

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Diplomová práce

2010

Bc. Petr Mašek

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Interní oddělení Strahov, VFN v Praze

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnická technika a informatika

ID studijního oboru: 5345T018

Bc. Petr Mašek

Hodnocení katetrizačního programu hemodialyzačního střediska
Assessment of the catheterization programme in a haemodialysis centre

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. František Lopot, CSc.

Praha, 20. 1. 2010

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval doc. Ing. Františku Lopotovi, CSc. za vedení práce, za rady a připomínky, které mi pomohly při psaní diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat MUDr. Markétě Dvořákové za odborné konzultace, bez kterých by se mi do klinické problematiky katétrů pronikalo jen velmi obtížně.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze, 20. 1. 2010

Bc. Petr Mašek

Identifikační záznam

MAŠEK, P. *Hodnocení katetrizačního programu hemodialyzačního střediska*. Praha: 2010. 94 s., Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Interní oddělení Strahov, VFN v Praze, Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. František Lopot, CSc.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá komplexním hodnocením kvality katetrizačního programu na Interním oddělení Strahov, Všeobecné fakultní nemocnice v Praze. Vyhodnocení se provádělo na základě mezinárodních doporučení K/DOQI z roku 2006. Zjišťovala se jednak primární úspěšnost katetrizace a dále pravděpodobnost zachování funkčnosti katétru v čase, riziko trombotizace katétru a výskytu infekce. Při vyhodnocování se využilo metody Kaplan-Meiera. Dále se zjišťoval vliv speciálních pomůcek a postupů na zachování funkčnosti katétrů, jako jsou TEGO Connector, Biopatch, heparin a Citra-LockTM. Na malém souboru byla také zkoumána prediktivní hodnota vybraných biochemických, respektive hematologických parametrů na dlouhodobou funkčnost katétrů, konkrétně hematokritu a plazmatické hladiny D-dimerů. Na základě srovnání rentgenové kontroly pozice hrotu katétru a recirkulace v katétru, měřené při jeho normálním a invertovaném napojení na mimotělní oběh, se zjišťovala možnost detekce polohy hrotu katétru samotným měřením recirkulace, respektive její možný dopad na dialýzu. Z opakovaných měření dlouhodobě fungujících permanentních katétrů se hodnotil i význam tlaků ve vstupním a výstupním raménku katétru jako možný ukazatel stavu jeho funkce. Nakonec byl na základě výsledků provedených analýz navrhnout vhodný postup rutinního pravidelného hodnocení stavu zavedených permanentních katétrů.

Při analýze se zjistilo, že toto středisko splňuje téměř ve všech bodech podmínky dobrého katetrizačního programu. Pouze v případě primární úspěšnosti katetrizace nesplňovalo asi 5krát více katétrů oproti K/DOQI podmínky funkčního katétru (krevní průtok 300ml/min do arteriálního tlaku -250 torr). V analýzách některých aspektů nebylo na validní statisticky významné výsledky dostatek dat, a proto byla alespoň vytvořena metodika hodnocení.

Klíčová slova

Kidney Disease Outcomes Quality Initiative, K/DOQI doporučení, EBPG doporučení, katetrizační program, hemodialýza, katetrizace, permanentní centrální žilní katétr

Identification record

MAŠEK, P. *Assessment of the catheterization programme in a haemodialysis centre*. Prague: 2010. 94 p., Thesis. Charles University in Prague, First Faculty of Medicine, Internal Medicine Department, VFN in Prague, Work Supervisor: doc. Ing. František Lopot, CSc.

Abstract

This diploma thesis deals with complex quality assessment of catheterization programme run at Strahov Internal Medicine Department of the General Faculty Hospital in Prague. The evaluation was done according to K/DOQI 2006 international guidelines. The aim was to evaluate primary success of catheterization, probability of maintaining catheter functionality in time, the risk of its thrombotization and presence of infection. The evaluation was performed using Kaplan-Meier method. Moreover, the effect of additional enhancements for maintaining catheter functionality (TEGO Connector, Biopatch, heparin and Citra-Lock™) and the predictive value of selected hematologic parameters of long-term functionality of the catheters (hematocrit, plasma D-dimers) was assessed. The latter was performed on a small sample of patients. The possibility of detection of the catheter point position by measuring recirculation and its effect on dialysis was investigated by comparing X-ray control of the catheter point position to the value of recirculation measured on catheters connected either normally or inversely to the extracorporeal circulation device. Significance of the pressure values measured at input and output catheter lines was evaluated as a possible marker of the catheter functionality. Based on the analysis results, the appropriate method for the routine permanent catheter function evaluation was proposed.

This analysis shown that Strahov Internal Medicine Department of the General Faculty Hospital in Prague meets, in almost all points, the standards required for sophisticated catheterisation programme. The exception was the primary successfulness of the catheterization. The K/DOQI 2006 requirements for functional catheter was not meet by five-times more catheters than determined in the K/DOQI 2006 guidelines (blood flow 300 ml/min, arterial pressure -250 torr). There were not enough sample data for statistically significant analysis of some values, therefore only evaluation method was proposed.

Keywords

Kidney Disease Outcomes Quality Initiative, K/DOQI guidelines, EBPG guidelines, catheterization program, haemodialysis, catheterization, permanent central venous catheter

OBSAH

Úvod	9
1. Cíl práce	10
2. Extrakorporální techniky očisty krve	10
2.1. Hemodialýza	10
2.2. Hemofiltrace	11
2.3. Hemodiafiltrace	11
3. Účinnost mimotělní očisty krve	11
3.1. Clearance	12
3.2. Index Kt/V	14
3.3. Recirkulace	14
3.3.1. Recirkulace v cévním přístupu	14
3.3.2. Kardiopulmonální recirkulace	15
3.3.3. Měření recirkulace	16
3.3.4. Vliv recirkulace na účinnost hemodialýzy	19
4. Cévní přístupy pro hemodialýzu	19
4.1. Nativní arteriovenózní zkrat	19
4.2. Arteriovenózní graft	21
4.3. Katétr	22
4.3.1. Dočasný centrální žilní katétr	23
4.3.2. Permanentní centrální žilní katétr	24
4.3.3. Péče o katétry	26
4.3.4. Komplikace katetrizace	31
4.3.5. Materiály a design katétrů	32
5. Odborná doporučení	36
5.1. Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI)	36
5.2. European Best Practice Guidelines (EBPG)	41
6. Hodnocení katetrizačního programu hemodialyzačního střediska	43
6.1. Stávající metoda měření funkčnosti	43

6.2. Charakteristika a počty katetrizovaných pacientů	43
6.3. Typy katétrů použitých ve vyhodnocované skupině	44
6.4. Místo zavedení centrálního žilního katétru	46
6.5. Hodnocení úspěšnosti katetrizace podle K/DOQI, resp. EBPG	47
6.6. Hodnocení životnosti tunelovaných centrálních žilních katétrů	49
6.6.1. Celkové hodnocení životnosti katétrů	49
6.6.2. Hodnocení životnosti katétrů podle příčiny úmrtí	51
6.6.3. Hodnocení životnosti katétrů podle místa zavedení hrotu katétru	52
6.7. Vliv speciálních pomůcek a postupů na zachování funkčnosti katétrů	54
6.7.1. Vliv speciálních pomůcek na zachování funkčnosti katétrů	55
6.7.2. Vliv antikoagulační zátky na zachování funkčnosti katétru	57
6.8. Doba funkčnosti katétru a biochemické, respektive hematologické parametry	58
6.8.1. Vliv hematokritu na dobu funkčnosti katétru	58
6.8.2. Vliv plazmatické hladiny D-dimerů na dobu funkčnosti katétru	61
6.9. Srovnání rentgenové detekce lokalizace hrotu katétru a výsledků měření recirkulace	63
6.10. Význam tlaků v mimotělním oběhu jako možný ukazatel funkčnosti katétrů	71
7. Diskuse	75
Závěr	78
Literatura	81
Seznam příloh	83

ÚVOD

V počátcích chronického hemodialyzačního programu v 60. letech byla jako úspěch hodnocena prostá skutečnost, že pacient nezemřel. S postupem času a obrovským rozvojem techniky i medicínských poznatků lze v dnešní době nejen zachránit život při selhání ledvin, zabránit nebo alespoň minimalizovat akutní či chronické komplikace, ale dokonce zajistit co nejpříjemnější kvalitu následujícího života.

V roce 2008 bylo v České republice 92 dialyzačních středisek a celkově se léčilo 5633 pacientů s chronickým renálním selháním pomocí některých z metod náhrady ledvinové funkce. Z těchto pacientů bylo 91,8 % na hemodialýze a 8,2 % na peritoneální dialýze (CAPD). Jelikož převážná většina těchto pacientů musí pravidelně docházet do dialyzačních středisek, kde podstupují hemodialýzu, je u těchto pacientů nezbytné zajistit kvalitní cévní přístup. Existuje několik typů cévních přístupů. V první řadě se chirurgicky vytváří nativní arteriovenózní fistule nebo méně často umělohmotná cévní arteriovenózní spojka. Pokud ovšem vzhledem ke stavu pacienta není možné vytvořit ani jeden z těchto přístupů, zavede se centrální žilní katétr. Dobře fungující cévní přístup je pro dialýzu nepostradatelný a bez něj by nebylo možné dosáhnout kvalitní hemodialýzy, což dokazuje i existence několika odborných lékařských doporučení, která se tímto problémem intenzivně zabývají. Problémy cévního přístupu jsou nejčastější příčinou hospitalizace dialyzovaných pacientů a jsou na prvním místě v příčinách nemoci u těchto pacientů. Tato skutečnost se odráží i v ekonomice, kde se promítají zvýšené náklady spojené s léčbou nedostatečně fungujícího cévního přístupu.

Interní oddělení Strahov VFN v Praze zajišťuje zavádění centrálních cévních přístupů pro své pacienty i pro řadu dalších dialyzačních pracovišť v České republice. V roce 2008 se zde zavedlo 237 katétrů, z nichž 112 bylo permanentních. Ovšem pouze 1/3 z celkového počtu zavedených katétrů je pro dialyzační oddělení Strahov, zbylé 2/3 katétrů se zavedly pacientům z jiného dialyzačního střediska. Přes rozsáhlost katetrizačního programu nemělo dosud pracoviště vlastní formalizovaný systém sledování kvality katetrizačního programu. [1]

1. CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo vypracovat komplexní hodnocení kvality katetrizačního programu na Interním oddělení Strahov VFN v Praze, které zajišťuje zavádění centrálních cévních přístupů pro hemodialýzu pro cca 10 dialyzačních pracovišť. K hodnocení se měla použít stávající mezinárodní doporučení K/DOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative for Vascular Access) a EBPG (European Best Practice Guidelines for Vascular Access). Nejprve se vyhodnocovala primární úspěšnost katetrizace, dále pravděpodobnost zachování funkčnosti katétru v čase, riziko trombotizace katétru a výskytu infekce. Při vyhodnocování se využilo metody Kaplan-Meiera. Dále se zjišťoval vliv speciálních pomůcek a postupů na zachování funkčnosti katétrů (konektory TEGO, antikoagulační zátky Citra-LockTM ap.). Na malém souboru byla také zkoumána prediktivní hodnota vybraných biochemických, respektive hematologických parametrů na dlouhodobou funkčnost katétrů. Na základě srovnání rentgenové kontroly pozice hrotu katétru a recirkulace v katétru měřené při jeho normálním a invertovaném napojení na mimotělní oběh se zjišťovala možnost detekce polohy hrotu katétru samotným měřením recirkulace, respektive její možný dopad na dialýzu. Z opakovaných měření dlouhodobě fungujících permanentních katétrů se hodnotil i význam tlaků ve vstupním a výstupním raménku katétru jako možný ukazatel stavu jeho funkce. Nakonec byl na základě výsledků provedených analýz navrhnout vhodný postup rutinního pravidelného hodnocení stavu zavedených permanentních katétrů.

2. EXTRAKORPORÁLNÍ TECHNIKY OČISTY KRVE

Extrakorporální techniky zajišťují očistu krve mimo tělo pacienta. Během těchto technik se z organismu odstraňují nahromaděné zplodiny látkové přeměny (např. draslík, močovina) a nadbytečná voda. Současně se upravuje narušená elektrolytová a acidobazická rovnováha, která je důsledkem nedostatečné funkce ledvin. [2, 5]

2.1. HEMODIALÝZA

Jedná se o nejčastější mimotělní očišťovací metodu, která je jednou z možností léčby selhání ledvin. Metoda je založena na přestupu látek (difúzi) mezi krví a dialyzačním roztokem přes polopropustnou membránu. Účinnost hemodialýzy se zvyšuje tím, že na jedné straně membrány proudí krev jedním směrem a na druhé straně proudí

dialyzační roztok opačným směrem, čímž se maximalizuje lokální rozdíl koncentrací (koncentrační gradient) a přestup látek se urychluje. Nejlépe difundují látky s malou molekulou a naopak látky s velkou molekulou jsou difúzí odstraňovány jen omezeně. [2, 4, 5]

2.2. HEMOFILTRACE

Hemofiltrace je další mimotělní očišťovací metoda při selhání ledvin. Základním principem této metody je konvekce. Konvektivní transport je založen na hydrostatickém tlakovém gradientu mezi krevní a ultrafiltrátovou stranou membrány. Podstatně méně závisí na velikosti molekuly, kdy dobře procházejí i velké molekuly, pokud jsou menší než průměr pórů membrány. Z toho vyplývá, že látky s vyšší molekulovou hmotností a větší velikostí molekuly jsou účinněji odstraňovány při konvektivních metodách očišťování krve. Naopak malé molekuly jsou účinněji odstraňovány při hemodialýze. Při hemofiltraci dochází k odčerpávání velkého objemu vody a rozpuštěných látek. Odstraněná tekutina, označovaná jako filtrát nebo ultrafiltrát, se proto musí nahradit substitučním roztokem. Ten se může podávat před vstupem krve do hemofiltru (prediluční hemofiltrace) nebo po výstupu krve z hemofiltru (postdiluční hemofiltrace). [2, 4]

2.3. HEMODIAFILTRACE

Tato metoda využívá obou předchozích principů očišťování krve, difúze s použitím dialyzačního roztoku i konvekce spojenou s odstraňováním velkého objemu ultrafiltrátu. I hemodiafiltraci lze provést s podáním substitučního roztoku před vstupem krve do hemofiltru (prediluční hemodiafiltrace) nebo po výstupu krve z hemofiltru (postdiluční hemodiafiltrace). [2, 4]

3. ÚČINNOST MIMOTĚLNÍ OČISTY KRVE

Účinnost hemodialýzy je zásadním způsobem závislá na průtoku krve dialyzátorem. Standardně se hodnotí měřením koncentrací odpadních zplodin v krvi před a po hemodialýze. Vyhodnocování účinnosti může ale být i průběžné (tzv. on-line měření účinnosti dialýzy), pracující buď na základě kontinuálního měření koncentrace močoviny v dialyzačním roztoku odtékajícím z dialyzačního přístroje, nebo na základě vyhodnocování změn vodivosti

odtékajícího dialyzačního roztoku vyvolaných krátkodobými skokovými změnami rychlosti sání dialyzačního koncentrátu. [2]

3.1. CLEARANCE

Jedná se o veličinu kvantifikující rychlost odstraňování určité látky z organismu. Číselně jde o takový objem krevní plazmy, který je za jednotku času zcela očištěn od dané látky [ml/min]. Tato veličina charakterizuje účinnost dialyzátoru. Protože se clearance u různých látek liší, uvádí se vždy, o clearance jaké látky se jedná. Nejčastěji se sleduje clearance močoviny a clearance kreatininu.

Rychlost toku krve na vstupu do dialyzátoru se označuje v dialyzační literatuře Q_{Bi} . Rychlost toku dialyzačního roztoku na vstupu do dialyzátoru se značí Q_{Di} , na výstupu Q_{Do} .

$$K = \frac{J}{C_{Bi}} \quad (1)$$

Clearance (K) je vyjadřována jako množství látky (J) odstraněné z krve za jednotku času dělené koncentrací látky v krvi přitékající do dialyzátoru (C_{Bi}). Maximální teoreticky možná hodnota clearance látky při určitém průtoku krve dialyzátorem nemůže překročit rychlost tohoto krevního průtoku. Celkové odstraněné množství J za jednotku času lze vypočítat z rozdílu koncentrací látky v krvi na vstupu (C_{Bi}) a na výstupu (C_{Bo}) dialyzátoru a z průtoku krve na vstupu (Q_{Bi}) a na výstupu (Q_{Bo}).

$$J = (Q_{Bi} * C_{Bi}) - (Q_{Bo} * C_{Bo}) \quad (2)$$

S použitím takto vyjádřeného odstraněného množství dané látky za jednotku času je možno hodnotu clearance vypočítat z následujícího vzorce.

$$K = \frac{(Q_{Bi} * C_{Bi}) - (Q_{Bo} * C_{Bo})}{C_{Bi}} \quad (3)$$

Z krve přechází látka do dialyzátoru. Za předpokladu, že daná látka není adsorbována na membráně dialyzátoru, je odstraněné množství úměrné nárůstu koncentrace v dialyzačním roztoku po průtoku dialyzátorem. Pro výpočet clearance lze tedy použít údaj o koncentraci látky v dialyzačním roztoku (na vstupu do dialyzátoru) a v dialyzátoru (na výstupu z dialyzátoru).

$$J = (Q_{Bi} * C_{Bi}) - (Q_{Bo} * C_{Bo}) = (Q_{Do} * C_{Do}) - (Q_{Di} * C_{Di}) \quad (4)$$

$$K = \frac{(Q_{Do} * C_{Do}) - (Q_{Di} * C_{Di})}{C_{Bi}} \quad (5)$$

Při zanedbatelné ultrafiltraci (odstraňování nadbytečné vody z krve hydrostatickým přetlakem v krevní cestě dialyzátoru vůči straně dialyzačního roztoku) lze rychlost toku krve na vstupu (Q_{Bi}) a na výstupu (Q_{Bo}) považovat za shodné (vyjádřené jako Q_B). Rovněž pro rychlost toku dialyzačního roztoku platí $Q_{Di} = Q_{Do}$ ($=Q_D$). Vzorec pro výpočet clearance lze pak zjednodušit:

$$K = \frac{C_{Bi} - C_{Bo}}{C_{Bi}} Q_B \quad (6)$$

Koncentrace látky v krvi na vstupu a výstupu lze přímo laboratorně změřit. Přesné změření průtoku krve vyžaduje složitější postup. Údaj z monitoru o rychlosti otáček krevní pumpy je nepřesný. Jinou možností představuje výpočet založený na stanovení koncentrace látky v dialyzátu.

$$K = \frac{C_{Do} * Q_{Do}}{C_{Bi}} \quad (7)$$

Pro zjištění aktuální clearance in vivo [ml/min] potřebujeme znát koncentraci látky v krvi na vstupu do dialyzátoru, koncentraci látky ve výstupním dialyzátu a objem dialyzátu za danou dobu (tj. 1 minutu). Pro hodnoty clearance při difúzním transportu platí obecně následující pravidla:

- se stoupající molekulovou hmotností sledované látky clearance klesá,
- clearance malých molekul stoupá se stoupajícím průtokem krve,
- pro velké molekuly se clearance se stoupajícím průtokem krve příliš nemění.

[2, 5]

3.2. INDEX Kt/V

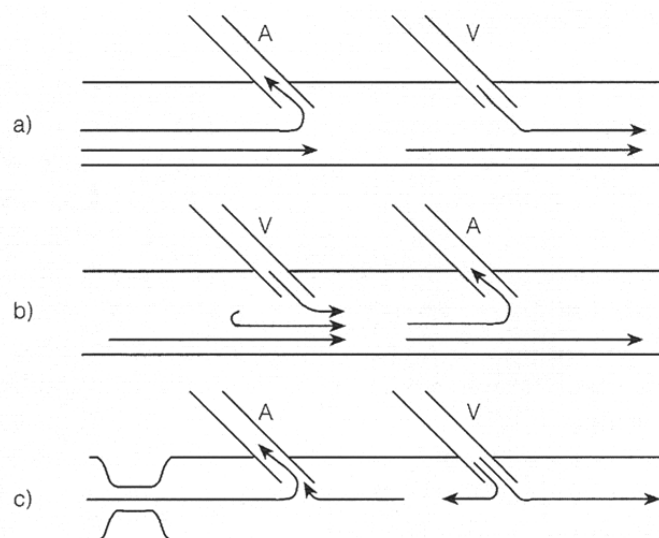
Tento index definuje „velikost“ či „dávku“ jedné dialyzační procedury. Index ovšem nevyovídá o tom, kolik močoviny bylo odstraněno, ale o tom jaký je stupeň jejího poklesu v krvi během procedury. Například pacient, který má před dialýzou hodnotu urey 30 mmol/l a po dialýze 10 mmol/l bude mít Kt/V této procedury stejné jako pacient s hodnotami 15 a 5 mmol/l. Z toho je zřejmé, že absolutní množství odstraněné urey je v prvním případě vyšší, přestože Kt/V je stejné. Písmeno K v tomto indexu značí clearance dialyzátoru, písmeno t délku dialýzy a písmeno V distribuční objem močoviny (celková tělesná voda). Index Kt/V je bezrozměrný a představuje vlastně frakční clearance celé dialyzační procedury. [2]

3.3. RECIRKULACE

K recirkulaci krve dochází tehdy, jestliže do dialyzátoru spolu s neočištěnou krví přitéká i určité množství krve, která již dialyzátorem protekla a znovu se do něho vrací bez předchozího průtoku celým organismem. Podle oblasti, ve které dochází k recirkulaci, rozlišujeme recirkulaci v cévním přístupu nebo kardiopulmonální recirkulaci. [2, 6]

3.3.1. RECIRKULACE V CÉVNÍM PŘÍSTUPU

V ideálním případě přitéká do dialyzátoru určité množství krve, které se po průtoku dialyzátorem vrací venózním setem do krevního oběhu a tok krve pokračuje směrem k srdci. Může však nastat situace, že část již očištěné krve neodtéká do centrálního žilního systému, ale dostává se zpět k arteriální jehle a znovu tak prochází dialyzátorem, neboli recirkuluje. K tomuto jevu může dojít při záměně umístění jehel, nebo pokud průtok krve dialyzátorem převýší celkový průtok krve fistulí.



Obr. 3.1 Recirkulace v cévním přístupu

Na obrázku 3.1a je zobrazeno správné zapojení jehel v cévním přístupu (fistuli). V tomto případě by nemělo docházet k recirkulaci. Pokud se ovšem zamění umístění jehel (obr. 3.1b), pak z arteriální jehly odebíráme část již očištěné krve a venózní cestou ji vracíme zpět do fistule, kde opět dochází k jejímu zpětnému nasávání arteriální cestou do dialyzátoru. V tomto případě bývá recirkulace vysoká a významně se tím snižuje účinnost dialýzy. Na obr. 3.1c je znázorněná situace, kdy dochází k recirkulaci, přestože jsou jehly správně zapojeny. Tato situace nastává v okamžiku, kdy krevní průtok dialyzátorem převyší reálný krevní průtok fistulí. Do dialyzátoru se spolu s nově přitékající krví přisává i očištěná krev z venózní části setu. Snižovaný průtok krve může být způsoben např. stenózou cévní spojky. [2, 6]

3.3.2. KARDIOPULMONÁLNÍ RECIRKULACE

Představuje principiálně zcela jiný děj. Vyskytuje se vždy, pokud je k hemodialýze používána arteriovenózní cévní spojka, přičemž vůbec nezáleží na jejím stavu. Očištěná krev s nízkou koncentrací katabolitů odtéká venózní linkou zpět do fistule a dále do centrálního řečiště. Zde se mísí s přitékající venózní krví z jiných oblastí těla, ve které je koncentrace katabolitů velká. Většina krve přivedené z arteriovenózní spojky je srdcem pumpována do periferie, protéká tepnami i kapilárami a vrací se žilami zpět, ale určitá část krve přivedená z fistule (tzn. krev s nízkou koncentrací katabolitů) se vrací ze srdce cestou cévní spojky zpět

do dialyzátoru, aniž by prošla periferním oběhem, kde je koncentrace katabolitů nejvyšší. Proto během dialýzy krev ve fistuli obsahuje vždy o něco méně katabolitů než krev v periférii. Velikost této kardiopulmonální recirkulace je přibližně úměrná poměru průtoku krve dialyzátorem a celkovému minutovému srdečnímu výdeji. K tomuto typu recirkulace nedochází při dialýze prováděné přes centrální žilní katétr. [2]

3.3.3. MĚŘENÍ RECIRKULACE

Recirkulace se dá stanovit některou z následujících metod.

Metoda pomalého průtoku (metoda dvou jehel)

V této metodě se vychází z předpokladu, že pokud nedochází k recirkulaci, je koncentrace sledované látky v arteriálním i periferním vzorku stejná. Při recirkulaci je koncentrace látky v arteriálním setu nižší než v periférii, protože je snížena vlivem příměsí recirkulující očištěné krve. Měření se provádí současným odběrem krve z arteriálního (C_A) i venózního setu (C_V). Odběr z periferní žíly (C_S) je nahrazen dalším odběrem z arteriálního setu, a sice při zpomaleném průtoku krve na dobu 30 vteřin. V tomto vzorku se nepředpokládá žádná příměs recirkulované krve z venózní jehly, a proto reprezentuje arteriální systémovou krev. Recirkulace se poté vypočítá podle následujícího vzorce, vyjádřená v procentech.

$$R = \frac{C_S - C_V}{C_S - C_A} \quad (8)$$

Velmi důležité je dodržení časového intervalu 30 vteřin od zpomalení otáček pumpy do odběru. Kratší doba totiž nezajistí odtok případné příměsí venózní krve z arteriálního setu, neboli naměřená koncentrace látky C_S bude nižší, než je skutečnost a hodnota recirkulace bude falešně nízká. Naopak při delším prodlení se uplatní vyrovnávání dysekvilibria mezi krví a intersticiálním a intracelulárním prostorem. Naměřená koncentrace bude vlivem přechodu látky z tkání do krve vyšší, a proto i vypočítaná hodnota recirkulace v cévním přístupu bude vyšší než skutečná. Protože vyrovnávání dysekvilibria může probíhat i v daném intervalu 30 vteřin, je hodnota recirkulace v cévním přístupu zjišťovaná touto metodou obvykle kolem

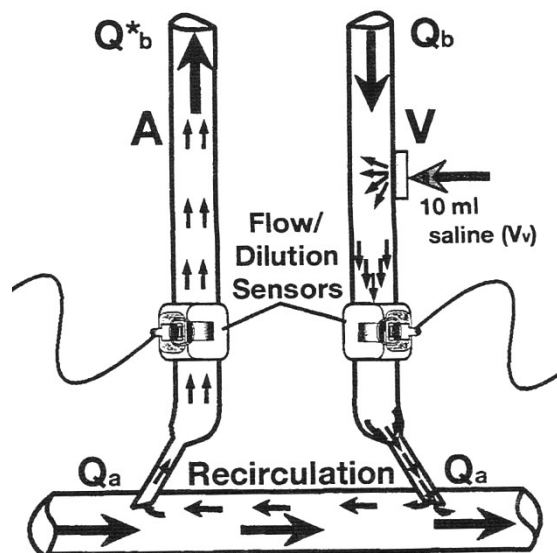
5 – 15 %, i když jinými metodami prokazatelná není. Tato metoda se proto nepovažuje za příliš přesnou.

