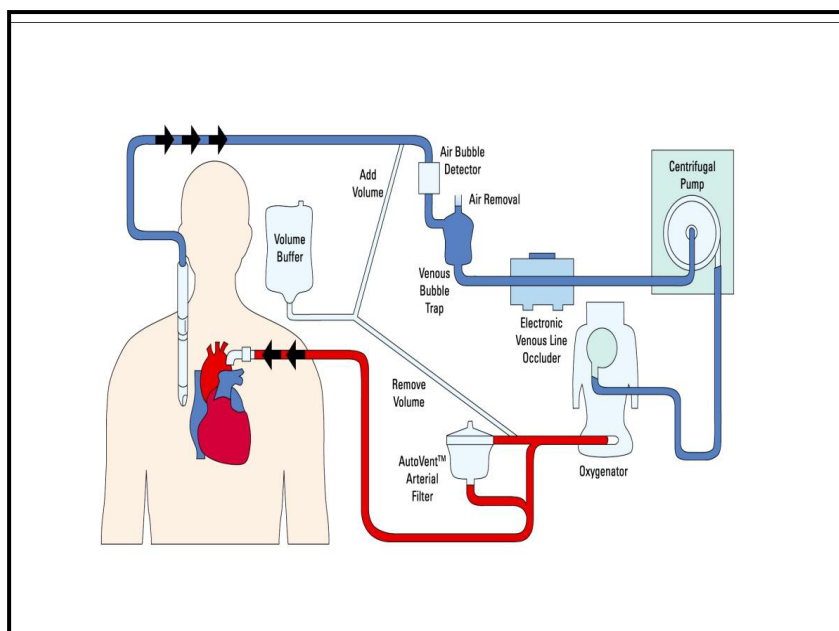
Příloha č. 4 Schéma konvenčního mimotělního oběhu



Příloha č. 5 Miniinvazivní mimotělní oběh ROCsafe™



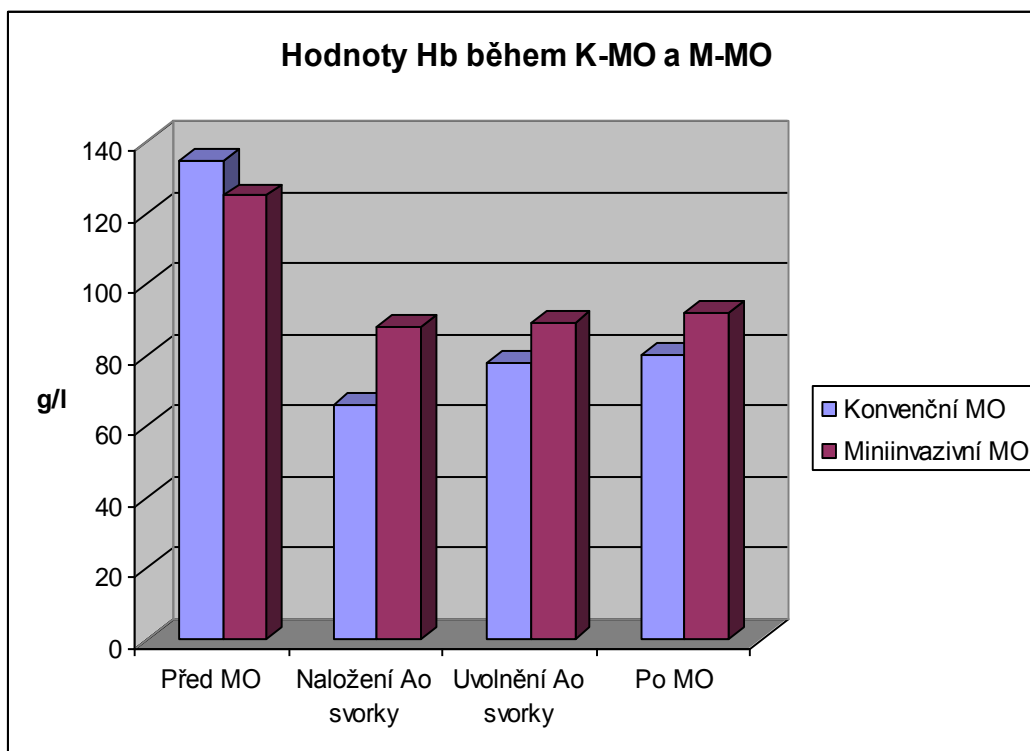
Příloha č. 6 Schéma miniinvazivního oběhu



