



**UNIVERZITA KARLOVA
I. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Intenzivní péče

Bc. Zdenka Strychová

Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinizovaný proplach versus fyziologický roztok

Comparison of the efficacy of arterial flushing sets: heparinized flush versus saline flush

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Veronika Di Cara, Ph.D.

Konzultant: Doc. MUDr. Miroslav Durila, Ph.D.

Praha, 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literatury. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 27. 06. 2018

ZDENKA STRYCHOVÁ

.....

Podpis

Identifikační záznam

STRYCHOVÁ, Zdenka. Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinizovaný proplach versus fyziologický roztok. [Comparison of the efficacy of arterial flushing sets: heparinized flush versus saline flush]. Praha, 2018. 69 s., 6 příl. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Ústav teorie a praxe ošetrovatelství. Vedoucí práce Di Cara, Veronika.

ABSTRAKT (v ČJ)

Cílem této diplomové práce bylo zejména zjistit, zda je fyziologický roztok, určený ke kontinuálnímu proplachu arteriálních katétrů, stejně účinný v prevenci uzávěru arteriálních setů v porovnání s fyziologickým roztokem s heparinem. V této diplomové práci se zabývám také porovnáním spotřeby materiálu při použití obou metod proplachu arteriálních setů a finančních nákladů s nimi spojených.

Do studie byli zařazeni pacienti s diagnózou sepse či septického šoku. Zařazení 52 pacientů do experimentální a kontrolní skupiny proběhlo formou pseudorandomizace. Testování bylo provedeno pomocí neparametrického Wilcoxonova dvouvýběrového testu a Fisherova přesného testu.

Z výsledků mé studie vyplývá, že proplach arteriálních katétrů fyziologickým roztokem je ve vztahu k výskytu komplikací (uzávěr katétru) stejně účinný jako proplach fyziologickým roztokem s heparinem. Mé zkoumání také potvrdilo, že používání fyziologického roztoku jako proplachovacího roztoku je co do materiálu méně nákladné, a proto je vhodné používat k proplachu arteriálních katétrů fyziologický roztok.

Na základě mé studie se používá fyziologický roztok jako proplachový roztok arteriálních katétrů na anesteziologicko-resuscitačním oddělení, kde byl do provedení studie k proplachu používán výhradně fyziologický roztok s heparinem. Použitím fyziologického roztoku namísto fyziologického roztoku s heparinem by se mělo předejít vzniku případných dalších vážných zdravotních komplikací pacientů s arteriálním katétrem.

Dále mám v plánu publikovat článek v odborném časopise, aby výše uvedené výsledky mé studie mohly být podkladem pro používání fyziologického roztoku k proplachu arteriálních katétrů také v jiných nemocnicích.

klíčová slova: Proplach arteriálního katétru, intenzivní péče, fyziologický roztok, heparin, heparinem indukovaná trombocytopenie.

ABSTRACT *(v AJ)*

The aim of this diploma thesis was namely to find out whether the saline solution, intended for the continuous flushing of arterial catheters, is as effective in preventing arterial blockage as compared to saline solution with heparin. In this diploma thesis I also deal with the comparison of material consumption by using both methods of flushing arterial sets and the financial costs associated with them.

Patients with diagnosis of sepsis or septic shock were included in the study. Pseudorandomization was used to group 52 patients into either experimental and control group. The testing was performed using a non-parametric Wilcoxon two-assay test and Fisher precision test.

Based on the results of my study, regard to the occurrence of complications (catheter closure) an arterial catheter flushing by saline solution is as effective as flushing by a saline solution with heparin. My research also confirmed that the use of saline solution as a flushing solution is less costly (regarding material) and therefore it is advisable to use saline solution for flushing arterial catheters.

Based on my study, saline solution is now used as a flushing solution of arterial catheters at an anesthesiology-resuscitation department, where only a saline solution with heparin was used for the flushing. Using saline solution instead of saline solution with heparin should avoid any further serious medical complications of patients with arterial catheter.

I also plan public an article in a professional journal describing the above results of my study could be a basis for the use of saline solution for flushing arterial catheters also in other hospitals.

keywords: Flushing arterial catheter, intensive care, saline, heparin, heparin induced thrombocytopenia.

Poděkování

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování Mgr. Veronice Di Cara Ph.D. a panu Doc. MUDr. Miroslavu Durilovi Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, které mi v průběhu zpracování diplomové práce věnovali. Děkuji také všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vzniku této závěrečné práce, všem kolegům na oddělení, kde probíhal výzkum, své rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali. Rovněž bych chtěla poděkovat statistikovi panu RNDr. Václavu Čapkovi Ph.D. za pomoc při zpracování získaných dat.

Obsah

1. Úvod	9
2. Současný stav poznání	11
2.1. Použití vědeckých zdrojů.....	11
2.2. Proplach arteriálních katétrů	13
2.2.1. Příprava proplachovacího roztoku.....	16
2.2.2. Fyziologický roztok s heparinem.....	18
2.2.3. Finanční úspory.....	20
2.3. Arteriální katétr.....	20
2.3.1. Typy arteriálních katétrů	21
2.3.2. Indikace a kontraindikace zavedení.....	21
2.3.3. Zavedení arteriálního katétru	22
2.3.4. Komplikace související s arteriálními katétry.....	23
2.3.5. Ošetrovatelská péče o arteriální katétr	24
3. Použité metody	28
3.1. Cíle práce a hypotézy	28
3.1.1. Cíle práce	28
3.1.2. Hypotézy.....	28
3.2. Organizace výzkumu	29
3.2.1. Etika výzkumu	29
3.2.2. Plánování a příprava výzkumu	29
3.2.3. Výběr pacientů.....	32
3.2.4. Vlastní průběh výzkumu	33
3.3. Statistické metody.....	34
4. Výsledky (Vyhodnocení)	35
4.1. Charakteristika vzorku.....	35
4.1.1. Další popisné statistiky	40
4.2. Vyhodnocení hypotéz	45
5. Diskuse	54
6. Závěr.....	60
7. Seznam použité literatury	62

Seznam zkratk

Seznam grafů

Seznam tabulek

Seznam obrázků

Seznam příloh

1. Úvod

Podnětem pro tuto diplomovou práci je má dlouholetá praxe na anesteziologicko-resuscitačním oddělení fakultní nemocnice v Praze, v rámci níž jsem zjistila, že proplachovací roztoky používané k udržení arteriálního katétru se různí, a to jak v českých nemocnicích, tak ve světě.

Téměř všem pacientům hospitalizovaným na anesteziologicko-resuscitačním oddělení, na kterém pracuji jako sestra, je zaváděn arteriální katétr, s kterým, až na jeho zavedení, manipulují výhradně sestry ošetřující tyto velmi závažně nemocné pacienty. Sestry pečují o katetry, a to zejména zajišťují veškerou aseptickou přípravu pomůcek před a při zavedení arteriálního katétru, provádí proplachy katétru, převazy a odběry krve z katétru za přísně aseptických podmínek. Sestry také pravidelně kontrolují funkčnost setu k měření invazivního tlaku, včetně katétru, monitorují životní funkce pacienta a všechny zjištěné údaje zaznamenávají do zdravotní dokumentace pacienta. Zdravotní sestry jsou tedy nenahraditelnou součástí komplexní péče o pacienty, a to nejen v kritických stavech ohrožujících život.

Ve své praxi jsem zjistila, že případné další vážné zdravotní komplikace způsobené pacientům použitým proplachovacím roztokem či v souvislosti s arteriálním katétresem mohou mít pro takové pacienty fatální důsledky. Konkrétně bylo za poslední tři roky na našem oddělení hospitalizováno průměrně 800 pacientů, kteří měli zavedený arteriální katétr, za rok.

Existují různé názory na používání proplachovacích roztoků k udržení průchodnosti arteriálních vstupů (Goh et al. 2011, Del Cotillo et al. 2008, Whita et al. 2006, Tuncali et al. 2005, Kulkarni et al. 1994, Clifton et al. 1991, Robertson-Malt et al. 2014, Woodrow 2009). V současnosti jsou používány dva typy proplachovacích roztoků. První typ je fyziologický roztok s heparinem, druhým typem je fyziologický roztok bez přídavku heparinu. Na správné funkci arteriálních katétrů se podílí kontinuální proplach těmito roztoky. Bez proplachu by katétr brzy nebylo možné použít.

Použití fyziologického roztoku s heparinem jako proplachu pro udržení průchodnosti arteriální linky je dobře známý postup (například Randolph et al. 1998, NPSA 2008a, Robertson-Malt et al. 2014, The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland 2016). Nicméně mnohé studie, které se touto problematikou zabývaly, nepřinesly přesvědčivé důkazy podporující využívání fyziologického roztoku s heparinem před fyziologickým roztokem (například AACN 1993, Randolph 1998, Robertson-Malt et al. 2014, National Health Service 2016). Kromě toho je použití fyziologického roztoku s heparinem spojeno s vyšším rizikem výskytu nežádoucích účinků než u použití fyziologického roztoku, jak je blíže popsáno v této diplomové práci (například Stelfox a Kushner 2012, Karetová a Bultas 2015, Al-Eiden 2015, Masopust et al. 2015, Pateja et al. 2013).

S ohledem na výše uvedené jsem ve svém výzkumu ověřovala, zda je koncept používání fyziologického roztoku s heparinem, který je ve fakultní nemocnici v Praze, v níž pracuji, zavedeným postupem, skutečně účinnější v porovnání s použitím proplachu fyziologickým roztokem.

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda je fyziologický roztok, určený ke kontinuálnímu proplachu arteriálních katétrů, stejně účinný v prevenci uzávěru arteriálních setů v porovnání s fyziologickým roztokem s heparinem. V této diplomové práci se zabývám také porovnáním

spotřeby materiálu při použití obou metod proplachu arteriálních setů a finančních nákladů s nimi spojených. V literatuře je toto téma diskutovaná a neuzavřená oblast, a proto tato práce přináší přehled poznatků o dané problematice publikovaných v českých i zahraničních literárních a časopiseckých zdrojích.

Ve druhé kapitole diplomové práce věnované současnému stavu poznání se zaměřuji na proplachovací roztoky, kde zmiňuji jejich přípravu, využití a možné komplikace v souvislosti s použitím fyziologického roztoku s heparinem. Dále se zde věnuji samostatné arteriální kanylaci, kde se zaměřuji na jednotlivé typy katétrů, techniku jejich zavedení, na indikace a kontraindikace, jakož i na vznik možných komplikací. V závěru této kapitoly popisuji jako důležitou součást ošetrovatelskou péči o zavedený katétr.

Výzkumnou metodou použitou v této práci je kvantitativní výzkum provedený technikou klinického experimentu, jenž byl uskutečněn na resuscitačním oddělení fakultní nemocnice v Praze, v níž pracuji, se souhlasem příslušné etické komise. Pacienti zařazení do výzkumu museli splňovat kritéria diagnózy sepse a mít zavedený arteriální katétr. Pacienti byli do výzkumu zařazení výhradně na základě jimi podepsaného informovaného souhlasu se zařazením do studie, respektive na základě prohlášení lékaře o zařazení do studie v případě pacientů v bezvědomí. V práci jsou porovnávány dvě skupiny pacientů, a to experimentální a kontrolní skupina. První skupinu (experimentální) tvořili pacienti, u kterých byl ke kontinuálnímu proplachu arteriálních katétrů použit fyziologický roztok bez jakýchkoliv přídavných medikamentů, tedy 0,9% vodný roztok chloridu sodného (dále také jen „FR“ nebo „fyziologický roztok“). V případě druhé skupiny pacientů (kontrolní skupina) byl ke kontinuálnímu proplachu arteriálních katétrů použit fyziologický roztok s heparinem v koncentraci 4 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku (dále také jen „HR“).

2. Současný stav poznání

2.1. Použití vědeckých zdrojů

Pro svou diplomovou práci jsem čerpala z mnoha vědeckých zdrojů, které uvádím v seznamu literatury. Vědecké zdroje jsem vyhledala pomocí stanovení klíčových slov v českém a anglickém jazyce, která jsem zadala do elektronických databází. Nejvíce vědeckých zdrojů použitelných pro tuto práci jsem našla v databázi University Karlovy UKAŽ a The Cochrane library. Ale i v dalších veřejně dostupných databázích jako Ebsco, Medline, Embase, PubMed se nachází vědecké zdroje, které byly podkladem pro sepsání této práce. Dále jsem si nechala vypracovat rešerši vědeckých zdrojů Národní lékařskou knihovnou, z které jsem si příslušné zdroje i vypůjčila. Po pečlivém prostudování nejdříve názvů zdrojů, následně abstraktů a až poté celých děl, jsem použila převážně české a zahraniční recenzované články a odborné české a zahraniční monografie. K tomuto tématu jsem našla celou řadu zdrojů s vysokou silou důkazů, které by mohly zlepšit současnou situaci v praxi.

S ohledem na skutečnost, že porovnání proplachu arteriálních katétrů fyziologickým roztokem a roztokem s heparinem probíhalo v zahraničí již před několika lety, jsou použité zahraniční studie z této doby. Některé použité zahraniční studie jsou již z devadesátých let minulého století, a to studie Clifton et al. 1991, Kulkarni et al. 1994 a Budz 1995, další použité zahraniční studie jsou z počátku tohoto století (Tuncali et al. 2005, Whitta et al. 2006, Del Cotillo et al. 2008 a Goh et al. 2011).

Zjistila jsem, že používání proplachovacího roztoku k udržení funkčnosti arteriálního katétru je zejména v zahraniční literatuře stále diskutováno s různými výsledky a není možné dohledat definitivní závěr. Důvodem je také skutečnost, že autoři vědeckých zdrojů činí svoje závěry na základě výzkumů provedených za různých podmínek (různé nařazení proplachovacích roztoků, použití kontinuálního i intermitentního proplachu). Výsledky takto provedených výzkumů nelze tedy porovnávat bez určité míry zkreslení. S ohledem na nejednotné závěry sami autoři vědeckých zdrojů doporučují provedení dalších výzkumů (Robertson-Malt et al. 2014, Tully et al. 2014, Dal Molin et al. 2015, Nethathe a Mbeki 2016, National Health Service 2016, Halm 2008).

V českých zdrojích jsem nenašla žádnou výzkumnou práci přímo se zabývající touto problematikou. V publikacích věnujících se intenzivní medicíně a péči o pacienty v intenzivní medicíně jejich autoři uvádějí, že arteriální katétrů jsou rutinně proplachovány k udržení průchodnosti, nicméně optimální složení proplachovacího roztoku nebylo dosud jednoznačně prokázáno (Ševčík a Matějovič 2014, Černý 2000, Bartůněk et al. 2016, Zadák a Havel 2007, Černý et al. 2009, Pahl a Roubík 2005).

Nejnovější Cochrane recenze z roku 2014 (Robertson-Malt et al. 2014), která se věnuje porovnání studií věnovaných proplachu arteriálních katétrů, zahrnula do své recenze sedm randomizovaných kontrolovaných studií, a to studie Budz 1995, Clifton et al. 1991, Del Cotillo et al. 2008, Goh et al. 2011, Kulkarni et al. 1994, Tuncali et al. 2005, Whitta et al. 2006.

Tato Cochrane recenze dále uvádí, že všechny studie byly nejasné a vedly k vysokému riziku předpojatosti. Vzhledem k vysoké různorodosti statistických i klinických dat tedy nemohla být

dokončena metaanalýza, a proto její autoři také doporučují potvrdit výsledky aktuálně dostupné v literatuře dalšími výzkumy v této oblasti. Autoři svoje doporučení odůvodňují tím, že dostupné důkazy jsou špatné kvality, je zde riziko zkreslení a současné důkazy neposkytují dostatečné informace pro podporu účinků přidávání heparinu do proplachovacího roztoku k udržení průchodnosti a funkčnosti arteriálních katétrů (Robertson-Malt et al. 2014).

Do Cochrane recenze byly vybrány pouze studie, které splňovaly stanovená kritéria. Studie musely porovnávat proplach fyziologickým roztokem bez přídavku heparinu s proplachem fyziologického roztoku s heparinem. Studie porovnávající proplachy jinými roztoky byly z recenze vyřazeny. V daných studiích musel být proplachovací roztok podáván pouze kontinuálně přetlakovou infuzí (studie, v nichž byl proplachovací roztok podáván přerušovaně nebo jiným způsobem, byly také z recenze vyřazeny). Dále se muselo jednat o studie randomizované nebo kvazi-randomizované, jejichž účastníci byli dospělí pacienti bez hematologické poruchy (Robertson-Malt et al. 2014).

V rámci všech studií zařazených do Cochrane recenze byla měřena délka funkčnosti katétru, avšak nedělo se tak ve všech studiích stejným způsobem. Ve čtyřech studiích (Budz 1995, Kulkarni et al. 1994, Tuncali et al. 2005, Whita et al. 2006) byla měřena střední doba funkčnosti arteriálního katétru. V dalších třech studiích (Clifton et al. 1991, Del Cotillo et al. 2008, Goh et al. 2011) je zachyceno tzv. přežití katétrů v průběhu času, tedy počet katétrů potřebný v určitém časovém období.

Předmětných sedm studií obsahuje analýzu funkce katétru, ovšem ani v tomto případě nebyl zachován shodný postup. V pěti studiích (Budz 1995, Clifton et al. 1991, Del Cotillo et al. 2008, Kulkarni et al. 1994, Whitta et al. 2006) měřili funkčnost katétru podle výskytu (počet) jednotlivých příhod, jako jsou obtíže s proplachováním, aspirací krve a tlumením a/nebo ztrátou arteriální křivky. V dalších dvou studiích byl sledován průtok katétrů. Goh et al. (2011) sledovali průtok katétrů každých osm hodin po dobu pěti po sobě jdoucích dnů. Tuncali et al. (2005) zjišťovali okluzi katétru v perioperačním období a krátce po něm pulsní oxymetrií a dopplerovským ultrazvukem, který vždy dělal stejný vyšetřující. Vyšetření průtoku tepnou bylo prováděno před zavedením katétru, po jeho zavedení a 24 hodin po jeho vyjmutí. Podrobněji jsou výsledky výzkumů z výše uvedených sedmi studií popsány v rámci diskuzní části věnované mému výzkumu, a to v souvislosti s porovnáváním s mými výsledky. Za stěžejní považuji závěr jednotlivých studií ohledně preference používání fyziologického roztoku s heparinem či fyziologického roztoku k proplachu arteriálních katétrů. Autoři studie Budz (1995) a studie Clifton et al. (1991) upřednostňují používání fyziologického roztoku s heparinem, zatímco ve zbývajících studiích dospěli autoři k závěru, že mezi proplachem předmětnými roztoky není zásadní rozdíl (Del Cotillo et al. 2008, Goh et al. 2011, Kulkarni et al. 1994, Tuncali et al. 2005, Whitta et al. 2006).

Existují také starší velké studie zabývající se touto problematikou. V roce 1993 publikovala American Association of Critical-Care Nurses (dále jen AACN) studii pod názvem Thunder I Project, jejímž výsledkem bylo, že použití fyziologického roztoku s heparinem nezaručuje průchodnost arteriálního katétru. Tato rozsáhlá randomizovaná studie probíhala na území Spojených Států Amerických, Kanady a Austrálie na 198 resuscitačních odděleních a celkový počet účastníků byl 5 139 (AACN 1993).

Další studii z této oblasti provedli Randolph et al. (1998), kteří vypracovali metaanalýzu z 26 randomizovaných studií, ve kterých hodnotili intermitentní nebo kontinuální proplachy katétrů. Výsledkem této studie bylo, že kontinuální podávání infuze s nízkou dávkou heparinu významně prodlužuje průchodnost katétrů radiální tepny (Randolph et al. 1998). K závěru, že kontinuální proplachování je účinnější než intermitentní, došli také v Íránu, a to při zkoumání arteriální linky u pacientů po koronárním bypassu. Tento závěr byl učiněn na základě nedávno provedené studie (Arta et al. 2017).

2.2. Proplach arteriálních katétrů

K měření invazivního přímého tlaku krve se využívá sloupce kapaliny na principu spojených nádob, a to za použití tzv. „katétru-snímače“. Tlakové změny v krvi jsou katétrelem přenášeny sloupcem kapaliny na elektronický snímač tlaku a elektrický signál vznikající na snímači je veden do monitoru, na kterém se zobrazí jako tlaková křivka i číselná hodnota (Handl 2007, Kapounová 2007, Bartůněk et al. 2016). K zajištění řádného měření arteriálního tlaku tedy musí být příslušný katétr-snímač udržován průchodný, a k tomu slouží proplach katétru roztokem.

Existují dvě možnosti proplachování arteriálního katétru, a to bolusové intermitentní proplachování katétru nebo kontinuální proplachování arteriálního katétru. Bolusové proplachování se provádí v určitých časových intervalech, dle zvyklosti pracoviště či pokynu lékaře, nejčastěji každých šest až osm hodin, ale i po 12 hodinách. V dnešní době, kdy se arteriální katétr používá ke kontinuálnímu invazivnímu měření krevního tlaku, se intermitentní proplach arteriálních katétrů téměř nepoužívá (Randolph et al. 1998). Randolph et al. (1998) ve své studii analýzou 26 randomizovaných studií prokázali, že kontinuální podávání proplachovacího roztoku je účinnější než bolusové podávání. S ohledem na výše uvedený závěr se v naší nemocnici používá výhradně kontinuální proplach, který byl tudíž použit i pro tuto studii.

Aby se zabránilo vzniku trombu na konci katétru, je při monitorování krevního tlaku arteriální katétr směrem k pacientovi kontinuálně proplachován. Kontinuální proplach je prováděn buď pomocí injekčního dávkovače nebo mechanické infuzní pumpy (např. u novorozenců a malých dětí) nebo přetlakovou infuzí přes tlakový převodník tzv. „intra-flow“ chlopeň.

Princip mechanické infuzní pumpy a injekčního dávkovače je ve své podstatě totožný, pouze injekční dávkovač je možné použít s nižším průtokem, a proto se používá zejména u nedonošených dětí, novorozenců a malých dětí (Fendrychová a Borek 2012). Ovšem z praxe vím, že u malých dětí se užívá také přetlaková infuze, a to její typ do 30 kg pacienta, kde je možné použít průtok roztoku jen 1 ml/h.