Detekce změn teploty

Metoda je založená na principu, kdy je malý objem krve vrácený pacientovi ochlazen na teplotu 35 °C. Ten se získá ochlazením dialyzátu na dobu dvou minut. Takto ochlazená krev je detekována senzorem ve venózním setu. Další senzor umožní zaznamenání poklesu teploty krve v arteriálním setu při recirkulaci. Průtok ochlazeného množství krve mimotělním oběhem trvá přibližně dvě minuty, proto metoda nerozliší recirkulaci v cévním přístupu od recirkulace kardiopulmonální. Jde však o metodu on-line a pro obsluhující personál velmi jednoduchou. Hodnota recirkulace se zobrazí na displeji přibližně za dvě minuty po stisknutí příslušného tlačítka na přístroji.

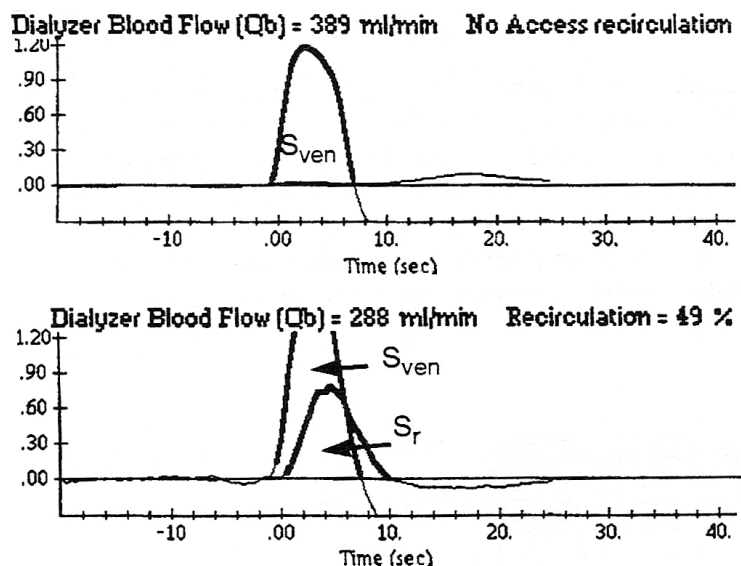
Metoda ultrazvukové diluce

Ultrazvuková diluční metoda stanovuje recirkulaci za použití speciálního přístroje (např. Transonic HD01 Plus) se dvěma ultrazvukovými čidly umístěnými na arteriálním a venózním setu, který detekuje změny ultrazvukových signálů v dialyzačním setu po podání 10 ml fyziologického roztoku.



Obr. 3.2 Stanovení recirkulace při normálním napojení

Rychlost šíření ultrazvuku v krvi (1560 – 1590 m/s) je dána především koncentrací bílkovin v krvi. Pomocí ultrazvukových čidel je možné měřit průtok krve setem a rychlost šíření ultrazvuku procházejícím médiem.



Obr. 3.3 Vzorek venózní a arteriální křivky

Pokud se krev ve venózním setu naředí 10 ml fyziologického roztoku (1533 m/s), rychlost ultrazvuku procházející naředěnou krví se zpomalí a čidlo na venózním setu toto naředění zaznamená (S_{ven}).

$$V_v = S_{ven} * Q_b \quad (9)$$

V případě, že dochází k recirkulaci, zaznamená určité naředění s malým zpožděním i ultrazvukové čidlo na arteriálním setu (S_r).

$$V_r = S_r * Q_b^* \quad (10)$$

Výsledná recirkulace vyjádřená v procentech se poté vypočítá jako poměr objemu recirkulujícího ukazatele (V_r) a objemu injektovaného ukazatele (V_v) podle následujícího vzorce.

$$R = \frac{V_r}{V_v} \quad (11)$$

[2, 6, 7]

3.3.4. VLIV RECIRKULACE NA ÚČINNOST HEMODIALÝZY

Recirkulace v cévním přístupu podstatně snižuje účinnost hemodialýzy. Čím větší recirkulace, tím menší účinnost. Vlivem venózní příměsi přitéká do dialyzátoru krev o nižší koncentraci daného katabolitu, než je jeho skutečná koncentrace v krvi. Clearance dialyzátoru se sice s poklesem koncentrace látky v krvi nemění, ale množství látky odstraněné do dialyzátu klesá.

Při výpočtu indexu Kt/V z hodnot koncentrace v krvi před a po hemodialýze lze hodnotu Kt/V snadno nadhodnotit. Čím větší recirkulace, tím je větší falešný pokles v arteriálním setu. Při odběru krve po dialýze z arteriální jehly těsně před ukončením dialýzy lze proto získat výsledek s nižší hodnotou katabolitu než je skutečnost. Dosazením falešně nízkého čísla do rovnice pro výpočet Kt/V se výsledná hodnota posune směrem k vyšším hodnotám. Recirkulace proto nadhodnocuje výpočet Kt/V . [2]

4. CÉVNÍ PŘÍSTUPY PRO HEMODIALÝZU

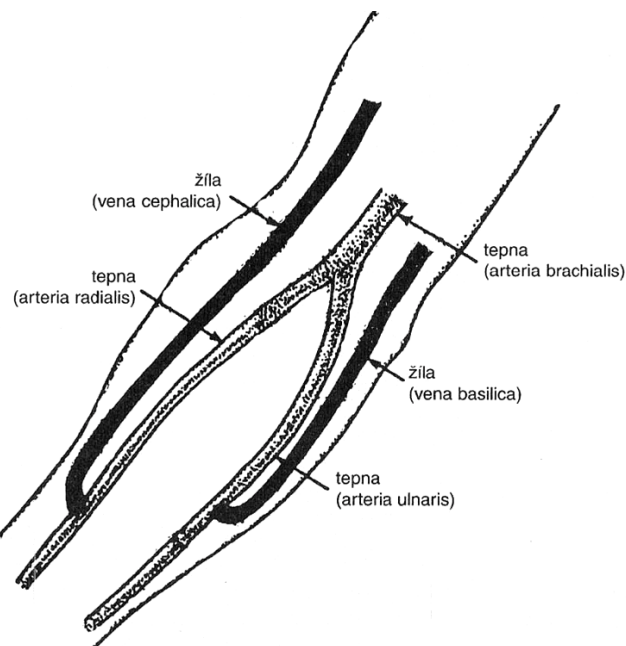
Aby bylo možné provést hemodialýzu, je zapotřebí vytvořit cévní přístup, který zajišťuje dostatečný přítok krve (200 – 400 ml) k dialyzátoru a její zpětné navrácení do organismu. Cévní přístup může být dočasný nebo permanentní podle toho, jestli se jedná o chronické selhání ledvin nebo jen o několik dialýz při akutním selhání ledvin. Rozlišují se 3 typy cévních přístupů: arteriovenózní zkrat, arteriovenózní graft a katétr. Všechny tyto přístupy slouží pouze pro účely hemodialýzy.

4.1. NATIVNÍ ARTERIOVENÓZNÍ ZKRAT

Pro většinu pacientů je nativní arteriovenózní zkrat nejlepším cévním přístupem. Tento zkrat se někdy též nazývá shunt, píštěl nebo fistule. Fistule se vytváří malým chirurgickým zákrokem v lokální anestezii (výjimečně v celkové), kdy se propojí tepna a žíla. Protože se tím obejdou periferní cévy a vlasečnice, je průtok zkratem relativně vysoký. Tento zkrat se zavádí kvůli zajištění dostatečného průtoku žilou, která později zásobuje mimotělní oběh při hemodialýze krví. Každou takovouto fistuli je však nezbytné před jejím používáním nechat asi 4 – 8 týdnů „dozrát“. To znamená, že dojde k adaptaci žilní stěny na vyšší tlak a průtok, kdy se průsvit žíly zvětší a žilní stěna zesílí tak, že pak

vydrží pravidelné zavádění jehel. Přiložením prstu na rozvinutý zkrat je zřetelně cítit víření a poslechem typický šum. Arteriovenózní zkraty se obvykle vytvářejí na nedominantní horní končetině nejčastěji buď jako radiocefalická spojka nebo brachiocefalická spojka.

Prostá radiocefalická spojka bývá v Evropě metodou první volby asi u 80 % pacientů, kdy se vytvoří spojení radiální tepny a cefalické žíly. Tato spojka je technicky nejjednodušší a současně chrání proximálněji uložené cévy pro případné pozdější období. Tento fakt je v praxi považován za velmi důležitý. Téměř nikdy není komplikovaná tzv. „steal syndromem“, který znamená, že krev teče velmi rychle z tepen přímo do žil. Pokud je průtok malformací takto urychlen, může strhávat krev i z okolních tkání, které pak trpí jejím nedostatkem, a tím i nedostatkem kyslíku. Naopak za nevýhodu se u této fistule považuje menší průtok, který je ovšem pro běžnou dialýzu postačující.



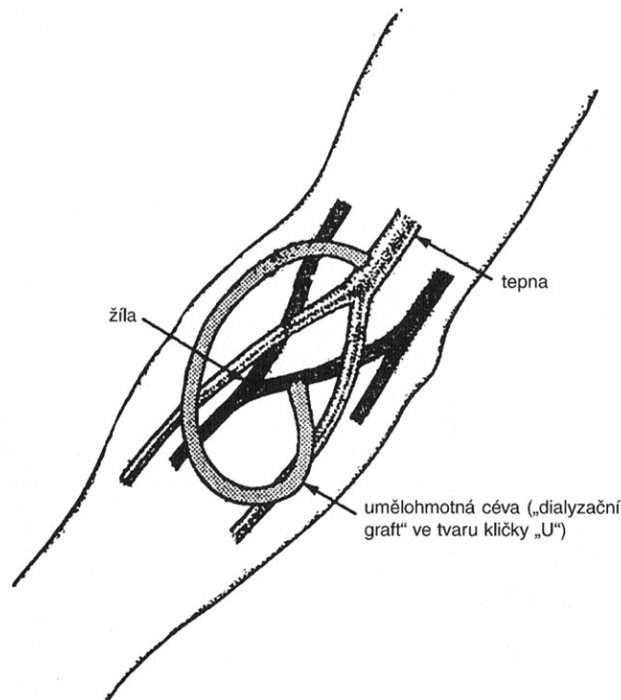
Obr. 4.1 Schematické znázornění nativní cévní spojky

Brachiocefalická spojka je vytvořena propojením brachiální tepny a cefalické žíly. Ve srovnání s radiocefalickou spojkou má vyšší průtok krve, protože arteriální přítoková i žilní odtoková část má větší průsvit, což ovšem může vést k přetížení srdce. K nevýhodám této spojky patří obtížnější chirurgické vytváření, častější výskyt otoku končetiny bezprostředně po založení a zejména častější výskyt tzv. „steal syndromu“.

Radiocefalická i brachiocefalická spojka se vyznačuje dlouhou životností (několik let až desítek let) a nízkým výskytem komplikací, jelikož se při tomto zkratu do těla nezavádí žádný cizí materiál. Fistule má v obecné rovině vyšší průtok krve a menší výskyt trombóz. Nezanedbatelnou výhodou je i skutečnost, že se průtok krve těmito zkraty s postupem času zvyšuje a tím je zabezpečen dostatečný krevní průtok pro účinnou dialýzu. Někdy se ovšem se zvýšeným průtokem fistulí může zhoršit i krevní zásobení distální části končetiny a ve vážnějších případech horní končetina postupně chladne, svíravě bolí a může dojít až k poškození tkání. Řešením v takovém případě je zúžení místa propojení cév na rozumnou míru. Z dlouhodobého hlediska může docházet i ke vzniku aneurysmat, které vznikají v důsledku oslabení žilní stěny při opakovaném zavádění jehel. Lze jim předcházet promyšleným zaváděním jehel na více místech cyklickým způsobem, jinou metodou je napichování zaoblenou jehlou bez ostrého hrotu do přesně jednoho a téhož místa, tzv. "knoflíková technika". [2, 5, 8, 9, 10]

4.2. ARTERIOVENÓZNÍ GRAFT

Umělohmotná cévní náhrada, podobně jako nativní arteriovenózní zkrat, propojuje tepnu a žílu. K propojení tepny a žíly se využívá polytetrafluorethylenová trubička. Používá se v případě, kdy pacientův žilní systém neumožňuje vytvořit vhodnější, výše uvedené spojky z vlastních cév. Tento graft se stává umělou cévou, kterou lze použít pro opakované zavádění jehel. Graft se nemusí vyvíjet jako arteriovenózní spojka, a proto se může používat dříve, asi po 2 - 3 týdnech od našití. Ve srovnání s arteriovenózním zkratem bývá graft podstatně náchylnější ke vzniku stenóz, zejména v místě napojení na odvodnou žílu. V zúženém místě se mohou začít tvořit tromby a následně vznikají uzávěry. Jako každé cizí těleso uvnitř těla je náchylnější k infekcím.

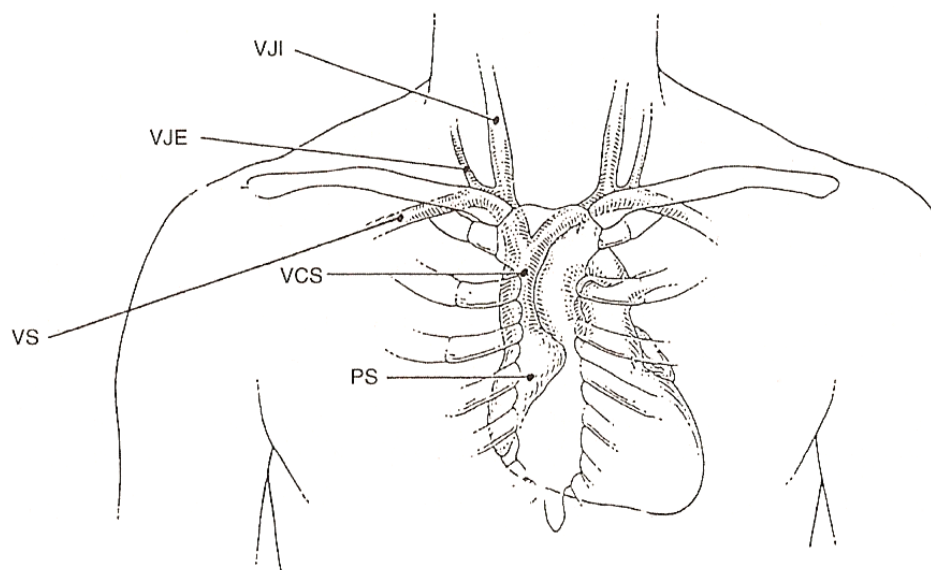


Obr. 4.2 Umělohmotný cévní zkrat ve tvaru písmene „U“

Životnost arteriovenózního grafťu je kratší než arteriovenózních zkratů. V optimálním případě by umělohmotná spojka mohla být funkční 3 – 5 let, zatímco arteriovenózní zkrat může být funkční třeba i 10 – 15 let. Arteriovenózní zkrat i grafť je zátěží pro kardiovaskulární systém, proto je nezbytné kontrolovat oběhový systém pacienta. [2, 5, 8, 9]

4.3. KATÉTR

Katetrizace centrální žíly je běžně používanou metodou k získání cévního přístupu pro potřeby akutní nebo chronické hemodialýzy. Centrální žilní přístup je metodou volby u pacientů, kteří přichází do dialyzačního programu „z ulice“ a zavedení katétru umožní překlenout období, kdy není možné používat periferní spojku, nebo dokud se neobnoví ledvinné funkce. Dále se využívá u pacientů, u kterých došlo ke komplikacím arteriovenózní fistule a její používání je dočasně znemožněno. Zavedení centrálního žilního katétru se provádí Seldingerovou technikou a umožní pokračovat v pravidelném hemodialyzačním programu až do vyřešení permanentního podkožního periferního cévního přístupu.



Obr. 4.3 *Anatomické poměry velkých cév povodí horní duté žíly (VJI – v. jugularis interna, VJE – v. jugularis externa, VS – v. subclavia, VCS – v. cava superior, PS – pravá síň)*

Z časového hlediska rozlišujeme dva typy katétrů, dočasné a dlouhodobé. Liší se od sebe designem, dobou použitelnosti a indikačními kritérii. Z hlediska místa cévního přístupu je možné oba typy katétrů implantovat do centrálního řečiště jugulárními, podklíčkovými i femorálními žilami. [2, 3, 5, 8, 9]

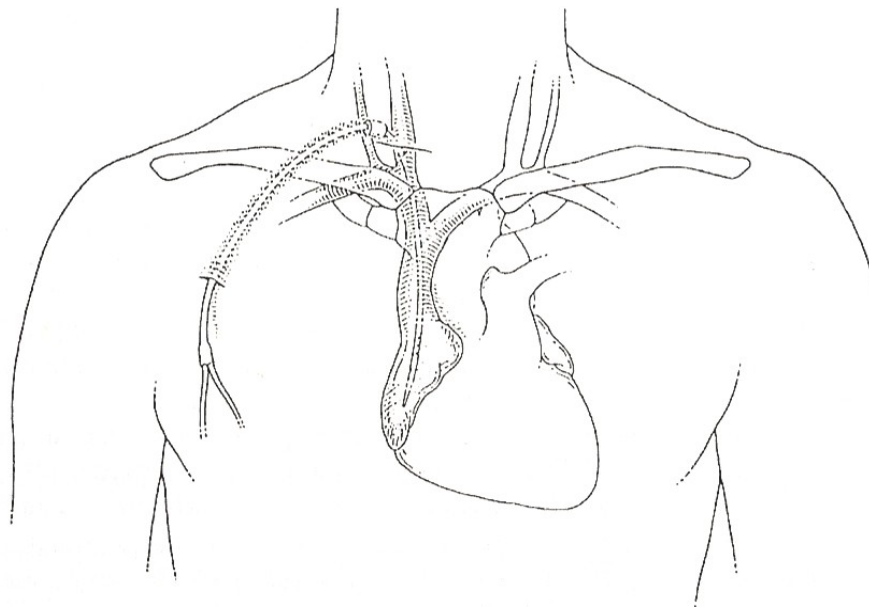
4.3.1. DOČASNÝ CENTRÁLNÍ ŽILNÍ KATÉTR

Asi 1/3 nemocných dospěje do stadia chronického selhání ledvin, aniž by o své nemoci věděla. Někdy ledviny selžou v důsledku akutního onemocnění, jindy sice nemocný o své nemoci ví, ale přípravu k dialyzační léčbě oddaluje. Ve všech těchto případech je nutno zahájit dialyzační léčbu urychleně a není dostatek času na přípravu arteriovenózní spojky, jejíž dozrání trvá 2 – 8 týdnů. V takovém případě se používá k zajištění cévního přístupu dočasný centrální žilní katétr, který je nutné zavést okamžitě. Nejčastěji se zavádí do jugulární vény, někdy do vény subclavia, případně u ležících pacientů do femorální vény. Do femorální vény se nesmí zavést v případě, že je u pacienta možná transplantace ledviny, neboť je zde riziko stenózy vény iliaca. Tento katétr může sloužit k víceúčelovému použití jako např. k infuzní terapii (nutrice), aplikaci léků, monitoraci centrálního žilního tlaku a podobně.

Nejčastěji je dočasný katétr zaveden okolo 10 dnů, pouze výjimečně delší dobu. [2, 3, 5, 8, 9]

4.3.2. PERMANENTNÍ CENTRÁLNÍ ŽILNÍ KATÉTR

Permanentní katétr, někdy též nazývaný tunelovaný centrální žilní katétr, je indikován u pacientů, u kterých se s tímto katétrem počítá jako s dlouhodobějším nebo trvalým cévním přístupem. Konkrétně se může jednat např. o pacienty s akutním selháním ledvin, kdy se předpokládá obnova funkce, o onemocnění periferních cév (Diabetes mellitus), kdy není možné vytvořit ani zkrat ani graft, dále v případě nově zjištěných chronických selhání ledvin do doby než se jim rozvine zkrat nebo graft, u pacientů se špatným stavem oběhového systému, kdy je arteriovenózní zkrat příliš velkou zátěží, nebo v případech, kdy byly u pacienta zcela vyčerpány možnosti periferního cévního přístupu a peritoneální dialýza je z nějakého důvodu nemožná. Někdy se používá i u pacientů se špatnou prognózou.



Obr. 4.4 *Permanentní centrální žilní katétr*

Tunelovaný katétr se zavádí buď chirurgicky pod celkovou anestézií, nebo punkčně v lokální anestezii. Katétr je nejprve veden z místa vpichu několikacentimetrovým tunýlkem pod kůži. Vstup do podkoží je chráněn speciálním vláknitým kroužkem. Do tohoto kroužku po čase vrostе okolní tkáň a brání tak průniku infekce. Podkožní tunel též funguje jako infekční bariéra, čímž obecně

prodlužuje životnost katétru. Poté se za kontroly ultrazvuku zavede do nějaké z velkých žil a dále až do horní duté žíly nebo až do pravé síně. Poloha hrotu katétru se nejčastěji potvrzuje ještě po zákroku rentgenem hrudníku. Velké žíly se preferují v následujícím pořadí:

- 1) pravá vnitřní jugulární žíla,
- 2) levá vnitřní jugulární žíla,
- 3) podklíčková žíla – pouze v případě, že nelze zajistit cévní přístup na horní končetině, riziko stenózy,
- 4) femorální žíla – při vyčerpání ostatních cévních přístupů, riziko infekce,
- 5) translumbální a transhepatální přístup.

Při výběru tunelovaného centrálního žilního katétru se preferují vysokoprůtokové katétrů, tj. s průtokem krve více než 350 ml/min při podtlaku v mimotělním okruhu před pumpou do -250 mm Hg. Konkrétní volba katétru se řídí zkušeností dialyzačního střediska, cílem použití katétru a cenovou dostupností.

Mezi výhody použití tunelovaného centrálního žilního katétru s manžetou patří:

- univerzální použitelnost,
- není nutná doba zrání,
- napojování na mimotělní oběh bez transcutánních vpichů,
- nízké náklady (zavedení, výměna).

Nevýhody představují:

- vysoká morbidita (trombóza, infekce),
- stenóza centrálních žil,
- kosmetický dopad,
- dyskomfort,
- nižší doba použitelnosti oproti nativním píštělím a cévním protézám,
- nižší průtok oproti arteriovenózním zkratům.

Při správném zacházení vydrží tento cévní přístup až několik let. Případné infekční komplikace nebo trombózy s uzávěrem katétru lze ve většině případů řešit ambulantně bez nutnosti odstranění katétru. Tunelovaný katétr bývá mezi pacienty oblíben, protože připojování se obejde bez propichování kůže a končetina zůstává

volná. Ovšem pro rizika s ním spojená je dlouhodobě používán jen v jinak neřešitelných případech. [2, 3, 5, 8, 9]

4.3.3. PÉČE O KATÉTRY

Aby byl katétr co nejdéle funkční, je nezbytné provést určitá opatření a dodržovat jistá pravidla při péči o katétr.

Antikoagulační zátka

Ihned po zavedení je nezbytné ošetřit katétr vhodnou antikoagulační zátkou, která brání vysrážení krve uvnitř katétru. Antikoagulační zátka spočívá v naplnění celého objemu katétru antikoagulačním roztokem, který brání vniknutí a následnému vysrážení krve uvnitř katétru, čím zároveň udržuje katétr průchozí a prodlužuje jeho životnost. Množství antikoagulancia, které je zapotřebí k vyplnění celkového objemu raménka katétru, je vždy uvedeno výrobcem na konci každého raménka katétru (cca. 2 ml). V převážné většině se používá heparinová zátka, kdy se celkový objem katétru naplní Heparinem. Základem heparinového antikoagulačního účinku je navázání antitrombinu III, což je hlavní inhibitor koagulační kaskády v plazmě. Dále se někdy používá jako antikoagulační zátka Citra-LockTM, což je 4%, 30% nebo 46,7% roztok citronanu sodného. Mechanismus účinku spočívá v chelataci ionizovaného vápníku na rozpustný komplex. Protože vápník je nezbytnou součástí srážecí kaskády, jeho lokální odstranění citronanem sodným brání aktivaci srážecích faktorů, faktoru X a protrombinu a nakonec tvorbě fibrinu. Kromě toho, že tento preparát zabraňuje koagulaci krve v katétru, zabraňuje oproti Heparinu tvorbě biofilmu, redukuje krvácení a v případě 30% a 46,7% roztoku má také antimikrobiální účinek. Tento účinek je důsledkem vyvázání a odstranění Ca²⁺ iontů v bezprostředním okolí. [2, 3, 11, 12]

Speciální pomůcky

Pro maximalizaci životnosti katétru se pomocí různých speciálních pomůcek předchází komplikacím, zejména infekcím. Mezi takovéto pomůcky patří například TEGO Connector nebo Biopatch.