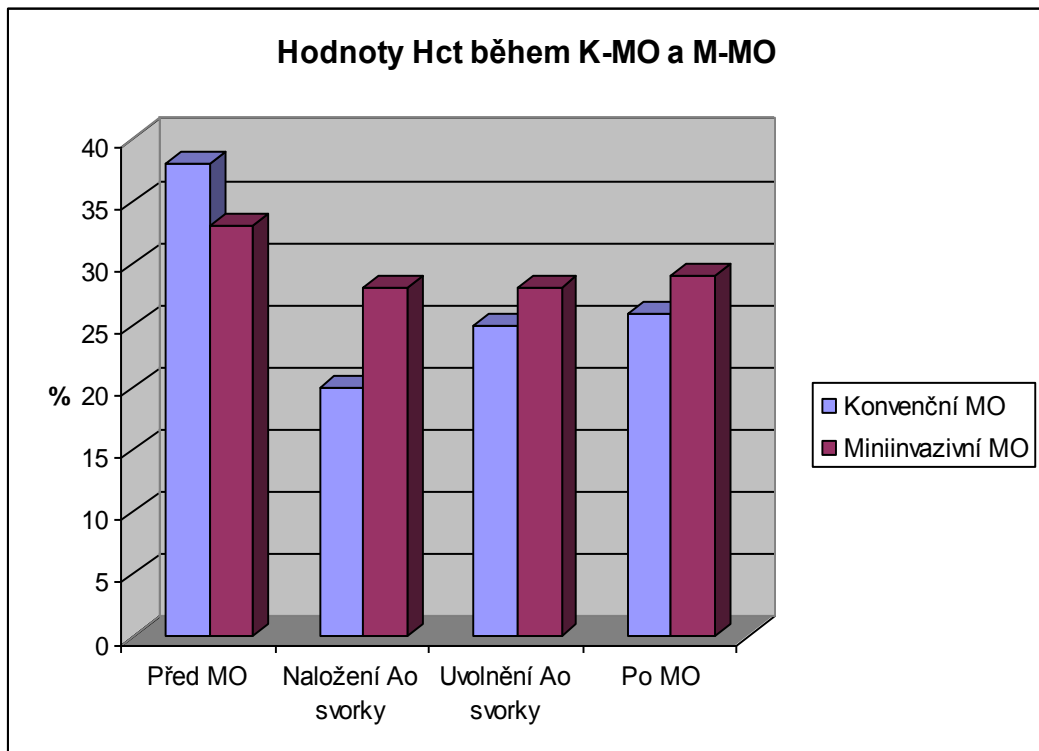
Příloha č. 7 Tabulka: Srovnání charakteristik konvenčního a miniinvazivního oběhu

Mimotělní oběh	Konvenční systém	Miniinvazivní systém
Typ okruhu	Otevřený	Uzavřený
Kontakt krev - vzduch	Ano	Ne
Biokompatibilní potah	Ano/ne	Ano
Povrch okruhu	Cca 12 m ²	Cca 3 m ²
Náplň okruhu	Cca 1500 ml	Cca 800 ml
Heparinizace	3,5 mg/kg	1 – 1,5 mg/kg
Komponenty se zvýšeným destrukčním účinkem na krevní elementy	Ano	Ne

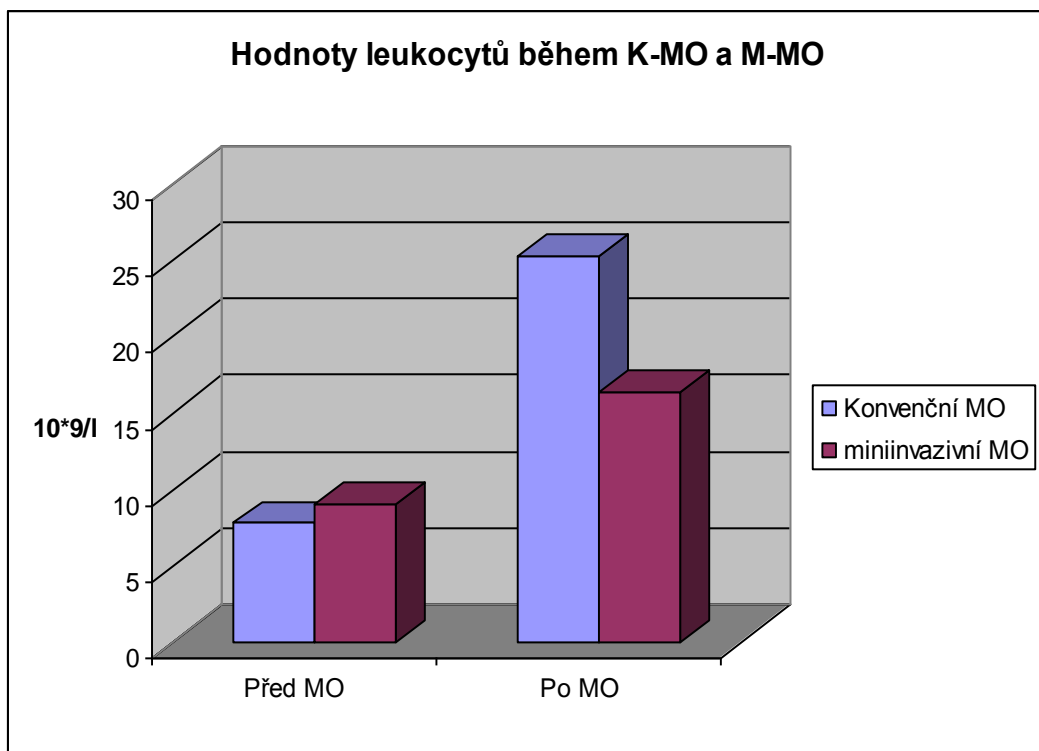
Příloha č. 8 Graf č 1: Hodnoty Hb během konvenčního a miniinvazivního mimotělního oběhu



Příloha č. 9 Graf č. 2: Hodnoty Hct během konvenčního a miniinvazivního oběhu



Příloha č. 10 Graf č. 3: Hodnoty leukocytů během konvenčního a miniinvazivního oběhu



Příloha č. 11 Graf č. 4: Hodnoty CRP během konvenčního a miniinvazivního oběhu