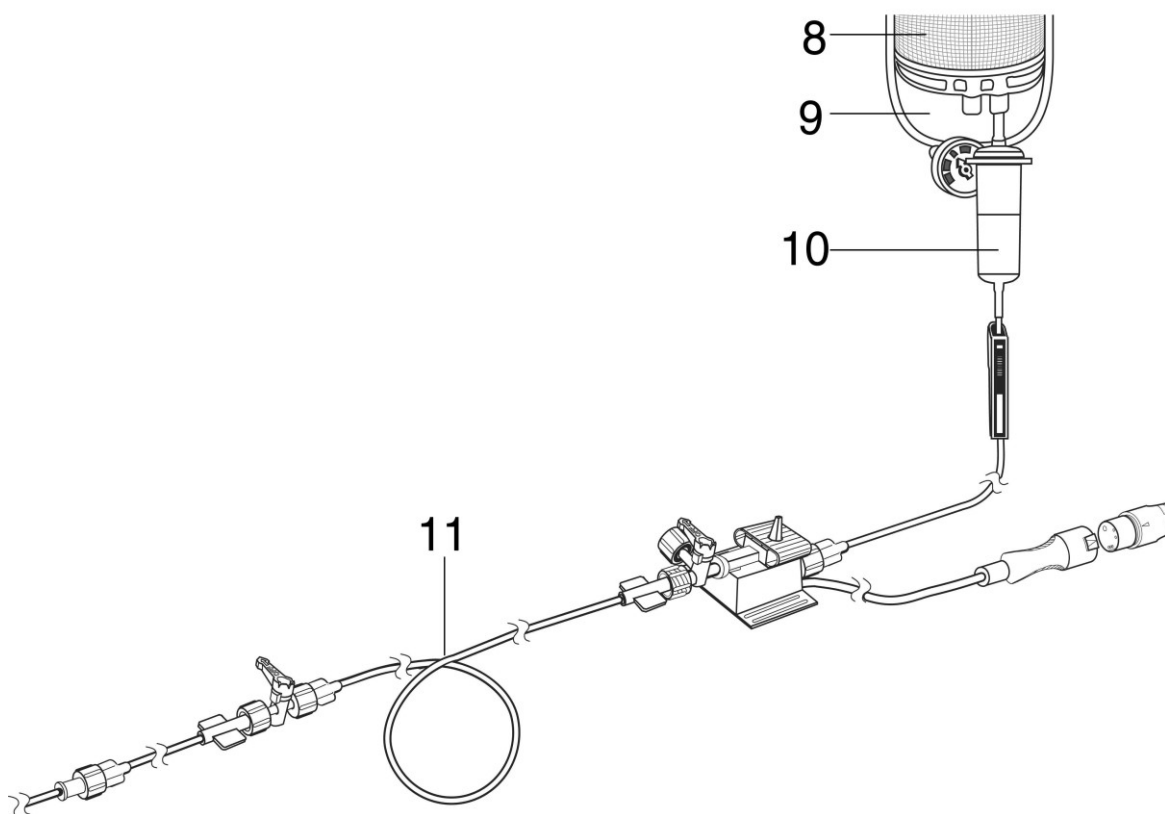
Pro úplnost uvádím, že u dětských pacientů je nedostatek výzkumných prací v této oblasti, a to zejména z důvodu etických dilemat provádění jakýchkoliv studií na dětech. V Cochrane databázi existují dvě studie ohledně dětských pacientů, jedna z novorozeneckého oddělení (Heilskov et al. 1998) a druhá z pediatrického oddělení (Kleiber et al. 1993), v nichž autoři dospěli k závěru, že fyziologický roztok je stejně účinný jako fyziologický roztok s heparinem při udržení periferních žilních katétrů. Tento závěr potvrdila také další studie ohledně dětských pacientů (Kerner et al

2006). Ale v oblasti udržení průchodnosti arteriálních katétrů a centrálních žilních katétrů u dětí je podle odborné literatury zapotřebí nových výzkumů (Toft 2010).

Na oddělení ve fakultní nemocnici v Praze, kde pracuji, se využívá ke kontinuálnímu proplachu arteriálního katétru přetlaková infuze, která byla také používána v rámci mého výzkumu, a proto tento způsob kontinuálního proplachu katétrů popíši blíže.

Vlastní měřicí systém se skládá z plastického vaku s proplachovacím roztokem umístěným ve vysokotlaké manžetě, na který je napojena souprava jednorázových snímačů tlaku s odběrovým systémem (obrázek 1). S celou soupravou je třeba pracovat naprosto asepticky a vždy se musí zkontrolovat, zda jsou všechna propojení těsná, aby nedošlo k rozpojení během používání. Také je nezbytně nutné dát pozor, aby nebyla spojení utažena příliš těsně, jelikož by mohlo dojít k prasknutí některého ze spojů (Argon Medical Devices rok neuveden).

Obrázek 1: Systém k měření invazivního tlaku



8. Proplachovací roztok

9. Tlaková manžeta

10. Kapací komůrka

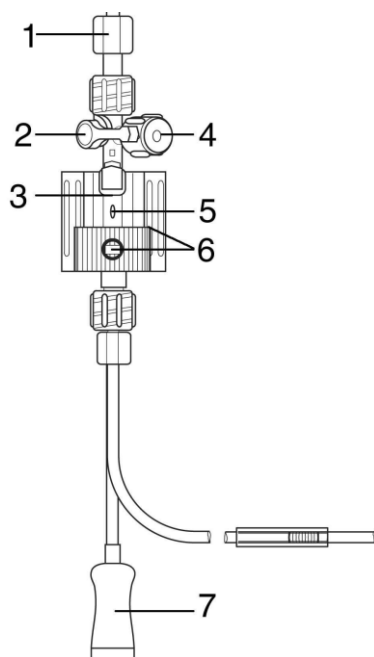
11. Tlaková hadička

(Zdroj: Argon Medical Devices rok neuveden)

Kontinuální proplach v případě přetlakové infúze probíhá tak, že tlaková manžeta, v níž je proplachovací roztok, nejčastěji fyziologický roztok nebo fyziologický roztok s heparinem, je nafouknutá tak, aby udržovala kontinuální přetlak v měřicím systému. „Intra-flow“ chlopeč, která zajišťuje kontinuální proplach roztokem v požadovaném množství za hodinu, je buď součástí

jednorázových setů k měření invazivního tlaku, nebo se dodává samostatně u systémů k opakovanému použití (Handl 2007). Hadička je z tuhého materiálu, aby nedošlo k ovlivnění během měření, mezi hadičkou a katétrek je nejčastěji trojcestný kohout k odběru krve (Bartůněk et al. 2016). K vlastnostem hadičky proplachovacího systému Pach a Roubík uvádí: „Nápojení systému na arteriální kanylu je zajištěno nízkoobjemovou vysokotlakou linkou s minimální poddajností.“ (Pachl a Roubík 2005, str. 153) Odběr krve lze provádět v dnešní době i speciálním setem bez otevření odběrového systému, tzv. uzavřeným systémem. Tlakový převodník (obrázek 2) se připevní na držák, který musí být umístěn v úrovni levé srdeční komory. Před napojením na arteriální katétr se musí celý systém propláchnout a odvzdušnit, k tomu slouží spouštěč rychlého proplachu. Vzduch v systému může být příčinou nesprávného měření (Bartůněk et al. 2016, Černý 2000). Po připojení propláchnutého systému k arteriální kanyle a kabelem k monitoru se provede nulování (kalibrace). Nulovací kohout, který je součástí tlakového převodníku, se otočí a uzavře systém směrem k pacientovi a otevře do atmosféry. Na monitoru se stlačí příkaz pro nulování arteriálního krevního tlaku (Arterial Blood Pressure – dále jen ABP), při zobrazení nuly na monitoru se zavírá systém z atmosféry a otevírá se směrem k pacientovi. Malá objemová změna vede ke vzniku měřitelného signálu, který je dál zesilován, elektronicky filtrován a konvertován do digitální formy na monitor. Na monitoru se zobrazí křivka a číselná hodnota ABP (Beneš et al. 2015).

Obrázek 2: Tlakový převodník



1. Linka k pacientovi
 2. Uzavírací kohout
 3. Kanál kapaliny
 4. Nulovací port snímače
 5. Senzor tlaku
 6. Spouštěče rychlého proplachu (sponové nebo aktivované zatažením)
 7. Konektor elektrického kabelu
- (Zdroj: Argon Medical Devices rok neuveden)

Doporučený přetlak v infuzi, při němž protéká „intra-flow“ chlopní kontinuálně proplachovací roztok do arteriálního katétru, je minimálně 250 mmHg dle Handla (2007), autoři Kapounová (2007), Černý (2000) a Bartůněk et al. (2016) uvádějí hodnotu tlaku v systému okolo 300 mmHg, Pachl a Roubík (2005) uvádějí udržovat přetlak mezi 200-300 mmHg.

Doporučovaná rychlost průtoku roztoku v proplachovacím systému se v různých zdrojích také liší. Pro moji studii byl v souladu s příslušným návodem k použití soupravy snímačů použit průtok 2-4 ml/h, Bartůněk et al. (2016) uvádí přibližně 3 ml/h, v knize Pachla a Roubíka (2005) je uveden trvalý průtok roztoku 3-4 ml/h, ostatní autoři citovaní v předchozím odstavci ve svých publikacích rychlost průtoku roztoku neuvádějí. V zahraničních zdrojích byla nejčastěji uváděna rychlost průtoku 3 ml/h (Clifton et al. 1991, Kulkarni et al. 1994, Tuncali et al. 2005, Whitta et al. 2006, Singer and Webb 2009).

Kalibrace se provádí při každé změně polohy pacienta, minimálně jednou za směnu a při výměně proplachovacího roztoku (Woodrow 2009). U nás v nemocnici se kalibrace provádí každých 12 hodin a dle potřeby, a to v souladu s platným metodickým pokynem náměstka pro ošetrovatelskou péči s názvem Ošetřování arteriální kanyly (IIMP-NOP_18/2005-6).

Proplachovací roztok se mění každých 24 hodin nebo při jeho dřívějším spotřebování, které může být způsobeno častějšími proplachy katétru, např. při častých odběrech arteriální krve (IIMP-NOP_18/2005-6).

Jako proplachovací roztok se používá nejčastěji fyziologický roztok nebo fyziologický roztok s heparinem v různém objemu, nejčastěji se využívají 250 ml, 500 ml až 1000 ml plastové vaky dle doporučení výrobce proplachovacích systémů. Způsob provedení proplachu je při použití obou typů roztoků shodný. K proplachu se nepoužívá roztok glukosy, a to z důvodu, že existují rizika závažné hypoglykémie způsobené nesprávným podáním inzulínu, jestliže se roztoky glukózy používaly k proplachování arteriálních linií (NPSA 2008a, Thomas and Taylor 2012, Thomas 2014).

Nejnovější pokyny Britské asociace anesteziologů (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland) doporučují fyziologický roztok s přidáním heparinu nebo bez heparinu jako jediné bezpečné řešení pro proplachování arteriálních katétru (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland 2016).

2.2.1. Příprava proplachovacího roztoku

Jak jsem již zmínila, ke kontinuálnímu proplachu se používají roztoky dva, fyziologický roztok nebo fyziologický roztok s heparinem. Fyziologický roztok je dodáván ve vacích a není nutné ho již nikterak upravovat. Roztok heparinovaný se připraví vstříknutím požadovaného množství heparinu do fyziologického roztoku.

Heparin se do fyziologického roztoku přidává v různých koncentracích. Podle odborníků v České republice i v zahraničí se dávky heparinu do proplachovacího roztoku značně liší. V článku Kordzadeh et al. (2014) od 1 IU heparinu na 1 ml roztoku až po 5 IU heparinu v 1 ml roztoku. Pachel a Roubík (2005) uvádějí ve své knize používání fyziologického roztoku s přídavkem heparinu v dávce 0,5-1 IU heparinu v ml roztoku, Handl (2007) uvádí dokonce 10 IU heparinu v 1 ml roztoku. Ani v zahraničí nejsou odborníci jednotní, Goh et al. (2011), Del Cutillo et al. (2008),

Whita et al. (2006), Tuncali et al. (2005) používali ve své studii 1 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku, Kulkarni et al. (1994) použili 2 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku, Clifton et al. (1991) použili 4 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku, v mé studii jsou také použity 4 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku, což je standardní naředění proplachovacího roztoku arteriálních katétrů u dospělých pacientů ve fakultní nemocnici, v níž pracuji.

V metodickém pokynu náměstka pro ošetrovatelskou péči s názvem *Ošetřování arteriální kanyly* se uvádí: „*FR vak/umělá láhev s heparinem (obvykle 2500j/500ml, 1000j/250ml nebo dle ordinace lékaře). U novorozenců a malých kojenců proplach zajišťuje lineární dávkovač nebo infuzní pumpa. Pokud u novorozenců a malých kojenců zajišťuje proplach lineární dávkovač/ infuzní pumpa, lékař jasně definuje podmínky: dávka heparinu/objem FR (např. 100j/50ml), rychlost (v ml/hod.)*“ (IIMP-NOP_18/2005-6, str. 5).

Různé příklady selhání lidského faktoru popisuje ve svém článku Toft (2010). V Londýnské nemocnici se staly dva případy, kdy místo 5000 IU heparinu bylo podáno pacientům 25000 IU. Jeden pacient zemřel na krvácení do mozku a druhý pacient přežil bez dlouhodobých následků. Další čtyři případy jsou popsány u čtyř dětských pacientů, kdy byl nedopatřením podáván proplach do invazivních vstupů s 500krát větším obsahem heparinu, než mělo být. Naštěstí žádné z těchto dětí nemělo trvalé následky. Jako reakci na výše uvedené incidenty vydala britská organizace National Patient Safety Agency zprávu varující zdravotnický personál před riziky spojenými s fyziologickým roztokem s heparinem (National Patient Safety Agency 2008a).

Dále jsou v článku Toft (2010) popsány bezpečnostní protokoly zavedené ve Velké Británii v důsledku neúmyslného pochybení zdravotníků. Autor zdůrazňuje, že ani bezpečnostní kontroly výpočtu dvěma registrovanými sestrami nezabrání všem chybám, ale sníží riziko neúmyslné chyby (Toft 2010).

Britská organizace The National Patient Safety Agency zaznamenala za pět let dvě úmrtí a 82 incidentů způsobených nesprávnými infuzními heparinizovanými roztoky připojenými k arteriální lince. Proto ve svém doporučení uvádí, aby byly roztoky kontrolovány sestrami v pravidelných intervalech a v klíčových časech, např. při střídání směny (National Patient Safety Agency 2008a). Pokud sestra nepřipravuje roztok sama, zkontroluje popisek na již připraveném roztoku. U nás v nemocnici sestry kontrolují místo zavedení katétru a jeho okolí a funkčnost katétru včetně roztoku po každé směně, a to v souladu s příslušným metodickým pokynem ošetrovatelské péče (IIMP-NOP_18/2005-6).

Při přípravě fyziologického roztoku s heparinem u nás v nemocnici sestra v souladu s příslušnou organizační směrnicí nemocnice provede trojí kontrolu názvu a síly léčiva dle dokumentace, a to když bere léčivo z lékárny či vozíku, následně než vloží lék do lékovky, zkontroluje, zda se název a síla na primárním obalu léčiva shoduje s názvem léčiva na sekundárním obalu a při vrácení léčiva do lékárny či vozíku. Sestra dále kontroluje expiraci léčiv, dávky, aplikační cesty, čas podání a předepsané frekvence aplikace. Před podáním léčiva vždy ověří totožnost pacienta dle identifikačního náramku a také přímým dotazem pacienta na jeho jméno, pokud to dovoluje zdravotní stav pacienta (IOS_26/2005-5).

Heparin patří do skupiny léčiv s vyšší mírou rizika, a proto je v souladu s příslušnou směrnicí o uchování léčiv, která vychází z platné právní úpravy, uchováván v odděleném boxu růžové barvy (IOS_26/2005-5). Tato skutečnost také snižuje riziko chyby při přípravě fyziologického roztoku s heparinem.

2.2.2. Fyziologický roztok s heparinem

Heparinum natricum 5 000 IU v 1 ml injekčního roztoku je v České republice registrován pod názvem Heparin Léčiva. Patří do lékové skupiny antikoagulancií, látky snižující krevní srážlivost.

Farmakodynamický účinek je v souhrnu údajů o přípravku Státního ústavu pro kontrolu léčiv (dále jen SÚKL) definován takto: „*Biologická aktivita heparinu je podmíněna přítomností plazmatického antitrombinu III. Ten inhibuje proteolytické působení aktivovaných faktorů srážení, především trombinu a aktivovaného faktoru Xa, tím, že s nimi tvoří stabilní ekvimolární komplexy. Heparin jejich tvorbu asi 1 000krát urychluje. Působením heparinu dochází k bloádě více stupňů koagulačního procesu a zabrání přeměny fibrinogenu na fibrin. Heparin rovněž ovlivňuje funkci krevních destiček a působí antilipemicky - urychluje vyčerování postprandiální lipémie uvolňováním lipoproteinové lipázy ze tkání. Heparin nemá fibrinolytickou aktivitu*“ (SÚKL 2015).

Farmakokineticky účinkuje heparin ihned při intravenózním podání, protože se spojuje s mnohými plazmatickými bílkovinami. Biologický poločas je zhruba 1 hodina po intravenózním podání. Biologický poločas může být delší při poruše renálních funkcí, naopak kratší u plicní embolie a posunut oběma směry, nahoru i dolů, u onemocnění jater (SÚKL 2015). K rovnoměrnému znehodnocení heparinu dochází v ledvinách, dále je také metabolizován makrofágy, ale není možné určit přesně v jakém množství, a proto jsou nutné časté kontroly účinnosti heparinu (Karetová a Bultas 2015).

Obecně se heparin ředí fyziologickým roztokem nebo 5% glukózou. V případě proplachovacího roztoku k podání do arteriální linky se však heparin nesmí ředit do glukózy (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland 2016, Thomas and Taylor 2012). Použití glukózy jako proplachovacího roztoku arteriálních katétrů mělo za následek chybně vysoké koncentrace glukózy ve vzorcích krve odebraných z arteriálních katétrů, což vedlo k podávání inzulínu, což způsobilo hypoglykémii a fatální neuroglykopenické poškození mozku pacienta (National Patient Safety Agency 2008, Leslie et al. 2013, Gupta a Cook 2013, Woodcock et al. 2014). Roztoky takto připravené jsou stabilní pouze 24 hodin (SÚKL 2015).

Heparin je silným lékem, pokud jde o jeho schopnost zabraňovat tvorbě sraženin v katéttru, ale jeho použití není bez rizika (Robertson-Malt et al. 2014). „*Hlavním nežádoucím účinkem heparinů je krvácení, trombocytopenie a trombocytóza. Vzácné nežádoucí účinky zahrnují kožní nekrózu v místě podání injekce, hypersenzitivní reakce, hyperkalémii, zvýšení transamináz, priapismus a osteoporózu při dlouhodobém podání*“ (SÚKL 2014, str. 4).

Kanadští autoři Stelfox a Kushner (2012) popsali kožní komplikace spojené s použitím roztoku obsahujícího heparin na proplach arteriálních katétrů v článku „*Nekróza kůže u pacientů s arteriálními katétry proplachovanými roztokem obsahujícím heparin.*“ Podle výše uvedených autorů jsou kožní léze indukované heparinem vzácné, ale patří mezi dobře popsané a známé

komplikace léčby s nefrakcionovaným, ale i nízkomolekulárním heparinem. Mezi kožní komplikace spojené s použitím heparinu patří ekzematózní léze, kopřivka, purpura, cholesterolová embolie a kožní nekróza. Stelfox a Kuser provedli studii, v rámci níž pozorovali dva pacienty s erytematózními kožními lézemi, které se postupně vyvinuly na jejich končetinách během hospitalizace na jednotce intenzivní péče (Stelfox a Kushner 2012).

Jedním z hlavních nežádoucích účinků podání heparinu je trombocytopenie, heparinem indukovaná trombocytopenie (dále jen HIT), která je důsledkem autoimunitní reakce těla na heparin. Existují dva typy HIT, a to HIT typ 1 a HIT typ 2.

HIT typ 1 je častější komplikací a objevuje se již v prvních dnech po podání heparinu. Při HIT typ 1 dochází k mírnému poklesu krevních destiček způsobeném neimunologickou reakcí mezi krevními destičkami a heparinem. HIT typ 1 nevyžaduje přerušování léčby heparinem a většinou se sama upraví. HIT typ 1 se objevuje dokonce až u 10 % pacientů léčených heparinovým produktem (Karetová a Bultas 2015).

Ačkoliv je heparin antikoagulant, tedy lék používaný k ředění krve, může působit i opačně. Při HIT typu 2 je paradoxně větší riziko trombotických komplikací, jako jsou hluboká žilní trombóza, plicní embolie, infarkt myokardu, cévní ischemická mozková příhoda a diseminovaná intravaskulární koagulopatie (Al-Eiden 2015).

„Závažnější je HIT typu 2, s incidencí do 5%, která je vyvolána protilátkami typu IgG proti destičkám na základě předchozí aplikace nebo dlouhodobého aktuálního podávání. Protilátky působí proti antigenu, jímž je komplex heparin-destičkový faktor 4 (dále jen PF4), navozující jednak aktivaci trombocytů, jednak endoteliální aktivaci. Výsledkem může být vznik arteriální či žilní trombózy (asi u třetiny nemocných) nebo, naštěstí vzácněji, diseminovaná intravaskulární koagulace“ (Karetová a Bultas 2015, str. 57).

Klinicky významný je tedy HIT typu 2, proto mluví-li se o HIT, je nejčastěji myšlen právě tento typ 2 (Masopust et al. 2015, Pateja et al. 2013). Nejčastěji, jak uvádí většina autorů, ke vzniku HIT typ 2 dochází pět až deset dní po zahájení léčby heparinem. U některých pacientů se můžeme s HIT typ 2 setkat i se zpožděním, a to dokonce až tři týdnů po ukončení léčby heparinem.

Mezi další okolnosti ovlivňující výskyt HIT typ 2 patří pohlaví pacienta, kdy u žen se HIT typ 2 vyskytuje častěji než u mužů. Také je rozdíl v účelu použití heparinu, kdy u pacientů s léčebnou dávkou heparinu je pravděpodobnost výskytu HIT typ 2 vyšší než u pacientů s preventivní dávkou heparinu. S nízkomolekulárními (frakcionovanými) hepariny (dále jen LMWH) se pojí nižší riziko než s nefrakcionovaným heparinem, ale i u nich se může HIT vyskytnout (Frazer 2013, Selleng et al. 2007, Karetová a Bultas 2015). Al-Eiden (2015) říká, že výskyt HIT typ 2 protilátek je pravděpodobnější u pacientů po traumatu a po operačním výkonu než u pacientů léčených heparinem. Dle německé studie z roku 2014 je nízká incidence HIT typ 2 u pacientů s delším pobytem na jednotce intenzivní péče (dále jen JIP), a to pouhých 0,6 % (Selleng et al. 2007). Výskyt HIT typ 2 u traumatologických pacientů, kteří dostávají tromboprofylaxi LMWH, je dokonce ještě nižší, a to 0,36 % (Bloemen et al. 2012).

Příznaky napovídající, že by se mohlo jednat o diagnózu HIT typ 2, mohou být pokles trombocytů pod více než 50 % z výchozí hodnoty pacienta, pokles trombocytů pod 100 000/μl či nově vzniklá

trombóza při antikoagulační léčbě. Dalšími možnými příčinami trombocytopenie jsou rakovina, sepse nebo chemoterapie. Laboratorně se HIT typ 2 prokazuje protilátkami proti PF4 nebo testem uvolňování serotoninu (Al-Eiden 2015, Karetová a Bultas 2015, Gumulec 2012).