TEGO Connector (viz obr. 4.5) je speciální konektor s antimikrobiální membránou navržený pro dialyzační katétr, který je trvale našroubován přímo na výstupní raménka katétru místo standardního uzávěru. Přesněji řečeno TEGO Connector vytváří mikrobiologicky a mechanicky uzavřený systém, který chrání katétr před kontaminací. Před dialýzou se přímo na konektor, po desinfekci membrány vhodným desinfekčním prostředkem, napojí hadice od dialyzačního setu bez jakéhokoli rozpojení, a tím se snižuje kontakt s vlastním katétre, respektive s krví. Slouží tedy jako uzávěr a rovněž jako spojka, která má propustnost vyšší než 600 ml/min, což převyšuje potřeby hemodialýzy. Přes tento konektor je možné aplikovat pacientovi i případné medikamenty přímo skrze konektor bez sejmutí samotného konektoru a použití jehly. [13]



Obr. 4.5 *TEGO Connector*

Biopatch, viz obr. 4.6, je antimikrobiální krytí vyrobené z hydrofilní polyuretanové absorpční pěny s obsahem chlorhexidin glukonátu. Pěnový materiál je schopen absorbovat tekutinu až do osminásobku své hmotnosti, přičemž chlorhexidin glukonát brání rozvoji bakteriálního růstu pod krytím a tím i riziku vniknutí infekce do podkoží u tunelovaných centrálních žilních katétrů, které často končí antimikrobiální léčbou a vyjmutím katétru. Chlorhexidin glukonát je antiseptikum s širokospektrým antimikrobiálním a antimykotickým účinkem. [14]



Obr. 4.6 *Biopatch – modré pěnové kolečko okolo katétru*

Manipulace s katétrem

V rámci dalších opatření, která prodlužují životnost katétru, je nezbytné dodržovat při manipulaci s katétrem pravidla asepse a předejít tak možným infekčním komplikacím. Velmi důležité je rovněž pravidelná kontrola okolí katétru (zabarvení kůže, zvýšená teplota, krvácení a jiné známky zánětu) a používání vhodných desinfekčních prostředků (určuje výrobce katétru).

Doporučená péče o katétry:

- dodržení aseptické techniky (mytí rukou před a po kontaktu s cévním přístupem, rukavice, ústenky pro personál i pacienta),
- manipulaci s katétrem provádí pouze vyškolený personál,
- kontrola místa výstupu katétru z podkoží (sledování známky infekce),
- krytí výstupu katétru po každé dialýze,
- minimalizovat dobu, po kterou je vývod katétru odhalen,
- zajistit minimální kontakt s katétrem,
- desinfekce kůže a koncovek katétru, přičemž při výběru desinfekčního roztoku je nutno se řídit doporučením výrobce katétru.

Při nedodržování některých z výše uvedených opatření mohou vznikat komplikace. [2, 3, 9]

Biochemické, resp. hematologické parametry

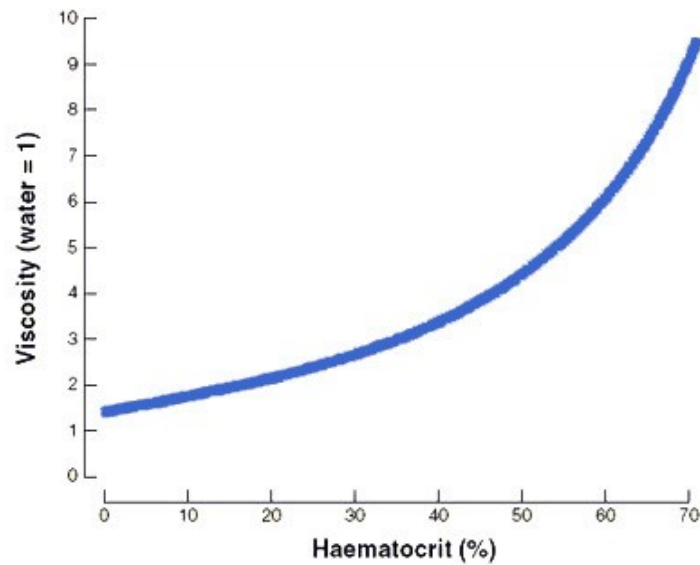
V neposlední řadě je vhodné sledovat i některé biochemické, resp. hematologické parametry, které by mohly predikovat stav nebo riziko ohrožení funkčnosti katétru. V této práci se věnuje pozornost možné prediktivní hodnotě hematokritu a plazmatické hladině D-dimerů.

Hematokrit vyjadřuje objemové zastoupení erytrocytů z celkového objemu krve v procentech. Za fyziologické hodnoty hematokritu u zdravých lidí lze považovat 42 – 52 % u mužů a 37 – 47 % u žen. U dialyzovaných pacientů je vzhledem k poškození ledvin a nedostatku hormonu erythropoetinu hodnota hematokritu o něco nižší, tzn. 30 – 35 %. Hodnoty hematokritu se ovšem u dialyzovaných pacientů mohou pohybovat v rozmezí 20 - 50 %. Vysoké hodnoty hematokritu jsou obecně nevhodné, protože by při nich mohlo docházet k významné změně viskozity krve a tím i k větší náchylnosti srážení krve v katétru a mimotělním oběhu. Viskozitu popisuje Hagenův-Poiseuilleův zákon, který říká, že objemový tok vazké tekutiny při laminárním proudění trubici kruhového průřezu je úměrný tlakovému spádu a čtvrté mocnině poloměru trubice a nepřímo úměrný dynamické vazkosti. Tento zákon je matematicky vyjádřen následujícím vztahem.

$$Q = \frac{\Delta P \pi r^4}{8 \eta l} \quad (12)$$

Kde Q značí průtok tekutiny, ΔP rozdíl tlaků na začátku a na konci cévy, r poloměr průsvitu cévy, l délku cévy a η dynamickou viskozitu proudící kapaliny. V následujícím grafu 4.1 je pro názornost zobrazena závislost mezi hematokritem a viskozitou. [15, 16]

Viscosity versus haematocrit



Source: MacDonald D J F. *Br J Anaesth* 1985; **57**: 904–21.

Graf 4.1 Závislost viskozity na hematokritu

Vyšetření plazmatické hladiny D-dimeru slouží ke spolehlivému vyloučení žilní trombózy nebo plicní embolie v případě, že výsledek je negativní, a přispívá k potvrzení diagnózy uvedených onemocnění v případě, že výsledek je pozitivní. Při degradaci fibrinu ve fibrinovém koagulu se uvolňuje D-dimer, což je fragment fibrinu obsahující spojku mezi jednotlivými fibrinovými vlákny. Tato spojka (cross-link) je charakteristická pouze pro fibrin, nikoli pro fibrinogen. Zvýšená plazmatická hladina D-dimeru je nalézána u pacientů s hlubokou žilní trombózou, akutním infarktem myokardu, akutní plicní embolií, nestabilní angínou pectoris a diseminovanou intravaskulární koagulopatií. Některé studie uvádějí, že u pacientů se zavedeným centrálním žilním katétre se objevuje ve zvýšené míře výskyt žilní trombózy v okolí katétru, která je rovněž spojena se zvýšenou plazmatickou hladinou D-dimerů. Jako negativní nález D-dimeru v plazmě je brána hodnota do 0,5 mg/l. [15, 17]

4.3.4. KOMPLIKACE KATETRIZACE

Komplikace katetrizace můžeme rozdělit na časné a pozdní.

Časné komplikace

Mezi nejčastější časné komplikace patří punkce artérie, která je charakterizovaná pulzující jasně červenou krví s rizikem krvácení do podkoží či vzniku hemothoraxu nebo krvácením do mediastina (hemomediastinum, hemoperikard). V takovém případě je důležitá komprese místa vpichu a monitorace vitálních funkcí (arteriální tlak, pulz) spolu s kontrolou krevního obrazu. Mezi další komplikace patří pneumotorax, který se projeví jako nově vzniklé dechové obtíže pacienta. Důležitou roli při diagnostice zde hraje fyzikální vyšetření a rentgenový snímek plic. Závažnou, ale ne častou komplikací, může být zavedení katétru do a. carotis. Při těchto komplikacích je nutná spolupráce s chirurgickým pracovištěm. Riziko vzniku vzduchové embolie hrozí především dehydratovaným pacientům s negativním žilním tlakem. U těchto pacientů je důležité dodržet Trendelenburgovu polohu po dobu katetrizace.

Pozdní komplikace

Nejčastější pozdní komplikace spojené se zaváděním centrálního žilního katétru jsou infekce, které mohou být lokální nebo celkové. Lokální infekce se projeví zarudnutím, palpační bolestí v oblasti katétru, teplotou a exsudací v okolí místa zavedení. Celková infekce je ovšem mnohem závažnější, kdy se pacientovi musí ihned nasadit antibiotika a ve většině případů je nezbytné permanentní centrální žilní katétr odstranit.

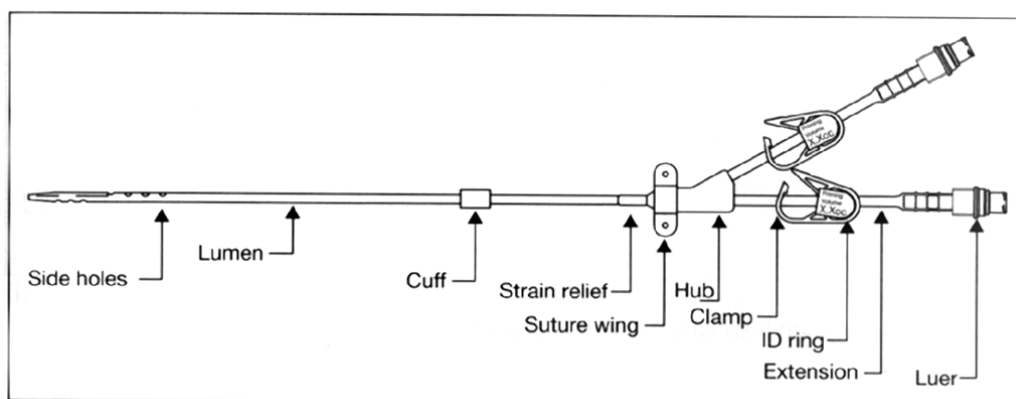
Další častou komplikací je malfunkce katétru, která se projevuje nedostatečným průtokem krve při hemodialýze. Často bývá spojena s nesprávným zavedením nebo umístěním či zalomením katétru v podkoží. Pozdější projevy sníženého průtoku katétre většinou souvisí s trombózou katétru, fibrinovými obaly zevního povrchu, popřípadě trombózou centrální žíly. V těchto případech je často nutno katétr vyměnit.

Někdy se mohou vyskytnout i stenózy centrálního řečiště, přičemž nejčastěji dochází ke stenóze u v. subclavie. Vzhledem k vysokému procentu vzniku pozdních

stenóz a trombóz subklaviálních žil, které jsou následkem katetrizací těchto žil, by měla být katetrizace podklíčkové žíly indikována jen v těch případech, kdy nelze zajistit cévní přístup na horní končetině (tj. pacient není indikován k založení cévní spojky). Klinická manifestace stenózy podklíčkové žíly je obvykle pozdní. V některých případech je třeba tyto komplikace řešit trombektomií eventuelně radiointervenčním výkonem. [2, 3, 4, 9, 10]

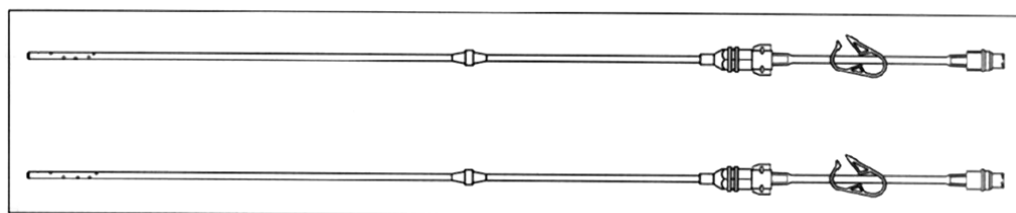
4.3.5. MATERIÁLY A DESIGN KATÉTRŮ

Hemodialyzační katétr je vyráběn z měkkého flexibilního materiálu. Nejčastějším materiálem je silikon a polyuretan. Katétr je tvořen z několika základních částí – lumen (průsvit – jednocestný/ vícecestný), střední část - můstek (hub), zevní část (extension), kuželový spoj (luer, konektor), svorka (clamp) a u permanentních katétrů manžeta (cuff). Mezi další součásti katétru patří boční otvory (side holes), zesílená část (strain relief), fixační křídla (suture wing) a identifikační část (ID ring).



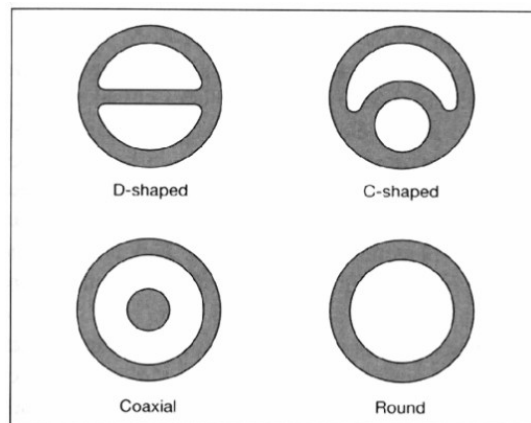
Obr. 4.7 *Permanentní dvoucestný katétr s manžetou*

Dialyzační katétrů mohou být jednak jednocestné, ale i vícecestné (dvou/ třícestné).



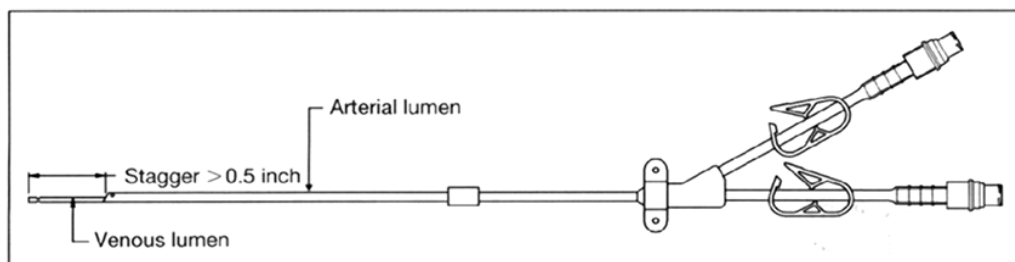
Obr. 4.8 *Jednocestný hemodialyzační katétr*

Průřez katétru může mít různý tvar – kruhovitý, koaxiální, tvar písmene D (D-shaped) nebo C (C-shaped).

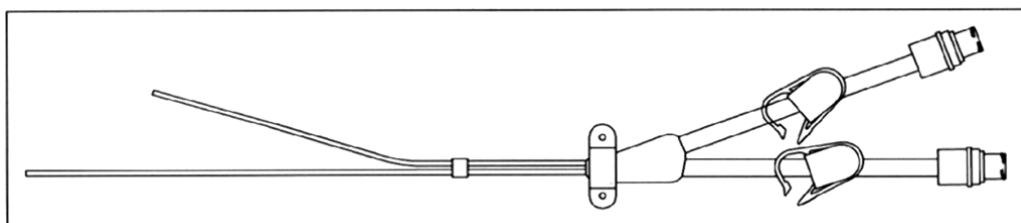


Obr. 4.9 Tvary průřezu katétru

Pro zlepšení účinnosti dialýzy je důležitý design hrotu (špičky) katétru. Nejčastěji se setkáváme s katétre, kde venózní linka je delší než arteriální, tj. hrot venózní linky zasahuje hlouběji do horní duté žíly (staggered tip). Tento fakt minimalizuje recirkulaci při dialýze a tím zvyšuje její účinnost. Vzdálenost konce arteriálního a venózního hrotu je více než 1,27 cm (t.j. půl palce). Tato vzdálenost může být u katétru udávána v palcích (inch = 2,54 cm). U jiných typů katétrů se můžeme setkat se separovanou venózní a arteriální linkou (split tip).

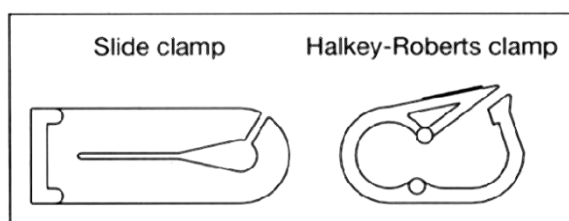


Obr. 4.10 Dialyzační katétre – staggered tip



Obr. 4.11 Hemodialyzační katétre – split tip

U katétrů se můžeme setkat s různým typem fixačních křídel, mohou být stabilní, nepohyblivá (fixed), mohou být samostatnou komponentou katétru (nonrotating), anebo jsou fixována do speciálních drážek katétru (rotating). Kuželový spoj (konektor) bývá barevně odlišný pro arteriální linku (červený) a pro venózní linku (modrý). Nejčastěji jsou vyráběné z nylonu, PVC a polykarbonátu. Stejně barevné odlišení je u svorek. Nejčastěji používané svorky jsou tzv. in-line clamps (Halkey-Roberts TM clamps) a slide-clamps. Slide-clamps se používají hlavně u katétrů s menším průsvitem (nutriční).

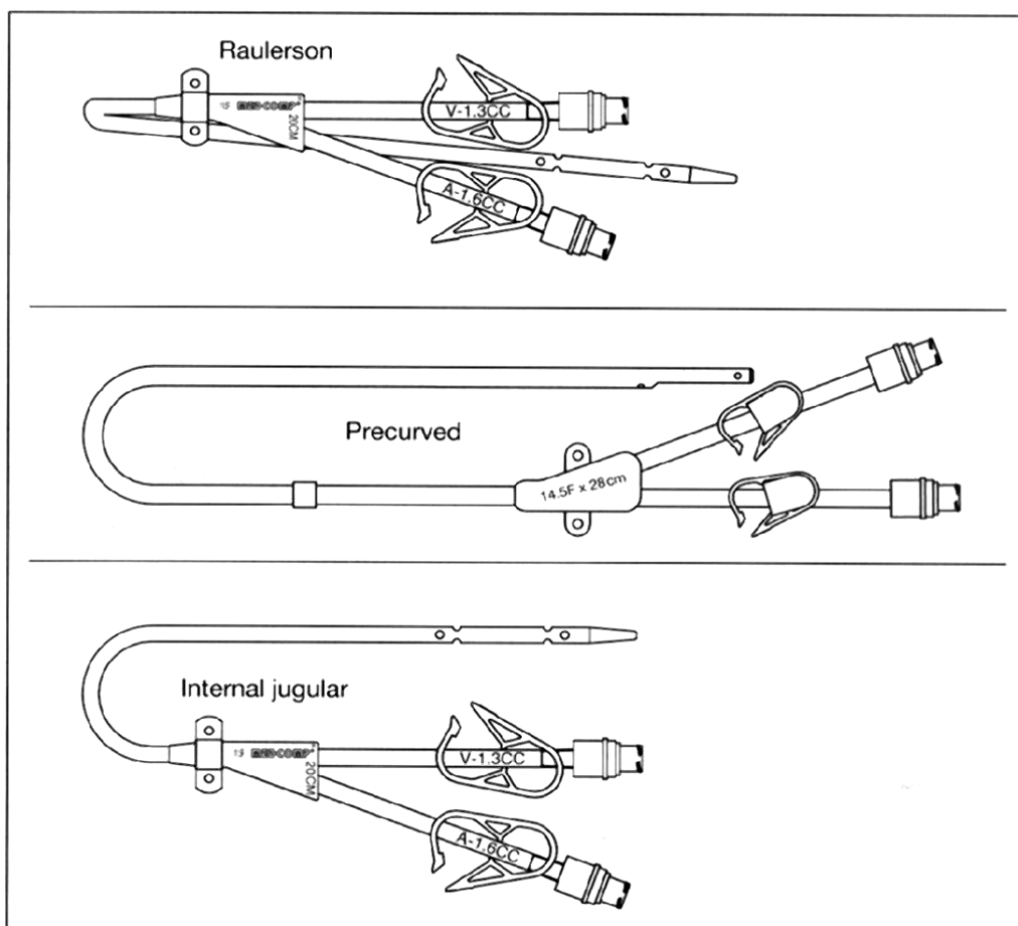


Obr. 4.12 Typy svorek u dialyzačních katétrů

Další důležitou součástí permanentních katétrů je manžeta, která je nejčastěji vyrobena z polyesteru. Její funkcí je stabilizace katétru v podkoží a dále slouží jako ochranná bariéra proti mikroorganismům vzhledem k obrůstání manžety podkožím. Existují i manžety impregnované stříbrem – VitaCuff[®], které mají ještě více posílenou antibakteriální bariéru. Manžeta je lokalizována cca 2,54 cm od střední části (hub).

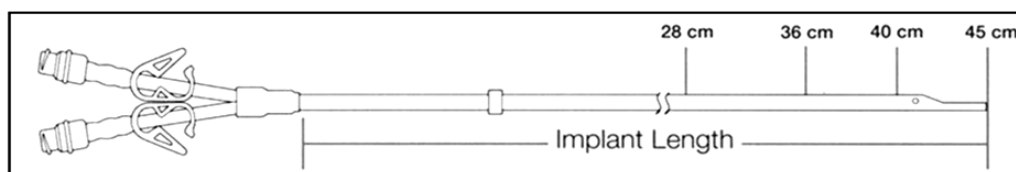
Dále jsou k dispozici katétrů s rovným nebo zahnutým designem, přičemž zahnuté katétrů jsou spojeny s větším komfortem pro pacienta (katétr je lokalizován na přední straně hrudníku a koncovky nezasahují do obličeje pacienta). Na trhu jsou k dispozici 3 typy zahnutých katétrů, viz obr. 4.13:

- 1) Raulerson (ohyb katétru je 180°),
- 2) předzahnutý (ohyb je 180°, jsou to permanentní centrální žilní katétrů, přičemž hrot katétru směřuje k arteriální koncovce),
- 3) vnitřní jugulární (ohyb je 180°, jsou to dočasné centrální žilní katétrů, přičemž hrot katétru je zevně od venózní koncovky).



Obr. 4.13 Technický design katétrů zahnutého tvaru

Délka katétru se udává v centimetrech. Je to vzdálenost od hrotu katétru k fixačním křídílům (suture wings). Tato vzdálenost (cm) je uvedena na střední části katétru (hub).



Obr. 4.14 Katétra – znázornění techniky měření délky katétru

Průsvit katétru, resp. tloušťka katétru, se standardně udává ve speciálních jednotkách „French size“. Jednotka French [Fr] značí zevní obvod katétru v milimetrech [mm] a číslo se, stejně jako u délky, vyznačuje na střední části (můstku) katétru. Pokud bychom chtěli zjistit průměr katétru v milimetrech, vydělíme Frenche hodnotou π (3,14). [2, 3]

5. ODBORNÁ DOPORUČENÍ

V klinické praxi jsou pro maximální zkvalitnění poskytované péče uplatňována lékařská doporučení, která se v lékařství dělí podle specializace. V našem případě jsou zaměřena na onemocnění ledvin. Tato doporučení se s postupem času neustále doplňují a přizpůsobují na základě nových zkušeností, provádění nejrůznějších studií a rozvoje techniky. Pro oblast cévních přístupů pro hemodialýzu jsou nejdůležitějšími dokumenty americká K/DOQI a evropská EBPG doporučení.

5.1. KIDNEY DISEASE OUTCOMES QUALITY INITIATIVE (K/DOQI)

Jedná se o americkou verzi lékařských doporučení se zaměřením na onemocnění ledvin. Vydává je National Kidney Foundation se sídlem v New Yorku. Nadace vznikla roku 1995 a v roce 1997 vydala svá první doporučení, která chtěla změnit tehdejší převahu graftů nad fistulemi v USA, protože medicínské i ekonomické aspekty jednoznačně říkaly, že je výhodnější preferovat fistule nad grafty. Tato doporučení jsou celosvětově známá pod zkratkou K/DOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative). Všechna K/DOQI doporučení (v roce 2009) jsou rozdělena do 2 základních skupin, které se dále rozdělují podle problematiky na dílčí oblasti.

K/DOQI doporučení pro chronická onemocnění ledvin:

- Diabetes and Chronic Kidney Disease Download Guidelines
- Anemia in Chronic Kidney Disease Download Guidelines
- Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification
- Bone Metabolism and Disease in Chronic Kidney Disease
- Bone Metabolism and Disease in Children with Chronic Kidney Disease
- Hypertension and Antihypertensive Agents in Chronic Kidney Disease
- Managing Dyslipidemia in Chronic Kidney Disease

K/DOQI doporučení pro dialyzační péči

- Hemodialysis Adequacy
- Peritoneal Dialysis Adequacy
- Vascular Access
- Nutrition in Children with CKD
- Hypertension and Antihypertensive Agents in Chronic Kidney Disease
- Cardiovascular Disease in Dialysis Patients

National Kidney Foundation neopomíjejí žádnou stránku této specializace a důkladně rozpracovávají každou oblast léčby chronického onemocnění ledvin. Problematice cévních přístupů se věnuje Clinical Practice Guidelines for Vascular Access.

Clinical Practice Guidelines for Vascular Access, Updates 2006

Jedná se o aktualizované směrnice pro cévní přístup, které vypracovala pracovní skupina vedená Anatolem Besarabem z Detroitu a Jackem Workem z Atlanty. Směrnice jsou rozděleny do tří částí. V první části jsou uvedeny vlastní směrnice, v nichž jsou formulovány postupy, jejichž správnost je podložena důkazy. Druhá část obsahuje doporučení pro klinickou praxi, kde jsou uvedena konsensuální stanoviska expertního týmu. Tato doporučení pro klinickou praxi ovšem nejsou podložena důkazy. A v třetí části jsou uvedena doporučení pro další výzkum v uvedené problematice. Cílem těchto směrnic je zlepšit přežívání a kvalitu života nemocných, snížit nemocnost a zvýšit účinnost péče. Dále mají podpořit přednostní volbu fistulí před cévními protézami (v ČR je jasná převaha fistulí) a zajistit včasné zjištění a řešení dysfunkce cévního přístupu před vznikem trombózy.

V klinické praxi jsou uplatňovány směrnice, které byly aktualizovány v roce 2006 a týkají se následujících oblastí problematiky cévních přístupů:

- příprava nemocného pro trvalý cévní přístup (Guideline 1),
- volba typu a místa cévního přístupu pro hemodialýzu (Guideline 2),
- kanylace AVF, AVG a použití CŽK (Guideline 3),
- zjišťování poruch funkce cévního přístupu (Guideline 4),
- léčba komplikací AVF (Guideline 5),
- léčba komplikací AVG (Guideline 6),

- prevence a léčba komplikací CŽK a portů (Guideline 7),
- klinické cíle (Guideline 8).

V doporučeních jsou zahrnuty všechny používané cévní přístupy, aby byly široce použitelné. Tato práce se dotýká čtyř z osmi výše uvedených doporučení a to doporučení čísla 2, 3, 7 a 8. Vzhledem k zaměření práce se popis uvedených směrnic soustředí pouze na centrální žilní katétr, přestože obsahují informace i o ostatních cévních přístupech.

Volba typu a místa cévního přístupu pro hemodialýzu (Guideline 2)

Cévní přístup je preferován v následujícím pořadí: arteriovenózní fistule, arteriovenózní graft a centrální žilní katétr. V případě, že jsou všechny možnosti vyčerpány nebo nebyl dostatek času pro vytvoření jiného přístupu, se zavádí centrální žilní katétr. Krátkodobé centrální žilní katétr by měly být použity pro akutní dialýzu pouze na omezenou dobu u hospitalizovaných nemocných a femorální katétr pouze u nemocných ležících na lůžku. Dlouhodobé centrální žilní katétr by měly být užity ve spojení s plánem na trvalý cévní přístup. Preferovány jsou katétr umožňující vysoký krevní průtok, tzn. průtok vyšší než 350 ml/min při podtlaku v mimotělním okruhu před pumpou do -250 mm Hg. Volba typu katétru se řídí místní zkušeností, cílem použití a cenou. Dlouhodobé centrální žilní katétr by neměly být na stejné straně, na které je již založena arteriovenózní fistule nebo graft. ***Upřednostňovaným místem pro založení dlouhodobého tunelovaného centrálního žilního katétru s manžetou nebo katérového portu je pravá vnitřní jugulární žíla. Další možností je pravá zevní jugulární žíla, levá vnitřní a zevní jugulární žíla, podklíčkové žíly, femorální žíly, translumbální a transhepatální přístup do dolní duté žíly.*** Podklíčkový přístup by měl být použit pouze, není-li k dispozici cévní přístup na horních končetinách a na hrudní stěně. Zavádění centrálního žilního katétru by se mělo provádět pod ultrazvukovou kontrolou, protože se tím významně snižuje četnost komplikací. Umístění hrotu katétru by se mělo ověřit radiologicky. U dlouhodobých centrálních žilních katétrů by měl být konec až v pravé síni, aby byl zajištěn optimální krevní průtok. Krátkodobé centrální žilní katétr (netunelované, bez manžety) by měly mít konec v horní duté žíle a použití těchto katétrů by se mělo omezit pouze na hospitalizované pacienty. Doba zavedení by neměla být delší než 1 týden a u femorálních katétrů by neměla přesáhnout 5 dní. Při užití krátkodobých katétrů déle než 1 týden roste exponenciálně výskyt infekcí spojených s katétre. Důvod rozdílného zavedení hrotu mezi dlouhodobým a krátkodobým katétre není uveden.

Kanylace AVF, AVG a použití CŽK (Guideline 3)

Se všemi cévními přístupy je nezbytné pracovat aseptickou technikou. Před otevřením katétru prohlédne zkušený pracovník, zda v místě výstupu katétru není infekce. Průsvitné nebo gázové krytí výstupu katétru se obnovuje každou dialýzu. Je nutné zdůraznit nezbytnost mytí rukou před a po každém kontaktu s cévním přístupem u každého jednotlivého pacienta. Při manipulaci s katétreem je nezbytné použití ústenky pro nemocného i personál, protože spousta pacientů i personálu mají přítomny v dutině ústní patologické bakterie typu stafylokoků a streptokoků, které mohou vyvolat u takového pacienta závažnou infekci vedoucí k vyjmutí katétru a znemožnění provedení dialýzy. Personál dále používá vždy čisté rukavice a vhodný desinfekční roztok při napojení i odpojení od dialyzačního okruhu a při převazu výstupu katétru.

Prevence a léčba komplikací CŽK a portů (Guideline 7)

Všechny komplikace spojené s katétreem by měly být důkladně vyšetřeny. ***Dysfunkční centrální žilní katétr je takový, který nedává při dialýze průtok alespoň 300 ml/min při arteriálním tlaku pod -250 mm Hg.*** Výjimkou mohou ovšem být dětské centrální žilní katetry nebo malé katetry pro dospělé, které nejsou navrženy pro krevní průtok nad 300 ml/min a tudíž lze u nich předpokládat průtok o něco menší. K řešení problémů dysfunkčních centrálních žilních katétrů se používá repozice špatně uloženého katétru, trombolýza s aplikací infúze trombolytika nebo trombolytické zátky a v nejhorším případě výměna katétru. Pokud dojde k výskytu infekce spojené s katétreem, odvíjí se následná léčba od typu a rozsahu infekce. Všechny infekce sdružené s centrálním žilním katétreem, s výjimkou infekce výstupu, by měly být léčeny parenterálními antibiotiky volenými podle typu mikroorganismu, na nějž je podezření. Definitivní antibiotikum je určeno až podle izolovaného agens. Takovéto centrální žilní katetry by měly být vyměněny co nejdříve, ve většině případů do 72 hodin od zahájení antibiotické léčby. Před výměnou katétru není vyžadována negativní hemokultura.

V doporučení se uvádí, že i při kvalitní péči funguje po roce od založení méně než 50 % centrálních žilních katétrů a přibližně 1/3 katétrů je vyjmuta, protože již nejsou schopny zajistit dostatečný krevní průtok. Nejčastějšími komplikacemi jsou trombóza a infekce. Podávání antikoagulačních léků nepředěje trombóze katétru. Dává-li katétr dvě dialýzy po sobě průtok menší než 300 ml/min, je doporučeno aplikovat po dialýze trombolytickou zátku a ponechat ji do další dialýzy.

Klinické cíle (Guideline 8)

Každé dialyzační pracoviště by si mělo založit databázi a systém soustavného zlepšování kvality, sledování četnosti zakládání jednotlivých typů cévních přístupů a četnosti komplikací. Pro trvalý cévní přístup k dialýze je snahou prevalence založených funkčních arteriovenózních fistulí u více než 65 % nemocných. ***Použití centrálních žilních katétrů s manžetou jako trvalý přístup k dialýze by nemělo přesáhnout 10 % ze zavedených přístupů. Selhání nově založeného tunelovaného centrálního žilního katétru charakterizované dosažitelných krevním průtokem nižším než 300 ml/min by nemělo být větší než 5 % z celkového počtu zavedených katétrů. Výskyt infekce, sdružené s tunelovaným centrálním žilním katétrem, by neměl převyšovat 10 % po 3 měsících a 50 % po roce od data zavedení. Kumulativní incidence komplikací při zavádění centrálních žilních katétrů by neměla překročit 1 %.*** Mezi tyto komplikace se řadí pneumothorax vyžadující hrudní drenáž, symptomatická vzduchová embolie, hemothorax, hemomediastinum nebo hematom vyžadující evakuaci.

Aktualizované směrnice K/DOQI pro cévní přístup komplexně formulují metody a doporučení, jak zlepšit výsledky práce s cévními přístupy pro dialýzu. Co by každé pracoviště mělo udělat, aby postupovalo podle současných poznatků, shrnuje několik následujících bodů.

1. Vytvoření týmu pro cévní přístup (vascular access team), který pracuje s cévními přístupy, sleduje a vyhodnocuje výsledky léčby a četnost komplikací.
2. Zlepšování dovedností personálu ve fyzikálním vyšetřování, kanyláčnické technice a aseptice.
3. Prosazování arteriovenózní fistule jako cévního přístupu volby včasným podchycením a edukací nemocných, ochranou žil, vyšetřením příslušných cév duplexní sonografií.
4. Periodické monitorování cévního přístupu, včasná diagnostika stenóz a odeslání k perkutánní transluminální angioplastice či chirurgické revizi před vznikem trombózy a sledování efektu intervence.
5. Zlepšení péče o centrální žilní katétr.

[18, 19, 20]

5.2. EUROPEAN BEST PRACTICE GUIDELINES (EBPG)

Stejně tak jako v Americe existují podobná doporučení i v Evropě. Tato doporučení vydává ERA - EDTA (European Renal Association – European Dialysis and Transplant Association), jejíž cílem je podpora a rozvoj pokroku v oblasti nefrologie, dialýzy a transplantace ledvin. Společnost byla založena roku 1964 a v současné době má již více než 5700 členů. Všechna doporučení, známa jako EBPG (European Best Practice Guidelines), jsou rozdělena do 4 základních skupin, které se dále člení podle obsáhlosti problematiky na dílčí oblasti.

- Evropská doporučení pro anémie u pacientů s chronickým selháním ledvin
- Evropská doporučení pro hemodialýzu
- Evropská doporučení pro peritoneální hemodialýzu
- Evropská doporučení pro transplantace ledvin

Ani tato společnost neopomíjí žádné stránky spojené s chronickým renálním selháním. Problematika cévních přístupů pro hemodialýzu spadá do skupiny evropských doporučení pro hemodialýzu.

EBPG on Vascular Access

Tento souhrn doporučení byl naposledy aktualizován roku 2007 a obsahuje následující části týkající se oblasti cévního přístupu:

- zhodnocení pacienta před založením cévního přístupu s dostatečným předstihem pro plánování a zrání fistule nebo graftu před nutnou dialýzou (Guideline 1),
- předoperační vyšetření a jejich zhodnocení (Guideline 2),
- strategie pro vytvoření cévního přístupu (Guideline 3),
- role zdravotních sester a pracovníků v péči o cévní přístup (Guideline 4),
- sledování cévního přístupu (Guideline 5),
- diagnostika stenózy u AV fistule nebo graftu (Guideline 6),
- léčba stenózy a trombózy u AV fistule nebo graftu (Guideline 7),
- diagnostika a léčba stenózy centrální žíly (Guideline 8),
- diagnostika a léčba ischemie způsobené cévním přístupem (Guideline 9),
- centrální žilní přístup (Guideline 10),

- komplikace centrálního žilního přístupu (Guideline 11),
- infekce centrálního žilního přístupu (Guideline 12).

I v evropských doporučeních jsou zahrnuty všechny používané cévní přístupy. Oproti americkým směrnicím neobsahují evropská doporučení žádné konkrétní hodnoty průtoku a arteriálního tlaku, podle kterého je možno hodnotit správně zavedený katétr, proto se jimi blíže nezabýváme. [21, 22, 23]

6. HODNOCENÍ KATETRIZAČNÍHO PROGRAMU HEMODIALYZAČNÍHO STŘEDISKA

V hemodialyzačním centru Interního oddělení Strahov, Všeobecné fakultní nemocnice v Praze se již od března roku 2006 sbírají data o katétrech, které slouží jako náhradní nebo dočasné řešení cévního přístupu, než bude pacientovi založen nativní arteriovenózní zkrat nebo graft. V některých případech se ovšem vzhledem ke zdravotnímu stavu pacienta jedná dokonce o trvalý cévní přístup. Získaná data o katétrech se zaznamenávala do vytvořeného protokolu (viz příloha č. 1), který obsahuje základní informace o pacientovi a dále data o průtoku krve katétrech a arteriálním (v mimotělním oběhu před pumpou) i venózním (ve venózním váčku) tlaku. Všechna data se následně vyhodnotila.

6.1. STÁVAJÍCÍ METODA MĚŘENÍ FUNKČNOSTI

První hemodialýza po zavedení katétru se provádí v režimu těsné heparinizace a současně se měří krevní průtok a tlaky v mimotělním oběhu. Měření průtoku krve se provádí jak pomocí termodilučního modulu BTM (u hemodialyzačních přístrojů Fresenius), tak pomocí přístroje Transonic HD01 Plus (Transonic Systems, USA, doppler-based), což je přístroj využívající k měření průtoku ultrazvuk. Tento přístroj je používán i k měření hodnot recirkulace při normálním a invertovaném napojení. Princip měření recirkulace byl vysvětlen výše (viz kapitola 3.3.3., metoda ultrazvukové diluce). Tlaky v mimotělním oběhu se měří opět pomocí hemodialyzačního přístroje Fresenius 4008/5008 nebo Gambro AK100/200. Získané hodnoty se zaznamenají do protokolu a poté se hromadně vyhodnotí. Dále se krevní průtok katétrech monitoruje v pravidelných dvouměsíčních intervalech a vždy před plánovaným vyjmutím katétru.

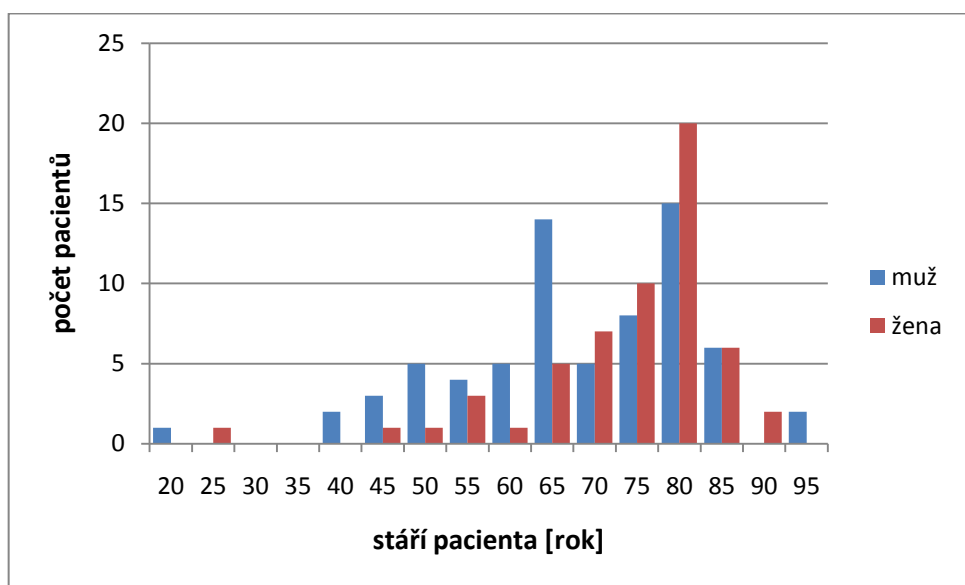
6.2. CHARAKTERISTIKA A POČTY KATETRIZOVANÝCH PACIENTŮ

Vyhodnocovaná data byla získána v období od března roku 2006 do května roku 2009. Do vyhodnocování katetrizačního programu bylo zahrnuto celkem 134 katétrů zavedených 127 pacientům. Nepoměr mezi počtem pacientů a počtem katétrů je dán skutečností, že někteří pacienti měli v průběhu sledování zavedeno více katétrů kvůli některé z komplikací katetrizace. Průměrný věk pacientů s tímto typem cévního přístupu je přibližně 69 let, přičemž věkové rozmezí se pohybuje od 19 do 93 let.

pohlaví	počet	medián	průměrný věk	věkové rozmezí
muž	70	67	66	19 - 93
žena	57	75	72	25 - 89
celkem	127	72	69	19 - 93

Tab. 6.1 *Přehled o pacientech*

Podrobnější přehled o věkovém rozdělení pacientů a pohlaví je znázorněn v následujícím grafu (Graf 6.1).



Graf 6.1 *Věkové zastoupení pacientů*

6.3. TYPY KATÉTRŮ POUŽITÝCH VE VYHODNOCOVANÉ SKUPINĚ

Na zadávajícím pracovišti (Interní oddělení Strahov, 1. LF UK a VFN Praha) se od roku 1993 do konce roku 2008 zavedlo celkem 665 tunelovaných centrálních žilních katétrů s manžetou, převážně do pravé vnitřní jugulární žíly. Nejčastější důvody k zavedení katétru jsou překlenutí doby zrání arteriovenózní spojky, vyčerpání ostatních možných cévních přístupů, postižení periferního žilního systému jako následky diabetu a těžké formy srdečního selhání. Tunelovaný centrální žilní katétr je také indikován u pacientů s renálním selháním, u kterých je prognóza zlepšení zdravotního stavu mizivá. Jako nejčastější komplikace spojená s katetrizací bývá punkce arterie a jako závažnější pneumothorax a hemothorax, které se ale vyskytují velmi sporadicky.

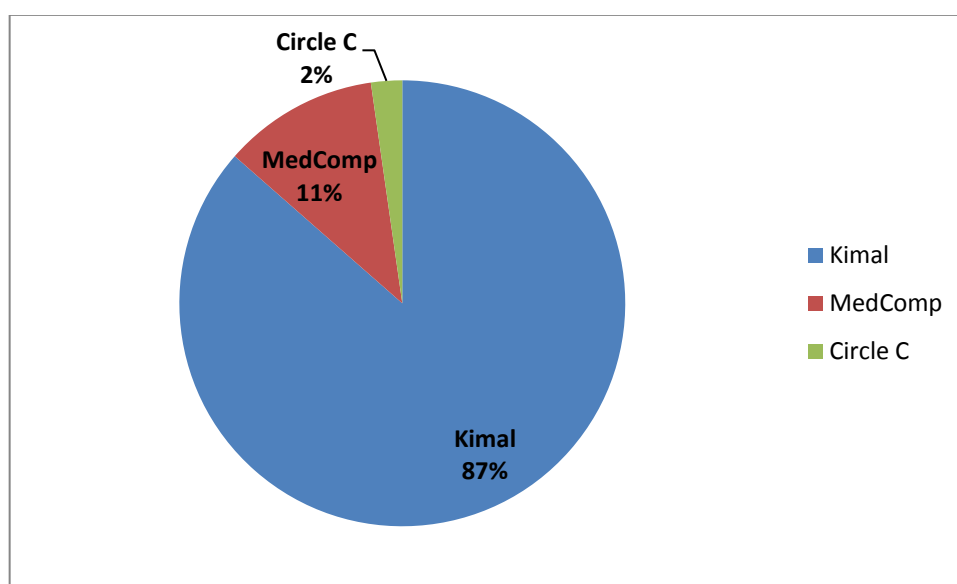
Pro zajištění cévního přístupu se nejčastěji používají dvoucestné katétry z měkkého silikonu opatřené dakronovou manžetou. V hodnocené skupině se zavedlo

celkem 134 katétrů, z nichž více jak 80 % do vnitřní jugulární žíly. Nejčastěji se používal katétr KIMAL 14,5 Fr x 24 cm, méně často MedComp a Circle C. Přehled počtu použitých katétrů v závislosti na typu je uveden v tabulce 6.2.

katétr	průřez	muž	žena	celkem
Circle C 13,5Fr x 19cm	⊙	0	2	2
Circle C 13,5Fr x 28cm	⊙	0	1	1
Kimal 11,5Fr x 20cm	⊙	1	0	1
Kimal 12,5Fr x 28cm	⊙	3	3	6
Kimal 14,5Fr x 24cm	⊙	27	34	61
Kimal 14,5Fr x 28cm	⊙	26	12	38
Kimal 14,5Fr x 32cm	⊙	8	1	9
Medcomp 11,5Fr x 20cm	⊙	1	0	1
Medcomp 12,5Fr x 28cm	⊙	1	3	4
Medcomp 12,5Fr x 32cm	⊙	1	2	3
Medcomp 14,5Fr x 24cm	⊙	2	2	4
Medcomp 14,5Fr x 28cm	⊙	1	0	1
Medcomp 14,5Fr x 32cm	⊙	1	1	2
neznámý		0	1	1
celkem katétrů		72	62	134

Tab. 6.2 Četnost použitých typů katétrů

Nejvíce požívaná délka katétru byla 24 cm, méně často 28 cm a 32 cm. Nejčastěji použitý průměr katétru byl 14,5 Fr, méně často 12,5 Fr, v závislosti na tělesné konstituci pacienta. Procentuální zastoupení typů katétrů je znázorněno v následujícím grafu 6.2.



Graf 6.2 Zastoupení jednotlivých typů katétrů

6.4. MÍSTO ZAVEDENÍ CENTRÁLNÍHO ŽILNÍHO KATÉTRU

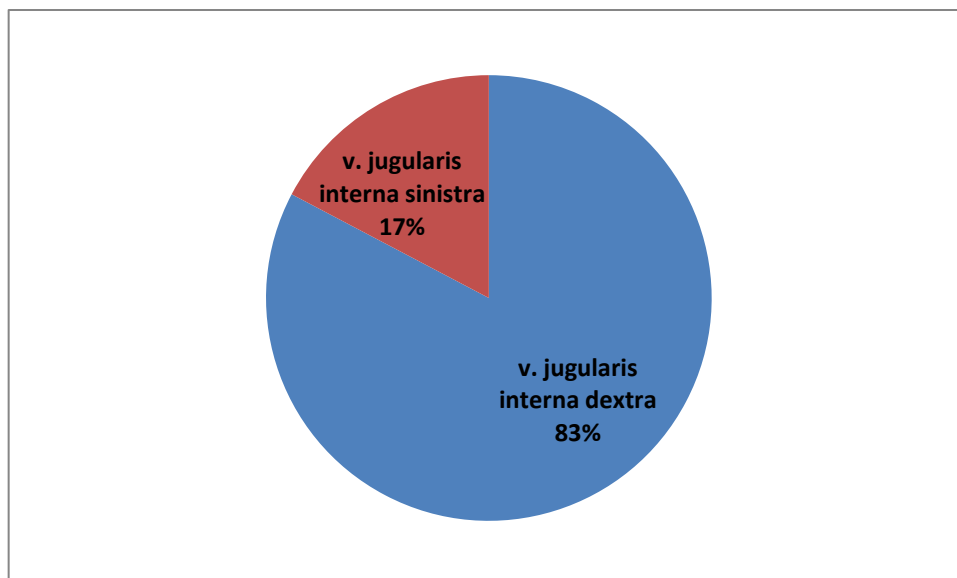
Centrální žilní katétr by se měl zavádět pouze v případě, pokud jsou všechny ostatní možnosti vyčerpány nebo nebyl dostatek času pro vytvoření jiného cévního přístupu pro dialýzu. Podle K/DOQI z roku 2006 by se mělo upřednostňovat zavedení permanentního centrálního žilního katétru s manžetou do pravé vnitřní jugulární žíly. Další možností je pravá zevní jugulární žíla, levá vnitřní a zevní jugulární žíla, podklíčkové žíly, femorální žíly, translumbální a transhepatální přístup do dolní duté žíly. Podklíčkový přístup by měl být použit pouze tehdy, pokud není k dispozici cévní přístup na horních končetinách a na hrudní stěně.

V této části se vyhodnocoval počet permanentních centrálních žilních katétrů zavedených do jednotlivých cév. Celkově bylo k dispozici 134 katétrů, ale u jednoho katétru se nepodařilo dohledat místo zavedení, a proto byl z vyhodnocení vyloučen. V následující tabulce 6.3 je uveden přehled počtu katétrů zavedených do jednotlivých cév.

žíla	muž	žena	celkem
v. jugularis interna dextra	61	49	110
v. jugularis interna sinistra	11	12	23
celkem	72	61	133

Tab. 6.3: *Počet katétrů zavedených do jednotlivých cév*

Již z tabulky je patrné, že do pravé vnitřní jugulární žíly je zavedena převážná většina katétrů a to jak u mužů, tak u žen. Pro lepší přehlednost je v následujícím grafu 6.3 zobrazeno procentuální zastoupení katétrů v závislosti na místě zavedení.



Graf 6.3 Procentuální zastoupení katétrů v závislosti na místě zavedení

Z grafu je již na první pohled patrné, že 83 % katétrů bylo zavedeno cestou pravé vnitřní jugulární žíly a 17 % katétrů cestou levé vnitřní jugulární žíly. Z toho vyplývá, že dialyzační středisko se snaží upřednostňovat cévy dle doporučení K/DOQI z roku 2006, podle kterých by se měla pro zavedení permanentního centrálního žilního katétru upřednostňovat především pravá vnitřní jugulární žíla. Levá vnitřní jugulární žíla patří též mezi vhodné cévy pro zavedení katétru.

6.5. HODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI KATETRIZACE PODLE K/DOQI, RESP. EBPG

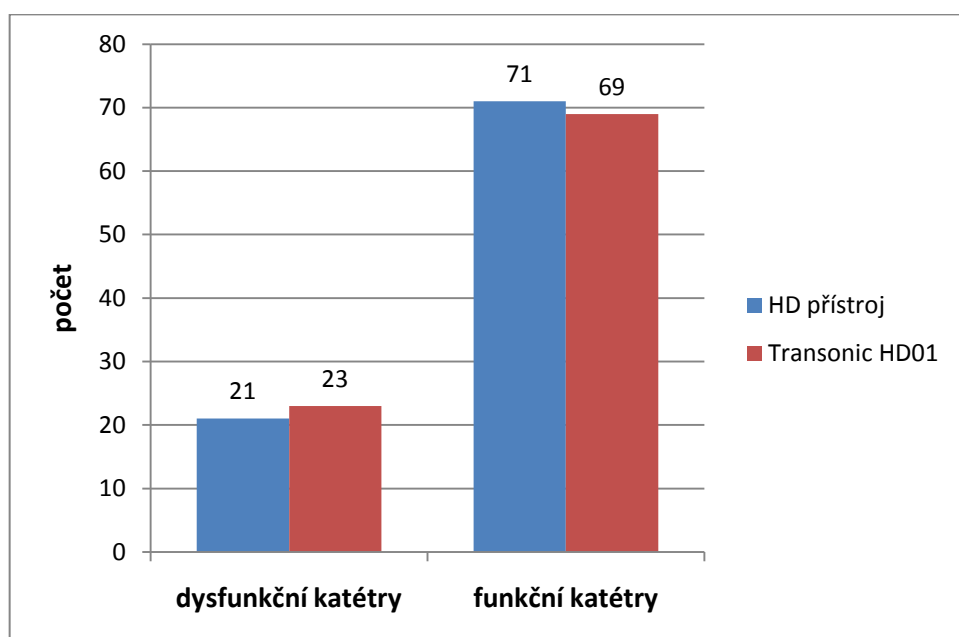
Úspěšnost katetrizačního programu byla posuzována pouze na základě rozšířených doporučení K/DOQI z roku 2006, protože EBPG dokument neudává pro hodnocení úspěšnosti katetrizace konkrétní hodnoty průtoku katétrem. V těchto doporučeních se jako dysfunkční katétr označuje katétr, který není schopen dosáhnout a udržet krevní průtok alespoň 300 ml/min při arteriálním tlaku do -250 mm Hg. Dále je v nich uvedeno, že selhání primárně založených tunelovaných centrálních žilních katétrů by nemělo přesáhnout 5 % z celkového počtu zavedených katétrů.

V této části práce se ověřoval skutečný krevní průtok tunelovaným centrálním žilním katétrem s manžetou při první hemodialýze po zavedení katétru. Vzhledem k tomu, že datum zavedení katétru nemusí znamenat datum první hemodialýzy, byly do vyhodnocení zahrnuty všechny katétrů, u kterých se zaznamenalo měření průtoku krve katétrem do 3. dne od data zavedení. Zbylé katétrů, u kterých se první měření průtoku

provedlo později, již nebyly do vyhodnocení zahrnuty, kvůli možnému zkreslení výsledku katétry, které již mohly během této doby ztratit svou funkčnost, přestože byly po zavedení funkční. Navíc by se již nejednalo o první hemodialýzu po zavedení katétru. Celkově se tedy hodnotilo 92 ze 134 katétrů. Zbýlých 42 nehodnocených katétrů se vyřadilo kvůli nesplnění časového limitu změření hodnot nebo z důvodu absence modulu pro měření arteriálního tlaku (některé přístroje Gambro AK100 ho nemají). Všechna hodnocená data byla získána při normálním napojení katétru. Někdy ovšem nebyly změřeny hodnoty tlaků pro krevní průtok 300 ml/min, tudíž se musel dopočítat podle níže uvedeného vztahu 13. Při výpočtu arteriálního tlaku pro tento referenční průtok (PA_{300}) se předpokládala lineární závislost mezi tlaky a průtoky katétre.

$$PA_{300} = \frac{300 * PA}{QB} \quad (13)$$

PA značí arteriální tlak změřený při nižším nebo vyšším průtoku QB. Jelikož doporučení K/DOQI neuvádějí konkrétní metodu měření krevního průtoku, hodnotila se úspěšnost katetrizace jednak podle hodnot průtoku udávaných hemodialyzačním přístrojem (HD přístroj) a také podle hodnot získaných přístrojem Transonic HD01 Plus, který by měl být přesnější. Přehled počtu katétrů, které splňují nebo nesplňují stanovené hodnoty funkčního katétru při první hemodialýze po zavedení, je znázorněn v následujícím grafu 6.4.