Léčba HIT typ 2 zahrnuje přerušení léčby heparinem, zavedení bezheparinové antikoagulace a vysazení všech heparinových produktů, včetně heparinových proplachů (Frazer 2013). Riegerová et al. (2008) říkájí, že HIT jde poměrně snadno diagnostikovat, ale musí se na ni pomyslet. Gumulec (2012) je toho názoru, že v České republice je ještě hodně rezerv v diagnostice HIT a že se nedá očekávat významné zlepšení péče o tyto pacienty vzhledem k nízkému výskytu této nemoci. V souvislosti se závažnější a zajímavou kazuistikou, kdy se u pacienta HIT typ 2 projevila jako flebotrombóza a akutní uzávěr abdominální aorty, se k diagnostice a léčbě HIT typ 2 v České republice vyjadřují také Holý et al. (2014): „*Doporučený postup pro diagnostiku a léčbu HIT specifický pro Českou republiku v současnosti však dostupný není. Problémem je též špatná dostupnost alternativních antikoagulačních přípravků. Komordibita HIT s akutním uzávěrem abdominální aorty je popsána zcela výjimečně a její přežití je raritou*“ (Holý et al. 2014, str. 126).

Nespornou výhodou heparinu je, že máme antidotum protamin sulfát, a tudíž na rozdíl od jiných léků na ředění krve je možné jeho účinek v případě potřeby (např. pacient začne krvácet) zrušit. (Karetová a Bultas 2015).

2.2.3. Finanční úspory

Studie provedená v roce 2006 v Japonsku týkající se periferních katétrů, nicméně ukazuje, že nepoužívání heparinu do proplachu periferních katétrů ušetří nemocnici významné finanční částky, které se mohou využít jinde. Autoři publikace odhadují, že ukončením používání fyziologických roztoků s heparinem k proplachu periferních katétrů, by výše úspor předmětné nemocnice za rok činila částku ve výši 203 347 EUR. Tato kalkulace ovšem zahrnuje pouze lékárnické náklady. K úsporám by však došlo také u nákladů souvisejících s dobou ošetrovatelské péče strávené přípravou fyziologických roztoků s heparinem a také u případných nákladů na léčbu komplikací s heparinem spojených (Fujita et al. 2006).

S ohledem na výše uvedené zcela jistě existuje pravděpodobnost nemalých úspor i v případě použití arteriálních katétrů, a proto se ve svém výzkumu věnuji také finanční úspoře spojené s užitím fyziologického roztoku namísto fyziologického roztoku s heparinem k proplachu arteriálních katétrů (více v části týkající se mého vlastního výzkumu a v diskuzi této práce).

2.3. Arteriální katétr

Arteriální katétr se běžně používají k nepřetržitému sledování krevního tlaku a k odběrům krevních vzorků od pacientů na lůžkových odděleních resuscitační a intenzivní péče, ale také na operačních sálech během velkých operačních výkonů (Kapounová 2007, Bartůněk et al. 2016, Černý 2000, Woodrow 2009, Adamus 2012).

2.3.1. Typy arteriálních katétrů

Existují katétrů, které slouží pouze k měření arteriálního krevního tlaku a odběrům krve, ale také existují speciální arteriální katétrů, s jejichž pomocí se měří minutový srdeční výdej a další důležité hodnoty hemodynamiky. Tyto speciální katétrů využívají systém Pulse Contour Cardiac Output (dále jen PiCCO), a proto je označujeme jako tzv. PiCCO katétrů. Propojením centrálního žilního katétrů s PiCCO katétrů se pomocí termodiluční metody sledují hodnoty hemodynamiky u kriticky nemocných pacientů.

Také se používá tzv. dialyzační katétr zavedený do arterie femoralis, který lze dočasně použít k provádění hemodialýzy po dobu, která má překlenout mezeru do vytvoření definitivního cévního vstupu, a to v případech, že byly všechny ostatní možnosti vyčerpány (Frampton et al. 2009).

Invazivní měření arteriálního krevního tlaku vyžaduje kanylaci arteriálního řečiště, což je závažný zákrok, a proto je nutné věnovat zvýšenou pozornost místu, které bude použito pro měření arteriálního krevního tlaku. Výběr místa měření souvisí také s typem použitého katétrů, jak uvádím níže.

Obecně lze uvést, že nejčastěji se pro měření používá arterie radialis, arterie femoralis a arterie brachialis, jak uvádí většina autorů (Kapounová 2007, Bartůněk et al. 2016, Černý 2000). Handl (2009) uvádí jako preferovaný přístup arterii radialis na nedominantní končetině a méně často arterii femoralis. Podle některých autorů je radiální artérie vzhledem k snadnému přístupu a bezpečnosti pacientů nejideálnější místo pro měření arteriálního tlaku (Cines et al. 2010, Garretson 2005). V dalších vědeckých zdrojích se uvádí, že i jiné arterie mohou být vhodné k zavedení arteriálního katétrů, a to arterie dorsalis pedis, arterie tibialis, arterie ulnaris nebo arterie axillaris (Pachl a Roubík 2005, Singer and Webb 2009). V doporučeních z roku 2011 připravených zejména americkými odborníky (Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections) se doporučuje u dospělých použít raději radiální, brachiální artérie nebo dorsalis pedis než femorální a axilární artérie; a u dětí se nedoporučuje používat brachiální artérie (O'Grady et al. 2011). K výběru místa zavedení katétrů Černý uvádí, že každé místo pro zavedení katétrů má své výhody i nevýhody, které spočívají v jednoduchosti či složitosti přístupu k dané cévě, toleranci či intoleranci ze strany pacienta, větších či menších rizicích komplikací (Černý 2000).

PiCCO katétrů se zavádějí pouze do femorální arterie nebo do radiální arterie. PiCCO katétrů a běžné katétrů se od sebe liší také svou délkou. U běžných katétrů se do femorální arterie zavádí delší katétr (140 mm až 160 mm) a do radiální arterie katétrů 50 až 80 mm. U PiCCO katétrů je délka opačně, femorální katétr je kratší 160 mm a radiální katétr je delší 500 mm (Bartůněk et al. 2016, Šrámek 2003). Uvádím pouze tyto čtyři katétrů, které byly použity v mojí studii. Na oddělení, kde pracuji, se obvykle zavádí pouze radiální a femorální katétrů. Jen velmi výjimečně a na velmi krátkou dobu dochází k zavedení brachiálních katétrů.

2.3.2. Indikace a kontraindikace zavedení

V rámci resuscitační a intenzivní péče je nejčastější indikací zavedení arteriálního katétrů oběhová nestabilita a kontinuální podávání vazoaktivních léků, u kterého nepřetržité povědomí o hodnotách krevního tlaku pacienta umožňuje okamžité klasifikování stavu a efektu podávaných

léků. Další indikací pro zavedení arteriálního katétru jsou opakované odběry krevních vzorků k vyšetření acidobazické rovnováhy a krevních plynů. Dále se invazivní krevní arteriální tlak měří pomocí zavedení arteriálního katétru u pacientů, u nichž je vyloučené měření krevního arteriálního tlaku neinvazivní metodou, např. u velmi obézních pacientů nebo u pacientů s rozsáhlými popáleninami (Černý et al. 2009, Bartůněk et al. 2016, Handl 2007, Kapounová 2007, Pachel a Roubík 2005, Garretson 2005, Watson and Wilkinson 2012). Studie publikovaná v roce 2013 v USA prokazuje, že existují klinicky významné rozdíly v měření neinvazivního a invazivního tlaku hlavně během hypotenze, což je významné hlavně u oběhově nestabilních pacientů na jednotkách intenzivní péče a resuscitačních oddělení (Lehman et al. 2013).

Mezi kontraindikace zavedení arteriálního katétru patří krvácivé choroby, antikoagulační terapie, infekce v místě vpichu, periferní cévní odpor, předchozí cévní výkon v místě předpokládané punkce a zavedení arteriálního katétru (Černý et al. 2009, Bartůněk et al. 2016, Handl 2007, Kapounová 2007, Pachel a Roubík 2005, Garretson 2005). Ve studii evropské prevalence infekce v intenzivní péči se uvádí, že 44 % nemocných ošetřovaných na jednotkách intenzivní péče a anesteziologicko-resuscitačních odděleních podstoupilo arteriální katetrizaci (Vincent et al. 1995).

2.3.3. Zavedení arteriálního katétru

Techniky zavedení arteriálního katétru jsou tři. První způsob představuje tzv. katétr přes jehlu (over needle), který se zavádí stejně jako periferní intravenózní vstup přímou punkcí tepny. Druhou možností zavedení arteriálního katétru je transvaskulární přístup, při kterém se pronikne jehlou s kanylou skrz celou arterii, povytáhne se jehla a postupně se vytahuje kanyla, která se zasune do lumenu cévy, když se objeví pulsující krev. Poslední, třetí metodu zavedení arteriálního katétru představuje klasická Seldingerova metoda, při níž se zavede do arterie jehla, pomocí níž je následně zaveden do cévy zavaděč a až po něm katétr (Bartůněk et al. 2016, Pachel a Roubík 2005, The Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland 2016).

Pro umístění centrálního žilního katétru se běžně používá ultrazvukové poradenství. Americká organizace The Agency for Healthcare Research and Quality doporučuje použití ultrazvuku pro zavedení centrálního žilního katétru pro zlepšení péče o pacienty. Navzdory zvýšenému přístupu k přenosným ultrazvukovým strojům nejsou však všichni lékaři obeznámeni s ultrazvukem řízenými technikami arteriální katetrizace (Shiloh et al. 2011).

Dle nejnovější meta-analýzy z roku 2014, která zahrnula sedm randomizovaných studií, použití dvourozměrného ultrazvuku pro katetrizaci radiální tepny v reálném čase zlepšilo úspěšnost prvního pokusu zavedení arteriálního katétru. Podle autorů meta-analýzy v současnosti dostupné důkazy naznačují, že ultrazvukové poradenství je účinnou a bezpečnou technikou pro katetrizaci radiální artérie, a to i u malých dětí a kojenců (GU et al. 2014). Výše uvedená meta-analýza potvrdila výstupy meta-analýzy zpracované před třemi roky, která zahrnovala menší počet randomizovaných studií (Shiloh et al. 2011).

Meta-analýza věnující se zavádění femorálních arteriálních katétrů (nikoliv radiálních) byla vypracována v roce 2015 a její autoři dospěli k obdobným závěrům, a to že použití ultrazvuku při kanylaci femorální tepny snižuje život ohrožující cévní komplikace a zlepšuje úspěšnost prvního

pokusu zavedení arteriálního katétru. Ani Sobolev však nedospěl k závěru, že je nezbytné ultrazvuk použít při každém zavedení femorálního arteriálního katétru (Sobolev et al. 2015).

V doporučení Britské asociace anesteziologů (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland) z roku 2016 s názvem Safe vascular Access se doporučuje brzké použití ultrazvuku při zavedení arteriálního katétru v případě, že se ukáže zavedení arteriálního katétru jako obtížné (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland 2016).

Ve fakultní nemocnici, v níž pracuji, se ultrazvuk při zavádění arteriálních katétrů běžně nepoužívá. Používá se jen při obtížném zajištění arteriálního vstupu nebo při předpokládaném obtížném zajištění arteriálního vstupu, tedy stejně jako v doporučeních zmíněných výše.

Většina autorů se shoduje na tom, že by se před zavedením katétru do arterie radialis měl provést tzv. Allenův test, který by měl zhodnotit dostatečnost kolaterálního oběhu při možné ischemizaci radiální arterie. Allenův test se provádí současným stlačením arterie radialis a arterie ulnaris, když má pacient ruku v pěst. Po natažení prstů ruky pacienta je ruka bledá, ischemická. Po uvolnění arterie ulnaris by měla dlaň ruky pacienta být do deseti sekund úplně růžová, plně prokrvená. Pokud tomu tak není, neměla by se na této končetině radiální arterie kanylovat (Bartůněk et al. 2016, Pachtl a Roubík 2005, Černý 2000, Kapounová 2007). Jak ovšem uvádí Černý (2000), v praxi nebývá Allenův test příliš často používán. Ve výše uvedeném doporučení Britské asociace anesteziologů dokonce autoři označují Allenův test jako nespolehlivou metodu k posouzení zátěže perfuze (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland 2016).

Zavádění všech typů arteriálních katétrů probíhá dle českých zdrojů za přísně aseptických podmínek v lokální anestezii, případně celkové anestezii (Bartůněk et al. 2016, Pachtl a Roubík 2005, Černý et al. 2009, Kapounová 2007, Handl 2007). V doporučení Britské asociace anesteziologů citovaném výše se uvádí, že před zavedením arteriálního vstupu probíhá důkladné mytí rukou, desinfekce kůže 2% chlorhexidinem v 70% alkoholu a pracuje se jen ve sterilních rukavicích. Kdežto pro zavedení centrálního žilního katétru uvádějí, že pro snadnou manipulaci s jehlou, zaváděčem a katétretem doporučují aseptické mytí rukou, sterilní oblečení, sterilní rukavice, čepici, ústenku a velké sterilní rouškování místa vpichu (The Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland 2016). Jak jsem již uvedla výše, v České republice, tedy i na našem oddělení, se centrální žilní katétr, ale také arteriální katétr zavádějí za přísně aseptických podmínek.

U nás na oddělení se po výkonu katétr nejčastěji přišije kožním stehem ke kůži a sterilně se kryje obvazovým materiálem. Katetrizaci arteriálního řečiště obvykle provádí lékař. Podle vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „vyhláška č. 55/2011“), však může provádět katetrizaci tepny k invazivní monitoraci krevního tlaku na základě indikace lékaře i sestra specialista v intenzivní péči s výjimkou kanylace a punkce femorální tepny (§ 55 písm. b, bod 9 vyhlášky č. 55/2011 Sb.).

2.3.4. Komplikace související s arteriálními katétrami

K časným komplikacím arteriálních katétrů patří ty, které se vyskytnou již během zavádění katétru nebo krátce po něm. Jedná se zejména o vzduchovou embolii, která může nastat

při nedostatečném propláchnutí soupravy k měření arteriálního tlaku, o cévní poranění způsobená opakovanými pokusy o zavedení katétru, a propíchnutím dané arterie může vzniknout podkožní hematom, poškození nervů, aneurysma nebo méně často hematom uvnitř cévy, který pak zužuje průtok arterií. Další závažnou komplikací může být náhodné podání léků do arteriálního katétru, což může způsobit ischemii končetiny či dokonce její nekrózu. Aby se takovéto chybě předešlo, jsou vstupy k arteriálnímu katétru označeny červeně již od výrobce proplachovacích systémů. (Kapounová 2007, Bartůněk et. al 2016, Nathathe a Mbeki 2016, IIMP-NOP _18/2005-6, Watson and Wilkinson 2012).

Garretson (2005) uvádí tři hlavní komplikace spojené s arteriálními katétry, a to krvácení, trombózu a infekce.

První jmenovanou komplikací arteriálního katétru je krvácení. Riziko krvácení je možné u všech invazivních vstupů, ale zvláště u arteriálního vstupu je krvácení obzvláště rychlé. Náhodné rozpojení proplachovacího systému představuje riziko závažné krevní ztráty pacienta, proto je nutné ze strany ošetrovatelského personálu takovýmto situacím předcházet, a to neustálou kontrolou a sledováním jak pacienta, tak monitoru arteriální křivky, případně okamžitě nastalou situaci řešit (Woodrow 2009).

Druhou komplikací je tvorba trombů s následnou embolií, nicméně v arteriálním řečišti je vyšší tlak průtoku krve a tvorba trombů je zde méně pravděpodobná než u intravenózních katétrů. Klinická ischemie ruky, která může být touto embolizací způsobena, se vyskytuje u méně než jednoho z 1 000 případů (Pittman et al. 2004, Valentine et al. 2005). Riziko trombózy a snížení průchodnosti arteriálního katétru snižuje kontinuální proplach roztokem přes tlakový převodník, jak je popsáno výše.

Další komplikací je infekce. Dle doporučení z roku 2011 připraveného zejména americkými odborníky (Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections) existují čtyři známé způsoby kontaminace katétru. Prvním a nejčastějším způsobem je migrace kožních mikroorganismů v místě vpichu podél povrchu katétru s kolonizací hrotu katétru. Druhým způsobem je přímá kontaminace katétru kožním kontaktem, kontaminovanými tekutinami nebo zařízeními při zavádění katétru, kdy není možné zajistit přísně aseptické prostředí. To je však výlučně v urgentních případech. Třetím, méně často se vyskytujícím způsobem je kontaminace hematogenní cestou z jiného místa infekce v těle. Posledním, velmi zřídka se vyskytujícím způsobem je kontaminace katétru infuzním roztokem, například při nesprávné manipulaci při ředění roztoku či při napojování na kompletní proplachovací set. Také druh materiálu, ze kterého je katétr vyroben, může přispívat ke vzniku infekce a některé materiály jsou dokonce více trombogenní (O'Grady et al. 2011). Prevenci vzniku infekce blíže pojednávám v následující části věnované ošetrovatelské péči o arteriální katétr.

2.3.5. Ošetrovatelská péče o arteriální katétr

Úloha sestry v péči o katétr je velmi důležitá. Správnými postupy při ošetřování pacienta a péči o arteriální katétr může značně ovlivnit zejména dobu zavedení katétru. Sestra také svým chováním předchází vzniku možných komplikací. Komplexní ošetrovatelská péče o pacienta je velmi náročná a každá část z této péče má svá specifika, a proto je moje diplomová práce

zaměřená především na arteriální kanylaci, a ošetrovatelkou část práce věnuji především péči o arteriální katétr. Péče sester o katétr spočívá ve sledování arteriální křivky, zapisování a hlášení komplikací, zejména infekce a nefunkčnosti katétru lékaři, provádění odběrů arteriální krve a převazování arteriálního katétru. S ohledem na výše uvedené se v této části blíže věnuji pouze specifickým činnostem sestry souvisejícím s arteriálními katétry, a to včetně prevence vzniku infekce.

Odběr arteriální krve lze provést dvěma způsoby, a to jednorázovou punkcí artérie a jednorázovým odběrem, což je pro pacienta značně bolestivé (Crawford 2004). Druhý způsob je odběr krve z arteriálního katétru, který je vhodný zejména u pacientů, kterým je třeba odebrat arteriální krev častěji (Černý et al. 2009, Bartůněk et al. 2016, Handl 2007, Kapounová 2007, Pachel a Roubík 2005, Garretson 2005).

Z arteriální krve jsou v intenzivní medicíně posuzovány zejména krevní plyny, elektrolyty a metabolity, a co nejrychleji vyhotovený a správně vyhodnocený výsledek může výrazně přispět ke snížení morbidit a mortality nemocných v intenzivní péči (NICE 2007). Při posuzování výsledků krve je nutné mít na paměti, že fyziologický roztok s heparinem může mít při odběru arteriální krve vliv na výsledné hodnoty koagulačních vyšetření (Durila et al. 2010., Nathathe a Mbeki 2016). Proplachovacím roztokem mohou být ovlivněny také výsledky elektrolytů, jak popisuje ve svém článku Fawcett (2014). Významná hypernatrémie a hypokalémie může být také způsobena nedostatečným odtažením proplachovacího roztoku při odběru arteriální krve (Fawcett 2014).

Dokumenty vydané britskou organizací National Patient Safety Agency v roce 2008 obsahují doporučení pro bezpečné používání arteriálních katétrů u pacientů v intenzivní péči. Tyto dokumenty byly vydány na základě řady incidentů spojených s používáním arteriálních katétrů. Věnují se hlavně dvěma hlavními problémům, a to odběrům arteriální krve a volbě proplachovacího roztoku k udržení funkčnosti arteriálního katétru (Woodrow 2009, National Patient Safety Agency 2008a, National Patient Safety Agency 2008b).

National Patient Safety Agency (2008a) zaznamenala za pět let 76 incidentů, které se týkaly špatně provedeného odběru arteriální krve nebo špatné interpretace výsledků rozborů arteriální krve. Jeden z těchto případů měl vážný dopad na zdraví pacienta. Jak jsem již zmínila dříve, použití glukózy jako proplachovacího roztoku arteriálních katétrů mělo za následek chybně vysoké koncentrace glukózy ve vzorcích krve odebraných z arteriálních katétrů, což vedlo k podávání inzulinu, jenž způsobilo hypoglykémii a fatální neuroglykopenické poškození mozku pacienta (National Patient Safety Agency 2008, Thomas and Taylor 2012).

Postupy při odběru krve z arteriálního katétru jsou dva. Při prvním z nich se z trojcestného kohoutku nejbližší u pacientova katétru stříkačkou odtáhne 2-5 ml arteriální krve, která obsahuje proplachovací roztok, a proto se tato krev znehodnotí. Další vzorek krve (již bez roztoku) se použije k vyšetření. Při druhém postupu se krev odebere pomocí uzavřeného odběrového systému do speciální stříkačky přes speciální membránu, která je součástí proplachovacího setu. I v tomto případě se odtáhne proplachovací roztok a krev ho obsahující, a následně se odebere potřebné množství krve bez roztoku. Krev obsahující roztok, která byla odebrána jako první, se však neznehodnocuje, ale vrátí se pacientovi z uzavřeného systému do krevního oběhu (O'Hare a Chilvers 2001, O'Grady et al. 2011, IIMP-NOP_18/2005-6).

Použitím tohoto uzavřeného odběrového setu se dá u pacientů s velmi častými odběry krve eliminovat nebo snížit riziko iatrogenní anemie a infekce (O'Hare a Chilvers 2001, O'Grady et al. 2011). Druhá možnost je tedy pro pacienta bezpečnější, ne vždy jsou však k dispozici tyto speciální sety s uzavřeným systémem odběru krve. Proplach arteriálního katétru po odběru doporučují Murphy et al. (2006) provádět pomocí spouštěče rychlého proplachu, který je součástí setu k měření invazivního tlaku. Ve studii zjistili, že dochází k významné změně toku krve v arteriích při ručním proplachování arteriálních katétrů, které by mohlo mít za následek retrogradní embolizaci vzduchu nebo trombů do mozkových cév (Murphy et al. 2006).

Převaz arteriálního katétru dle doporučení pro anglické nemocnice (National Evidence-Based Guidelines for Preventing Healthcare-Associated Infections in NHS Hospitals in England) z roku 2014, kdy se provádí desinfekce místa vpichu 2% chlorhexidinem v 70% alkoholu (nebo povidonum iodidatum při alergii na chlorhexidin), která se nechá zaschnout aspoň 2 minuty. Místo vpichu se přelepí sterilním průhledným polopropustným krytím, které se mění každých 7 dní nebo dříve, pokud jsou narušeny jeho funkce a pod obvazem se shromažďuje vlhkost. Na místo vpichu se neaplikuje antimikrobiální mast. Pokud místo vpichu krvácí, použije se sterilní gázový obvaz, který je co nejdříve nahrazen průhledným polopropustným obvazem (Loveday et al. 2014). V těchto doporučeních je chlorhexidinové krytí s houbičkou napuštěnou chlorhexidinem doporučeno pouze pro centrální žilní katétr, my ho na našem oddělení používáme i na arteriální katétr (IIMP-NOP _18/2005-6).

V několika randomizovaných studiích byl prokázán účinek chlorhexidinového krytí jak v prevenci infekce katétrů, tak ve finanční úspoře spojené s následnou léčbou infekce (Rupp 2012, Schwebwl et al. 2012, Zanela et al. 2012). V současné době dostupné důkazy naznačují, že pokud je podezření na infekci z vaskulárního vstupu, pak by arteriální katétr i centrální žilní katétr měly být vzaty v úvahu společně, neboť frekvence infekce arteriálního katétru je podobná jako u krátkodobých centrálních žilních katétrů (Gowardman et al. 2010).