Graf 6.4 Úspěšnost katetrizace

Při hodnocení úspěšnosti katetrizace podle K/DOQI, ve kterých se jako dysfunkční katétr označuje katétr, který není schopen dosáhnout a udržet krevní průtok alespoň 300 ml/min při arteriální tlaku do -250 mm Hg, bylo zjištěno, že při první hemodialýze po zavedení katétru dosahuje vyššího průtoku podle hodnot efektivního průtoku krve mimotělním oběhem indikované hemodialyzačním přístrojem 71 z 92 katétrů, což je 77,2 % a podle hodnot průtoku udávaných přístrojem Transonic HD01 Plus 69 z 92 katétrů, což je 75 %. Nižší hodnota úspěšnosti katetrizace při použití hodnot průtoků naměřených přístrojem Transonic HD01 Plus je pravděpodobně způsobená vyšší přesností měření průtoku tohoto přístroje a nadhodnocováním krevního průtoku hemodialyzačním přístrojem. Jak již výsledky naznačují, při první hemodialýze je cca 25 % primárně založených tunelovaných centrálních žilních katétrů dysfunkčních, což je asi 5 krát více, než by podle K/DOQI mělo být.

6.6. HODNOCENÍ ŽIVOTNOSTI TUNELOVANÝCH CENTRÁLNÍCH ŽILNÍCH KATÉTRŮ

Životností katétru se myslí časový interval od zavedení až po vyjmutí katétru, během kterého byl katétr funkční. Jeho funkčnost může být nejčastěji ohrožena nízkým průtokem s následnou trombózou nebo infekcí. Podle K/DOQI z roku 2006 by výskyt infekce, sdružené s tunelovaným centrálním žilním katétrem, neměl převyšovat 10 % po 3 měsících a 50 % po roce od data zavedení. Dále podle K/DOQI z roku 2006 i při dobrém katetrizačním programu zůstává funkčních po 12 měsících od data zavedení méně než 50 % centrálních žilních katétrů a přibližně 1/3 katétrů je vyjmuta, protože již nejsou schopny zajistit dostatečný krevní průtok.

6.6.1. CELKOVÉ HODNOCENÍ ŽIVOTNOSTI KATÉTRŮ

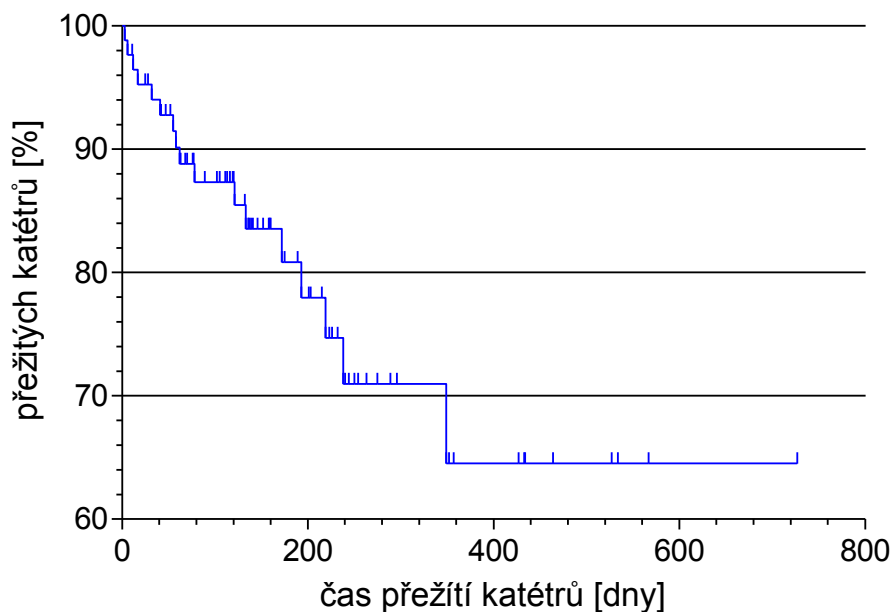
V této části se hodnotilo zachování funkčnosti v čase u 85 ze 134 sledovaných tunelovaných centrálních žilních katétrů. Mezi 49 zbylých nevyhodnocovaných katétrů patřily katetry, které se na dialyzačním středisku Strahov pouze zavedly, ale poté pacienti odešli na své domovské středisko a tudíž o nich nejsou k dispozici žádné údaje potřebné k vyhodnocení životnosti katétru. Přežívání katétrů se hodnotilo podle metody Kaplan-Meiera. Životnost katétru se hodnotila vždy od data zavedení po datum vyjmutí. To znamená, že i když katétr už nějaký čas nezajišťoval průtok

podle stanovených hodnot K/DOQI, ale pacient ho měl stále zavedený, tudíž se na něm stále prováděla hemodialýza, tak se katétr hodnotil jako funkční. Pro nedostatek měření v čase nebylo totiž možné s přijatelnou přesností určit, kdy katétr přestal splňovat požadavky K/DOQI, aby se již mohl hodnotit jako nefunkční. Jako důvod zániku se proto bral důvod uvedený v lékařské zprávě. Ze všech 85 vyhodnocovaných katétrů jich 17 během sledování zaniklo a 68 jich bylo cenzurováno. Mezi zaniklé katétrů patřily katétrů s infekcí, nedostatečným průtokem, trombotizovaný katétr a katétr způsobující otok pravé horní končetiny. Jako cenzurované katétrů se hodnotily: exitus s funkčním katétrem, pokračuje s aktuálním funkčním katétrem (stav, kdy pacient k datu ukončení vyhodnocovaného období pokračuje s aktuálním funkčním katétrem), přechod na arteriovenózní fistuli, transplantace ledviny, restituce renálních funkcí a přechod na peritoneální dialýzu (CAPD) s extrakcí funkčního katétrem. Četnost zastoupení jmenovaných případů je uvedena v tabulce 6.4.

Zaniklé katétrů	infekce	9
	nízký průtok	6
	trombóza	1
	otok horní končetiny	1
Cenzurované katétrů	exitus s funkčním katétrem	21
	pokračuje s aktuálním katétrem	11
	přechod na AVF	28
	transplantace ledviny	3
	restituce renálních funkcí	1
	přechod na CAPD	4

Tab. 6.4 *Počet zaniklých a cenzurovaných katétrů*

V následujícím grafu 6.5 je podle metody Kaplan-Meiera znázorněno procentuální přežívání katétrů v závislosti na čase.



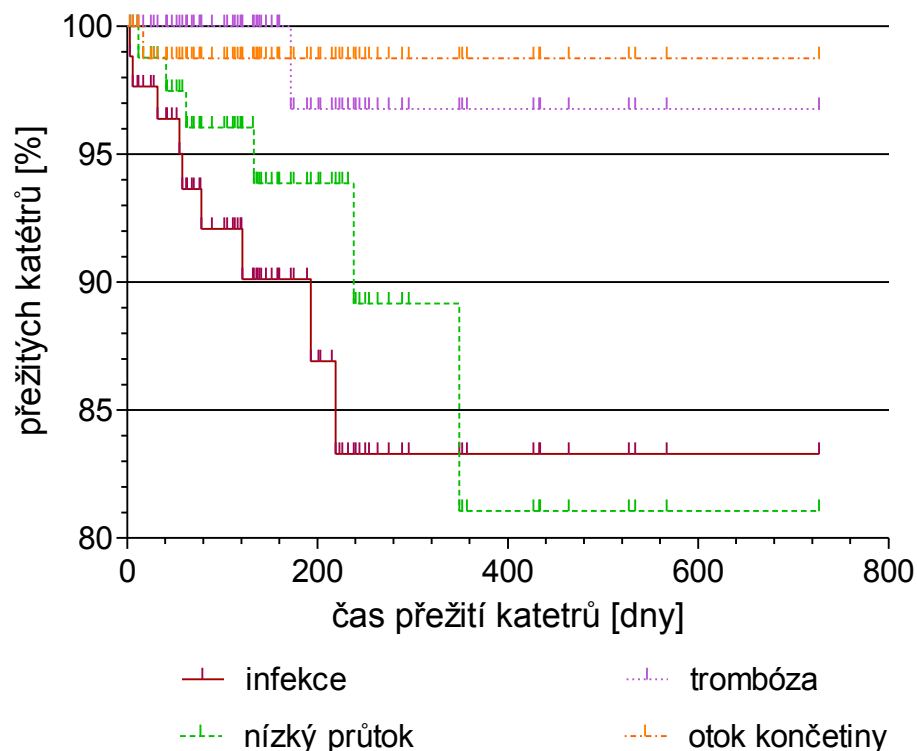
Graf 6.5 Přežívání katétrů (Kaplan-Meier)

Cenzurovaná data značí v grafu svislé přeškrtnutí modré křivky, zatímco úmrtí katétru je v grafu znázorněno jako skok křivky. Čím více bylo zaznamenáno úmrtí katétrů v daném čase, tím větší je skok křivky. Z grafického znázornění pomocí metody Kaplan-Meiera je tedy zřejmé, že na dialyzačním středisku Strahov při souhrnném hodnocení přežívá 64,5 % katétrů více jak 365 dní. To znamená, že z tohoto pohledu toto pracoviště splňuje podle K/DOQI z roku 2006 podmínky dobrého katetrizačního programu, dokonce s cca s 15% rezervou.

6.6.2. HODNOCENÍ ŽIVOTNOSTI KATÉTRŮ PODLE PŘÍČINY ÚMRTÍ

Pro lepší přehlednost bylo provedeno vyhodnocení přežívání katétrů i podle jednotlivých příčin úmrtí katétru (Graf 6.6). Na první pohled je v grafu vidět, že největším rizikem pro přežívání katétrů jsou infekce a snížený průtok nedostačující k provedení hemodialýzy. Při hodnocení přežívání podle jednotlivých příčin úmrtí katétrů se zjistilo, že kvůli infekci zanikne do 3 měsíců 7,9 % katétrů a do jednoho roku 16,7 % katétrů, což podle K/DOQI z roku 2006 rovněž splňuje podmínky dobrého katetrizačního programu. Kvůli nízkému průtoku krve katétrech zanikne do roka 18,9 % katétrů, což je opět méně než 1/3 podle K/DOQI z roku 2006. Nízký průtok je ovšem komplexní problém, který může být následkem mnoha příčin a prevence je v praxi velmi obtížná. Často též končí jako trombóza katétru, to znamená,

že dojde k vysrážení krve uvnitř katétru a nezbude nic jiného než katétr vyjmout. Poslední pozorovaná komplikace (otok končetiny) se objevuje spíše výjimečně.



Graf 6.6 Přežívání katetrů podle příčiny úmrtí katetrů (Kaplan-Meier)

6.6.3. HODNOCENÍ ŽIVOTNOSTI KATÉTRŮ PODLE MÍSTA ZAVEDENÍ HROTU KATÉTRU

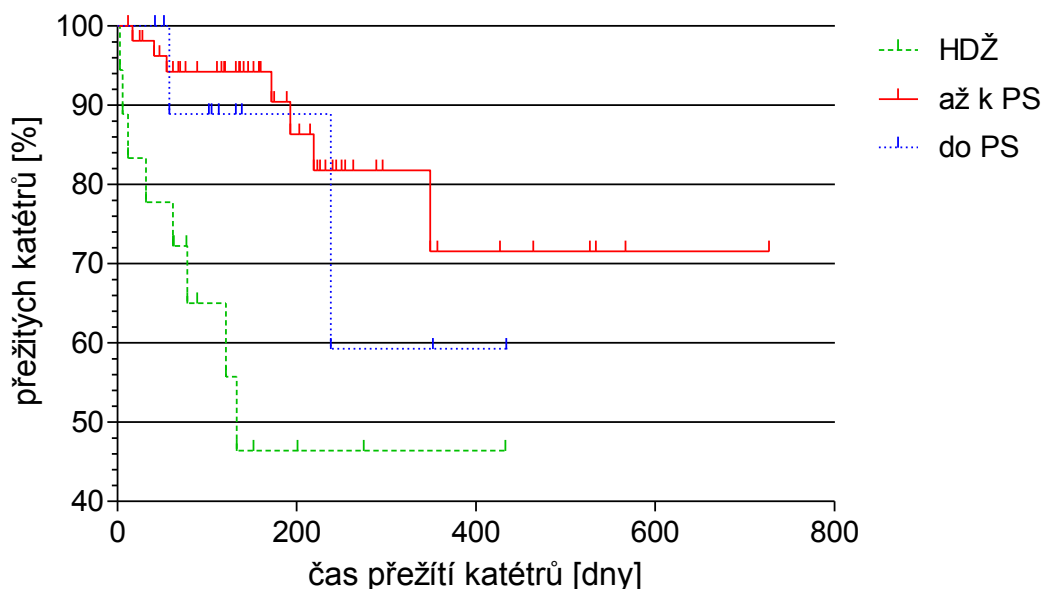
Nakonec bylo provedeno vyhodnocení přežívání katetrů i podle místa zavedení hrotu katétru. Cílem bylo zjistit, zda nemají katetry zavedené do horní duté žíly či do pravé srdeční síně rozdílnou životnost. V této části se pracovalo již pouze s 84 ze 134 zavedených katetrů, protože u jednoho katétru se nepodařilo zjistit umístění hrotu a zbylých 49 katetrů bylo zavedeno pacientům z jiných hemodialyzačních středisek. Údaje o hloubce zavedení hrotu katétru se získaly na základě rentgenového snímku, který byl vytvořen po zavedení katétru a vyhodnocen specialistou. Lokalizace hrotu katétru byla ovšem v informačním systému nemocnice vyjádřena různými termíny, a proto bylo nezbytné rozdělit katetry do několika skupin, které budou charakterizovat hloubku zavedení hrotu katétru. V našem případě byly katetry rozděleny do tří skupin: vzdálené od pravé síně

(0), v těsné blízkosti pravé síně (1) a umístěné v pravé síni (2). Zastoupení umístění hrotů katétrů a jejich zařazení do jednotlivých skupin je uveden v následující tabulce 6.5.

umístění hrotu katétru	skupina	četnost
střední úsek VC	0	1
VC	0	13
VC 6. žebro	0	0
VC 7. žebro	0	4
horní polovina VC	0	1
dolní polovina VC	1	8
hluboko do VC	1	12
hluboko do VC 9. žebro	1	0
VC 8. žebro	1	5
VC 8. žebro hil	1	0
VC 9. žebro	1	1
VC až k A	1	8
VC hil	1	18
VC pravý hil	1	2
A	2	9
hluboko do A	2	1
hluboko do A 11. žebro	2	1
celkem		84

Tab. 6.5 Zastoupení umístění hrotů katétrů a jejich zařazení do skupin (VC = horní dutá žíla, A = srdeční síň)

Po rozdělení do jednotlivých skupin podle lokalizace hrotu katétru se data vyhodnotila a výsledky jsou zobrazeny v následujícím grafu 6.7.



Graf 6.7 Přežívání katétrů podle hloubky zavedení hrotu katétru, HDŽ – horní dutá žíla, PS – pravá síň (Kaplan-Meier)

Z grafu je patrné, že ve zkoumané skupině přežívá po roce 71,6 % katétrů zavedených až k pravé síni, 59,3 % katétrů zavedených do pravé síně a 46,4 % katétrů zavedených do horní duté žíly. Tyto hodnoty mohou být ovšem ovlivněny velkým nepoměrem mezi jednotlivými skupinami, kdy do horní duté žíly bylo zavedeno 18 katétrů, až k pravé síni 55 katétrů a do pravé síně 11 katétrů. Z toho vyplývá, že největší skupina, v grafu znázorněna červenou barvou, dopadla nejlépe, ale tento výsledek může být ovlivněn právě výše uvedenou velikostí skupiny. Pro nedostatečnou velikost skupin nelze tedy deklarovat žádnou jednoznačnou souvislost mezi životností a umístěním hrotu katétru.

6.7. VLIV SPECIÁLNÍCH POMŮCEK A POSTUPŮ NA ZACHOVÁNÍ FUNKČNOSTI KATÉTRŮ

Snahou každého dialyzačního programu je zajištění dlouhodobého žilního přístupu, který zajišťuje dostatečný přívod krve do dialyzačního přístroje. Jelikož bývá katétr často poslední volbou, je důležité maximálně prodloužit jeho životnost. V dnešní době se proto používají různé speciální pomůcky a postupy, které mají předcházet komplikacím a maximálně prodlužovat životnost katétrů. V této části se hodnotila účinnost TEGO konektoru, antimikrobiálního krytí Biopatch a dále heparinové a citralockové antikoagulační zátky.

6.7.1. VLIV SPECIÁLNÍCH POMŮCEK NA ZACHOVÁNÍ FUNKČNOSTI KATÉTRŮ

Nejprve bylo provedeno vyhodnocení speciálních pomůcek, jako jsou TEGO konektory a Biopatch používaných v rámci prevence vzniku infekce. Na dialyzačním oddělení Strahov se v současnosti žádná z těchto speciálních pomůcek nepoužívá, ale v době sbírání dat byly vyčleněny dvě skupiny, které používaly buď TEGO Connector nebo Biopatch.

K vyhodnocení bylo celkově k dispozici 12 katétrů, u kterých se používal TEGO Connector a 11 katétrů s Biopatch. V následující tabulce 6.6 je uveden přehled o důvodech zániku katétrů, u kterých se používal TEGO Connector a jejich délka života.

Důvod zániku katétru	„Život“ katétru [dny]
nízký průtok, výměna	349
nízký průtok, výměna	41
nízký průtok, výměna	62
exitus s funkčním katétre	215
exitus s funkčním katétre	12
exitus s funkčním katétre	47
exitus s funkčním katétre	133
přechod na AVF	254
přechod na AVF	152
přechod na AVF	139
přechod na AVF	78
přechod na CAPD	132

Tab. 6.6 *Katétry s TEGO Connectorem, AVF = arteriovenózní fistule, CAPD = peritoneální dialýza*

Z tabulky je zřejmé, že 3 katétry byly vyjmuty pro nízký průtok, 4 katétry zanikly kvůli úmrtí pacienta, 4 katétry kvůli napojení pacienta na arteriovenózní fistuli a tudíž již katétr nebyl zapotřebí a nakonec 1 katétr kvůli změně dialyzační metody na peritoneální dialýzu. Důležité je, že ani v jednom případě nebyl vyjmut kvůli infekci, pro jejíž prevenci se používá.

Důvody zániku katétrů spolu s délkou života katétrů, u kterých se používalo krytí Biopatch, jsou uvedeny v tabulce 6.7.

Důvod zániku katétru	„Život“ katétru [dny]
infekce	32
zde pouze zaveden, z jiného HDS	neznámé
exitus s funkčním katétrem	357
exitus s funkčním katétrem	77
pokračuje	567
pokračuje	527
přechod na AVF	119
přechod na AVF	89
přechod na AVF	201
přechod na AVF	158
změna HDS s funkčním katétrem	263

Tab. 6.7 *Katétry s Biopatch, AVF = arteriovenózní fistule,
HDS = hemodialyzační středisko*

Z tabulky vyplývá, že 1 katétr byl vyjmut kvůli infekci, 1 katétr byl na Strahově pouze zaveden a poté byl pacient převezen na své domovské dialyzační středisko, 2 pacienti zemřeli s funkčním katétrem, 2 pacienti pokračují s funkčním katétrem („život“ katétru je brán do data vyhodnocení této studie), 4 pacienti byli napojeni na arteriovenózní fistuli a 1 pacient byl přeložen na jiné dialyzační středisko s funkčním katétrem. Vzhledem k tomu, že má tato pomůcka bránit vzniku infekce, je tento výskyt komplikace při tak malém počtu sledovaných katétrů s touto pomůckou přinejmenším zajímavý. Pro nízký počet dat z toho ovšem nelze vyvozovat žádné statisticky podložené závěry.

Vzhledem k nedostatku dat nebylo ovšem možné provést podrobnější analýzu a dojít k nějakým závěrům ohledně vlivu speciálních pomůcek na zachování funkčnosti katétru. Pokud by bylo dostatek dat, srovnaly by se katétry s jednotlivými speciálními pomůckami s katétry bez speciálních pomůcek a vyhodnotil by se případný vliv každé speciální pomůcky.

6.7.2. VLIV ANTIKOAGULAČNÍ ZÁTKY NA ZACHOVÁNÍ FUNKČNOSTI KATÉTRU

Vzhledem k velikosti průsvitu je nezbytné každý katétr vyplnit antikoagulačním činidlem, aby nedošlo k vysrážení krve uvnitř katétru. Na dialyzačním oddělení Strahov se téměř vždy používá heparinová zátka. Pouze u několika pacientů byla dočasně, kvůli jiné studii, nahrazena antikoagulanciem Citra-Lock™ (46,7% roztok citronanu sodného), který by měl být o něco lepší, ale vzhledem k jeho ceně se v praxi běžně nepoužívá.

V této části byl vyhodnocován vliv dvou zmíněných antikoagulačních zátek na zachování funkčnosti katétru. Pro vyhodnocení bylo celkově k dispozici 10 katétrů s citralockovou antikoagulační zátkou a 75 katétrů a heparinovou zátkou. V následující tabulce 6.8 jsou uvedeny důvody zániku katétrů spolu s délkou života katétrů s antikoagulační zátkou Citra-Lock™ (46,7% roztok citronanu sodného).

Důvod zániku katétru	„Život“ katétru [dny]
nízký průtok, výměna	12
otok PHK	17
exitus s funkčním katétrem	433
exitus s funkčním katétrem	25
exitus s funkčním katétrem	250
pokračuje	534
přechod na AVF	141
přechod na AVF	137
přechod na AVF	120
přechod na AVF	160

Tab. 6.8 *Katétry s antikoagulační zátkou Citra-Lock™ (46,7% roztok citronanu sodného), AVF = arteriovenózní fistule, PHK = pravá horní končetina*

Z tabulky je zřejmé, že 1 katétr byl vyjmut kvůli nízkému průtoku, 1 katétr kvůli otoku pravé horní končetiny, 3 katétrů zanikly kvůli úmrtí pacienta, 1 katétr stále pokračuje („život“ katétru je brán do data vyhodnocení této studie) a 4 katétrů zanikly kvůli napojení pacienta na arteriovenózní fistuli a tudíž již nebyly zapotřebí.

Katétrů s heparinovou zátkou bylo pro vyhodnocení dostatek, ale vzhledem k nedostatku katétrů s citralockovou zátkou by je nebylo s čím porovnat a tudíž

nebylo možné provést další vyhodnocení a závěry. Pouze pro informaci: průměrná životnost katétru byla 169 dní a medián byl 133 dní.

6.8. DOBA FUNKČNOSTI KATÉTRU A BIOCHEMICKÉ, RESPEKTIVE HEMATOLOGICKÉ PARAMETRY

Pro maximální prodloužení životnosti katétru se dodržuje celá řada opatření. Mezi opatření mající vliv na dobrou funkci katétru patří i sledování biochemických, respektive hematologických parametrů, které by mohly případně predikovat některé komplikace. V této části je věnována pozornost prediktivní hodnotě hematokritu a plasmatické hladině D-dimerů.

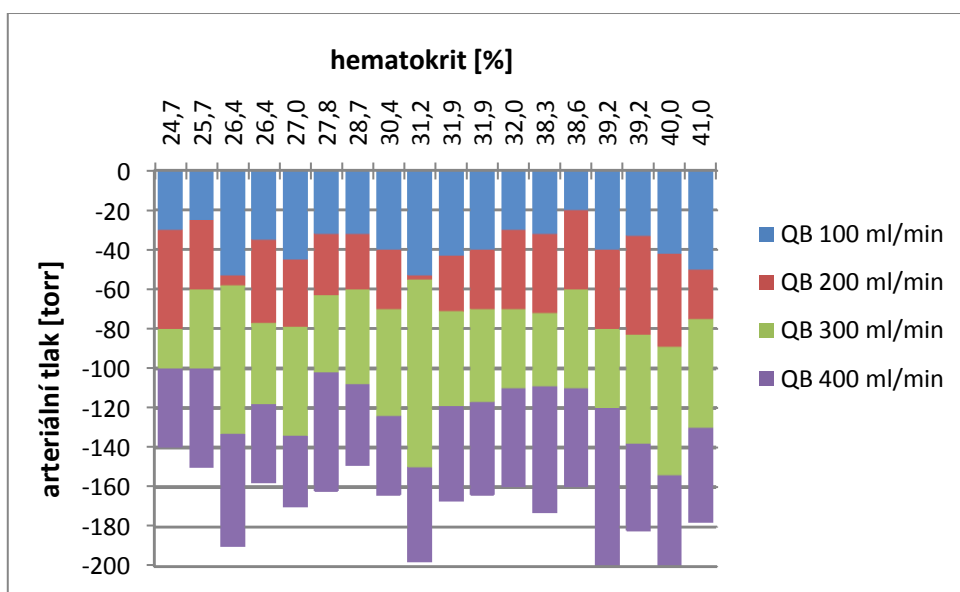
6.8.1. VLIV HEMATOKRITU NA DOBU FUNKČNOSTI KATÉTRU

Jako první byla zjišťována závislost průtoku krve katétrech na hematokritu. Hematokrit vyjadřuje procentuální zastoupení erytrocytů v celkovém objemu krve. Dalo by se tedy čekat, že se zvyšující se hodnotou hematokritu bude stoupat viskozita krve, což by se následně mohlo promítnout do sníženého průtoku katétrech, vyšších tlaků a také vyššího rizika srážení krve uvnitř katétru a mimotělního oběhu. Celkově se vyhodnocovalo 18 měření. Pro sledování této závislosti se vybrala pouze ta měření, u kterých se zaznamenaly hodnoty arteriálního a venózního tlaku pro všechny průtoky (100, 200, 300 a 400 ml/min \pm 20 ml/min), aby byla případná souvislost lépe viditelná. Arteriálním tlakem se myslí tlak v části mimotělního oběhu před krevní pumpou a venózní tlak na návratu (ve venózním váčku). Kvůli přesnosti se hodnoty průtoků měřily pomocí přístroje Transonic HD01 Plus. Všechna vybraná měření byla získána od katétru se stejným tvarem průřezu (D-shaped), průměrem 14,5 Fr a délkou katétru 24 cm. Hematokrit se stanovoval vždy z krve odebrané před zahájením dialýzy, a tudíž se dá očekávat, že se v průběhu hemodialýzy jeho hodnota ještě zvyšovala. Hledá se tedy závislost mezi výší tlaku a průtoku krve katétrech na hematokritu. Přehled o četnosti hodnot hematokritu analyzovaných měření je uveden v následující tabulce 6.9.

hematokrit [%]	četnost
20 - 25	1
25 - 30	6
30 - 35	5
35 - 40	5
40 - 45	1

Tab. 6.9 Zastoupení hodnot hematokritu

Z tabulky je patrné, že zastoupení hodnot hematokritu pokrývá poměrně široký rozsah hodnot. Na základě této skutečnosti se dá říci, že toto rozpětí hematokritu by již mohlo ukázat případnou závislost mezi výší tlaku a průtoku krve katétreem na hematokritu. V následujícím Grafu 6.8 je zobrazen arteriální tlak potřebný k zajištění jednotlivých průtoků katétreem v závislosti na hematokritu. Při případné závislosti by se dalo čekat, že tlak při nejnižším hematokritu bude k dosažení jednotlivých průtoků nižší, než tlak potřebný pro dosažení jednotlivých průtoků u hematokritu vyššího.

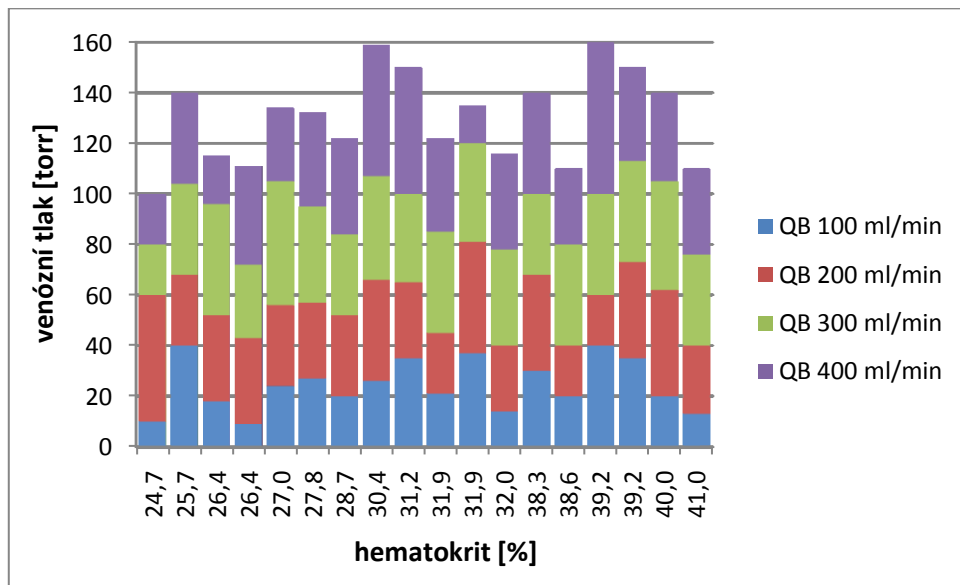


Graf 6.8 Závislost arteriálního tlaku na hematokritu pro jednotlivé průtoky, katétrů s průřezem ve tvaru D, průměr katétrů 14,5 Fr, délka katétrů 24 cm

I když pokrývají hodnoty hematokritu poměrně širokou škálu hodnot hematokritu, není v grafu vidět žádná výrazná závislost mezi arteriálním tlakem při nejnižších a nejvyšších hodnotách hematokritu. Přesněji řečeno arteriální tlak potřebný k zajištění jednotlivých průtoků při nízkém hematokritu je téměř srovnatelný

s arteriálním tlakem potřebným k zajištění jednotlivých průtoků u vyššího hematokritu.

Stejně jako u arteriálního tlaku byl vyneseno do grafu i venózní tlak v závislosti na hematokritu. Pokud by hematokrit v rozmezí 20 – 40 % ztelně ovlivňoval viskozitu krve, promítlo by se to i do venózního tlaku, který by musel též zákonitě růst s hodnotou hematokritu.



Graf 6.9 Závislost venózního tlaku na hematokritu pro jednotlivé průtoky, katétry s průřezem ve tvaru D, průměr katétru 14,5 Fr, délka katétru 24 cm

Opět není viditelná žádná výrazná závislost mezi venózním tlakem a hematokritem. Pravděpodobně je vliv hematokritu na tlak potřebný k zajištění jednotlivých průtoků krve katétre menší než se předpokládalo. Viskozita se zřejmě v tomto rozmezí hematokritů významně nemění, nebo není při používaných průměrech dialyzačních katétru vliv její změny ztelný. K podrobnější analýze závislosti průtoku krve katétre na hematokritu by bylo zapotřebí více měření průtoků a hodnot hematokritu v čase u každého katétru. Nakonec nebyla zjištěna, vzhledem k nedostatku hodnot hematokritu v čase u jednotlivých katétru, ani žádná souvislost mezi hodnotou hematokritu a životností katétru.

6.8.2. VLIV PLAZMATICKÉ HLADINY D-DIMERŮ NA DOBU FUNKČNOSTI KATÉTRU

V rámci této studie se sledovala i plazmatická hladina D-dimerů a její případná prediktivní hodnota na dlouhodobou funkčnost katétrů. D-dimer se uvolňuje při degradaci fibrinu ve fibrinovém koagulu a jeho plazmatická hladina by se tudíž měla zvýšit, pokud dojde po zavedení centrálního žilního katétru ke srážení krve. Vzhledem ke skutečnosti, že hladina D-dimerů stoupá i u jiných onemocnění spojených s tvorbou fibrinu, je zapotřebí znát plazmatickou hladinu D-dimerů již před zavedením katétru nebo před sledovanou událostí, aby se mohla případná zvýšená hladina oproti výchozí hladině včas zaznamenat a správně přiřadit spojení mezi zvýšenou hladinou D-dimerů a centrálním žilním katétrem.

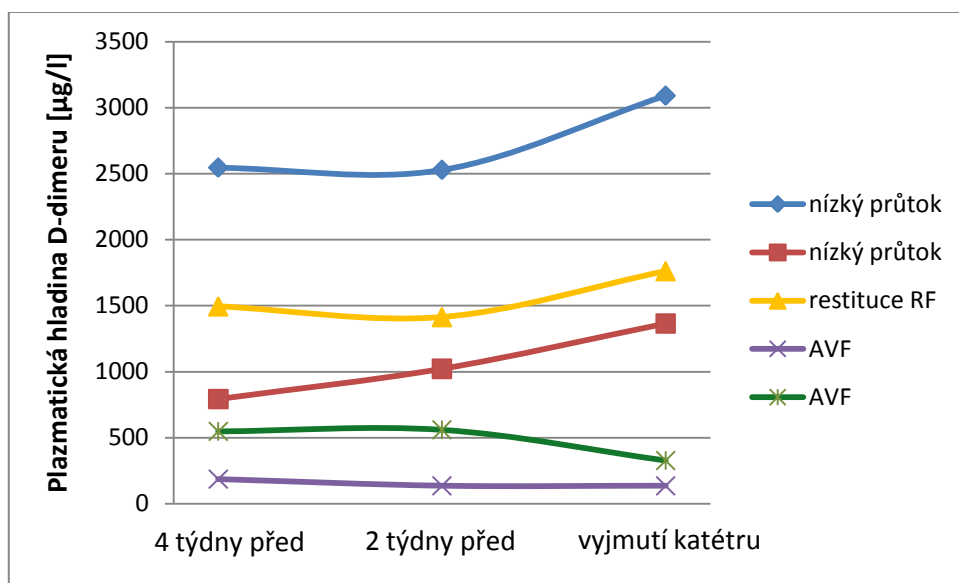
K vyhodnocení této části je zapotřebí vybrat katétr s jasným důvodem zániku, aby byla vidět případná souvislost mezi katétrami vyjmutými kvůli nízkému průtoku či trombóze a katétrami s ostatními příčinami vyjmutí (uzrání AVF, restituce renálních funkcí apod.). Vzhledem ke skutečnosti, že se D-dimery vyšetřovaly pouze u několika málo pacientů a pouze po určitou dobu, nebylo možné pro nedostatečný počet dat provést analýzu a vyvodit případné závěry. V následující tabulce je uvedeno 5 katétrů, ke kterým se podařilo zjistit hodnoty D-dimerů v časovém intervalu 4 týdnů před vyjmutím až do data vyjmutí katétru. Hodnoty D-dimerů se vyšetřovaly ve 14 denních intervalech.

Důvod zániku katétru	Plazmatická hladina D-dimerů [μg/l]		
	4 týdny před	2 týdny před	vyjmutí katétru
Nízký průtok	2546	2529	3092
Nízký průtok	793	1022	1365
Restituce RF	1496	1415	1762
AVF	187	136	136
AVF	548	560	327

Tab. 6.10 Plazmatická hladina D-dimerů v závislosti na vyjmutí katétru, Nízký průtok = nedostatečný průtok pro dialýzu, AVF = přechod na arteriovenózní fistuli, Restituce RF = restituce renálních funkcí

Z tabulky 6.10 je patrné, že u katétrů vyjmutých pro nízký průtok je plazmatická hladina D-dimerů několikanásobně zvýšená a do data vyjmutí neustále

stoupala, zatímco u katétrů vyjmutých pro AVF se hladina D-dimerů v čase příliš neměnila a držela se ve fyziologickém rozmezí. U restituce RF je třeba dodat, že katétr byl sice vyjmut pro restituci renálních funkcí, ale již delší dobu nesplňoval podle K/DOQI z roku 2006 podmínky funkčního katétru, což znamená, že určitou dobu před vyjmutím (nejméně 2 měsíce) nebyl schopen při normálním napojení zajistit krevní průtok alespoň 300 ml/min při arteriálním tlaku do -250 mm Hg (v tomto případě nešel průtok vůbec změřit), což by mohlo vysvětlovat zvýšenou hodnotu plazmatické hladiny D-dimerů. Pro názornost jsou hodnoty D-dimerů vyneseny do následujícího grafu 6.10.



Graf 6.10 Plazmatická hladina D-dimerů v závislosti na vyjmutí katétru

V grafu je již na první pohled vidět náznak, že u katétrů se sníženým průtokem byla plazmatická hladina D-dimeru zvýšená oproti normálu až několikanásobně a ke konci neustále stoupala a naopak u katétrů s dostatečným průtokem byla hladina D-dimeru téměř konstantní a ve fyziologickém rozmezí. Pro nedostatečný počet dat nebylo ovšem ani v tomto případě možné učinit jednoznačný statisticky podložený závěr ohledně prognostické hodnoty hladiny D-dimerů.

6.9. SROVNÁNÍ RENTGENOVÉ DETEKCE LOKALIZACE HROTU KATÉTRU A VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ RECIRKULACE

Při každém zavádění tunelovaného centrálního žilního katétru by se měl pro kontrolu, podle K/DOQI z roku 2006, použít ultrazvuk a po zavedení ještě provést kontrolní rentgenový snímek hrudníku pro určení lokalizace hrotu katétru. Hrot katétru by podle K/DOQI z roku 2006 měl být zaveden až do pravé srdeční síně, aby byl zajištěn optimální krevní průtok. Není to ovšem kvůli nedostatečnému průtoku horní dutou žilou, protože její průtok zcela jistě převyšuje potřeby průtoku pro provedení hemodialýzy. Uvádí se, že v horní duté žíle hrozí přisávání katétru na stěnu cévy, obzvláště v případě intravasální hypovolémie pacienta (ke konci hemodialyzačního procesu). Zde se ovšem nabízí otázka, jestli při zavedení hrotu katétru do pravé síně nedochází ke zvýšení recirkulace a tím rovněž ke snížení účinnosti hemodialyzačního procesu? Hypotéza byla taková, že při zavedení hrotu katétru do horní duté žíly by vzhledem k předpokládanému laminárnímu proudění měla být recirkulace oproti katétru zavedenému až do síně nízká nebo nulová. Pokud se ovšem zavede hrot katétru až do pravé síně, tak by se mohla recirkulace zvýšit, protože se dá v srdeční síni očekávat výskyt turbulentního proudění, které by následně mělo recirkulaci zvyšovat. Vzhledem ke skutečnosti, že se dá recirkulace dobře měřit a výrazně ovlivňuje účinnost hemodialýzy, je snaha zjistit, jestli zavedení hrotu katétru do horní duté žíly nebo do síně není spojeno se zvýšenou recirkulací a tudíž se sníženou účinností dialyzačního procesu. Pokud by se tato závislost potvrdila, bylo by také možné detekovat polohu hrotu katétru na základě měření recirkulace.

Vyhodnocení závislosti velikosti recirkulace na umístění hrotu katétru se provádělo celkem z 218 záznamů o průtoku krve katétrem, z celkových 219 záznamů, obsahující hodnoty recirkulace z normálního i invertovaného napojení. To znamená, že pro vyhodnocení byly použity i hodnoty recirkulace získané od téhož katétru měřené s časovým posunem (několik dní až několika měsíců), aby bylo zahrnuto co nejvíce hodnot a výsledky byly co nejpřesnější. Jeden záznam o průtoku krve katétrem se vyřadil, jelikož se k němu nepodařilo dohledat rentgenový snímek hrudníku identifikující lokalizaci hrotu katétru. Údaje o hloubce zavedení hrotu katétru se získaly na základě rentgenového snímku, který byl vytvořen po zavedení katétru a vyhodnocen specialistou. Vzhledem k různému označení lokalizace hrotu katétru v informačním systému nemocnice bylo nezbytné rozdělit katétrů do několika skupin, které budou

charakterizovat hloubku zavedení hrotu katétru. V našem případě byly katétrů rozděleny, jak již bylo řečeno výše, do tří skupin: vzdálené od pravé síně (0), v těsné blízkosti pravé síně (1) a umístěné v pravé síni (2). Přehled o zastoupení lokalizací hrotů katétrů je znázorněn v následující tabulce 6.11.

umístění hrotu katétru	skupina	četnost
střední úsek VC	0	6
VC	0	27
VC 6. žebro	0	1
VC 7. žebro	0	11
horní polovina VC	0	4
dolní polovina VC	1	25
hluboko do VC	1	35
hluboko do VC 9. žebro	1	1
VC 8. žebro	1	10
VC 8. žebro hil	1	2
VC 9. žebro	1	4
VC až k A	1	24
VC hil	1	38
VC pravý hil	1	6
A	2	22
hluboko do A	2	1
hluboko do A 11. žebro	2	1
celkem		218

Tab. 6.11 Zastoupení umístění hrotů katétrů

(VC = horní dutá žila, A = srdeční síň)

V některých případech nebyla ovšem změřena hodnota recirkulace pro všechny průtoky (100, 200, 300, 400 ml/min) katétrem. Automaticky se předpokládalo, že když je recirkulace při vyšším průtoku rovna nule, je i při všech nižších průtocích rovna nule. Všechny hodnoty byly po rozdělení do výše uvedených třech skupin vyhodnoceny.

Normální napojení na mimotělní oběh

V následující tabulce 6.12 je uveden přehled četností měřených recirkulací pro jednotlivé průtoky katétrem při normálním napojení podle umístění hrotu katétru, kvůli představě, z kolika hodnot se vypočítala průměrná hodnota recirkulace.

skupina	100 ml/min	200 ml/min	300 ml/min	400 ml/min
0 – horní dutá žíla	32	32	27	11
1 – až k pravé síni	128	127	118	57
2 – do pravé síně	16	16	15	9

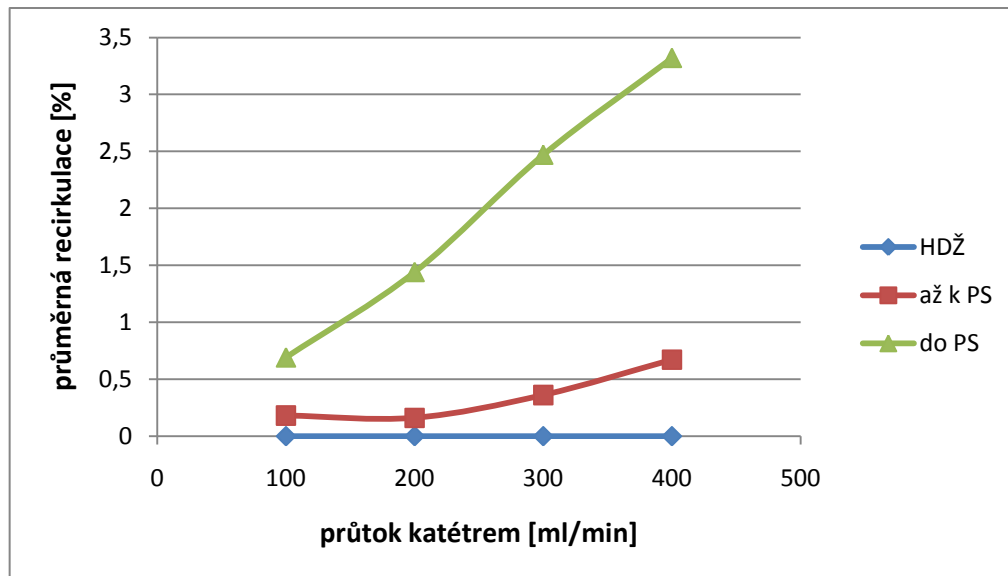
Tab. 6.12 *Přehled četností naměřených recirkulací v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru měřených při normálním napojení*

Z tabulky je patrné, že se zvyšujícím se průtokem uvnitř katétru klesá četnost měřené recirkulace pro danou skupinu. Před samotným měřením se totiž stanovila podmínka, že se při měření průtoků katétrem nepřesáhne podtlak v mimotělním oběhu před pumpou -250 mm Hg. Z toho vyplývá, že ve zbylých případech by se již přesáhl tento tlak, a proto se již v měření při vyšších průtocích nepokračovalo. V následující tabulce 6.13 je uveden přehled průměrných recirkulací \bar{x} spolu se směrodatnou odchylkou σ v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru.

skupina	100 ml/min		200 ml/min		300 ml/min		400 ml/min	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
0 – horní dutá žíla	0	0	0	0	0	0	0	0
1 – až k pravé síni	0,18	1,09	0,16	0,92	0,36	1,46	0,67	1,98
2 – do pravé síně	0,69	1,96	1,44	3,20	2,47	3,85	3,32	6,96

Tab. 6.13 *Průměrná recirkulace [%] v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru měřená při normálním napojení, \bar{x} = aritmetický průměr, σ = směrodatná odchylka*

Již z této tabulky je vidět náznak, že čím blíže se nachází hrot katétru pravé síni, tím je průměrná recirkulace vyšší, i když se samotná hodnota průměrné recirkulace mění pouze v rozsahu jednotek procent. Rovněž stoupá recirkulace i s rostoucím průtokem uvnitř katétru, obzvláště u katétru zavedených do pravé síně. Pro přehlednost jsou průměrné recirkulace vyneseny do grafu 6.11.



Graf 6.11 Průměrná hodnota recirkulace v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru při normálním napojení, HDŽ – horní dutá žíla, PS – pravá síň

Z grafu je již na první pohled vidět, že nejvyšší hodnota průměrné recirkulace se vyskytuje u katétrů, jejichž hrot je zaveden do pravé síně, menší před pravou síní a nulová v horní duté žíle, přesněji v oblastech horního a středního úseku horní duté žíly. U katétrů zavedených až do pravé síně je pozorován i rychlý růst průměrné recirkulace s rostoucím průtokem uvnitř katétru. To potvrzuje teorii, že v horní duté žíle můžeme pozorovat laminární proudění spojené s velmi nízkou nebo nulovou recirkulací a v pravé síni naopak turbulentní proudění spolu se zvýšenou recirkulací. Ovšem vzhledem k tomu, že se u katétrů zavedených až do pravé síně při normálním napojení pohybuje průměrná recirkulace okolo 3,5 % při průtoku okolo 400 ml/min, nedochází k významnému snížení účinnosti hemodialyzačního procesu a tento poznatek není tudíž z klinického hlediska významný (pokles účinnosti dialýzy v odstraňování malomolekulárních látek je číselně roven procentuálnímu vyjádření recirkulace). Je dobré si ovšem uvědomit, že v síni může být recirkulace oproti horní duté žíle zvýšená. Ještě nutno poznamenat, že zvýšená recirkulace u katétrů zavedených do síně se nevyskytovala při všech měřeních, ale pouze ojediněle, zato však v hodnotách 5 – 9 %. Přehled o výskytu nenulové recirkulace oproti nulové recirkulaci u katétrů zavedených do pravé síně je pro doplnění uveden v následující tabulce 6.14.

recirkulace	100 ml/min	200 ml/min	300 ml/min	400 ml/min
nulová	14	13	10	5
nenulová	2	3	5	4
celkem měřena	16x	16x	15x	9x

Tab. 6.14 *Recirkulace v pravé síni v závislosti na průtoku katétrem*

Když se to shrne, tak přestože je v pravé srdeční síni v mnoha případech měřena také nulová recirkulace, je zde ovšem vyšší riziko výskytu zvýšené recirkulace oproti horní polovině duté žíly, kde byla recirkulace ve všech případech nulová. Případný výskyt recirkulací v pravé síni se pak pohyboval okolo 5 – 9 %.

Invertované napojení na mimotělní oběh

Stejně jako v předchozím případě bylo provedeno vyhodnocení závislosti velikosti recirkulace na umístění hrotu katétru i pro invertované napojení. Cílem tohoto vyhodnocení bylo posoudit, jak moc se snižuje účinnost dialýzy při záměně napojení ramének katétru na mimotělní krevní oběh. K tomuto řešení se sestra často uchyluje při zhoršené průchodnosti arteriálního raménka. V následující tabulce 6.15 je uveden přehled četností měřených recirkulací pro jednotlivé průtoky katétrem při invertovaném napojení podle umístění hrotu katétru. Hodnoty jsou zde uvedeny pro představu, z kolika hodnot se vypočítala průměrná recirkulace pro jednotlivé průtoky krve katétrem.

skupina	100 ml/min	200 ml/min	300 ml/min	400 ml/min
0 – horní dutá žíla	36	41	39	19
1 – až k pravé síni	132	141	141	89
2 – do pravé síně	21	24	23	12

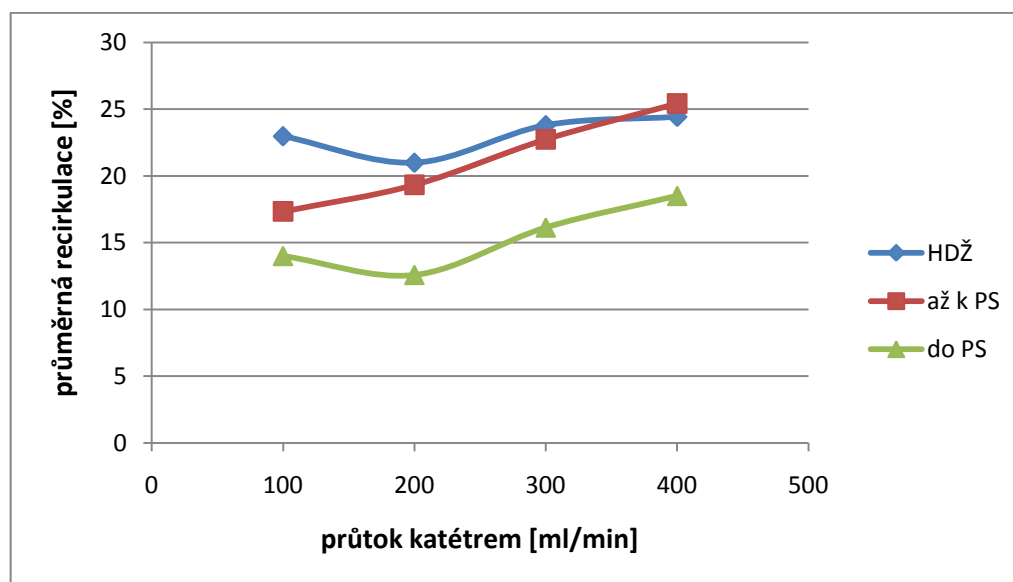
Tab. 6.15 *Přehled četností naměřených recirkulací v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru měřených při invertovaném napojení*

Z tabulky je patrné, že se zvyšujícím se průtokem uvnitř katétru klesá četnost měřené recirkulace pro danou skupinu. Je to ovlivněno pravidlem stanoveným před samotným měřením, které říká, že se při měření průtoku krve katétrem nepřesáhne podtlak v mimotělním oběhu před pumpou -250 mm Hg. Do následující tabulky 6.16 se vynesly hodnoty průměrných recirkulací \bar{x} spolu se směrodatnou odchylkou σ v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru.

skupina	100 ml/min		200 ml/min		300 ml/min		400 ml/min	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
0 – horní dutá žíla	22,97	5,68	20,99	7,10	23,79	7,62	24,42	6,93
1 – až k pravé síni	17,34	13,89	19,33	10,80	22,74	9,90	25,42	8,70
2 – do pravé síně	14	9,75	12,58	11,74	16,13	9,14	18,5	2,97

Tab. 6.16 Průměrná recirkulace [%] v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru měřená při invertovaném napojení, \bar{x} = aritmetický průměr, σ = směrodatná odchylka

Pro větší přehlednost je předchozí tabulka vynesena do následujícího grafu 6.12, ve kterém lépe vyniknou případné závislosti mezi hodnotou recirkulace a lokalizací hrotu katétru.