Abychom předcházeli vzniku infekce související s arteriálními katétrami, je nutné při ošetrovatelské péči dodržovat stanovené postupy. Doporučení připravené zejména americkými odborníky (Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections) z roku 2011 uvádí jedenáct zásad předcházení infekci.

1. První z nich je správná volba místa vložení katétru. U dospělých pacientů se doporučuje vzhledem ke snížení možnosti infekce upřednostnit jako místo zavedení katétru radiální artérii před brachiální artérií a dorsalis pedis před femorální a axilárním místem zavedení.
2. Druhou zásadu představuje dodržení maximálních bezpečnostních bariér během zavádění katétru, jako je použití čepice, ústenky, sterilních rukavic a sterilní roušky, v případě zavádění femorálního či axilárního vstupu použití i sterilního empiru a velkého sterilního rouškování.
3. Třetí zásada spočívá ve výměně katétru pouze tehdy, je-li k tomu klinická indikace.
4. Čtvrtou zásadou je odstranění arteriálního katétru, jakmile bude pro pacienta nepotřebný.

5. Pátou zásadou je použití snímače tlaku na jedno použití, nikoliv snímače pro opakované použití.
6. Šesté pravidlo spočívá v tom, že se neprovádí pravidelná výměna arteriálních katétrů za účelem prevence infekce související s katétrem.
7. Sedmé pravidlo představuje vyměňování setu k měření tlaku jednou za 96 hodin.
8. Osmá zásada je udržování všech součástí systému monitorování tlaku ve sterilním stavu.
9. Devátou zásadu představuje minimalizování počtu manipulací se systémem a vstupů do systému monitorování tlaku.
10. Desátým pravidlem je používání uzavřeného splachovacího systému (tzn. kontinuální proplach) spíše než otevřeného systému (kde je potřeba kohout a stříkačka) k udržení průchodnosti katétru.
11. Poslední z uvedených zásad je při odběru krve použít spíše vstup přes membránu než trojcestný kohout a oba vstupy před použitím řádně vydesinfikovat (O'Grady 2011).

3. Použité metody

V této části práce jsou uvedeny cíle a pracovní hypotézy, které se vztahují k výzkumnému šetření diplomové práce. Dále je zde podrobně popsána organizace celého výzkumu, etická problematika tohoto výzkumu, plánování, protokoly, zkoumaný vzorek a jeho charakteristika. V poslední části této kapitoly jsou popsány statistické metody použité k vyhodnocení sebraných dat.

3.1. Cíle práce a hypotézy

V této diplomové práci jsem si stanovila dva cíle a devět pracovních hypotéz.

3.1.1. Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce bylo zjistit, zda je fyziologický roztok v prevenci uzávěru arteriálních katétrů účinný stejně jako fyziologický roztok s heparinem v koncentraci 4 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku. Dalším cílem bylo ověřit, jaká je spotřeba materiálu při použití proplachu arteriálních katétrů oběma roztoky a jaké jsou finanční náklady spojené s těmito proplachy.

3.1.2. Hypotézy

Stanovila jsem si následujících 9 hypotéz:

1. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl ve výskytu komplikací (ucpání arteriálního katétru) mezi experimentální skupinou (FR) a mezi kontrolní skupinou (HR).
2. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).
3. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu návratu krve mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).
4. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi femorálními katétry a radiálními katétry.
5. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v důvodu ukončení používání arteriálního katétru mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).
6. Předpokládám, že důvod ukončení používání arteriálního katétru nesouvisí s typem arteriálního katétru.
7. Předpokládám, že počet směn, po které katétr vydrží, je obdobný pro obě výzkumné skupiny.
8. Předpokládám, že počet směn, po které katétr vydrží, nezávisí na typu arteriálního katétru.
9. Předpokládám, že cena spotřebního materiálu bude vyšší u kontrolní skupiny (HR).

Výše uvedené hypotézy jsem si stanovila, abych výzkumem ověřila zejména to, zda jsou statisticky významné rozdíly při použití fyziologického roztoku a fyziologického roztoku s heparinem,

na základě čehož by bylo možné případně přejít na proplach arteriálních katétrů fyziologickým roztokem, s kterým je spojeno menší riziko komplikací a také by měl být levnější.

3.2. Organizace výzkumu

3.2.1. Etika výzkumu

Výzkum probíhal na anesteziologicko-resuscitačním oddělení fakultní nemocnice v Praze se souhlasem etické komise této nemocnice pro multicentrická hodnocení, kterou jsem o její stanovisko požádala písemně prostřednictvím podatelny. V žádosti o souhlasné stanovisko etické komise jsem uvedla, že bych ráda na našem oddělení provedla výzkum a do přílohy připojila popis výzkumu, informovaný souhlas pacienta, prohlášení lékaře o zařazení pacienta do studie a můj životopis. Etická komise mě interní poštou vyzvala k doplnění mé žádosti o popis způsobu zařazení pacienta do příslušné skupiny. Na základě mého doplnění jsem interní poštou obdržela souhlasné stanovisko etické komise. Souhlasné stanovisko příslušné etické komise je k nahlédnutí u autorky.

Informovaný souhlas byl získán přímo od pacientů, pokud to umožňoval jejich zdravotní stav. V případě pacientů v bezvědomí byli pacienti do studie zařazeni na základě prohlášení lékaře o zařazení do studie. Oba typy informovaných souhlasů tvoří přílohu této diplomové práce. Při zpracování dat jsem použila pouze takové informace o pacientech, které byly nezbytné ke zpracování výzkumného šetření, konkrétně se v rámci mé studie tedy sbírala pouze data o věku pacientů, jejich pohlaví a typu zavedeného arteriálního katétru. Výzkum byl tedy zcela anonymní.

3.2.2. Plánování a příprava výzkumu

Podkladem pro získání souhlasu příslušné etické komise byl souhlas přednosta kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny příslušné nemocnice, a proto jsem o mém záměru provést na anesteziologicko-resuscitačním oddělení výzkum, osobně informovala přednostu kliniky ještě před podáním žádosti o souhlas etické komise. Přednosta kliniky byl potěšen mým zájmem provést výzkum s využitím v praxi na našem oddělení a předal mi písemný souhlas. Vrchní sestru výše uvedené kliniky, vedoucího lékaře předmětného oddělení a staniční sestru tohoto oddělení jsem požádala o souhlas s realizací mého výzkumu na výše uvedeném oddělení hned po obdržení písemného souhlasu od přednosta kliniky.

Následně jsem osobně všem vedoucím směn skupin sester předmětného oddělení sdělila, že bude výzkum probíhat a jakým způsobem, předala jsem jim vzory protokolů a informovaných souhlasů a požádala je o pomoc při provedení mého výzkumu. Všem sestřím anesteziologicko-resuscitačního oddělení jsem prostřednictvím staniční sestry rozeslala informační emaily, v nichž jsem je o budoucím výzkumu informovala, požádala je o pomoc a dala jim možnost se vyjádřit, případně se na cokoli zeptat osobně či písemně (email). Žádná vyjádření či doplňující otázky od sester jsem neobdržela. Prostřednictvím vedoucího lékaře oddělení byli o budoucím výzkumu informováni všichni lékaři anesteziologicko-resuscitačního oddělení.

Informaci, kam uložit dokumentaci po ukončení studie, jsem osobně sdělila vedoucím směn skupin sester a v průběhu studie jim tuto informaci také zaslala emailem. První vyplněné

protokoly a související dokumenty popsané níže tedy byly řádně založeny za asistence paní sekretářky předmětného oddělení, která má na starost dokumentaci pacientů po jejich propuštění z předmětného oddělení.

Zejména za účelem hladkého průběhu sběru dat a zajištění nezhodnocení sesbíraných dat v rámci mého výzkumu jsem připravila protokoly nezbytně nutné pro realizaci výzkumu, a to protokol ke sbírání dat a protokol o zařazení pacienta do studie, stejně tak manuál pro zařazení pacienta do studie a informaci pro sestry k lůžku pacienta.

Protokol pro sbírání dat byl u lůžka pacienta a sestry do něho zaznamenávaly počty proplachů arteriálních katétrů. Tento dokument obsahoval osm sloupců, v prvním sloupci byl den zavedení arteriálního katétru, v druhém sloupci byl typ směny (denní či noční 12-ti hodinová směna), třetí až sedmý sloupec byly důvody proplachu katétru a v posledním sloupci byl důvod ukončení používání arteriálního katétru. Tento protokol se nachází k nahlédnutí v příloze č. 1 této diplomové práce.

Do protokolu o zařazení pacienta do studie bylo sestrou zaznamenáno zařazení pacienta do studie a typ roztoku určený k proplachu arteriálního katétru, který bude u pacienta používán. V tomto protokolu bylo také uvedeno pořadí zařazení pacienta do studie, datum zařazení pacienta do studie a jméno a příjmení sestry a lékaře, kteří pacienta do výzkumu zařadili vyplněním tohoto protokolu. Tento dokument je k dispozici v příloze č. 2 této práce.

Manuál pro zařazení pacienta do studie (dále také jen „manuál“) byl určen pro vedoucí směn skupin sester a lékaře, kteří zajišťovali zařazování pacientů do studie. V manuálu je zejména přesně popsáno, jak zařadit pacienta do studie a podle jakých kritérií (podrobněji k výběru pacientů níže v části 3.2.3 této práce), jaké další úkony jsou v souvislosti se zařazením pacienta do studie nutné (zejména zajištění informovaného souhlasu pacienta či prohlášení lékaře o zařazení pacienta do studie), kde se nacházejí dokumenty k zařazení do studie, co upravit ve zdravotnické dokumentaci pacienta (týkalo se lékaře a úpravy předepsaného proplachovacího roztoku). Dále manuál obsahoval instrukci, jak označit proplach pro experimentální skupinu pacientů, aby nedošlo k záměně proplachových roztoků. Fyziologický roztok bez heparinu byl označen jasně červenou páskou, jak je zachyceno na obrázku č. 3, takže sestře při výměně proplachovacího roztoku bylo okamžitě jasné, že nemá na oddělení standardně používaný fyziologický roztok s heparinem, ale pouze fyziologický roztok. Manuál dále obsahoval informace, jak zaznamenávat proplachy arteriálních katétrů a jak zaznačit ukončení používání arteriálního katétru. Manuál se nachází v příloze č. 3.

Obrázek 3: Označení proplachovacího roztoku bez heparinu



(Zdroj: fotoarchiv autorky)

Tento manuál jsem zaslala všem vedoucím směn a jejich zástupcům emailem, a každému z nich také osobně předala tištěnou verzi manuálu. Jedno vyhotovení tištěné verze manuálu bylo předáno lékařům, kteří manuál měli k dispozici na lékařském pokoji, jedno vyhotovení bylo pro všechny sestry k dispozici u knihy příjmů.

Informace pro sestry k lůžku pacienta obsahovala pokyny nutné přímo pro práci sestry u lůžka a bylo v ní zejména stručně popsáno, jak postupovat při odběru krve z katétru, při kalibraci

katétru a při nefunkčnosti křivky. V informaci jsem sestry také požádala, aby prováděly časté kontroly tlaku v nafouknuté přetlakové manžetě. Informace také obsahovala instrukce, jak zaznamenávat proplach katétru a jak zaznamenat ukončení používání arteriálního katétru. Tento dokument je v příloze č. 4 této práce.

Ve všech výše uvedených dokumentech jsem uvedla svůj email i telefonní číslo jako kontaktní údaje pro případ, že by bylo kdykoliv potřeba se na něco zeptat či by bylo ohledně předmětné studie cokoliv nejasného. Obsah dokumentů jsem konzultovala s Doc. Durilou, mým odborným poradcem pro tuto práci, který byl tak laskav a pomohl mi.

Výše popsaná příprava studie trvala přibližně půl roku.

3.2.3. Výběr pacientů

Do studie byli zařazeni pacienti s diagnózou sepse či septického šoku. Zařazení proběhlo formou pseudorandomizace. První pacient byl zařazen do experimentální skupiny „fyziologický roztok“ (dále také jen „FR“) a každý další pacient byl zařazen do jiné skupiny než předchozí pacient, tedy druhý pacient do kontrolní skupiny „fyziologický roztok s heparinem“ (dále také jen „HR“), třetí opět do skupiny FR a tak dále.

Rozhodnutí o zařazení do studie udělal lékař přijímající pacienta s diagnózou sepse či septického šoku za asistence vedoucí směny skupin sester nebo ošetřující sestry. Kritéria pro zařazení do studie tedy byla dvě, a to sice diagnóza sepse či septického šoku a zavedení arteriálního katétru.

Pacienty s diagnózou sepse či septického šoku jsem vybrala z důvodu, že sepse či septický šok jsou velmi vážná a zároveň častá diagnóza na anesteziologicko-resuscitačním oddělení, a proto je na takovýchto odděleních nezbytné věnovat této diagnóze zvýšenou pozornost. Vyšší počet pacientů s touto diagnózou také zvyšuje přesnost statistického vyhodnocení, jelikož do studie mohl být zařazen vyšší počet pacientů.

Jak uvádějí Chvojka a Matějovič ve svém komentovaném výběru z mezinárodního doporučení pro léčbu sepse a septického šoku z roku 2012: *„Sepse je celosvětově jednou z nejčastějších a současně významně podceněných příčin smrti. Pokud není onemocnění včas rozpoznáno a léčeno, vede sepse k rozvoji septického šoku, multiorgánového selhání a smrti“* (Chvojka a Matějovič 2014).

Dle mezinárodních doporučení (International guidelines for management of severe sepsis and septic shock) z roku 2012 je sepse definována jako přítomnost pravděpodobné nebo dokumentované infekce spolu se systémovými projevy infekce (Dellinger et al. 2013). Závažná sepse je definována jako sepse projevující se závažnou orgánovou dysfunkcí a tkáňovou hypoperfuzí. Tkáňová hypoperfuze během sepse je definována jako infekcí způsobená hypotenze, oligurie nebo zvýšená hladina sérového lactátu. Septický šok je definován jako sepse projevující se hypotenzí přetrvávající navzdory dostatečné tekutinové resuscitaci (Dellinger et al. 2013, Cavaillon and Adrie 2009).

Počet septických pacientů se za 20 let zvýšil na trojnásobek, a to v USA i v Evropě. Denně na těžkou sepsi zemře více než 1 400 lidí, za rok pak onemocní těžkou sepsí více než 18 miliónů

lidí. Ani nesporný pokrok medicíny nedokázal snížit mortalitu takto nemocných pacientů dosahující až 30 % (Chvojka a Matějovič 2014).

V knize Streitové a Zoubkové se píše: „*Sepse získala přídomek „tichý zabiják“, protože do jednoho měsíce od stanovení diagnózy usmrtí 30 % a do 6 měsíců až 50 % nemocných. Osobní cena, kterou za sepsi platí pacienti a jejich rodiny, je obrovská a na obou stranách zahrnuje bolest, utrpení a psychickou zátěž. I cena za přežití je vysoká – dlouhodobá kvalita života po překonání sepse je totiž podstatně nižší než u zdravé populace*“ (Streitová a Zoubková, 2011).

Doporučení pro řešení septických stavů na resuscitačních odděleních a jednotkách intenzivní péče jsou aktualizována v souladu s tzv. evidence-based medicine. Sestry jsou nenahraditelnou součástí týmu pro léčbu a prevenci sepse u kriticky nemocných pacientů a je důležité, aby znaly tato doporučení (Streitová a Zoubková, 2015). V nejnovějších doporučeních (International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016) se uvádí, že podobně jako u polytrauma, akutního infarktu myokardu nebo mrtvice, včasná identifikace a vhodné řízení v počátečních hodinách po vývoji sepse zlepšují výsledky (Rhodes et al. 2017).

3.2.4. Vlastní průběh výzkumu

Výzkum začal 1. 6. 2016 a trval do 31. 12. 2016. O zařazení pacienta do studie rozhodl lékař na základě potvrzení diagnózy sepse nebo septického šoku u pacienta. Vedoucí směny sester nebo ošetřující sestra na základě pokynu lékaře k zařazení pacienta do studie vyplnily protokol o zařazení do studie, v němž se pacient automaticky zařadil do druhé skupiny než předchozí pacient. Tím proběhl náhodný výběr pacientů do sledovaných skupin, tedy randomizace.

Lékař v dokumentaci upravil ordinaci výměny proplachovacího roztoku dle určeného přiřazeného roztoku buď na fyziologický roztok, nebo na fyziologický roztok s heparinem.

K lůžku pacienta ošetřující sestra umístila protokol ke sbírání dat, do něhož byly zejména zaznamenávány proplachy arteriálního katétru. Protokol obsahoval tabulku s pěti sloupci obsahujícími důvody proplachu, a to proplach po odběru krve, proplach z důvodu špatné arteriální křivky, proplach z důvodu návratu krve, proplach při kalibraci katétru a jiný důvod (tedy jiný důvod, než byly důvody dosud uvedené). Ošetřující sestra udělala čárku do příslušného sloupce a tím zapsala, že propláchla arteriální katétr a proč. V tomto protokolu sestra také zaznamenala druh arteriálního katétru pacienta a druh proplachovacího roztoku.

Lékař poučil pacienta a dal mu podepsat informovaný souhlas a v případě pacienta v bezvědomí lékař vyplnil a podepsal prohlášení lékaře o zařazení pacienta do studie a informoval o tom příbuzné pacienta.

Při zařazení pacienta do experimentální skupiny s proplachem fyziologickým roztokem sestra také označila komůrku arteriálního proplachovacího setu červenou lepící páskou, aby bylo na první pohled zřejmé, že je pacient v experimentální skupině, a snížilo se tak riziko záměny proplachovacích roztoků.

Roztok k proplachu se dle ordinace lékaře vždy měnil po 24 hodinách, což odpovídá metodickému pokynu ošetřování arteriální kanyly. Dle druhu roztoku sestra vyměnila fyziologický roztok

nebo fyziologický roztok s heparinem a udělala kalibraci katétru. Se zapisováním počtu proplachů se začalo následující směnu po zařazení pacienta do studie, aby protokol obsahoval vždy údaje za celou dvanáctihodinovou směnu.

Při ukončení používání katétru se do protokolu zaznamenal důvod ukončení používání arteriálního katétru. Na výběr byly čtyři důvody, první ucpání katétru, druhý horečka a zvýšení zánětlivých markerů, třetí důvod byl plánovaná výměna dle ošetřujícího lékaře a poslední čtvrtou možností byl jiný důvod, kde měla sestra dopsat, o jaký konkrétní důvod pro ukončení používání arteriálního katétru šlo. Ukončený protokol se vložil do dokumentace pacienta a při ukončování dokumentace paní sekretářka protokol i informovaný souhlas uložila do desek k tomu určených, kde si je vyzvedla autorka.

3.3. Statistické metody

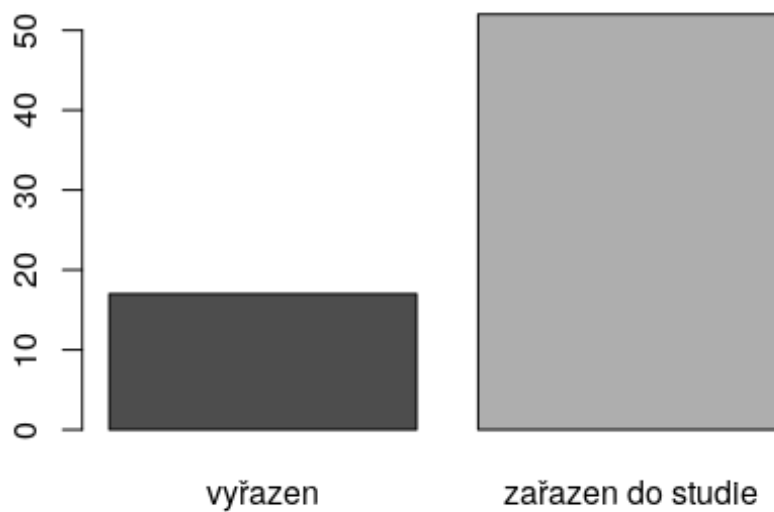
Data byla zpracována ve statistickém balíku R verze 3.4.2, R Core Team (2017). U sledovaných spojitých veličin, tj. u počtu proplachů, počtu směn a ceny spotřebního materiálu nebylo možné předpokládat normální rozdělení, a proto bylo testování jejich rozdílu mezi vybranými skupinami pacientů provedeno pomocí neparametrického Wilcoxonova dvouvýběrového testu. Pro testování souvislosti mezi dvěma kategorickými veličinami byl, z důvodu malého počtu pozorování v některých skupinách, použit Fisherův přesný test nezávislosti v kontingenčních tabulkách. Dosažené hladiny testů menší než 5 % byly považovány za statisticky významné.

4. Výsledky (Vyhodnocení)

4.1. Charakteristika vzorku

Do výzkumu bylo zařazeno 69 pacientů (100 %), 17 pacientů (24,64 %) muselo být vyřazeno z důvodu neúplnosti sebraných dat, výsledky jsou tedy z výzkumného vzorku o počtu 52 pacientů (75,36 %).

Graf 1: Počet pacientů

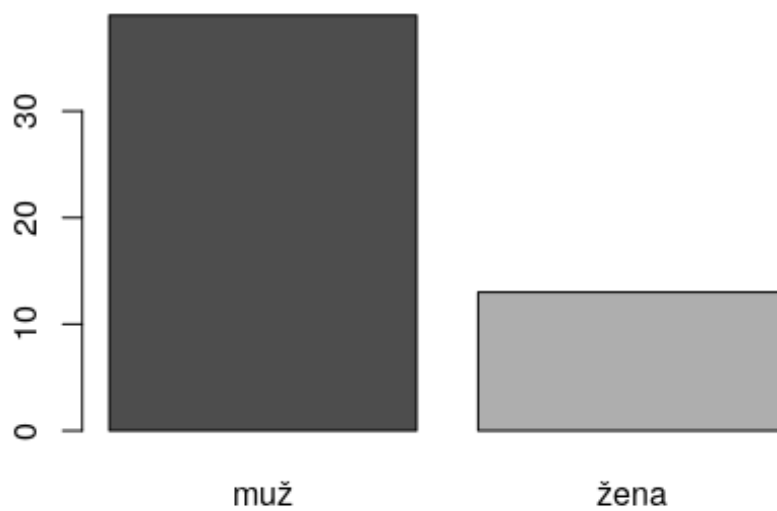


Tabulka 1: Počet pacientů

	N	%
Vyřazen	17	24.63768
zařazen do studie	52	75.36232

V níže uvedeném grafu a tabulce můžeme vidět, že do výzkumu bylo zařazeno 52 pacientů, z toho 25 % (n 13) pacientek žen a 75 % (n 39) pacientů mužů.