Graf 6.12 Průměrná hodnota recirkulace v jednotlivých průtocích podle umístění hrotu katétru při invertovaném napojení, HDŽ – horní dutá žíla, PS – pravá síň

Vzhledem ke konstrukci katétru je recirkulace při invertovaném napojení oproti normálnímu napojení výrazně vyšší. Z grafu je již patrné, že při invertovaném napojení na mimotělní oběh jsou průměrné hodnoty recirkulace nejvyšší v horní duté žíle a směrem k pravé srdeční síni dochází k jejímu poklesu. To opět potvrzuje teorii, že se v horní duté žíle vyskytuje především laminární proudění, kdy při invertovaném napojení dochází k významné recirkulaci vzhledem ke směru unášení navracené krve. Naopak v srdeční síni, kde se vyskytuje turbulentní proudění, je hodnota průměrné recirkulace o 5 – 10 % nižší, protože pravděpodobně dochází vlivem tohoto proudění k promíchání navracené

krve a jejímu menšímu zpětnému návratu do mimotělního oběhu. Opět je zde vidět závislost rostoucí hodnoty průměrné recirkulace se zvyšujícím se průtokem. ***Záměna ramének katétru má tedy menší dopad na účinnost dialýzy u katétrů zavedených až do síně.***

Nakonec se ověřovala použitelnost měření recirkulace při invertovaném napojení dvoucestného katétru k odhadu lokalizace hrotu katétru. Tato metoda je založena na teoretickém výpočtu průtoku krve cévou na základě změřené recirkulace při invertovaném napojení katétru na mimotělní oběh. Teoretický průtok krve cévou QVC v ml/min se vypočítá podle následujícího vztahu.

$$QVC = QB_x \left(\frac{1}{R_x} - 1 \right) \quad (14)$$

Kde R_x vyjadřuje recirkulaci měřenou při konkrétním průtoku krve katétre QB_x [ml/min] v invertovaném napojení na mimotělní oběh. Předpokládá se, že při zavedeném hrotu katétru do horní duté žíly je QVC nezávislé na QB_x . Z toho vyplývá, že pokud bude hrot katétru zaveden do pravé síně, budou teoretické hodnoty průtoku krve QVC vypočítané pro jednotlivé průtoky krve katétre velmi rozdílné (v řádu několika desítek až stovek %). Naopak v případě zavedení hrotu katétru do horní duté žíly by se teoretické hodnoty průtoku krve cévou při jednotlivých měřených průtocích neměly až tolik lišit (maximálně o 20 – 30 %). V následující tabulce 6.17 jsou uvedeny příklady vypočítaných hodnot QVC pro jednotlivé průtoky.

S	100 ml/min	200 ml/min	300 ml/min	400 ml/min	\bar{x}	σ	σ [%]
0	606	609	763	837	704	115	16
	602	870	1211	1229	978	300	31
	371	755	857	889	718	238	33
	351	986	984	1216	884	372	42
	293	1150	1184	1265	973	456	47
	231	541	797	990	640	328	51
	167	633	814	896	627	326	52
	85	255	392	536	317	192	61
	233	820	1300	1658	1003	617	62
	587	1820	2403	4037	2212	1433	65
1	1052	1094	1215	1118	1120	69	6
	2242	1818	1672	1488	1805	321	18
	858	1352	1292	1441	1236	259	21
	776	1446	888	1206	1079	305	28
	522	348	501	733	526	158	30
	584	967	1672	1322	1136	467	41
	129	521	356	572	395	200	51
	272	1719	1206	1083	1070	599	56
	81	242	432	516	318	195	61
	47	183	374	473	269	191	71
2	1254	1190	1638	2623	1676	662	39
	285	768	1021	896	743	322	43
	441	2152	1723	1586	1476	731	50
	265	633	499	1038	609	324	53
	120	458	855	1142	644	448	70
	231	695	3893	1576	1599	1628	102

Tab. 6.17 Teoretický průtok krve cévou QVC [ml/min] při jednotlivých průtocích krve katétrem (100, 200, 300, 400 ml/min) v invertovaném napojení na mimotělní oběh,
S = skupina, 0 – horní dutá žíla, 1 – až k pravé síni, 2 – do pravé síně,

\bar{x} = aritmetický průměr, σ = směrodatná odchylka

V tabulce jsou zobrazeny příklady vypočtených hodnot teoretických průtoků krve QVC cévou při jednotlivých průtocích krve katétrem spolu s aritmetickým průměrem a směrodatnou odchylkou v absolutních hodnotách i v procentech. Jsou rozděleny do tří skupin, které charakterizují lokalizaci hrotu katétru. Očekávalo se, že u katétrů zavedených do horní duté žíly bude hodnota QVC při jednotlivých průtocích krve katétrem přibližně stejná, max. ± 30 %, a naopak u katétrů s hrotem v pravé síni budou hodnoty QVC u jednotlivých průtoků krve katétrem velmi rozdílné, tzn. $\gg 30$ %. Na první pohled je z tabulky patrné, že se tato hypotéza nepotvrdila, jelikož se hodnoty QVC u katétrů s hrotem v horní duté žíle příliš neliší od hodnot QVC u katétrů s hrotem

v srdeční síni. Jinými slovy u skupiny s hrotem v horní duté žíle dosahuje směrodatná odchylka hodnot QVC 16 – 65 %, u katétrů u srdeční síně 6 – 71 % a u katétrů v srdeční síni 39 – 102 %. Je zde sice náznak vyššího rozdílu QVC mezi jednotlivými průtoky u katétrů v srdeční síni oproti katétrům v horní duté žíle, ale rozhodně zde není vidět jednoznačná závislost, podle níž by se dalo na základě měřené recirkulace při invertovaném napojení s dostatečnou jistotou tvrdit, kde se zhruba nachází hrot katétru. Výčet všech vypočítaných hodnot QVC je uveden v příloze č. 3.

Na základě těchto skutečností je nutno konstatovat, že nebyla nalezena žádná jednoznačná závislost mezi recirkulací a polohou hrotu katétru a tudíž *není možné s dostatečnou přesností detekovat polohu hrotu katétru na základě měřené recirkulace* (při normálním či invertovaném napojení na mimotělní oběh).

6.10. VÝZNAM TLAKŮ V MIMOTĚLNÍM OBĚHU JAKO MOŽNÝ UKAZATEL FUNKČNOSTI KATÉTRŮ

Dostatečný průtok katétreem je velmi důležitý pro účinnou dialýzu, a proto je vhodné včas detekovat případné komplikace, jako je například snižující se průtok katétreem, aby se mohla učinit případná opatření a tím předejít situaci, kdy pacient bude potřebovat dialýzu a katétre nebude schopen zajistit dostatečný přívod krve. Tato část je proto zaměřena na možnost detekce snižující se funkčnosti katétru pomocí tlaků v mimotělním oběhu při normálním a invertovaném napojení.

Při sbírání dat se do protokolu zapisovaly vždy hodnoty tlaků a průtoků krve katétreem pro normální i invertované napojení. Z těchto dat je patrné, že mezi arteriálním a venózním tlakem při normálním a invertovaném napojení je jistá souvislost. V následující tabulce 6.18 jsou uvedeny příklady hodnot arteriálních (PA) a venózních (PV) tlaků při normálním a invertovaném napojení katétru. Průměrná hodnota arteriálního tlaku je -150 torr a venózního tlaku 120 torr při průtoku 300 ml/min. Absolutní hodnota arteriálního tlaku bývá při tomto průtoku přibližně o 20 – 40 torr vyšší než venózní tlak. Tyto hodnoty jsou zde uvedeny pro představu běžně měřitelných hodnot tlaků v mimotělním oběhu napojeného na funkční katétre.

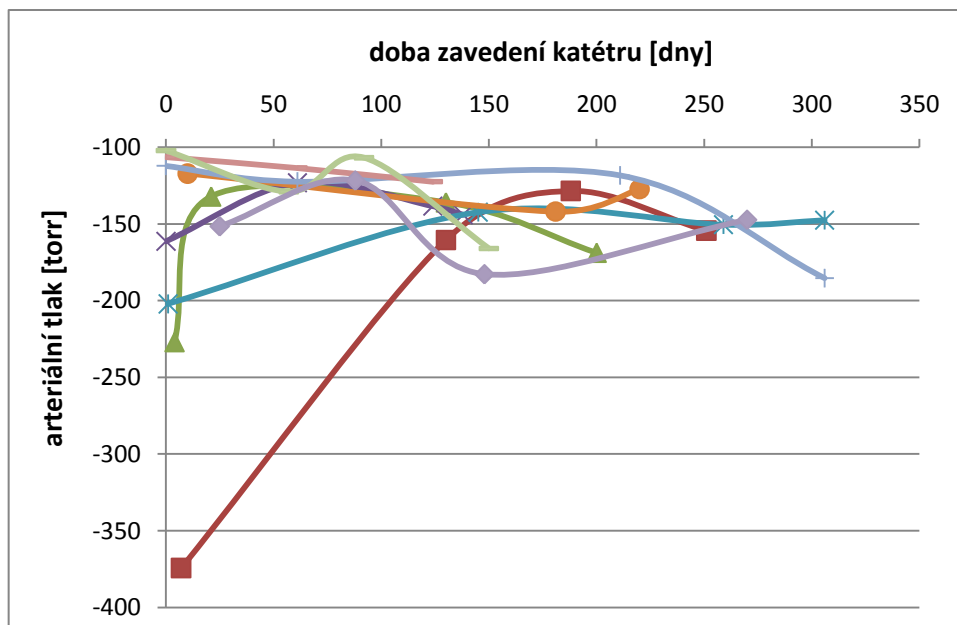
normální napojení		invertované napojení		Význam tlaků
PA [torr]	PV [torr]	PA [torr]	PV [torr]	
-135	104	-129	95	dobry stav
-164	101	-145	106	dobry stav
-127	73	-121	70	dobry stav
-276	75	-100	98	prisava se
nelze merit		-160	130	prisava se
nelze merit		-145	103	prisava se
-212	116	-145	182	castecná nepruchodnost AČ
-200	132	-151	177	castecná nepruchodnost AČ
nelze merit		-168	241	castecná nepruchodnost AČ
nelze merit		-200	280	castecná nepruchodnost AČ + pocinajici nepruchodnost VČ

Tab. 6.18 Přehled hodnot arteriálních (PA) a venózních (PV) tlaků při normálním a invertovaném napojení katétru, nelze měřit = porušilo by se pravidlo nepřekračovat -250 mm Hg arteriálního tlaku (PA) při měření průtoku krve katétre, všechna data tlaků jsou měřena při průtoku 300 ml/min, AČ = arteriální část katétru, VČ = venózní část katétru

V případě, že jsou obě raménka katétru dobře průchozí, se dá říci, že arteriální (PA) i venózní (PV) tlak při normálním a invertovaném napojení je téměř stejný ($\pm 15\%$). Myslí se tím PA při normálním napojení s PA při invertovaném napojení a rovněž tak PV při normálním napojení s PV při invertovaném napojení. Příklady takovýchto hodnot jsou ve výše uvedené tabulce ohodnoceny jako „dobry stav“. Pokud je rozdíl mezi PA při normálním a invertovaném napojení větší, je nejspíše jedno raménko částečně neprůchodné nebo se přisává na stěnu cévy. Pokud je vstupní raménko částečně neprůchodné, nejspíše při vznikajícím trombu, je PA při normálním napojení oproti invertovanému napojení zvýšené a PV naopak snižené. Je to dáno tím, že se při normálním napojení musí vytvořit větší podtlak (PA), aby se udržel dostatečný průtok katétre, a při invertovaném napojení naopak stačí vytvořit běžný podtlak (PA) k udržení dostatečného průtoku, ale musí se zvýšit tlak ve výstupním raménku (PV) pro překonání částečné neprůchodnosti. Ten je pak samozřejmě vyšší, než byl při normálním napojení, přibližně o něco málo nižší než byl PA při normálním napojení. Pokud se katétr přisává na stěnu cévy, je PA při normálním napojení oproti invertovanému napojení zvýšený a PV je již srovnatelný. To znamená, že se při normálním napojení musí vytvořit velký podtlak pro zajištění dostatečného průtoku krve katétre, ale při invertovaném napojení se již

pohybují PA i PV okolo normálních hodnot. V posledním řádku tabulky 6.18 je uveden příklad, kdy je pravděpodobně omezena průchodnost vstupního raménka a navíc se zde začíná objevovat náznak neprůchodnosti i u výstupního raménka. Při normálním napojení je zde oproti invertovanému napojení velmi zvýšený PA a při invertovaném napojení je jednak mírně zvýšený PA oproti normálním hodnotám a velmi zvýšený PV. To může být způsobeno právě sníženou průchodností vstupního raménka, kdy je potřeba pro zajištění dostatečného průtoku krve katétrem při normálním napojení vytvořit velký podtlak PA a zároveň při invertovaném napojení velký tlak PV, který překoná omezený průsvit tohoto raménka. Zvýšený PA při invertovaném napojení může naznačovat, že dochází i k postupnému snižování průsvitu druhého raménka, kdy je zapotřebí vytvořit vyšší podtlak pro zajištění dostatečného průtoku krve katétrem při invertovaném napojení. Pokud by byly v tomto případě k dispozici hodnoty tlaků měřené při normálním i invertovaném napojení, byly by nejspíše hodnoty tlaků PA i PV při normálním i invertovaném napojení zvýšené, což by charakterizovalo právě zmiňovanou omezenou průchodnost obou ramének. Velikost tlaku se samozřejmě odvíjí od stupně omezení průchodnosti daného raménka.

Při analýze tlaků se dále zjistilo, že *v některých případech dochází po zavedení katétru s jistým časovým odstupem ke „zlepšení průtoku krve katétrem“*. Teoreticky vzato se dá očekávat, že po zavedení nového centrálního žilního katétru se bude jeho průtok s časem už jen zhoršovat. To znamená, že pokud se zavede nový katétr, který při určitém tlaku dokáže zajistit konkrétní průtok krve, dá se očekávat, že se již bude od tohoto dne tento průtok pouze zhoršovat. Vybraly se proto katétr, které mají během svého života již více měření (4 a více) a vynesly do následujícího grafu 6.13.



Graf 6.13 Závislost tlaku potřebného k zajištění průtoku 300 ml/min na čase

I když bylo k dispozici málo dat, kvůli nízké frekvenci měření průtoku krve katétre u jednotlivých katétrů, je z grafu na první pohled patrné, že se v průběhu života katétru mění výše tlaku potřebného k zajištění dostatečného průtoku pro dialýzu. U některých katétrů byl dokonce po zavedení potřeba velmi vysoký tlak pro zajištění dostatečného průtoku a postupem času se tento tlak snižoval. Bylo to nejspíše způsobeno zaujmutím lepší pozice katétru, což mohlo být ovlivněno například pohybem pacienta. Na základě tohoto zjištění by bylo vhodné zkusit u nově zavedených katétrů s vysokým tlakem pro zajištění dostatečného průtoku pohybovou terapii pacientů se zaměřením na horní polovinu těla a sledovat v časových intervalech případné změny.

7. DISKUSE

V posledních letech se klade čím dál větší důraz, aby poskytovaná péče dialyzovaným pacientům dosahovala co nejvyšší úrovně, což dokazuje i existence několika lékařských doporučení (např. K/DOQI, EBPG) zaměřených na tuto oblast. Tato doporučení obsahují nejrůznější informace o problematice dialyzovaných pacientů založené na dlouholetých zkušenostech lékařů a každé dialyzační středisko se podle těchto doporučení snaží řídit. Jsou v nich rovněž uvedeny parametry, které by mělo dobré dialyzační středisko splňovat. V hemodialyzačním centru Interního oddělení Strahov, Všeobecné fakultní nemocnice v Praze se proto již od března roku 2006 sbírají data o tunelovaných centrálních žilních katétrech, která se nyní vyhodnotila, aby se případně odhalily slabé stránky střediska a mohlo se jim v budoucnu předejít.

Pro sběr dat byl navrhnout prvotní formulář, který je přiložen jako příloha 1. Obsahuje základní informace potřebné pro vyhodnocení katetrizačního programu. Dotazník je sám o sobě dostačující, ale největším problémem bylo neúplné vyplnění dotazníku či nedostatečná frekvence měření průtoku krve katétrech. Chybějící data se s časovým odstupem již nedají dohledat, a proto se v některých bodech tohoto hodnocení katetrizačního programu nedošlo k jasnému závěru. Na základě těchto skutečností byl prvotní formulář mírně upraven (viz příloha 2) a dále bylo stanoveno několik zásad, které bude v budoucnu nezbytné dodržovat. Tyto zásady by měly zajistit, že nebude při vyplňování uvedeného formuláře docházet ke ztrátě důležitých dat a při dalším vyhodnocování bude již k dispozici dostatek dat pro vyhodnocení. Tyto zásady jsou shrnuty v několika následujících bodech.

- 1) Po zavedení centrálního žilního katétru se provede záznam o průtoku krve katétrech nejpozději do 3. dne od data zavedení.
- 2) Měření o průtoku krve katétrech se bude opakovat u každého katétru v cca měsíčních intervalech.
- 3) Pokud to bude možné, provede se měření průtoku krve katétrech před plánovaným vyjmutím katétru a do protokolu se uvede důvod vyjmutí katétru.
- 4) Je nutné změřit centrální žilní tlak (CŽT) před začátkem dialýzy.
- 5) Samotné měření průtoku krve katétrech provést během 1. hodiny od začátku dialýzy.

- 6) Je nezbytné vyplnit všechny požadované údaje až na výjimky uvedené v bodech 7, 9 a 11.
- 7) Položku „datum zavedení katétru“, „místo zavedení“ a „lokalizace hrotu katétru“ stačí vyplnit pouze při prvním měření průtoku krve katétrem u nově zavedených katétrů. Místem zavedení je myšlena céva, do níž je katétr zaveden, např. vena jugularis interna dextra. Lokalizaci hrotu katétru lze získat z popisu RTG snímku získaného po zavedení nového katétru (horní, střední, dolní úsek HDŽ, pravá síň).
- 8) V kolonce „Katétr“ je nezbytné doplnit průměr a délku katétru (např. Kimal 14,5 Fr x 28 cm).
- 9) Při normálním napojení se standardně provede měření podle protokolu u všech katétrů od průtoku 300 ml/min výše. V případě, že je recirkulace nenulová pro průtok 300 ml/min, změří se průtok krve katétrem při normálním napojení i pro všechny nižší průtoky. Tento bod se nevztahuje na první měření průtoku krve katétrem po zavedení katétru. U nově zavedených katétrů se provede měření při všech průtocích při normálním napojení.
- 10) Při invertovaném napojení se měří vždy při všech průtocích.
- 11) Při měření by nemělo dojít k přesáhnutí arteriálního tlaku (PA) -250 mm Hg = -250 torr. Pokud se přesáhne při měření tento tlak, v měření při vyšších průtocích se již nepokračuje. (tento bod se nemusí dodržovat striktně)

Při dodržení všech výše uvedených zásad by se mohlo při příštím vyhodnocení dat dojít k závěrům, ke kterým se v tomto vyhodnocení nedošlo kvůli nedostatku dat, nebo u kterých nebyly závěry statisticky řádně doložitelné.

Při shromáždění dostatečného množství dat z nových měření by se na základě souhrnu směrnic K/DOQI z roku 2006 (viz příloha č. 4), týkajících se centrálních žilních katétrů, mělo provést opětovné vyhodnocení katetrizačního programu, aby bylo vidět případné zlepšení nebo zhoršení katetrizačního programu a mohla se učinit případná opatření. Konkrétně by se mělo vyhodnocení zaměřit především na data uvedená v několika následujících bodech:

- 1) **Primární úspěšnost katetrizace.** Selhání nově založeného tunelového centrálního žilního katétru s krevním průtokem nižším než 300 ml/min do arteriálního tlaku -250 torr by nemělo přesáhnout 5 % z celkového počtu zavedených katétrů.

- 2) **Životnost tunelovaných centrálních žilních katétrů.** Podle K/DOQI z roku 2006 i při dobrém katetrizačním programu zůstává funkčních po 12 měsících od data zavedení méně než 50 % centrálních žilních katétrů a přibližně 1/3 katétrů je vyjmuta, protože již nejsou schopny zajistit dostatečný krevní průtok. K vyhodnocení se použije metoda Kaplan-Meiera.
- 3) **Riziko výskytu infekce.** Výskyt infekce, sdružené s tunelovaným centrálním žilním katétrem, by neměl přesáhnout 10 % po 3 měsících a 50 % po roce od data zavedení. K vyhodnocení se použije metoda Kaplan-Meiera.
- 4) **Místo zavedení permanentního centrálního žilního katétru s manžetou.** Upřednostňovaným místem pro založení dlouhodobého tunelovaného CŽK s manžetou je pravá vnitřní jugulární žíla. Další možností je pravá zevní jugulární žíla, levá vnitřní a zevní jugulární žíla, podklíčkové žíly, femorální žíly, translumbální a transhepatální přístup do dolní duté žíly. Podklíčkový přístup by měl být použit pouze, není-li k dispozici cévní přístup na horních končetinách a na hrudní stěně.

Dále by bylo vhodné vyhodnotit:

- 1) **Centrální žilní katétr jako trvalý cévní přístup pro dialýzu.** Použití centrálního žilního katétru s manžetou jako trvalý přístup k dialýze by nemělo přesáhnout 10 % ze všech zavedených přístupů.
- 2) **Komplikace při zavádění centrálních žilních katétrů.** Kumulativní incidence komplikací při zavádění centrálních žilních katétrů by neměla překročit 1 %. (= pneumothorax vyžadující hrudní drenáž, symptomatická vzduchová embolie, hemothorax, hemomediastinum nebo hematom vyžadující evakuaci)

Pokud již bude k dispozici dostatečné množství dat, bylo by rovněž vhodné zopakovat vyhodnocení některých bodů této práce, u kterých se nedošlo k jednoznačnému závěru z důvodu nedostatečného množství dat.

Pro předchozí body, které by bylo vhodné pravidelně vyhodnocovat pro ověření dobrého katetrizačního programu, byla navržena šablona v aplikaci Microsoft Excel 2007 (hodnoceni_katetrizacniho_programu.xlsm).

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vypracovat komplexní hodnocení kvality katetrizačního programu na Interním oddělení Strahov, Všeobecné fakultní nemocnice v Praze. Hodnocení se provádělo na základě mezinárodních doporučení K/DOQI z roku 2006, podle kterých splnilo toto dialyzační středisko téměř ve všech bodech podmínky dobrého katetrizačního programu.

Centrální žilní katétr by se měl zavádět pouze v případech, kdy jsou vyčerpány všechny ostatní možnosti, nebo nebyl dostatek času pro vytvoření jiného cévního přístupu pro dialýzu. Podle K/DOQI z roku 2006 by se mělo upřednostňovat zavedení permanentního centrálního žilního katétru s manžetou do pravé vnitřní jugulární žíly. Další možností je pravá zevní jugulární žíla, levá vnitřní a zevní jugulární žíla, podklíčkové žíly, femorální žíly atd. Dialyzační středisko Strahov podle výsledků dbá doporučení K/DOQI a upřednostňuje především pravou vnitřní jugulární žílu, do které bylo zavedeno 83 % katétrů a zbylých 17 % se zavedlo cestou levé vnitřní jugulární žíly, která též patří mezi cévy vhodné pro zavedení permanentního katétru.

Při vyhodnocení úspěšnosti katetrizace, kdy by nově zavedené centrální žilní katétrů měly zajišťovat průtok krve alespoň 300 ml/min nebo vyšší do arteriálního tlaku -250 mm Hg, se zjistilo, že na Interním oddělení Strahov nesplňuje tuto podmínku 25 % nově zavedených katétrů, což je 5 krát více, než by podle K/DOQI mělo být. Tato hodnota se vztahuje k přístroji Transonic HD01 Plus, kterým se měřil průtok krve katétre.

Při vyhodnocování životnosti katétru se došlo k závěru, že na dialyzačním středisku Strahov při souhrnném hodnocení přežívá po roce 64,5 % katétrů, což je více než 50 %, které jsou stanoveny v K/DOQI, a kvůli infekci zanikne po 3 měsících 8,6 % katétrů a po roce 18 % katétrů, což je opět lepší, než 10 % po 3 měsících a 50 % po roce stanovených v K/DOQI. Kvůli nízkému průtoku krve katétre zanikne do roka 18,9 % katétrů, což je opět méně než 1/3 podle K/DOQI z roku 2006.

Dále se zjišťoval vliv speciálních pomůcek a postupů na zachování funkčnosti katétrů. Pomůckami a postupy se myslí TEGO Connector a Biopatch a antikoagulační zátky Heparin vs. Citra-LockTM. Vzhledem k nedostatku dat nebylo ovšem možné dojít k jednoznačným závěrům. Bylo zde ovšem zajímavé, že u Biopatch, který se používá výhradně kvůli prevenci vzniku infekce, byl zaznamenán jeden výskyt infekce a to i přes velmi malou skupinu

11 katétrů. Naopak u 12 členné skupiny katétrů s TEGO konektorem se nezaznamenal žádný výskyt infekce.

Dále se vyhodnocoval vliv biochemických, respektive hematologických parametrů na dobu funkčnosti katétru. U hematokritu, jakožto hematologického parametru, se nezjistila žádná souvislost mezi hodnotou hematokritu a životností katétru. U D-dimeru, jakožto biochemického parametru, se pro nedostatek dat nedošlo k jednoznačnému závěru. I přesto se však zjistilo, že u katétrů vyjmutých pro nízký průtok byla zaznamenána několikanásobně zvýšená plazmatická hladina D-dimerů a do data vyjmutí katétru neustále stoupala, zatímco u katétrů vyjmutých, např. kvůli napojení na arteriovenózní fistuli, se hladina D-dimerů v čase příliš neměnila a držela se ve fyziologickém rozmezí.

Dále se porovnála rentgenová detekce lokalizace hrotu katétru a výsledky měření recirkulace, kdy podle K/DOQI z roku 2006 by měl být hrot katétru zaveden až do pravé srdeční síně, aby byl zajištěn optimální krevní průtok. Ukázalo se ovšem, že nejvyšší průměrná recirkulace při normálním napojení na mimotělní oběh je zaznamenána právě u katétrů s hrotem zavedeným až do pravé síně, menší před pravou síní a nulová v horní duté žíle. Z toho vyplývá, že v síni je největší výskyt turbulentního proudění, který zvyšuje recirkulaci a naopak v horní duté žíle je laminární proudění a tudíž je zde i nejmenší riziko výskytu recirkulace.

Při invertovaném napojení na mimotělní oběh se naopak ukázalo, že průměrná recirkulace je nejvyšší u katétrů s hrotem zavedeným do horní duté žíly, menší před pravou síní a nejmenší u katétrů s hrotem zavedeným až do pravé síně. To opět potvrzuje teorii, že se v horní duté žíle vyskytuje především laminární proudění, kdy při invertovaném napojení dochází k významné recirkulaci vzhledem ke směru unášení navracené krve z mimotělního oběhu, a v srdeční síni se vyskytuje především turbulentní proudění, kdy pravděpodobně dochází vlivem tohoto proudění k promíchání navracené krve a jejímu menšímu zpětnému návratu do mimotělního oběhu.