Graf 2: Pohlaví

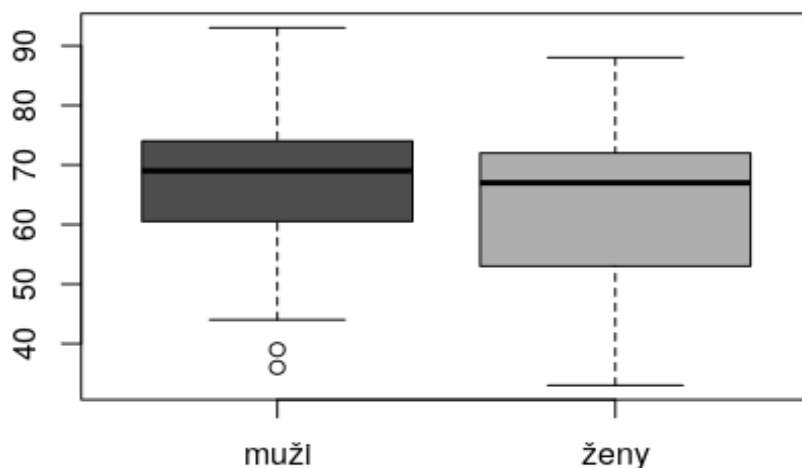


Tabulka 2: Pohlaví

	N	%
muž	39	75
žena	13	25

Níže uvedená tabulka a graf zobrazují věkové složení souboru pacientů, u nichž bylo uskutečněno výzkumné šetření, rozdělené dle pohlaví. Nejmladší pacient muž byl 36 let starý a nejstarší pacient muž byl ve věku 93 let. Celkový aritmetický průměr věkového složení pacientů mužů byl 66,18 let. Pro tento soubor pacientů byla vypočítána směrodatná odchylka 13,29, na základě toho lze prohlásit, že věkové složení pacientů je spíše variabilní než homogenní. Nejmladší pacientka žena byla 33 let stará a nejstarší pacientka žena byla ve věku 88 let. Celkový aritmetický průměr věkového složení pacientek žen byl 63,54 let. Pro tento soubor pacientek byla vypočítána směrodatná odchylka 14,74, na základě toho lze prohlásit, že věkové složení pacientek je spíše variabilní než homogenní.

Graf 3: Věk

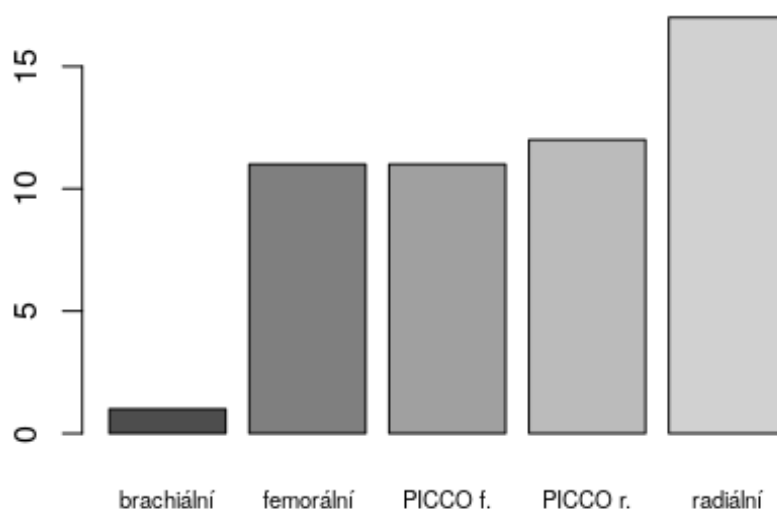


Tabulka 3: Věk

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
muži	36	60.5	69	66.17949	74	93	13.28607	39	0
ženy	33	53.0	67	63.53846	72	88	14.74006	13	0

V níže uvedeném grafu a tabulce můžeme vidět druhy a počty použitých arteriálních katétrů. Nejméně bylo použito brachiálních arteriálních katétrů 1,92 % (n 1). Femorálních arteriálních katétrů bylo ve studii použito 21,15 % (n 11), PICCO femorálních arteriálních katétrů bylo ve studii použito také 21,15 % (n 11). Radiálních arteriálních katétrů bylo ve studii použito 32,69 % (n 17), PICCO radiálních arteriálních katétrů bylo ve studii použito 23,08 % (n 12). V další statistické analýze jsou PICCO arteriální katétrů počítány dohromady s normálními femorálními a radiálními arteriálními katétrů.

Graf 4: Druh katétru



Tabulka 4: Druh katétru

	N	%
brachiální	1	1.923077
femorální	11	21.153846
PICCO femorál.	11	21.153846
PICCO radiální	12	23.076923
Radiální	17	32.692308

V níže uvedeném grafu a tabulce můžeme vidět, že pouze 2 pacienti (3,85 %) podepsali informovaný souhlas se zařazením do studie, u ostatních 50 pacientů (96,15 %) bylo zařazení do studie provedeno prohlášením lékaře. Oba typy informovaných souhlasů jsou v příloze diplomové práce č. 5, respektive č. 6

Graf 5: Informované souhlasy



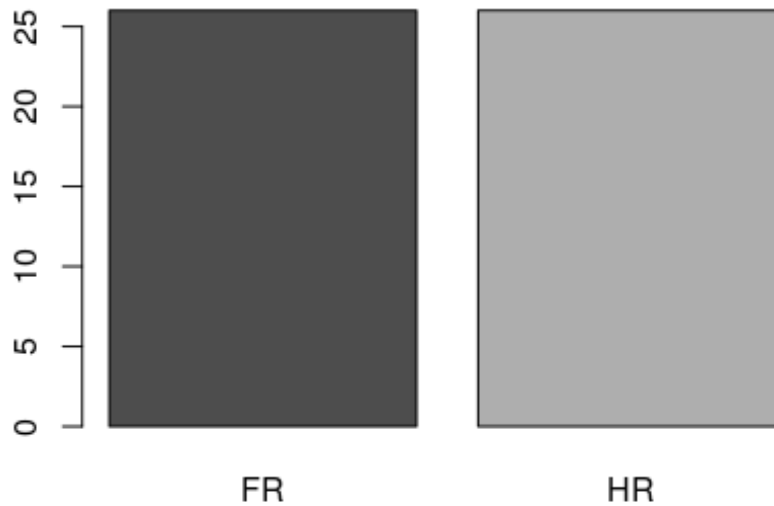
Tabulka 5: Informované souhlasy

	N	%
prohlášení lékaře	50	96.153846
souhlas	2	3.846154

4.1.1. Další popisné statistiky

V níže uvedeném grafu a tabulce můžeme vidět druhy použitých proplachovacích roztoků. Fyziologický roztok byl použit v 50 % (n 26) a fyziologický roztok s heparinem také v 50 % (n 26).

Graf 6: Druh proplachu

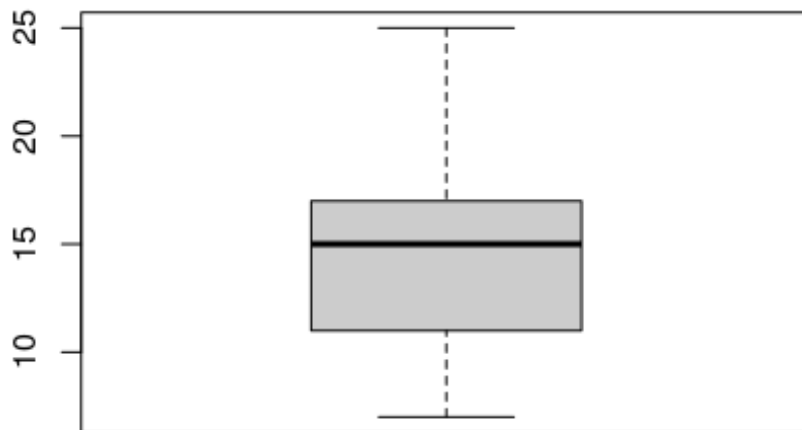


Tabulka 6: Druh proplachu

	N	%
FR	26	50
HR	26	50

Níže uvedená tabulka a krabicový graf zobrazují počet 12-ti hodinových směn, po jejichž dobu byl během studie arteriální katétr zaveden. Maximální délka zavedení arteriálního katétru byla 25 směn. Celkový aritmetický průměr počtu směn, po které byl arteriální katétr zaveden, byl 14,69 směn. Minimální délka zavedení arteriálního katétru byla 7 směn.

Graf 7: Počet směn



Tabulka 7: Počet směn

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
7	11	15	14.69231	17	25	4.217324	52	0

Níže uvedená tabulka a graf zobrazují důvody a počty proplachů arteriálního katétru, které sestry zaznamenávaly u lůžka pacienta do připraveného protokolu. Nejčastější důvod proplachu arteriálního katétru byl proplach po odběru krve. Maximální počet proplachů po odběru krve u jednoho katétru byl 119. Celkový aritmetický průměr počtu proplachů po odběru krve byl 49,31. Minimální počet proplachů po odběru krve u jednoho katétru byl 18.

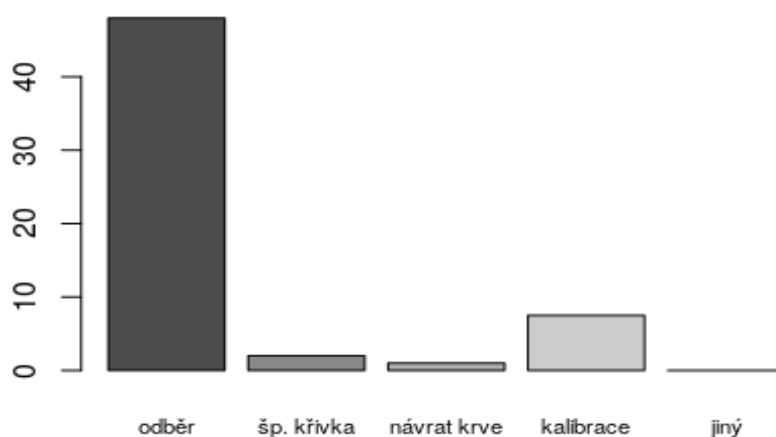
Druhým nejčastějším důvodem proplachu arteriálního katétru byla špatná arteriální křivka. Maximální počet proplachů u jednoho katétru z důvodu špatné arteriální křivky byl 31. Celkový aritmetický průměr počtu proplachů z důvodu špatné arteriální křivky byl 5,25. Minimální počet proplachů z důvodu špatné arteriální křivky u jednoho katétru byl 0.

Dalším důvodem proplachu arteriálních katétrů byl návrat krve do hadičky. Maximální počet proplachů z důvodu návratu krve do hadičky u jednoho katétru byl 15. Celkový aritmetický průměr počtu proplachů z důvodu návratu krve do hadičky byl 2,13. Minimální počet proplachů z důvodu návratu krve do hadičky u jednoho katétru byl 0.

Předposledním důvodem proplachu arteriálních katétrů byla kalibrace katétru. Maximální počet proplachů z důvodu kalibrace arteriálního tlaku u jednoho katétru byl 19. Celkový aritmetický průměr počtu proplachů z důvodu kalibrace arteriálního tlaku byl 7,85. Minimální počet proplachů z důvodu kalibrace arteriálního tlaku u jednoho katétru byl 2.

Jako poslední důvod proplachu arteriálního katétru byl uveden jiný důvod. Maximální počet proplachů z jiného důvodu byl 11 u jednoho katétru. Celkový aritmetický průměr počtu proplachů z jiného důvodu byl 0,73. Minimální počet proplachů z jiného důvodu u jednoho katétru byl 0.

Graf 8: Důvod proplachu

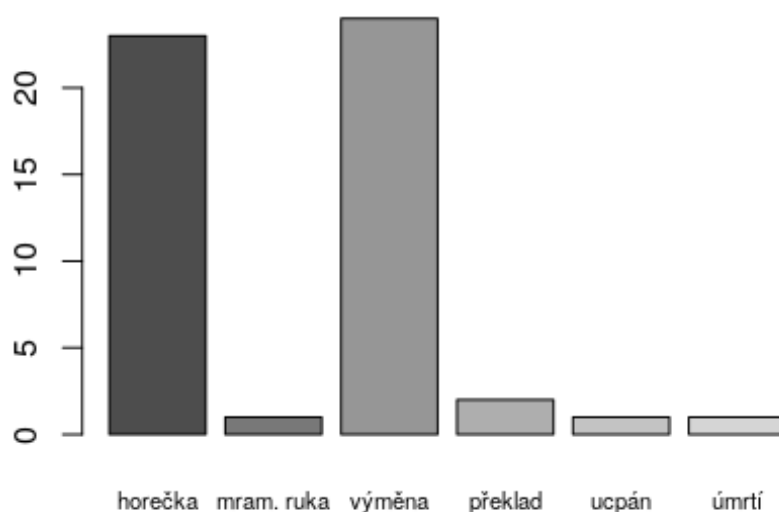


Tabulka 8: Důvod proplachu

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
Proplach po odběru	18	30	48.0	49.3076923	63.00	119	21.457243	52	0
Proplach špatná křivka	0	0	2.0	5.2500000	8.25	31	6.893802	52	0
Proplach z důvodu návratu krve	0	0	1.0	2.1346154	3.00	15	3.278144	52	0
Proplach při kalibraci	2	4	7.5	7.8461538	11.00	19	4.290366	52	0
Proplach jiný důvod	0	0	0.0	0.7307692	0.25	11	1.981437	52	0

Níže uvedená tabulka a graf zobrazují důvody ukončení používání arteriálního katétru, které sestry zaznamenávaly u lůžka do připraveného dokumentu. Nejčastějším důvodem pro ukončení používání arteriálního katétru byla ve 46,15 % (n 24) plánovaná výměna dle ošetřujícího lékaře (dále jen OL). Dalšími nejčastějšími důvody pro ukončení používání arteriálního katétru byly v 44,23 % (n 23) horečka a zvýšení zánětlivých markerů. V 3,85 % (n 2) byl důvodem ukončení používání arteriálního katétru, respektive nemožnost dalšího sledování, překlád pacienta na jiné oddělení nemocnice. Poslední tři důvody ukončení používání arteriálních katétrů byly vždy jen u jednoho katétru 1,92 % (n 1), byly to tyto: mramorovaná ruka, ucpání katétru a úmrtí pacienta.

Graf 9: Důvod ukončení používání katétru



Tabulka 9: Důvod ukončení používání katétru

	N	%
horečka, zvýš. zánět. marker	23	44.230769
mramorovaná ruka	1	1.923077
plánovaná výměna dle OL	24	46.153846
překlad na jiné oddělení	2	3.846154
ucpán	1	1.923077
úmrtí pacienta	1	1.923077

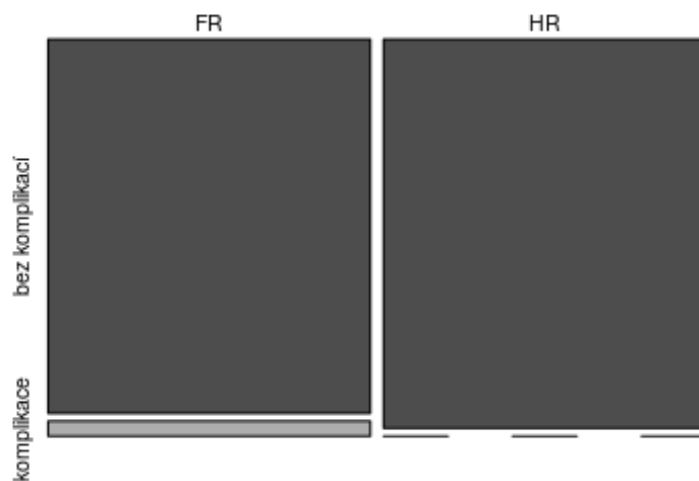
4.2. Vyhodnocení hypotéz

1. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl ve výskytu komplikací (ucpání arteriálního katétru) mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

Za komplikaci považujeme situaci, kdy bylo používání katétru ukončeno z důvodu jeho ucpání.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl ve výskytu komplikací mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR). Pro testování použijeme Fisherův přesný test. Dosažená hladina testu $p = 1$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Graf 10: Hypotéza č. 1



Tabulka 10: Hypotéza č. 1

	bez komplikací	komplikace	bez komplikací (%)	komplikace (%)
FR	25	1	96.15385	3.846154
HR	26	0	100.00000	0.000000

Test nezávislosti (Fisherův přesný test): $p = 1$

Závěr:

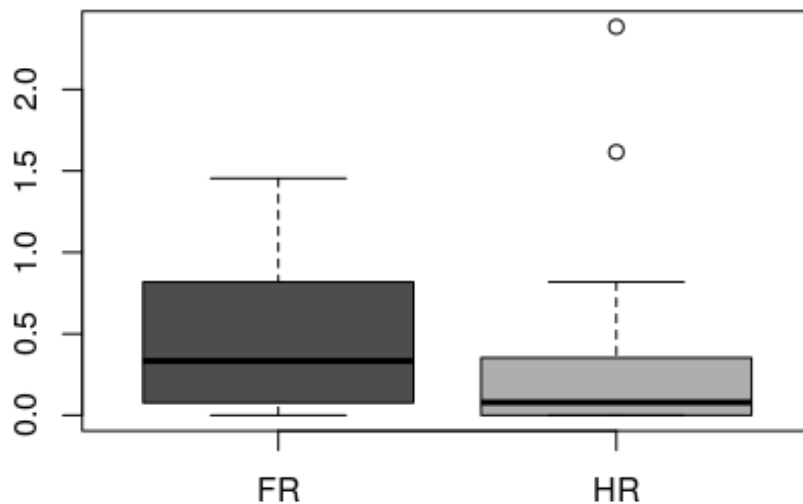
Data nesvědčí o tom, že by byl statisticky významný rozdíl ve výskytu komplikací mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

2. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

Abychom odstínili vliv doby, po kterou byl katétr používán, budeme porovnávat počty proplachů vztahované na směnu.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR). Pro testování použijeme Wilcoxonův dvouvýběrový test. Dosažená hladina testu $p = 0,044$ je menší než 5 %, a proto nulovou hypotézu zamítáme.

Graf 11: Hypotéza č. 2



Tabulka 11: Hypotéza č. 2

	Min	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
FR	0	0.0854701	0.3333333	0.4635663	0.8136364	1.454546	0.4633248	26	0
HR	0	0.0000000	0.0787879	0.3035393	0.3436533	2.384615	0.5594385	26	0

Porovnání skupin (Wilcoxonův test): $p = 0,044$

Závěr:

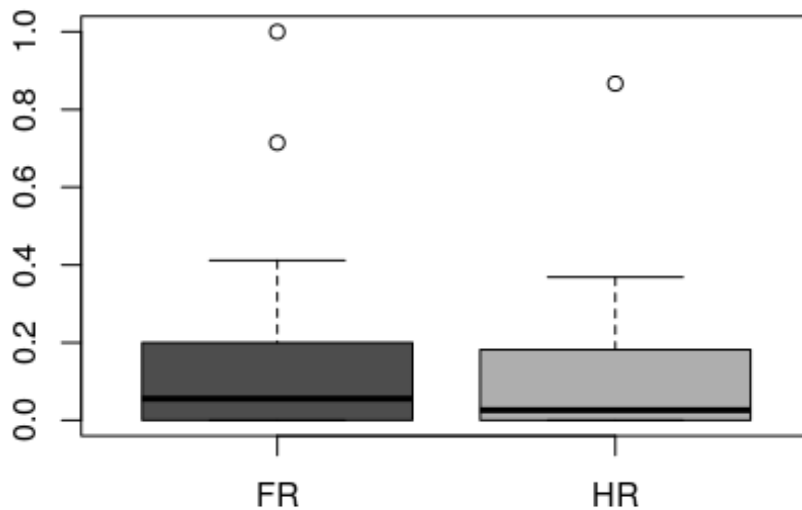
Tvrdíme tedy, že je statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

3. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu návratu krve mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

Abychom odstínili vliv doby, po kterou byl katétr používán, budeme porovnávat počty proplachů vztažené na směnu.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu návratu krve mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR). Pro testování použijeme Wilcoxonův dvouvýběrový test. Dosažená hladina testu $p = 0,596$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Graf 12: Hypotéza č. 3



Tabulka 12: Hypotéza č. 3

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
FR	0	0	0.0557276	0.1587405	0.200000	1.0000000	0.2430362	26	0
HR	0	0	0.0263158	0.1243078	0.169697	0.8666667	0.1988246	26	0

Porovnání skupin (Wilcoxonův test): $p = 0,596$

Závěr:

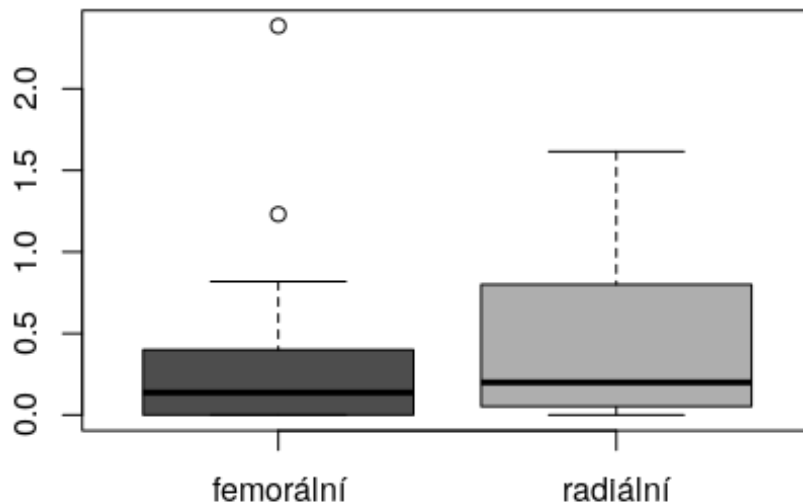
Data nesevďčí o tom, že by byl statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu návratu krve mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

4. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi femorálními katétry a radiálními katétry.

Abychom odstínilí vliv doby, po kterou byl katétr používán, budeme porovnávat počty proplachů vztažené na směnu. PICCO a nonPICCO katétry uvažujeme společně.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi femorálními katétry a radiálními katétry. Pro testování použijeme Wilcoxonův dvouvýběrový test. Dosažená hladina testu $p = 0,364$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Graf 13: Hypotéza č. 4



Tabulka 13: Hypotéza č. 4

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
femorální	0	0.00000 00	0.13809 52	0.33981 91	0.38823 53	2.3846 15	0.55526 01	2 2	1
radiální	0	0.05263 16	0.20000 00	0.42995 60	0.80000 00	1.6153 85	0.49272 28	2 9	1

Porovnání skupin (Wilcoxonův test): $p = 0,364$

Závěr:

Data nesvědčí o tom, že by byl statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi femorálními katétry a radiálními katétry.

5. Předpokládám, že nebude statisticky významný rozdíl v důvodu ukončení používání arteriálního katétru mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v důvodu ukončení používání arteriálního katétru mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR). Pro testování použijeme Fisherův přesný test. Dosažená hladina testu $p = 0,7777$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Tabulka 14: Hypotéza č. 5

	FR	HR	FR (%)	HR (%)
horečka, zvýš. zánět. markerů	13	10	56.52174	43.47826
mramorovaná ruka	0	1	0.00000	100.00000
plánovaná výměna dle OL	11	13	45.83333	54.16667
překlad na jiné oddělení	1	1	50.00000	50.00000
ucpán	1	0	100.00000	0.00000
úmrť pacienta	0	1	0.00000	100.00000

Test nezávislosti (Fisherův přesný test): $p = 0,7777$

Závěr:

Data nesvědčí o tom, že by byl statisticky významný rozdíl v důvodu ukončení používání arteriálního katétru mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

6. Předpokládám, že důvod ukončení používání arteriálního katétru nesouvisí s typem arteriálního katétru.

PICCO a nonPICCO katétrů uvažujeme společně. Vzhledem k tomu, že byl pouze jediný, nepočítáme s brachiálním katétrem.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že důvod ukončení používání arteriálního katétru nesouvisí s typy použitých arteriálních katétrů. Pro testování použijeme Fisherův přesný test. Dosažená hladina testu $p = 1$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Tabulka 15: Hypotéza č. 6

	femorální	Radiální	femorální (%)	radiální (%)
horečka, zvýš. zánět. markerů	10	13	43.47826	56.52174
mramorovaná ruka	0	1	0.00000	100.00000
plánovaná výměna dle OL	11	13	45.83333	54.16667
překlad na jiné oddělení	1	1	50.00000	50.00000
ucpán	0	1	0.00000	100.00000
úmrť pacienta	0	0	NaN	NaN

Test nezávislosti (Fisherův přesný test): $p = 1$

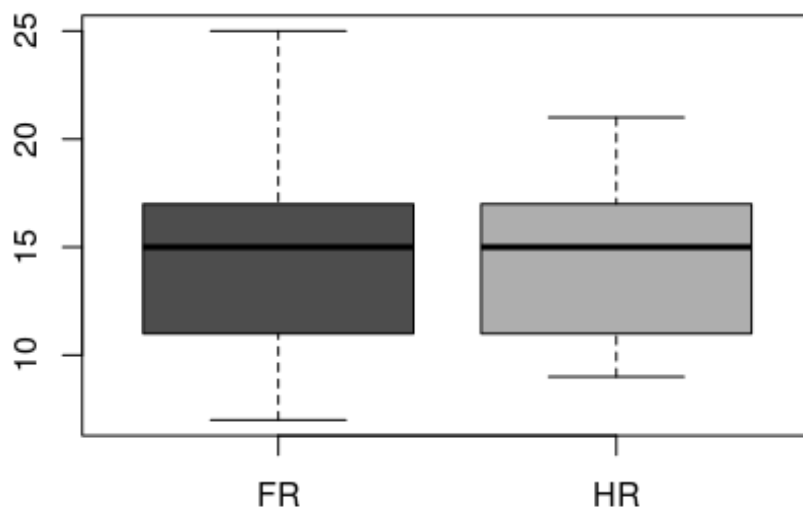
Závěr:

Data nesevídčí o tom, že by důvod ukončení používání arteriálního katétru souvisel s typem použitých arteriálních katétrů.

7. Předpokládám, že počet směn, po které katétre vydrží, je obdobný pro obě výzkumné skupiny.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v počtu směn, po které katétre vydrží, mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR). Pro testování použijeme Wilcoxonův dvouvýběrový test. Dosažená hladina testu $p = 0,617$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Graf 14: Hypotéza č. 7



Tabulka 16: Hypotéza č. 7

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
FR	7	11	15	14.53846	17	25	4.941504	26	0
HR	9	11	15	14.84615	17	21	3.437351	26	0

Porovnání skupin (Wilcoxonův test): $p = 0,617$

Závěr:

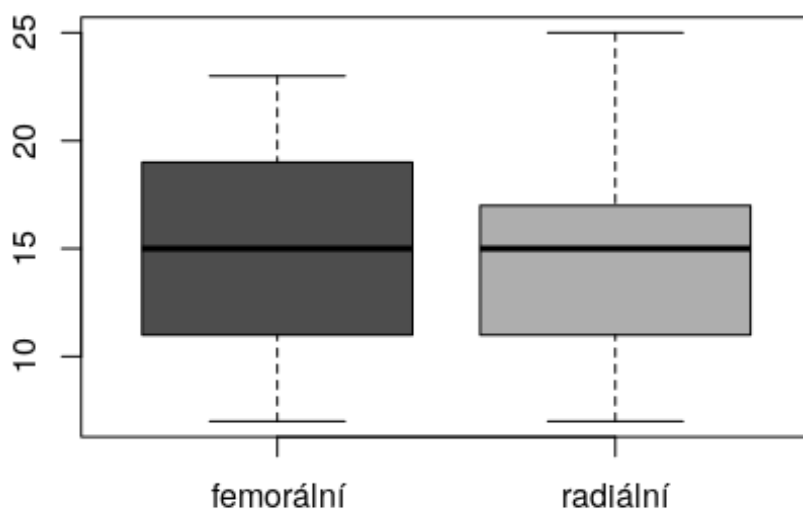
Data nesevďčí o tom, že by byl statisticky významný rozdíl v počtu směn, po které katétre vydrží, mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

8. Předpokládám, že počet směn, po které katétr vydrží, nezávisí na typu arteriálního katétru.

PICCO a nonPICCO katétrů uvažujeme společně.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v počtu směn, po které katétr vydrží, mezi femorálními katétrů a radiálními katétrů. Pro testování použijeme Wilcoxonův dvouvýběrový test. Dosažená hladina testu $p = 0,577$ je větší než 5 %, a proto nulovou hypotézu nezamítáme.

Graf 15: Hypotéza č. 8



Tabulka 17: Hypotéza č. 8

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
femorální	7	11.5	15	14.90909	18.5	23	4.069738	22	1
radiální	7	11.0	15	14.44828	17.0	25	4.436748	29	1

Porovnání skupin (Wilcoxonův test): $p = 0,577$

Závěr:

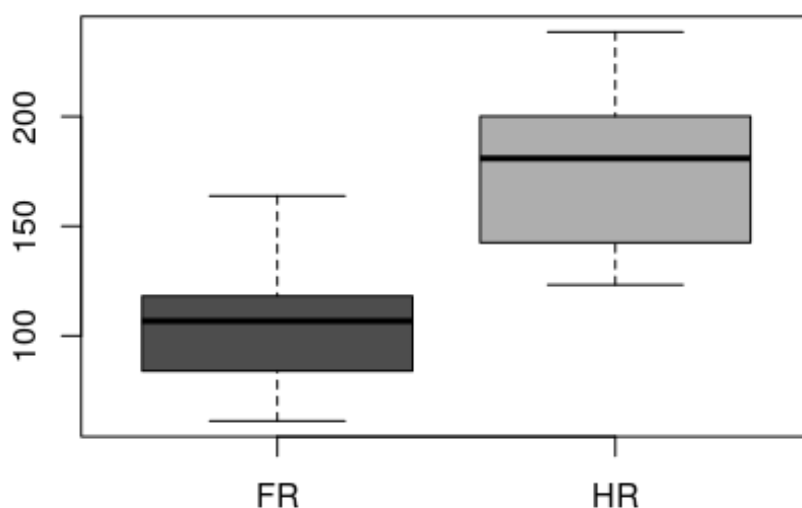
Data nenasvědčují o tom, že by byl statisticky významný rozdíl v počtu směn, po které katétr vydrží, mezi femorálními katétrů a radiálními katétrů.

9. Předpokládám, že cena spotřebního materiálu bude vyšší u kontrolní skupiny (HR).

Začátek proplachu u FR stojí 21,30 Kč. Začátek proplachu u HR stojí 36,90 Kč. Jeden proplach FR stojí 11,40 Kč, jeden proplach HR 19,20 Kč. Uvažujeme jeden proplach za dvě směny.

Budeme testovat nulovou hypotézu, že není statisticky významný rozdíl v ceně spotřebního materiálu mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR). Pro testování použijeme Wilcoxonův dvouvýběrový test. Dosažená hladina testu $p = 0,000$ je menší než 5 %, a proto nulovou hypotézu zamítáme.

Graf 16: Hypotéza č. 9



Tabulka 18: Hypotéza č. 9

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD	N	NA's
FR	61.2	84.0	106.8	104.1692	118.2	163.8	28.16657	26	0
HR	123.3	142.5	180.9	179.4231	200.1	238.5	32.99857	26	0

Porovnání skupin (Wilcoxonův test): $p = 0.000$

Závěr:

Tvrdíme tedy, že je statisticky významný rozdíl v ceně spotřebního materiálu mezi experimentální skupinou (FR) a kontrolní skupinou (HR).

5. Diskuse

Cílem diplomové práce bylo porovnat kontinuální proplach arteriálních katétrů fyziologickým roztokem s proplachem fyziologickým roztokem s heparinem a účinků těchto proplachů na délku funkčnosti bez zásadních komplikací.

Předmětem mého výzkumu bylo ověření devíti hypotéz. Za stěžejní hypotézu považuji předpoklad, že nebude statisticky významný rozdíl ve výskytu komplikací při proplachu katétrů oběma výše uvedenými roztoky (hypotéza č. 1 v mé studii). Komplikaci jsem si definovala jako ucpání katétru znamenající jeho nefunkčnost, kdy pacienta vystavujeme opakovaným bolestivým invazivním procedurám s rizikem zanesení infekce.

Pro srovnání mých výsledků jsem použila sedm studií, které byly zařazeny do Cochrane studie. Přestože předmětné studie měly obdobný předmět výzkumu, studie nebyly provedeny za zcela shodných podmínek, zejména jejich autoři používali jiné množství heparinu ve fyziologickém roztoku (v mé studii použito 4 IU v 1 ml roztoku, stejně jako Clifton et al. 1991, Whitta 2006 použil dokonce 5 IU v 1 ml roztoku, zatímco Kulkarni et al. 1994 a Del Cotillo et al. 2008 použili pouze 1 IU v 1 ml roztoku), studie byly provedeny na různém počtu pacientů (v mé studii 52 pacientů, ve studii Budz 1995 a studii Clifton et al. 1991 bylo 30 pacientů, zatímco studie Tuncali et al. 2005 byla provedena na 200 pacientech), pravděpodobně byly používány jiné katétry, a to zejména s ohledem na skutečnost, že studie byly prováděny během delšího časového období a na různých místech světa. V dnešní době se také velmi často pro zavedení katétru používá ultrazvuk, což bezpochyby zvyšuje kvalitu zavedení katétru a může tím být zamezeno vzniku komplikací arteriálních katétrů.

Hypotéza, že nebude statisticky významný rozdíl ve výskytu komplikací při proplachu katétrů oběma výše uvedenými roztoky, označená v mém výzkumu jako č. 1 byla mým výzkumem potvrzena. Během mé studie došlo ve skupině fyziologického roztoku k uzávěru pouze jednoho arteriálního katétru, zatímco v kontrolní skupině nedošlo k žádnému uzávěru arteriálního katétru proplachovaného roztokem s heparinem (Fisherův přesný test $p = 1$). Vzhledem k tomu, že dosažená hladina testu byla větší než 5 %, lze konstatovat, že statisticky významná odchylka se v tomto případě mým výzkumem neprokázala.

Ve studii prováděné v roce 1994 v Torontu se ve skupině používající k proplachu roztok s heparinem ucpaly tři katétry a ve skupině s fyziologickým roztokem sedm katétrů. K vyhodnocení výsledků studie byl použit Fisherův test s výsledkem $p = 0,16$ (Kulkarni et al. 1994).

V roce 2008 ve španělské Barceloně ve svém výzkumu použili Kaplan-Meierův odhad funkce přežití, kde uvádí průchodnost katétru $p = 0,5$ (Del Cotillo et al. 2008).

Ve studii, kterou prováděli Goh et al., se ucpal jeden katétr ve skupině s fyziologickým roztokem, statisticky se také jednalo o nevýznamnou odchylku ($p = 0,578$), stejně jako ve studii Kulkarni et al. 1994 a Del Cotillo et al. 2008, jejichž výsledky uvádím výše. Ke statisticky významnému výskytu komplikací mezi používáním předmětných dvou roztoků nedospěli ani Tuncali et al. 2005 a Whitta et al. 2006.

Na druhou stranu Clifton et al. 1991 a Budz 1995 ve svých studiích dospěli ke statisticky významným odchylkám, když sledovali četnost okluzí proplachovaných katétrů (Budz 1995 měl výsledek $p = 0,04$), a proto se autoři těchto studií přiklání k používání proplachu roztokem s heparinem.

Vzhledem k tomu, že použití fyziologického roztoku k proplachu arteriálních katétrů podle mého výzkumu a většiny dalších studií na toto téma neznámá vyšší riziko komplikací spojených s arteriálním katétre, měl by být k proplachu používán fyziologický roztok. Pacienti potřebující arteriální katétr jsou vždy ve velmi vážném zdravotním stavu, a proto je vhodnější nepoužívat v rámci péče o ně léky jako je heparin, které jim mohou způsobit další velmi vážné komplikace. K vážným komplikacím souvisejícím s použitím fyziologického roztoku s heparinem patří zejména HIT a infekce.

S diagnózou HIT se na našem oddělení nesetkáváme často, ale s ohledem na závažnost zdravotního stavu pacientů na anesteziologicko-resuscitačním oddělení je podle mého názoru nezbytné učinit všechna opatření, aby se zabránilo jakýmkoliv dalším zdravotním komplikacím pacientů, tj. včetně nepoužívání fyziologického roztoku s heparinem k proplachu katétru, pokud je proplach fyziologickým roztokem stejně účinný. Proto také bylo i na základě výsledků mého výzkumu na našem oddělení od proplachu katétru fyziologického roztoku s heparinem upuštěno.

Myslím si, že při přípravě fyziologického roztoku s heparinem je větší riziko znesterilnění vaku s proplachovacím roztokem z důvodu nesprávné manipulace, a tím i riziko ohrožení pacienta infekcí. Riziko kontaminace vaku vstříkáním látky zmiňují ve svém článku i Nethathe a Mbeki (2016).

Hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 2, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi experimentální a kontrolní skupinou, se mým výzkumem nepotvrdila, a to z důvodu, že dosažená hladina při použití Wilcoxonova testu činila $p = 0,044$, tedy byla menší než 5 %. Arteriální katétr bylo třeba častěji proplachovat z důvodu špatné arteriální křivky ve skupině s čistým fyziologickým roztokem.

Podle Clifton et al. 1991 katétrů proplachované fyziologickým roztokem s heparinem vyžadovaly méně manipulace a u pacientů docházelo k méně častým útlumům arteriální křivky. Ve studii bylo dosaženo výsledku $p = 0,01$, a tudíž statistická odchylka zde byla významná (Clifton et al. 1991).

Budz 1995 dospěl k závěru, že zde není významná statistická odchylka při porovnání proplachu fyziologickým roztokem s heparinem a fyziologickým roztokem ve vztahu k arteriální křivce. Budz 1995 pracoval se třemi skupinami po deseti pacientech. Ve dvou skupinách se prováděl proplach fyziologickým roztokem s heparinem, a to v množství 1 IU a 2 IU v 1 ml, ve třetí skupině byl k proplachu použit fyziologický roztok. V této studii bylo rozlišováno mezi utlumenou křivkou a ztrátou křivky, zatímco v mém výzkumu se zaznamenávalo jakékoliv narušení arteriální křivky, včetně její naprosté ztráty. K utlumení arteriální křivky došlo ve studii Budz 1995 u pěti pacientů ve skupině s proplachem fyziologickým roztokem a u dvou pacientů v obou skupinách, v nichž byl do fyziologického roztoku přidáván heparin (výsledek $p = 0,37$). Ztráta arteriální křivky byla ve skupině s proplachem fyziologickým roztokem zaznamenána u čtyř pacientů, ve skupině s proplachem fyziologickým roztokem s heparinem 1 IU v 1 ml u dvou pacientů a ve skupině

s proplachem fyziologickým roztokem heparinem 2 IU v 1 ml pouze u jednoho pacienta (výsledek $p = 0,32$).

Alizadehasl et al. 2015 ve svém výzkumu zjistili, že nebyly zjištěny žádné významné rozdíly mezi proplachem fyziologickým roztokem s heparinem a proplachem fyziologickým roztokem týkající se přijatelné arteriální křivky (všechny hodnoty $p > 0,05$). Frekvence přijatelné arteriální křivky se pohybovaly v rozmezí od 66 % do 80 %, a to v prvním, druhém a třetím dnu po operaci (Alizadehasl et al. 2015).

Hypotéza, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu návratu krve mezi experimentální a kontrolní skupinou (označována v mém výzkumu jako č. 3), byla mým výzkumem také potvrzena, a to z důvodu, že dosažená hladina při použití Wilcoxonova testu činila $p = 0,596$, tedy byla větší než 5 %. Studie, které používám pro srovnání výsledků mého výzkumu, se však touto otázkou podrobně nezabývaly, a proto je nemohu použít pro srovnání.

Hypotéza, že nebude statisticky významný rozdíl v počtu proplachů z důvodu špatné křivky mezi femorálními katétry a radiálními katétry (hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 4), byla mým výzkumem potvrzena. Dosažená hladina při použití Wilcoxonova testu činila $p = 0,364$, tedy byla větší než 5 %.

K porovnání výsledků mého výzkumu ve vztahu k hypotézám označovaným v mém výzkumu jako č. 4, č. 6 a č. 8 nelze použít žádnou z analyzovaných studií, a to z důvodu, že ve studiích nebyly používány a zkoumány radiální a femorální katétry. Ve studii Goh et al. 2011 byly aplikovány katétry radiální, brachiální a dorsalis pedis, v ostatních se používaly pouze katétry radiální, které jsou v praxi nejběžnější.

U nás na oddělení k zavedení katétru upřednostňujeme radiální arterii a druhou možností je u nás arterie femoralis, zatímco brachiální arterii používáme k zavedení katétru minimálně a arterii dorsalis pedis a axilární arterii nepoužíváme pro zavedení arteriálního katétru nikdy. S ohledem na praktické využití arterie femoralis jsem zaměřila svůj výzkum i na porovnání těchto dvou typů katétrů.

Hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 5, že nebude statisticky významný rozdíl v důvodu ukončení používání arteriálního katétru mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou, se mým výzkumem potvrdila, a to z důvodu, že dosažená hladina při použití Fisherova přesného testu činila $p = 0,7777$ tedy byla větší než 5 %. Ucpání katétru bylo důvodem ukončení katétru u jednoho pacienta ve skupině s fyziologickým roztokem (3,85 %) a tato situace nenastala u žádného z pacientů ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem (0 %). Nejčastějším důvodem ukončení katétru byl pokyn ošetřujícího lékaře, a to u jedenácti pacientů ve skupině s fyziologickým roztokem (42,3 %) a u třinácti pacientů ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem (50 %).

Ve studii Del Cotillo et al. 2008 se uvádí porovnání několika důvodů ukončení arteriálních katétrů u pacientů nacházejících se ve skupině s fyziologickým roztokem a ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem. Ucpání katétru bylo důvodem ukončení katétru u 18 % pacientů ve skupině s fyziologickým roztokem a u 8 % pacientů ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem. V tomto případě je výsledek $p = 0,9$. Zatímco ucpání katétru bylo v této studii

častějším důvodem pro ukončení katétru než v mém výzkumu, pokyn lékaře byl méně častým důvodem k ukončení katétru než v mé studii (27 % ve skupině s fyziologickým roztokem a 18 % ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem).

Hypotéza, že důvod ukončení používání arteriálního katétru nesouvisí s typem arteriálního katétru, tj. radiálního či femorálního katétru (hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 6), byla mým výzkumem potvrzena, a to z důvodu, že dosažená hladina při použití Fisherova přesného testu byla $p = 1$, tedy byla větší než 5 %.

Hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 7, že počet směn, po které katétru vydrží, nezávisí na typu arteriálního katétru, tj. radiálního či femorálního katétru, se mým výzkumem potvrdila, a to z důvodu, že průměrná délka zavedení katétru v mé studii byla ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem 14,8 směn a ve skupině s fyziologickým roztokem 14,5 směn. Dosažená hladina při použití Wilcoxonova testu činila $p = 0,617$, tedy byla větší než 5 %.

Výsledky mého výzkumu jsou srovnatelné se zahraničními studiemi, podle kterých se většinou také neprokázala potřeba použití fyziologického roztoku s heparinem. Del Cotillo et al. 2008 uvádí ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem 5,1 dne a ve skupině s fyziologickým roztokem 5,8 dní. Při použití Kaplan-Meier odhadu je $p = 0,7$ (Del Cotillo et al. 2008).

Ve studii Goh et al. 2011 měli pacienti katétrů zavedeny maximálně 120 hodin a při porovnání skupin v tomto čase za použití chí-kvadrát testu je $p = 0,328$, při porovnání po 72 hodinách od zavedení katétru je $p = 0,578$ (Goh et al. 2011).

Ve studii Kulkarni et al. 1994 byl průměrný čas zavedení katétru ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem 98 hodin a ve skupině s fyziologickým roztokem 80 hodin. Při srovnání skupin byl použit Fisherův přesný test s výsledkem $p = 0,18$ (Kulkarni et al. 1994).

Tuncali et al. 2005 došli také k závěru, že průměrná délka zavedení katétru není závislá na použitém proplachovém katétru. V tomto případě však jejich vzorek pacientů měl zavedený arteriální katétru pouze perioperačně (Tuncali et al. 2005).

Studie Whitta et al. 2006 uvádí, že délka (doba) zavedení katétru byla ve skupině s fyziologickým roztokem průměrně 5,8 dní a ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem 6,6 dní (Whitta et al. 2006).

Na druhou stranu Clifton et al. 1991 uvádějí přežití katétru 86 % po 96 hodinách ve skupině s fyziologickým roztokem s heparinem a pouze 52 % po 40 hodinách ve skupině s fyziologickým roztokem ($p = 0,005$), a proto se autoři přiklání k používání fyziologického roztoku s heparinem (Clifton et al. 1991).

Hypotéza, že počet směn, po které katétru vydrží, nezávisí na typu arteriálního katétru, tj. radiálním či femorálním katétru (hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 8), byla mým výzkumem potvrzena, a to z důvodu, že dosažená hladina při použití Wilcoxonova testu činila $p = 0,577$, tedy byla větší než 5 %.

Hypotéza označovaná v mém výzkumu jako č. 9, že cena spotřebního materiálu bude vyšší u kontrolní skupiny, v níž byl používán k proplachu roztok s heparinem, se svým výzkumem potvrdila, a to z důvodu, že dosažená hladina při použití Wilcoxonova testu na nulovou hypotézu, že nebude statisticky významný rozdíl v ceně spotřebního materiálu u obou skupin, byla $p = 0$, tedy byla menší než 5 %.

V mém výzkumu byla porovnávána pouze cena spotřebovaného fyziologického roztoku a cena fyziologického roztoku s heparinem (včetně materiálu potřebného na jeho vytvoření).

V sesbíraných datech mého výzkumu se nepromítla skutečnost, že příprava fyziologického roztoku s heparinem i celého proplachovacího setu k měření arteriálního tlaku je také časově náročnější pro sestry, které mají přípravu i samotný proplach na starost, a proto i tento faktor zvyšuje náklad související s použitím fyziologického roztoku s heparinem. Časovou náročnost přípravy fyziologického roztoku s heparinem na našem oddělení zvyšuje také fakt, že heparin je standardně skladován na vyhrazeném místě na oddělení, zatímco fyziologický roztok je na našem oddělení dostupný přímo na boxu pacienta. K dalším nákladům souvisejícím s použitím fyziologického roztoku s heparinem patří náklady na léčbu komplikací, zejména při zavlečení infekce a výskytu HIT (tyto náklady nebyly promítnuty do dat sesbíraných v rámci mého výzkumu).