Dále se ověřovala použitelnost měření recirkulace při invertovaném napojení dvoucestného katétru k odhadu lokalizace hrotu katétru. V tomto bodě ovšem nebyla nalezena žádná jednoznačná závislost mezi recirkulací a polohou hrotu katétru a tudíž není možné s dostatečnou přesností detekovat polohu hrotu katétru na základě měřené recirkulace. Nakonec se vyhodnocoval význam arteriálních a venózních tlaků jako možný ukazatel funkčnosti katétru. Došlo se k závěru, že na základě znalosti arteriálních a venózních tlaků

při normálním a invertovaném napojení se dá odhadnout, zda je katétr plně funkční, nebo jestli dochází k postupnému snižování průchodnosti katétru či pouze k přisávání katétru na stěnu cévy.

Dále se zde zjistilo, že, i když lze očekávat, že po zavedení nového centrálního žilního katétru se bude jeho průtok s časem už jen zhoršovat, dochází v některých případech po zavedení katétru s jistým časovým odstupem ke „zlepšení průtoku krve katétrem“, to znamená, že je s určitým časovým zpožděním od zavedení katétru zapotřebí menšího podtlaku v arteriální části katétru pro dosažení požadovaného průtoku krve.

Na základě výsledků provedených analýz byl nakonec navrhnout postup pravidelného rutinního hodnocení stavu zavedených permanentních centrálních žilních katétrů.

LITERATURA

- [1] RYCHLÍK, I.; LOPOT, F. *Statistická ročenka dialyzační léčby v České republice v roce 2008*. [online]. Česká nefrologická společnost, 2008 [cit. 2009-07-27].
Dostupný z www:
<<http://www.nefrol.cz/index.php?&desktop=clanky&action=view&id=500>>
- [2] SULKOVÁ, S. a kol. *Hemodialýza*. Praha: Maxdorf, 2000. 693 s. ISBN 80-85912-22-8.
- [3] DVOŘÁKOVÁ, M. *Centrální žilní přístup pro hemodialýzu*. Praha, 2009. 28 s.
Oborová práce.
- [4] BARTŮŇKOVÁ, P. *Zhodnocení průměrných relativních mezidialyzačních přírůstků na váze u pacientů na hemodialýze v závislosti na reziduální diuréze*. Pardubice, 2009. 61 s. Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí diplomové práce MUDr. Kamil Dvořák.
- [5] *Hemodialýza* [online]. 2009 [cit. 2009-07-29]. Dostupný z www:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hemodialýza>>.
- [6] KANTOR, R. *Recirkulace krve při dialýze AV shuntem, B. Braun Avitum, Dialyzační středisko Třinec Standardní postupy* [online]. 9.6.2009 [cit. 2009-07-27].
Dostupný z www: <<http://www.ledviny.cz/metodika/Recirkulace.html>>.
- [7] *Transonic®. HD01 Hemodialysis Monitor: Operator's Manual*. Transonic Systems Inc. 1998. 30 s.
- [8] KANTOR, R. *Cévní přístup* [online]. 9.6.2009 [cit. 2009-07-29]. Dostupný z www:
<<http://www.ledviny.cz/infopac/vascularaccess.html>>.
- [9] BAKRAN, A.; MICKLEY, V.; PASSLICK-DEETJEN, J. *Management of the Renal Patient: Clinical Algorithms on Vascular Access for Haemodialysis*. Lengerich : Pabst Science Publishers, 2003. ISBN 3-936142-86-6.
- [10] ZEMAN, M., et al. *Speciální chirurgie*. 1st ed. Praha: Galén, 2001. ISBN 80-7262-093-2.
- [11] FISCHER, KG. *Essentials of anticoagulation in hemodialysis*. Hemodialysis International 2007; 11:178–189.
- [12] LOK, CH.E., et al. *Trisodium citrate 4% - an alternative to heparin capping of haemodialysis catheters*. Nephrology Dialysis Transplantation, 2007, 22 (2), 477-483. ISSN 0931-0509.

- [13] *TEGO[®] Connector, ICU Medical, Inc.* [online]. [cit. 2009-08-01]. Dostupný z [www: <http://www.icumed.com/tego-connector.asp>](http://www.icumed.com/tego-connector.asp)
- [14] *BIOPATCH[®] Protective Disc with CHG* [online]. [cit. 2009-08-01]. Dostupný z [www: <http://www.icumed.com/tego-connector.asp>](http://www.icumed.com/tego-connector.asp)
- [15] RACEK, J., et al. *Klinická biochemie*. 2nd ed. Praha: Galén, 2006. 329 p. ISBN 80-7262-324-9.
- [16] *Edutorium - Proudění reálné tekutiny*. [online]. [cit. 2009-08-01]. Dostupný z [www: <http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d656368616e696b61h&key=277>](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d656368616e696b61h&key=277)
- [17] KANNO, Y. et al. *Elevation of plasma D-dimer is closely associated with venous thrombosis produced by double-lumen catheter in pre-dialysis patients*. Oxford (UK): Nephrology Dialysis Transplantation, 2007, 22: 1224-1227. ISSN 0931-0509.
- [18] K/DOQI Guidelines [online]. [cit. 2009-08-02]. Dostupný z [www: <http://www.kidney.org/professionals/K/DOQI/guidelines_commentaries.cfm#guidelines>](http://www.kidney.org/professionals/K/DOQI/guidelines_commentaries.cfm#guidelines).
- [19] National Kidney Foundation. *K/DOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for 2006 Updates: Hemodialysis Adequacy, Peritoneal Dialysis Adequacy and Vascular Access*. Am J Kidney Dis 48:S1-S322, 2006 (suppl 1).
- [20] EISELT, J. *Péče o cévní přístup pro hemodialýzu. Co přinesly aktualizované směrnice NFK-K/DOQI 2006?* [online]. [cit. 2009-08-02]. Aktuality v nefrologii 1/2007. Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni. Dostupný z [www: <http://www.tigis.cz/AVN/AVN_1_07/documents/Eiselt_web.pdf>](http://www.tigis.cz/AVN/AVN_1_07/documents/Eiselt_web.pdf)
- [21] European Renal Association – European Dialysis and Transplant Association [online]. [cit. 2009-08-02]. Dostupný z [www: <http://www.era-edta.org/>](http://www.era-edta.org/).
- [22] ERA-EDTA GUIDELINES [online]. [cit. 2009-08-02]. Dostupný z [www: <http://www.ndt-educational.org/guidelines.asp>](http://www.ndt-educational.org/guidelines.asp).
- [23] TORDOIR, J., et al. *EBPG on Vascular Access*. Nephrology Dialysis Transplantation, 2007, 22 (2), 88-117.

SEZNAM PŘÍLOH

1. Původní protokol
2. Nový protokol
3. Výčet všech vypočítaných teoretických průtoků krve cévou QVC při jednotlivých průtocích krve katétrem v invertovaném napojení na mimotělní oběh
4. Souhrn směrnic K/DOQI z roku 2006 týkající se centrálních žilních katétrů
5. Šablona pro hodnocení katetrizačního programu
(hodnoceni_katetrizacniho_programu.xlsm) - v elektronické podobě
6. Informace k šabloně „Hodnocení katetrizačního programu“

Příloha č. 1: Původní protokol

Průtok krve permcatem – měření transonicem

Jméno:

datum:

r.č.

výška: cm

váha: kg

HDS:

Typ katetru:

Doba HD min

CŽT před HD

Kt/V

Normální zapojení

QB nastv. 100 200 300 400 ml/min.

QB efekt

QB trans.

Ven. TK

Art. TK

Rec.

Invertované zapojení

QB nast. 100 200 300 400 ml/min.

QB efekt.

QB trans.

Ven. TK

Art. TK

Rec.

Poznámka:

- 1) měření na přístroji Fresenius s modulem OCM, nebo Gambro s arteriálním snímačem v první polovině HD
- 2) je-li Rec při průtoku 400ml/min. na normální zapojení nulová, není třeba měřit na nižší průtoky
- 3) změřit CŽT před HD

Měření provedl/a:

Příloha č. 2: Nový protokol

Záznam o průtoku krve katétrem

Jméno:

Datum měření:

Příjmení:

Rodné číslo:

HDS:

CŽT před HD [torr]:

První měření katétru¹: Ano Ne

Pokud **Ano**, vyplňte následující rámeček.

Datum zavedení katétru:

Místo zavedení²:

Lokalizace hrotu katétru³:

Typ katétru¹: dočasný permanentní

Katétr+rozměr¹: Kimal _____ Medcomp _____ Circle C _____ Jiný: _____

Antikoagulační zátka¹: Citra-LockTM heparin Jiná: _____

Speciální pomůcky¹: TEGO Biopatch Jiné: _____

Vyskytuje se nějaká komplikace spojená s katétrem¹? Ano Ne

Pokud Ano, jaká? _____

Normální napojení katétru:

QB nast. [ml/min]	100	200	300	400
QB efekt. [ml/min]				
QB trans. [ml/min]				
Venózní TK [torr]				
Arteriální TK [torr]				
Recirkulace [%]				

Invertované napojení katétru:

QB nast. [ml/min]	100	200	300	400
QB efekt. [ml/min]				
QB trans. [ml/min]				
Venózní TK [torr]				
Arteriální TK [torr]				
Recirkulace [%]				

Měření provedl/a:

¹ označte správnou odpověď; ² céva, do které je katétr zaveden (v. jug. int. dx.); ³ podle popisu RTG snímku

QB efekt. = hodnota průtoku z **hemodialyzačního přístroje**

QB trans. = hodnota průtoku z přístroje **Transonic HD01 Plus**

HDS = hemodialyzační středisko do něhož je pacient trvale zařazen

CŽT = centrální žilní tlak [mm Hg = torr] měřený **před dialýzou**

Neměřené hodnoty proškrtněte. Když nelze něco změřit, napište „nejde měřit“.

Zásady pro měření:

- 1) Po zavedení centrálního žilního katétru se provede záznam o průtoku krve katétre nejpozději do 3. dne od data zavedení.
- 2) Měření o průtoku krve katétre se bude opakovat u každého katétru v cca měsíčních intervalech.
- 3) Pokud to bude možné, provede se měření průtoku krve katétre před plánovaným vyjmutím katétru a do protokolu se uvede (kamkoli) důvod vyjmutí katétru.
- 4) Je nutné změřit centrální žilní tlak (CŽT) před začátkem dialýzy.
- 5) Samotné měření průtoku krve katétre provést během 1. hodiny od začátku dialýzy.
- 6) Je nezbytné vyplnit všechny požadované údaje až na výjimky uvedené v bodech 7, 9 a 11.
- 7) Položku „datum zavedení katétru“, „místo zavedení“ a „lokalizace hrotu katétru“ stačí vyplnit pouze při prvním měření průtoku krve katétre u nově zavedených katétrů. Místem zavedení je myšlena céva, do níž je katétr zaveden, např. véna jugularis interna dextra. Lokalizaci hrotu katétru lze získat z popisu RTG snímku získaného po zavedení nového katétru (horní, střední, dolní úsek HDŽ, pravá síň).
- 8) V kolonce „Katétr“ je nezbytné doplnit průměr a délku katétru (např. Kimal 14,5 Fr x 28 cm).
- 9) Při normálním napojení se standardně provede měření podle protokolu u všech katétrů od průtoku 300 ml/min výše. V případě, že je recirkulace nenulová pro průtok 300 ml/min, změří se průtok krve katétre při normálním napojení i pro všechny nižší průtoky. Tento bod se nevztahuje na první měření průtoku krve katétre po zavedení katétru. U nově zavedených katétrů se provede měření při všech průtocích při normálním napojení.
- 10) Při invertovaném napojení se měří vždy při všech průtocích.
- 11) Při měření by nemělo dojít k přesáhnutí arteriálního tlaku (PA) -250 mm Hg = -250 torr. Pokud se přesáhne při měření tento tlak, v měření při vyšších průtocích se již nepokračuje. (tento bod se nemusí dodržovat striktně)

Příloha č. 3: Výčet všech vypočítaných teoretických průtoků krve cévou QVC [ml/min] při jednotlivých průtocích krve katétrem v invertovaném napojení na mimotělní oběh

S = skupina, 0 – horní dutá žíla, 1 – až k pravé síni, 2 – do pravé síně, \bar{x} = aritmetický průměr, σ = směrodatná odchylka

S	100 ml/min	200 ml/min	300 ml/min	400 ml/min	\bar{x}	σ	σ [%]
0	606	609	763	837	704	115	16
	602	870	1211	1229	978	300	31
	333	347	457	649	446	146	33
	371	755	857	889	718	238	33
	351	986	984	1216	884	372	42
	293	1150	1184	1265	973	456	47
	231	541	797	990	640	328	51
	315	600	956	1226	774	399	52
	167	633	814	896	627	326	52
	85	255	392	536	317	192	61
	233	820	1300	1658	1003	617	62
	587	1820	2403	4037	2212	1433	65
	Průměrná hodnota (skupina „0“)					856	410
1	1052	1094	1215	1118	1120	69	6
	1254	1128	1399	1159	1235	122	10
	936	1201	1038	1133	1077	115	11
	1047	1231	961	1032	1068	115	11
	1058	1116	1262	1361	1199	138	11
	2328	2724	2207	2032	2323	294	13
	990	1129	1270	946	1084	147	14
	2400	2231	2851	2046	2382	345	14
	3848	2976	4358	3390	3643	595	16
	1062	745	1092	950	962	157	16
	1634	2484	2142	2261	2130	360	17
	1457	1972	1348	1654	1608	274	17
	478	561	681	700	605	105	17
	703	1066	988	1046	951	169	18
	723	999	888	1111	930	165	18
	2242	1818	1672	1488	1805	321	18
	963	1540	1376	1445	1331	254	19
	1520	1075	986	1230	1203	234	19
	858	1352	1292	1441	1236	259	21
	930	681	1207	973	948	216	23
614	767	833	1071	821	190	23	
588	756	931	1019	824	191	23	
422	539	607	752	580	138	24	

1	561	861	1014	964	850	203	24
	576	754	951	1023	826	202	24
	1392	2070	1907	1215	1646	408	25
	1031	1258	1714	1777	1445	360	25
	1461	2777	2387	2076	2175	556	26
	1901	2022	1144	1298	1591	435	27
	776	1446	888	1206	1079	305	28
	1528	3149	2592	2295	2391	676	28
	522	348	501	733	526	158	30
	555	1201	961	835	888	269	30
	2808	2724	2215	1306	2263	690	30
	635	1105	1330	1384	1114	341	31
	897	1782	1881	2034	1649	511	31
	725	908	1129	1501	1066	334	31
	2496	3990	2411	2011	2727	868	32
	584	314	446	684	507	162	32
	210	368	413	499	372	121	33
	289	509	565	712	519	175	34
	793	1618	1867	1168	1362	477	35
	262	642	473	622	500	176	35
	414	1065	947	1033	865	305	35
	378	499	798	835	628	224	36
	460	1241	1110	1006	954	343	36
	299	445	526	742	503	185	37
	229	497	642	570	485	180	37
	368	495	840	868	643	250	39
	194	495	582	549	455	178	39
	2232	3705	1475	2068	2370	947	40
	1112	874	1728	2193	1477	598	40
	174	244	346	460	306	125	41
	584	967	1672	1322	1136	467	41
	488	660	918	1306	843	356	42
	368	723	998	1146	809	342	42
	561	1809	1800	1937	1527	647	42
	183	273	396	519	343	146	43
	198	592	715	767	568	257	45
	329	1006	1371	1155	965	450	47
	553	2460	1837	1901	1687	806	48
	3136	1167	1533	1520	1839	881	48
	129	521	356	572	395	200	51
124	410	449	613	399	203	51	
235	541	784	1000	640	329	51	
272	1719	1206	1083	1070	599	56	
87	394	443	610	383	218	57	

1	147	336	561	724	442	253	57
	182	408	627	967	546	334	61
	81	242	432	516	318	195	61
	95	363	513	724	424	264	62
	467	1343	1354	2809	1493	971	65
	47	183	374	473	269	191	71
	Průměrná hodnota (skupina „1“)					1114	327
2	1254	1190	1638	2623	1676	662	39
	285	768	1021	896	743	322	43
	441	2152	1723	1586	1476	731	50
	265	633	499	1038	609	324	53
	120	458	855	1142	644	448	70
	231	695	3893	1576	1599	1628	102
Průměrná hodnota (skupina „2“)					1124	686	60

V následující souhrnné tabulce je uvedena četnost měření recirkulace pro jednotlivé skupiny, z nichž se následně vypočítávala teoretická hodnota průtoku krve cévou QVC. Z tabulky vyplývá, že hodnota QVC se počítala ve skupině „0“ 12 krát, ve skupině „1“ 73 krát a ve skupině „2“ 6 krát.

skupina	četnost
0 – horní dutá žíla	12
1 – až k pravé síni	73
2 – do pravé síně	6
celkem	91

Péče o cévní přístup pro hemodialýzu

Směrnice 2. Volba typu a místa cévního přístupu pro hemodialýzu

- Cévní přístup je preferován v následujícím pořadí: arteriovenózní fistule (AVF), arteriovenózní graft (AVG) a centrální žilní katétr (CŽK).
- Možnost, které je třeba se pokud možno vyhnout: Dlouhodobý CŽK!
- CŽK by měl být zaváděn pod ultrazvukovou kontrolou.
- Umístění konce CŽK by mělo být ověřeno radiologicky.

Krátkodobý CŽK

- Krátkodobé CŽK by měly být užity pro akutní dialýzu, po omezenou dobu u hospitalizovaných pacientů, femorální katétrů bez manžety pouze u nemocných ležících na lůžku.
- Krátkodobé CŽK (netunelované, bez manžety) by měly mít konec v horní duté žíle.
- Měly by být užívány pouze u hospitalizovaných osob a po dobu kratší než 1 týden, v případě femorálních katétrů max. 5 dnů.
- Při užití krátkodobých katétrů déle než 1 týden roste exponenciálně výskyt infekce.
- Femorální katétrů by neměly být kratší než 19 cm, aby dosáhly do dolní duté žíly.

Dlouhodobý CŽK

- Dlouhodobé CŽK by měly být užity ve spojení s plánem na trvalý cévní přístup.
- Preferovány jsou CŽK umožňující vysoký krevní průtok (více než 350 ml/min při podtlaku v mimotělním okruhu před pumpou do -250 mm Hg).
- Volba typu katétru se řídí místní zkušeností, cílem použití a cenou.
- Dlouhodobé CŽK by neměly být na té straně, kde je založena AVF či AVG.
- Upřednostňovaným místem pro založení dlouhodobého tunelovaného CŽK s manžetou nebo katéetrového portu je pravá vnitřní jugulární žíla. Další možností je

pravá zevní jugulární žíla, levá vnitřní a zevní jugulární žíla, podklíčkové žíly, femorální žíly, translumbální a transhepatální přístup do dolní duté žíly. Podklíčkový přístup by měl být použit pouze, není-li k dispozici cévní přístup na horních končetinách a na hrudní stěně.

- Dlouhodobé CŽK (tunelované, s manžetou) by měly mít konec v pravé srdeční síni, aby byl zajištěn optimální krevní průtok.

Směrnice 3. Kanylace AVF, AVG a použití CŽK

- Se všemi cévními přístupy je nezbytné pracovat aseptickou technikou.
- Před otevřením katétru prohlédne zkušený pracovník, zda v místě výstupu katétru není infekce. Průsvitné nebo gázové krytí výstupu katétru se obnovuje každou dialýzu.
- Je nutné zdůraznit nezbytnost mytí rukou před a po každém kontaktu s cévním přístupem u každého jednotlivého pacienta.
- Při manipulaci s katétreem je nezbytné použití ústenky pro nemocného i personál, protože spousta pacientů i personálu mají přítomny v dutině ústní patologické bakterie typu stafylokoků a streptokoků, které mohou vyvolat u takového pacienta závažnou infekci vedoucí k vyjmutí katétru a znemožnění provedení dialýzy.
- Personál dále používá vždy čisté rukavice a vhodný desinfekční roztok při napojení i odpojení od dialyzačního okruhu a při převazu výstupu katétru.

Směrnice 7. Prevence a léčba komplikací CŽK a portů

- Všechny komplikace spojené s katétreem by měly být důkladně vyšetřeny.
- Dysfunkční CŽK je takový, který nedává při dialýze průtok alespoň 300 ml/min při arteriálním tlaku pod -250 mm Hg. Výjimkou mohou ovšem být dětské centrální žilní katétrů nebo malé katétrů pro dospělé.
- K řešení problémů dysfunkčních centrálních žilních katétrů se používá:
 - repozice špatně uloženého katétru,
 - trombolýza s aplikací infúze trombolytika nebo trombolytické zátky,
 - výměna katétru.
- Všechny infekce sdružené s CŽK, s výjimkou infekce výstupu, by měly být léčeny parenterálními antibiotiky volenými podle typu mikroorganismu, na nějž je podezření.

- Definitivní antibiotikum je určeno podle izolovaného agens.
- CŽK by měly být vyměněny co nejdříve, ve většině případů do 72 hodin od zahájení antibiotické léčby. Před výměnou katétru není vyžadována negativní hemokultura. Týden po ukončení léčby je třeba vyšetřit hemokulturu.
- I při kvalitní péči funguje po roce od založení méně než 50 % CŽK a přibližně 1/3 katétrů je vyjmuta, protože již nejsou schopny zajistit dostatečný krevní průtok.
- Nejčastějšími komplikacemi jsou trombóza a infekce.
- Podávání antikoagulačních léků nepředěje trombóze katétru.
- Dává-li katétr dvě dialýzy po sobě průtok menší než 300 ml/min, je doporučeno aplikovat po dialýze trombolytickou zátku a ponechat ji do další dialýzy.
- Krátkodobé CŽK by měly být při infekci odstraněny.

Směrnice 8. Klinické cíle

- Každé dialyzační pracoviště by si mělo založit databázi a systém soustavného zlepšování kvality, sledování četnosti zakládání jednotlivých typů cévních přístupů a četnosti komplikací.
- Použití CŽK s manžetou jako trvalý přístup k dialýze by nemělo přesáhnout 10 % ze zavedených přístupů.
- Selhání nově založeného tunelového CŽK s krevním průtokem nižším než 300 ml/min by nemělo přesáhnout 5 % z celkového počtu zavedených katétrů.
- Výskyt infekce, sdružené s tunelovaným CŽK, by neměl přesáhnout 10 % po 3 měsících a 50 % po roce od data zavedení.
- Kumulativní incidence komplikací při zavádění centrálních žilních katétrů by neměla překročit 1 %. (= pneumothorax vyžadující hrudní drenáž, symptomatická vzduchová embolie, hemothorax, hemomediastinum nebo hematom vyžadující evakuaci)
- Aktualizované směrnice K/DOQI pro cévní přístup doporučují vytvořit tým pro cévní přístup, který pracuje s cévními přístupy, sleduje a vyhodnocuje výsledky léčby a četnost komplikací.

Příloha č. 6: Informace k šabloně „Hodnocení katetrizačního programu“

V rámci diplomové práce se vytvořila šablona pro hodnocení katetrizačního programu v aplikaci Microsoft Excel 2007 (hodnoceni_kateterizacniho_programu.xlsm). Šablona je do určité míry přednastavena pro vyhodnocení všech bodů, které je podle K/DOQI důležité sledovat. (Všechny tyto body již byly vyjmenovány a popsány výše, viz kapitola 5.1 a 7) V celé šabloně jsou barevně rozlišena pole, do kterých je nutné manuálně zapsat hodnoty (zelená pole), a pole, která obsahují vzorce, které vypočítají nebo vyplní políčko automaticky (bezbarvá pole). Na každé záložce je uvedena specifikace K/DOQI, aby bylo zřejmé, co se vyhodnocuje.

Na první záložce šablony (Data) se opiší do patřičných sloupců všechna nasbíraná data z dotazníku (viz příloha 2). Tato záložka slouží pouze jako zdroj dat pro ostatní záložky.

Druhá záložka šablony (Úspěšnost katetrizace) slouží k vyhodnocení **primární úspěšnosti katetrizace**. V K/DOQI se uvádí, že selhání nově založeného tunelového centrálního žilního katétru s krevním průtokem nižším než 300 ml/min do arteriálního tlaku -250 torr by nemělo přesáhnout 5 % z celkového počtu zavedených katétrů.

Třetí záložka šablony (Životnost + výskyt infekce) slouží k vyhodnocení dvou bodů: **životnost tunelovaných centrálních žilních katétrů a riziko výskytu infekce**. Podle K/DOQI z roku 2006 i při dobrém katetrizačním programu zůstává funkčních po 12 měsících od data zavedení méně než 50 % centrálních žilních katétrů a přibližně 1/3 katétrů je vyjmuta, protože již nejsou schopny zajistit dostatečný krevní průtok. Podle K/DOQI by výskyt infekce, sdružené s tunelovaným centrálním žilním katétrem, by neměl přesáhnout 10 % po 3 měsících a 50 % po roce od data zavedení. K vyhodnocení se použije metoda Kaplan-Meiera. Tyto dva body je vhodné vyhodnotit pomocí specifického softwaru, který je pro tuto metodu primárně předurčen (např. GraphPad Prism 5). Šablona v těchto bodech slouží pouze pro předzpracování dat.

Čtvrtá záložka šablony (Místo zavedení) slouží k vyhodnocení **místa zavedení permanentního centrálního žilního katétru s manžetou**. Podle K/DOQI je upřednostňovaným místem pro založení dlouhodobého tunelovaného CŽK s manžetou pravá vnitřní jugulární žíla. Další možností je pravá zevní jugulární žíla, levá vnitřní a zevní jugulární žíla, podklíčkové žíly, femorální žíly, translumbální a transhepatální přístup do dolní

duté žíly. Podklíčkový přístup by měl být použit pouze, není-li k dispozici cévní přístup na horních končetinách a na hrudní stěně.

Pátá záložka šablony (Katétr jako trvalý přístup) slouží k vyhodnocení: **centrální žilní katétr jako trvalý cévní přístup pro dialýzu**. Použití centrálního žilního katétru s manžetou jako trvalý přístup k dialýze by nemělo přesáhnout 10 % ze všech zavedených přístupů.

Poslední záložka šablony (Komplikace katetrizace) slouží k vyhodnocení **komplikací při zavádění centrálních žilních katétrů**. Kumulativní incidence komplikací při zavádění centrálních žilních katétrů by neměla překročit 1 %. (= pneumothorax vyžadující hrudní drenáž, symptomatická vzduchová embolie, hemothorax, hemomediastinum nebo hematoma vyžadující evakuaci)