Ze své zkušenosti vím, že na jednotkách intenzivní péče nemají pacienti standardně zavedeny arteriální katétry, takže odběry arteriální krve na vyšetření acidobazické rovnováhy se dělají jednorázovým vpichem. Na oddělení resuscitačním, kde nyní pracuji, mají téměř všichni pacienti zaveden arteriální katétr, takže zdravotnický personál provádí výše zmíněné odběry z arteriálního katétru. K odběru krve z katétru používáme trojcestný kohoutek nebo uzavřený odběrový set, kterým u pacientů s velmi častými odběry krve lze předcházet riziku či alespoň snížit riziko iatrogenní anemie a infekce. Druhá možnost odběru krve z katétru je tedy pro pacienta bezpečnější, ale ne vždy jsou tyto speciální sety s možností uzavřeného odběru krve k dispozici. U nás na oddělení používáme oba systémy, přednostně se snažíme používat uzavřené odběrové sety, záleží však na dostupnosti těchto setů na oddělení, což souvisí také s vyšší cenou těchto setů.

Použití uzavřeného odběrového setu, trojcestného kohoutku či jednorázového vpichu se do cen spotřebního materiálu porovnávaných v mém výzkumu nikterak nepromítlo (neovlivňovalo kalkulovanou cenu fyziologického roztoku a fyziologického roztoku s heparinem).

Při předpokládaném počtu 800 pacientů, kteří budou mít pouze jeden arteriální katétr zavedený průměrnou dobu (tedy 7 dní), by úspora spotřebního materiálu pouze na našem oddělení činila 56 160 Kč za rok. Za poslední tři roky bylo na našem oddělení hospitalizováno průměrně 800 pacientů se zavedeným arteriálním katétrem ročně.

V některých zahraničních studiích se však zabývali úsporou související s použitím fyziologického roztoku namísto fyziologického roztoku s heparinem globálněji. Whitta et al. 2006 uvádí ve své studii starší studie zaměřené na proplach periferních žilních katétrů a centrálních žilních katétrů, které zohledňovaly také úsporu práce (času) ošetrovatelského personálu. Za rok činila úspora 27 594 USD (LeDuc 1997). V další studii byla vypočítána úspora ve výši 30 000 USD až 40 000 USD za rok po přechodu na čistý fyziologický roztok (Taylor et al. 1989). Další studie uvádí úsporu ve výši 19 000 USD za rok u proplachu periferních žilních vstupů a čas na ošetřování až 700 hodin

za rok (Dunn and Lenihan 1987). V japonské studii dokonce udávají úsporu v jejich nemocnici až v hodnotě 203 347 EUR za rok při přerušení používání heparinu v roztocích na proplach periferních kanyl (Fujita et al. 2006).

Použitím fyziologického roztoku k proplachu arteriálních katétrů namísto fyziologického roztoku s heparinem by došlo k ušetření nákladů nemocnice na materiál a také k efektivnějšímu využití času sester, které pacienty ošetřují a zajišťují komplexní manipulaci s arteriálními katétry až na jejich zavedení do příslušné artérie, jak již bylo popsáno výše v teoretické části této práce. Časová úspora sester by na našem oddělení spočívala nejen v čase potřebném k samotné přípravě proplachového roztoku s heparinem, ale také v čase sester stráveném mimo box pacienta z důvodu zajištění heparinu nenacházejícího se přímo na boxu pacienta a výkonem trojí kontroly názvu a síly léčiva dle dokumentace, a to z důvodu, že sestra musí tuto kontrolu provést nejen u fyziologického roztoku, ale také u heparinu.

Výše uvedená data jsem sesbírala v rámci výzkumu provedeného na našem oddělení. Sestry pečující o pacienty s arteriálními katétry byly velmi nápomocné a vyplnily k tomu mnou připravené dokumenty. Bohužel některá data musela být z výzkumu vyřazena z důvodu jejich neúplnosti. K neúplnému vyplnění dokumentů došlo i přes moji snahu vysvětlit podrobně, jak při sběru dat pro můj výzkum postupovat. V případě dalšího výzkumu by bylo na místě, abych věnovala více času komunikaci instrukcí ohledně sběru dat, aby se zamezilo znehodnocení dat.

6. Závěr

Diplomová práce splnila první dílčí cíl, a to sice zjistit, zda fyziologický roztok, určený ke kontinuálnímu proplachu arteriálních katétrů, je stejně účinný v prevenci uzávěru arteriálních setů v porovnání s fyziologickým roztokem s heparinem. Můj výzkum potvrdil, že oba proplachové roztoky jsou stejně účinné. Tento výsledek je zásadní pro praxi v ošetrovatelství, protože má přímý vliv na postup sester při péči o arteriální katétr.

Přestože na základě výsledků mého výzkumu na našem oddělení již přes 1 rok používáme k proplachu arteriálních katétrů fyziologický roztok místo fyziologického roztoku s heparinem a nezaznamenali jsme žádný nárůst komplikací pacientů s arteriálními katétrami (zejména uzávěru katétru), s ohledem na relativně malý vzorek pacientů zařazených do mé studie a na nejednoznačné závěry zahraničních studií na toto téma, mám za to, že by se i nadále měla tato otázka podrobovat zkoumání s cílem získat jednoznačné závěry.

Tato diplomová práce splnila také druhý dílčí cíl, a to ověřit, jaká je spotřeba materiálu při použití fyziologického roztoku a fyziologického roztoku s heparinem k proplachu arteriálních katétrů. Tato práce potvrzuje, že spotřeba materiálu je v případě proplachu arteriálních katétrů fyziologickým roztokem nižší, na základě čehož je proplach fyziologickým roztokem méně nákladný. Tento výsledek je zajímavým podnětem pro všechny nemocnice, jak ušetřit na nákladech, aniž by se snížila kvalita a rozsah péče o pacienty. Úspora nemocnic na materiálu potřebném k proplachu fyziologickým roztokem je dle mého názoru zcela jednoznačná a není nutné tuto otázku nadále zkoumat.

Zajímavou otázkou by však zcela jistě bylo vyčíslení celkové úspory nemocnic při proplachu arteriálních katétrů fyziologickým roztokem místo roztoku s heparinem, a to na základě výzkumu ohledně časové úspory sester pečujících o pacienty s arteriálními katétrami a nákladů spojených s léčbou případných zdravotních komplikací pacientů spojených s použitím fyziologického roztoku s heparinem k proplachu.

Na podkladě výsledků mého výzkumu bylo přistoupeno k používání fyziologického roztoku jako proplachového roztoku arteriálních katétrů na anesteziologicko-resuscitačním oddělení, na kterém pracuji, čímž se nejen zjednodušila práce sester ošetřujících pacienty s arteriálními katétrami, ale také se snížilo riziko vzniku dalších komplikací pro tyto pacienty. K proplachu arteriálních katétrů fyziologickým roztokem dochází v souladu s interní směrnici našeho oddělení, která byla za tímto účelem zpracována.

Do budoucna by výsledky mého výzkumu měly sloužit jako podklad pro vytvoření všeobecně platného postupu proplachu arteriálních katétrů v naší nemocnici, a to na základě mého návrhu, který bych ráda projednala s vedením nemocnice.

Na základě této práce bych také ráda vypracovala článek, který by měl být publikovaný v odborném časopise. Cílem článku bude přispět ke všeobecnému využití poznatků získaných z výzkumu. Tím by mělo dojít k účinnějšímu předcházení vzniku komplikací u pacientů s arteriálními katétrami, úspoře pracovního času sester pečujících o tyto pacienty a finančním

úsporám nemocnic spočívajícím v ušetření materiálu potřebného pro přípravu roztoku s heparinem a pracovního času sester.

7. Seznam použité literatury

ADAMUS, Milan. *Základy anesteziologie, intenzivní medicíny a léčby bolesti*. 2., dopl. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 358 s. ISBN 978-802-4429-960.

AL-EIDAN, Fahad A.S. Article: Pharmacotherapy of heparin-induced thrombocytopenia. *Journal of Vascular Nursing* [online]. 2015, **33**(1), 10-20 [cit. 2016-04-19]. DOI: 10.1016/j.jvn.2014.07.001. ISSN 10620303.

ALIZADEHASL, Azin, Mohsen ZIYAEIFARD, Mohammadmehdi PEIGHAMBARI, Rasoul AZARFARIN, Ghodrath GOLBARGIAN a Hooman BAKHSHANDEH. Avoiding Heparinization of Arterial Line and Maintaining Acceptable Arterial Waveform After Cardiac Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Res Cardiovasc Med*. 2015, **4**(3), 1-4. DOI: 10.5812/cardiovascmed.28086v2.

AMERICAN ASSOCIATION OF CRITICAL-CARE NURSES. Evaluation of the effects of heparinized and nonheparinized flush solutions on the patency of arterial pressure monitoring lines: the AACN Thunder Project. *American Journal Critical Care*. 1993, **2**(1), 3-15.

ARGON MEDICAL DEVICES. *Návod k použití soupravy jednorázových snímačů tlaku a odběrového systému krevních vzorků Safedraw: značky DTXPlustady*. Texas, USA, rokneuveđen.

ARTA, Sedighe, Seyed Reza MAZLOM, Shahram AMINI a Fateme HAJIABADI. Comparing the Effect of Continuous versus Intermittent flushing on Maintaining Patency of Arterial Line after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* [online]. 2017, **27**(148), 45-55. ISSN 17359260.

BARTŮNĚK, Petr, Dana JURÁSKOVÁ, Jana HECZKOVÁ a Daniel NALOS, ed. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-4343-1.

BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.

BLOEMEN, A, MJ TESTROOTE, ML JANSSEN-HEIJNEN a HM JANZING. Incidence and diagnosis of heparin-induced thrombocytopenia (HIT) in patients with traumatic injuries treated with unfractionated or low-molecular-weight heparin: a literature review. *Injury*. 2012, **43**(5), 548-52.

BUDZ. *Effects of flush solution on radial artery catheter patency*. Columbia, 1995. University of British Columbia.

CAVAILLON, Jean-Marc a Christophe ADRIE. *Sepsis and non-infectious systemic inflammation: from biology to critical care*. Weinheim: Wiley-VCH, [2009]. ISBN 978-3-527-31935-0.

CINES, D, H LIEBMAN a R STASI. Pathobiology of secondary immune thrombocytopenia. *Seminars in Hematology*. 2010, **46**(1 suppl 2), 1-14.

CLIFTON, GD, P BRANSON, HJ KELLY, LR DOTSON, KE RECORD a BA PHILLIPS. Comparison of normal saline and heparin solutions for maintenance of arterial catheter patency. *Heart&Lung*. 1991, **20**(3), 316.

CRAWFORD, A. An audit of the patient's experience of arterial blood gas testing. *British journal of nursing (Mark Allen Publishing)* [online]. 2004, **13**(9), 529 - 532 [cit. 2017-09-25]. ISSN 09660461.

ČERNÝ, Vladimír. *Invazivní hemodynamické monitorování v praxi*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-716-9994-2.

ČERNÝ, Vladimír, Martin MATĚJOVIČ a Pavel DOSTÁL. *Vybrané doporučené postupy v intenzivní medicíně*. Praha: Maxdorf, c2009. Intenzivní medicína. ISBN 9788073451837.

DAL MOLIN, Alberto, Mario CLERICO, Michela BACCINI, Linda GUERRETTA, Barbara SSARTORELLO a Laura RASERO. Normal saline versus heparin solution to lock totally implanted venous access devices: Results from a multicenter randomized trial. *European Journal of Oncology Nursing*. 2015, **19**(6), 638-643. ISSN 14623889.

DEL COTILLO, M., N. GRANÉ, M. LLAVORÉ a S. QUINTANA. Heparinized solution vs. saline solution in the maintenance of arterial catheters: A double blind randomized clinical trial. *Intensive Care Medicine* [online]. 2008, **34**(2), 339 - 343 [cit. 2017-09-14]. DOI: 10.1007/s00134-007-0886-6. ISSN 03424642.

DELLINGER RP, LEVY MM, RHODES A, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. *Intensive Care Medicine* [online]. 2013, **39**(2), 165-228 [cit. 2018-04-03]. DOI: 10.1007/s00134-012-2769-8. ISSN 14321238.

DURILA, Miroslav, Tomáš KALINČÍK, Zuzana PACÁKOVÁ a Karel CHVACHOVEC. Discard volume necessary for elimination of heparin flush effect on thromboelastography. *Blood Coagulation and Fibrinolysis*. 2010, **21**(2), 192-195. DOI: 10.1097/MBC.0b013e3283338c0d.

DURILA, M, T KAVALINCIK a K CVACHOVEC. Heparinase-modified thromboelastography can result in a fibrinolytic pattern. *Anaesthesia*. 2010, **65**, 864-865. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2010.06441.x.

FAWCETT, W. Contamination of arterial blood samples by flushing solution. *Anaesthesia*. 2014, **69**, 89. DOI: doi:10.1111/anae.12553.

FENDRYCHOVÁ, Jaroslava a Ivo BOREK. *Intenzivní péče o novorozence*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2012. ISBN 978 807 0135-471.

FRAMPTON, Adam E., Nicos KESSARIS, Mohammad HOSSAIN, Mohamed MORSY a Eric S. CHEMLA. Use of the femoral artery route for placement of temporary catheters for emergency haemodialysis when all usual central venous access sites are exhausted. *Nephrol Dial Transplant*. 2009, (24), 913-918. DOI: 10.1093/ndt/gfn582.

FRAZER, Cynthia A. Heparin-Induced Thrombocytopenia. *MEDSURG Nursing* [online]. 2013, **22**(6), 399-400 [cit. 2016-03-27]. ISSN 10920811. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&an=93449549&scope=site>

FUJITA, Tetsuji, Tokunori NAMIKI, Toshiko SUZUKI a Emiko YAMAMOTO. Normal saline flushing for maintenance of peripheral intravenous sites. *Journal of clinical nursing*. 2006, **15**(1), 103-104. ISSN 1365-2702.

GARRETSON, S. Haemodynamic monitoring: arterial catheters. *Nursing Standard*. 2005, **19**(31), 55.

GOH, L.J., H.S. TEO a M. MASAGOES. Heparinised saline versus normal saline in maintaining patency of arterial and central venous catheters. *Proceedings of Singapore Healthcare* [online]. 2011, **20**(3), 190 - 196 [cit. 2017-09-14]. ISSN 20101058.

GOWARDMAN, J.R., J. LIPMAN a C.M. RICKARD. Assessment of peripheral arterial catheters as a source of sepsis in the critically ill: a narrative review. *Journal of Hospital Infection*. 2010, **75**, 12-18.

GUMULEC, Jaromír. Možnosti diagnostiky heparinem indukované trombocytopenie v České republice. *Vnitř Lék*. 2012, **58**(7&8), 564– 570. ISSN 1801–7592.

GUPTA, K. J. a T. M. COOK. Accidental hypoglycaemia caused by an arterial flush drug error: a case report and contributory causes analysis. *Anaesthesia*. 2013, **68**(11), 1179-87. ISSN 1365-2044.

GU, W.-J., J.-C. LIU, H.-T. TIE a X.-T. ZENG. Efficacy of ultrasound-guided radial artery catheterization: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care* [online]. 2014, **18**(3) [cit. 2017-07-22]. DOI: 10.1186/cc13862. ISSN 1466609X.

HALM, Margo A. Flushing Hemodynamic Catheters: What Does the Science Tell Us?. *AMERICAN JOURNAL OF CRITICAL CARE*. 2008, **17**(1), 73-76.

HANDL, Zdeněk. *Monitorování pacientů v anesteziologii, resuscitaci a intenzivní péči - vybrané kapitoly*. Vyd. 4., dopl. V Brně: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007. ISBN 9788070134597.

HEILSKOV, Joni, Charmaine KLEIBER, Karen JOHNSON a June MILLER. A Randomized Trial of Heparin and Saline for Maintaining Intravenous Locks in Neonates. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing* [online]. 1998, **3**(3), 111-116 [cit. 2017-12-13]. DOI: 10.1111/j.1744-6155.1998.tb00216.x. ISSN 15390136.

HOLÝ, Jiří, Michal SÝKORA, Petr PTÁK a Pavel HAVRÁNEK. Akutní uzávěr abdominální aorty jako manifestace heparinem indukované trombocytopenie. *Klin Farmakol Farm*. 2014, **28**(3), 124-126. ISSN 1803-5353.

CHVOJKA J a MATĚJOVIČ M. [International guidelines for management of severe sepsis and septic shock 2012 - comment]. *Vnitřní Lekarství* [online]. 2014, **60**(1), 59-67 [cit. 2018-04-03]. ISSN 0042773X.

KAPOUNOVÁ, Gabriela. *Ošetřovatelství v intenzivní péči*. Praha: Grada, 2007, 350 s., [16] s. obr. příl. Sestra. ISBN 978-802-4718-309.

KARETOVÁ, Debora a Jan BULTAS. *Farmakoterapie tromboembolických stavů*. 3. rozšířené a aktualizované vydání. Praha: Maxdorf, [2015]. Farmakoterapie pro praxi. ISBN 978-80-7345-459-3.

KERNER, JA Jr, MG GARCIA-CAREAGA, AA FISHER a RL POOLE. Treatment of catheter occlusion in pediatric patients. *JPEN. Journal Of Parenteral And Enteral Nutrition* [online]. 2006, **30**(1 Suppl), S73-81 [cit. 2017-12-13]. ISSN 01486071.

KLEIBER, C, K HANRAHAN, CL FAGAN a MA ZITTERGRUEN. Heparin vs saline for peripheral i.v. locks in children. *Pediatr Nurs*. 1993, **19**(4), 405-9.

KORDZADEH, A, T AUSTIN a Y PANAYIOTOPOULOS. Efficacy of normal saline in the maintenance of the arterial lines in comparison to heparin flush: a comprehensive review of the literature. *JOURNAL OF VASCULAR ACCESS*. 2014, **15**(2), 123-127. ISSN 11297298.

KULKARNI, M., C. ELSNER, D. OUELLET a R. ZELDIN. Heparinized saline versus normal saline in maintaining patency of the radial artery catheter. *Canadian Journal of Surgery* [online]. 1994, **37**(1), 37 - 42 [cit. 2016-02-20]. ISSN 0008428X. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselc&an=edselc.2-52.0-0028198435&scope=site>

LEHMAN, LW, M SAEED, R MARK, D TALMOR a A MALHOTRA. Methods of blood pressure measurement in the ICU. *Crit Care Med*. 2013, **41**(1), 34-40. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318265ea46.

LESLIE, R. A., S. GOULDSON, N. HABIB, N. HARRIS, H. MURRAY, V. WELLS a T. M. COOK. Management of arterial lines and blood sampling in intensive care: a threat to patient safety. *Anaesthesia*. 2013, **68**, 1114–1119. DOI: doi:10.1111/anae.12389.

LOVEDAY, H.P., J.A. WILSON, R.J. PRATT, et al. Epic3: National Evidence-Based Guidelines for Preventing Healthcare-Associated Infections in NHS Hospitals in England. *Journal of Hospital Infection* [online]. 2014, **86**(Supplement 1), S1 [cit. 2017-07-22]. DOI: 10.1016/S0195-6701(13)60012-2. ISSN 01956701.

MASOPUST, Jan, Jiří CHARVÁT, Dana MOKRÁ, Ondřej HLOCH a Jan HÁŠA. Hypersenzitivní reakce po podání heparinu s aktivací HIT po zahájení intermitentní hemodialýzy. *Vnitř Lék*. 2015, **61**(3), 260–263. ISSN 1801–7592.

MURPHY, Glenn S., Joseph W. SZOKOL, Jesse H. MARYMONT, Michael J. AVRAM, Jeffery S. VENDER a John KUBASIAK. Retrograde blood flow in the brachial and axillary arteries during routine radial arterial catheter flushing. *Anesthesiology* [online]. 2006, **105**(3), 492-497 [cit. 2017-09-30]. ISSN 0003-3022.

NATIONAL HEALTH SERVICE. Should heparin based flushing solutions be used in preference to saline to maintain the patency of indwelling intravascular catheters and cannulae?. In: *Medicines Q&As* [online]. 2016 [cit. 2017-09-30]. Dostupné z: <http://www.ukmi.nhs.uk/activities/medicinesQAs/default.asp>

NETHATHE, GD a M MBEKI. Heparin flush vs. saline flush for use in the maintenance of adult central venous and intra-arterial catheters: potential harm, too little gain?. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*. 2016, **22**(2), 70-71. DOI: 10.1080/22201181.2016.1151172.

O'GRADY, Naomi P., Mary ALEXANDER, Lillian A. BURNS, et al. Summary of Recommendations: Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *Clinical Infectious Diseases* [online]. 2011, **52**(9), 1087 [cit. 2017-07-22]. DOI: 10.1093/cid/cir138. ISSN 10584838.

O'HARE, D. a R. J. CHILVERS. Arterial blood sampling practices in intensive care units in England and Wales. *Anaesthesia* [online]. 2001, **56**(6), 568-569 [cit. 2018-06-17]. ISSN 00032409.

PACHL, Jan a Karel ROUBÍK. *Základy anesteziologie a resuscitační péče dospělých i dětí*. Praha: Karolinum, 2005, 374 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0479-5.

PATEJA, M, J CHMELO, J ZUCHNICKÁ, P ZONČA a M MAZUR. Heparinem indukovaná trombocytopenie u pacientky s akutní trombózou a disekcí břišní aorty a ALI DKK. *Rozhl Chir*. 2013, **92**(11), 650–653.

PITTMAN, JA, JS PING a JB MARK. Arterial and central venous pressure monitoring. *International Anesthesiology Clinics*. 2004, **42**(1), 13-30.

RANDOLPH, Adrienne G., Deborah J. COOK, Calle A. GONZALES a Maureen ANDREW. Benefit of Heparin in Peripheral Venous and Arterial Catheters: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *BMJ: British Medical Journal* [online]. 1998, **316**(7136), 969 [cit. 2017-09-14]. ISSN 09598138.

RHODES, A., L.E. EVANS, M.E. NUNNALLY, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock. *Intensive Care Medicine* [online]. 2017, **43**(3), 304 - 377 [cit. 2018-04-03]. DOI: 10.1007/s00134-017-4683-6. ISSN 14321238.

RIEGEROVÁ, Blanka, Radovan MALÝ, Miroslav LOJÍK, Jan RAUPACH, Vendelín CHOVANEC a Petr DULÍČEK. Heparinem indukovaná trombocytopenie II. typu u komplikované ileofemorální flebotrombózy léčené katétrem řízenou trombolýzou. *Interv Akut Kardiol*. 2008, **7**(2), 74-77. ISSN 1803-5302.

ROBERTSON-MALT, S, GN MALT, V FARQUHAR a W GREER. Heparin versus normal saline for patency of arterial lines. *COCHRANE DATABASE OF SYSTEMATIC REVIEWS* [online]. 2014, (5) [cit. 2016-02-20]. ISSN 1469493X. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&an=000336657000004&scope=site>

RUPP ME. Chlorhexidine-impregnated intravascular catheter sponge dressings: an ounce of prevention is worth a pound of cure. *Critical Care Medicine* [online]. 2012, **40**(1), 296-8 [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318232d2f3. ISSN 15300293.

SELLENG, Kathleen, Theodore E WARKENTIN a Andreas GREINACHER. Heparin-induced thrombocytopenia in intensive care patients. *Critical care medicine*. 2007, **35**(4), 1165-1176.

SHILOH, Ariel L., Richard H. SAVEL, Laura M. PAULIN a Lewis A. EISEN. Ultrasound-Guided Catheterization of the Radial Artery: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Chest* [online]. 2011, **139**(3), 524-525 [cit. 2017-09-21]. DOI: 10.1378/chest.10-0919. ISSN 00123692.

SCHWEBEL C, LUCET JC, VESIN A, ARRAULT X, CALVINO-GUNTHER S, BOUADMA L a TIMSIT JF. Economic evaluation of chlorhexidine-impregnated sponges for preventing catheter-related infections in critically ill adults in the Dressing Study. *Critical Care Medicine* [online]. 2012, **40**(1), 11-7 [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31822f0604. ISSN 15300293.

SINGER, Mervyn. a Andrew R. WEBB. *Oxford handbook of critical care*. 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2009. ISBN 978-0-19-923533-9.

SOBOLEV M, SLOVUT DP, LEE CHANG A, SHILOH AL a EISEN LA. Ultrasound-Guided Catheterization of the Femoral Artery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *The Journal Of Invasive Cardiology* [online]. 2015, **27**(7), 318-23 [cit. 2017-09-21]. ISSN 15572501.

STELFOX, Henry a Barry KUSHNER. Skin necrosis in patients with arterial catheters flushed with a solution containing heparin. *Intensive Care Medicine* [online]. 2012, **38**(5), 918-919 [cit. 2016-02-20]. DOI: 10.1007/s00134-012-2511-6. ISSN 03424642.

STREITOVÁ, Dana a Renáta ZOUBKOVÁ. *Prevence sepse v intenzivní péči*. Ostrava: Lékařská fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, 2011. ISBN 978-80-247-5215-0.

STREITOVÁ, Dana a Renáta ZOUBKOVÁ. *Septické stavy v intenzivní péči: ošetrovatelská péče*. Praha: Grada Publishing, 2015. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5215-0.

SÚKL. Antikoagulancia a jejich nežádoucí účinky. *Farmakoterapeutické informace: Měsíčník pro lékaře a farmaceuty*. 2014, (3), 3-4.

SÚKL. Souhrn údajů o přípravku Heparin Léčiva. *Sukl.cz* [online]. c2010 [cit. 2017-09-17]. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/search.php?action=results&query=heparin&x=8&y=7>

ŠEVČÍK, Pavel a Martin MATĚJOVIČ, ed. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2014. ISBN 978-80-7492-066-0.

ŠRÁMEK, V. SYSTÉM PICCO – PULSE CONTOUR CARDIAC OUTPUT. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2003, (5), 242-246. ISSN 1214-2158.

THE ASSOCIATION OF ANAESTHETISTS OF GREAT BRITAIN AND IRELAND. Safe vascular access 2016. *Anaesthesia* [online]. 2016, **71**(5), 573-574 [cit. 2017-07-22]. DOI: 10.1111/anae.13360. ISSN 00032409.

THOMAS, A. N. Hypoglycaemia associated with the use of incorrect arterial flush solutions. *Anaesthesia*. 2014, **69**, 90-91. DOI: doi:10.1111/anae.12555.

THOMAS, AN a RJ TAYLOR. Review of patient safety incidents reported from critical care units in North-West England in 2009 and 2010. *Anaesthesia*. 2012, **67**(7), 706-713.

TOFT, Brian. The dangers of heparin flushes. *Postgrad Med J*. 2010, **86**(1012), 65-66. DOI: 10,1136 / qshc.2008.028324.

TULLY, Redmond P, Brendan A MCGRATH, John A MOORE, Jonathan RIGG a Peter ALEXANDER. Observational study of the effect of heparincontaining flush solutions on the incidence of arterial catheter occlusion. *The Intensive Care Society*. 2014, **15**(3), 213-215.

TULLY, R. P., J. A. MOORE, J. RIGG, B. A. MCGRATH a P. ALEXANDER. Problems with saline flush for arterial lines. *Anaesthesia*. 2014, **69**, 78-91. DOI: 10.1111. ISSN 1365-2044.

TUNCALI, B.E., B. KUVAKI, B. TUNCALI a E. CAPAR. A comparison of the efficacy of heparinized and nonheparinized solutions for maintenance of perioperative radial arterial catheter patency and subsequent occlusion. *Anesthesia and Analgesia* [online]. 2005, **100**(4), 1117 - 1121 [cit. 2017-09-14]. DOI: 10.1213/01.ANE.0000146963.19543.D4. ISSN 00032999.

VALENTINE, RJ, JG MODRALL a GP CLAGETT. Hand ischemia after radial artery cannulation. *Journal of the American College of Surgeons*. 2005, **201**(1), 18-22.

VINCENT, JL, DJ BIHARI, PM SUTER, HA BRUINING, J WHITE a MH NICOLAS. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. *JAMA*. 1995, **274**, 639-44.

WATSON, Christine A. a Michael B. WILKINSON. Physics: Monitoring central venous pressure, arterial pressure and pulmonary wedge pressure. *Anaesthesia* [online]. 2012, **13**(3), 116-120 [cit. 2017-11-26]. DOI: 10.1016/j.mpaic.2011.12.008. ISSN 14720299.

WHITTA, RK, KF HALL, TM BENNETTS, L WELMAN a P RAWLINS. Comparison of normal or heparinised saline flushing on function of arterial lines. *Critical Care Resuscitation*. 2006, **8**(3), 205-8.

WOODCOCK, T. E., T. M. COOK, K. J. GUPTA a A. HARTLE. Arterial line blood sampling: preventing hypoglycaemic brain injury 2014. *Anaesthesia*. 2014, **69**(4), 380-385. DOI: 10.1111/anae.12536.

WOODROW, Philip. Arterial catheters: promoting safe clinical practice. *Nursing Standard* [online]. 2009, **24**(4), 35-40 [cit. 2016-04-19]. ISSN 00296570. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&an=44811774&scope=site>

ZADÁK, Zdeněk a Eduard HAVEL. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2099-9.

ZANELA, O. O., H. A. CABRA, S. RODRIGUEZ a S. M. JUNQUEIRA. Clinical and economic outcomes derived from the use of a chlorhexidine - impregnated sponge (boipath (r)) for the prevention of catheter-related bloodstream infections in intensive care unit in Mexico. *VALUE IN HEALTH* [online]. 2012, **15**(4), A65 [cit. 2017-11-26]. ISSN 10983015.

NATIONAL PATIENT SAFETY AGENCY. *Problems with Infusions and Sampling from Arterial Lines.: Rapid Response Report NPSA 2008a*. London: NPSA, 2008.

NICE. *Acutely Ill Patients in Hospital: Recognition of and Response to Acute Illness in Adults in Hospital: Guidance*. London (UK): Centre for Clinical Practice at NICE, c2007.

IIMP-NOP _18/2005-6. *Ošetřování arteriální kanyly: Metodický pokyn náměstka pro ošetrovatelskou péči*. 2005. Praha: Fakultní nemocnice v Motole, 2017.

NATIONAL PATIENT SAFETY AGENCY. *Supporting Information for Rapid Response Report: 2008b*. London: NPSA, 2008.

IOS_26/2005-5. *Zacházení s léčivý ve FN Motol: Organizační směrnice*. 2005. Praha: Fakultní nemocnice v Motole, 2017.

Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění pozdějších předpisů.

Seznam zkratek

% relativní četnost

AACN American Association of Critical-Care Nurses

ABP Arterial Blood Pressure - arteriální krevní tlak

CŽK centrální žilní katétr

et al. a další

FR fyziologický roztok, tedy 0,9% vodný roztok chloridu sodného

HIT Heparinem Indukovaná Trombocytopenie

HR fyziologický roztok s heparinem v koncentraci 4 IU heparinu v 1 ml fyziologického roztoku

IU mezinárodní jednotky

JIP jednotka intenzivní péče

LMWH low molecular weight heparins nízkomolekulární heparin
manuál Manuál pro zařazení pacienta do studie

ml mililitr

mm milimetr

n absolutní četnost

NHS National Health Service

NICE National Institute for Health and Clinical Excellence

OL ošetřující lékař

PF4 heparin-destičkový faktor 4

PiCCO Pulse Contour Cardiac Output

SÚKL Státní ústav pro kontrolu léčiv

tzv. tak zvaný

vyhláška č. 55/2011 Sb. vyhláška ministerstva zdravotnictví
č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných
odborných pracovníků, ve znění pozdějších předpisů

Seznam grafů

Graf 1: Počet pacientů	35
Graf 2: Pohlaví.....	36
Graf 3: Věk.....	37
Graf 4: Druh katétru	38
Graf 5: Informované souhlasy	39
Graf 6: Druh proplachu	40
Graf 7: Počet směn.....	41
Graf 8: Důvod proplachu	42
Graf 9: Důvod ukončení používání katétru.....	44
Graf 10: Hypotéza č. 1	45
Graf 11: Hypotéza č. 2	46
Graf 12: Hypotéza č. 3	47
Graf 13: Hypotéza č. 4	48
Graf 14: Hypotéza č. 7	51
Graf 15: Hypotéza č. 8	52
Graf 16: Hypotéza č. 9	53

Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet pacientů	35
Tabulka 2: Pohlaví	36
Tabulka 3: Věk	37
Tabulka 4: Druh katétru.....	38
Tabulka 5: Informované souhlasy	39
Tabulka 6: Druh proplachu.....	40
Tabulka 7: Počet směn	41
Tabulka 8: Důvod proplachu	43
Tabulka 9: Důvod ukončení používání katétru	44
Tabulka 10: Hypotéza č. 1	45
Tabulka 11: Hypotéza č. 2.....	46
Tabulka 12: Hypotéza č. 3.....	47
Tabulka 13: Hypotéza č. 4.....	48
Tabulka 14: Hypotéza č. 5.....	49
Tabulka 15: Hypotéza č. 6.....	50
Tabulka 16: Hypotéza č. 7.....	51
Tabulka 17: Hypotéza č. 8.....	52
Tabulka 18: Hypotéza č. 9.....	53

Seznam obrázků

Obrázek 1: Systém k měření invazivního tlaku.....	14
Obrázek 2: Tlakový převodník	15
Obrázek 3: Označení proplachovacího roztoku bez heparinu	31

Seznam příloh

Příloha č. 1 Protokol pro sbírání dat

Příloha č. 2 Protokol o zařazení pacienta do studie

Příloha č. 3 Manuál pro vedoucí směn a lékaře

Příloha č. 4 Informace pro sestry k lůžku

Příloha č. 5 Informovaný souhlas pacienta

Příloha č. 6 Prohlášení lékaře u pacientů v bezvědomí

Příloha č. 1 Protokol pro sbírání dat

Studie: Heparinizovaný proplach vs. fyziologický roztok

- Druh katétru: radiální
 femorální
 brachiální
 PICCO radiální
 PICCO femorální
- Druh proplachu: heparinizovaný roztok
 fyziologický roztok
- * vyberte z možností: 1. ucpaní katétru
2. horečka, zvýšení zánětlivých markerů
3. plánovaná výměna dle OL
4. jiný... prosím dopište důvod

den zavedení	směna 12h	proplach po odběru	proplach špatná křivka	proplach z důvodu návratu krve	proplach při kalibraci	proplach jiný důvod	důvod ukončení používání katétru*
zavedení 1. zařazení							
2.	denní						
	noční						
3.	denní						
	noční						
4.	denní						
	noční						
5.	denní						
	noční						
6.	denní						
	noční						
7.	denní						
	noční						
8.	denní						
	noční						
9.	denní						
	noční						
10.	denní						
	noční						

Studie: Heparinizovaný proplach vs. fyziologický roztok

den zavedení	směna 12h	proplach po odběru	proplach špatná křivka	proplach z důvodu návratu krve	proplach při kalibraci	proplach jiný důvod	důvod ukončení používání katétru*
11.	denní						
	noční						
12.	denní						
	noční						
13.	denní						
	noční						
14.	denní						
	noční						
15.	denní						
	noční						
16.	denní						
	noční						
17.	denní						
	noční						
18.	denní						
	noční						
19.	denní						
	noční						
20.	denní						
	noční						
21.	denní						
	noční						
22.	denní						
	noční						

Příloha č. 2 Protokol o zařazení pacienta do studie

pořadí	druh roztoku k	datum	jméno lékaře a sestry co zařadili pacienta
1.	fyziologický roztok		
2.	heparinizovaný roztok		
3.	fyziologický roztok		
4.	heparinizovaný roztok		
5.	fyziologický roztok		
6.	heparinizovaný roztok		
7.	fyziologický roztok		
8.	heparinizovaný roztok		
9.	fyziologický roztok		
10.	heparinizovaný roztok		
11.	fyziologický roztok		
12.	heparinizovaný roztok		
13.	fyziologický roztok		
14.	heparinizovaný roztok		
15.	fyziologický roztok		
16.	heparinizovaný roztok		
17.	fyziologický roztok		
18.	heparinizovaný roztok		
19.	fyziologický roztok		
20.	heparinizovaný roztok		
21.	fyziologický roztok		
22.	heparinizovaný roztok		
23.	fyziologický roztok		
24.	heparinizovaný roztok		
25.	fyziologický roztok		
26.	heparinizovaný roztok		
27.	fyziologický roztok		
28.	heparinizovaný roztok		
29.	fyziologický roztok		
30.	heparinizovaný roztok		
31.	fyziologický roztok		
32.	heparinizovaný roztok		
33.	fyziologický roztok		
34.	heparinizovaný roztok		
35.	fyziologický roztok		
36.	heparinizovaný roztok		
37.	fyziologický roztok		
38.	heparinizovaný roztok		
39.	fyziologický roztok		
40.	heparinizovaný roztok		

pořadí	druh roztoku k	datum	jméno lékaře a sestry co zařadili pacienta
41.	fyzilogický roztok		
42.	heparinovaný roztok		
43.	fyzilogický roztok		
44.	heparinovaný roztok		
45.	fyzilogický roztok		
46.	heparinovaný roztok		
47.	fyzilogický roztok		
48.	heparinovaný roztok		
49.	fyzilogický roztok		
50.	heparinovaný roztok		
51.	fyzilogický roztok		
52.	heparinovaný roztok		
53.	fyzilogický roztok		
54.	heparinovaný roztok		
55.	fyzilogický roztok		
56.	heparinovaný roztok		
57.	fyzilogický roztok		
58.	heparinovaný roztok		
59.	fyzilogický roztok		
60.	heparinovaný roztok		
61.	fyzilogický roztok		
62.	heparinovaný roztok		
63.	fyzilogický roztok		
64.	heparinovaný roztok		
65.	fyzilogický roztok		
66.	heparinovaný roztok		
67.	fyzilogický roztok		
68.	heparinovaný roztok		
69.	fyzilogický roztok		
70.	heparinovaný roztok		
71.	fyzilogický roztok		
72.	heparinovaný roztok		
73.	fyzilogický roztok		
74.	heparinovaný roztok		
75.	fyzilogický roztok		
76.	heparinovaný roztok		
77.	fyzilogický roztok		
78.	heparinovaný roztok		
79.	fyzilogický roztok		
80.	heparinovaný roztok		

„Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinizovaný roztok versus fyziologický roztok“

Informace o studii pro vedoucí směny a jejich zástupce, každý dostane výtisk a jeden bude i v hlášení vedoucích k nahlédnutí pro každého kdo bude chtít.

Do studie budou zařazeni pacienti s dg. sepse. První pacient bude zařazen do skupiny „čistý fyziologický roztok“ a každý další pacient bude zařazen do jiné skupiny než předchozí pacient, tedy druhý pacient bude skupina „heparinizovaný roztok“ a pořád dokola. Rozhodnutí o zařazení do studie udělá lékař přijímající pacienta s dg. sepse a s ním vedoucí směny. Při zařazení pacienta do studie, u pacientů v bezvědomí lékař vyplní a podepíše protokol „prohlášení lékaře u pacienta v bezvědomí“, u pacientů při vědomí dá lékař pacientovi podepsat informovaný souhlas.

U knihy příjmů bude tabulka o zařazování do studie, aby bylo jasné, do jaké kategorie se má další pacient zařadit. V deskách budou připraveny všechny dokumenty k vyplnění. První den se zaškrtnou druh katétru a druh proplachu v tabulce u lůžka pacienta a pořadí. První den se čárkovat nemusí, od druhého dne bude čárkovat každá sestra proplach katétru a důvod jeho proplachu do tabulky. Pro denní a noční směnu je zvlášť kolonka v tabulce.

Čistý fyziologický roztok k proplachu bude **označen na komůrce** barevnou značkou (**červenou lepící páskou**, pásky budou u tabulky k zařazování do studie), aby bylo jasné na první pohled, že je to roztok bez heparinu tedy čistý fyziologický roztok. Označení udělá vedoucí směny při zařazení pacienta do studie do skupiny „čistý fyziologický roztok“.

Během studie je nutné, aby všichni dělali proplachy arteriálních katétrů stejným postupem a to takto:

Postup proplachu při odběru krve z arteriálního katétru: odtáhnout stříkačkou 5ml krve, provést odběr, po odběru propláchnout arteriální katétr zmáčknutím přetlakového ventilu kontinuálního proplachu, poté propláchnout kohout pomocí přetlakového ventilu, výstup kohoutu dezinfikovat a uzavřít sterilním uzávěrem. Prosím o stálou kontrolu tlaku v manžetě s proplachovacím roztokem. Tlak v manžetě udržovat 250 – 300 mmHg.

Postup při kalibraci i při nefunkčnosti arteriální křivky: propláchnout arteriální katétr zmáčknutím přetlakového ventilu kontinuálního proplachu. Prosím o stálou kontrolu tlaku v manžetě s proplachovacím roztokem. Tlak v manžetě udržovat 250 – 300 mmHg.

V přiložené tabulce čárkování do uvedených kolonek, denní směna a noční směna. V případě **ukončení používání** arteriálního katétru uvést důvod. **Vybrat z možností a zapsat číslo.** U možnosti č. 4 dopsat jiný důvod ukončení používání arteriálního katétru.

Všem Vám moc děkuji za spolupráci. Do budoucna by tato studie měla sloužit pro vytvoření všeobecně platného postupu proplachu arteriálních katétrů v naší nemocnici.

V případě jakýchkoliv nejasností, dotazů, potíží se zařazením, čímkoliv, prosím volejte Bc. Zdenka Strychová +420605138430

Příloha č. 4 Informace pro sestry k lůžku

„Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinizovaný roztok versus fyziologický roztok“

Dokument k lůžku pro sestřičky a bratříčky 😊

V příložené tabulce čárkujte prosím do uvedených kolonek, denní a noční směna zvlášť, provedení každého proplachu arteriálního katétru při odběru, při kalibraci, při nefunkční křivce atd.

V případě ukončení používání arteriálního katétru uveďte prosím důvod ukončení. Vyberte prosím z možností uvedených nad tabulkou a запиšte číslo důvodu ukončení používání arteriálního katétru. U možnosti č. 4 dopište prosím, jaký byl jiný důvod ukončení používání arteriálního katétru.

Během studie je nutné, aby všichni dělali proplachy arteriálních katétrů stejným postupem a to takto:

Postup proplachu při odběru krve z arteriálního katétru: odtáhnout stříkačkou 5ml krve, provést odběr, po odběru propláchnout arteriální katétr zmáčknutím přetlakového ventilu kontinuálního proplachu, poté propláchnout kohout pomocí přetlakového ventilu, výstup kohoutu dezinfikovat a uzavřít sterilním uzávěrem. Prosím o stálou kontrolu tlaku v manžetě s proplachovacím roztokem. Tlak v manžetě udržovat 250 – 300 mmHg.

Postup při kalibraci i při nefunkčnosti arteriální křivky: propláchnout arteriální katétr zmáčknutím přetlakového ventilu kontinuálního proplachu. Prosím o stálou kontrolu tlaku v manžetě s proplachovacím roztokem. Tlak v manžetě udržovat 250 – 300 mmHg.

Do budoucna by nám tato studie měla zjednodušit práci a snížit rizika pro pacienty.

Děkuji moc za spolupráci.

V případě jakýchkoliv nejasností, dotazů se prosím obraťte na vedoucího směny, jeho zástupce nebo volejte mě. Bc. Zdenka Strychová +420605138430

Příloha č. 5 Informovaný souhlas pacienta

[REDACTED]

[REDACTED]

Informovaný souhlas pacienta s účastí na studii s názvem:

„Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinový roztok versus fyziologický roztok“

Použití heparinovaného fyziologického roztoku jako proplach pro udržení průchodnosti arteriální linky je celosvětově diskutovaný postup. Nicméně mnohé studie, které se touto problematikou zabývaly, nepřinesly přesvědčivé důkazy podporující využívání heparinovaného roztoku před fyziologickým roztokem. Kromě toho může být použití heparinovaného fyziologického roztoku spojeno s nežádoucími účinky. Na udržení průchodnosti cévních katétrů by měl stačit tlakový převodník s fyziologickým roztokem, který proplachuje katétr kontinuálně rychlostí 1-3 ml za hodinu. V naší studii bychom chtěli ověřit, zda zavedený koncept používání heparinového proplachu na lůžkových resuscitačních odděleních je skutečně účinnější v porovnání s proplachem fyziologického roztoku. Zařazení pacientů do skupin bude probíhat pseudorandomizací, každý pacient bude zařazen do jiné skupiny než předchozí pacient.

Proto vás žádáme o souhlas s účastí na této studii. Jelikož fyziologický roztok nepředstavuje pro organismus žádné riziko, ani účast ve studii nepředstavuje pro pacienta žádné riziko.

MUDr. _____ mě informoval/a o podstatě a cílech studie: **„Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinový roztok versus fyziologický roztok“**

Výše uvedený/á lékař/ka mi poskytl/a informace o průběhu samotné studie. S účastí ve studii souhlasím za předpokladu, že identifikační údaje budou považovány za přísně důvěrné a před publikací budou plně anonymizované. Prohlašuji, že jsem poučení porozuměl/a a byl/a jsem lékařem srozumitelně informován/a o povaze dané studie, mohl/a jsem se ptát a dostal/a jsem odpovědi. Mohu odstoupit ze studie a nebude to mít vliv na léčbu. Prohlašuji, že souhlasím se svou účastí na výše popsání studii a se zpracováním osobních dat.

Jméno pacienta

Podpis

Rodné číslo

Iniciály

Příloha č. 6 Prohlášení lékaře u pacientů v bezvědomí

[REDACTED]

[REDACTED]

„Porovnání účinnosti proplachu arteriálních setů: heparinový roztok versus fyziologický roztok“

Prohlášení lékaře u pacientů v bezvědomí

Prohlašuji, že:

1. plánovaná studie nepředstavuje pro pacienta žádné riziko.
2. pacient bude po návratu plného vědomí informován o studii s možností odmítnout zařazení dat a osobních údajů do studie.
3. moje vyjádření je nezávislé a nestranné.
4. v případě bezvědomí, bude o studii informován příbuzný pacienta a bude od něho získán souhlas s účastí na studii.

Jméno pacienta a jméno příbuzného

Rodné číslo

Iniciály

Jméno lékaře

Podpis

Datum

