

Univerzita Karlova
Lékařská fakulta v Hradci Králové

Doktorský studijní program

Radiologie

Translumbální centrální žilní katétry pro hemodialýzu
Translumbar central venous hemodialysis catheters

MUDr. Tomáš Jonszta

Školitel: prof. MUDr. Antonín Krajina, CSc.

Konzultant: MUDr. Vendelín Chovanec, Ph.D.

Ostrava, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji tímto, že jsem doktorskou disertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje. Zároveň dávám souhlas k tomu, aby tato práce byla uložena v Lékařské knihovně Lékařské fakulty v Hradci Králové a zde užívána ke studijním účelům za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou publikační nebo přednáškovou činnost, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

Souhlasím se zpřístupněním elektronické verze mé práce v informačním systému Univerzity Karlovy.

Ostrava, 2019

MUDr. Tomáš Jonszta

Poděkování:

Prof. MUDr. Antonínu Krajinovi, CSc., přednostovi Radiologické kliniky Fakultní nemocnice Hradec Králové a Lékařské fakulty v Hradci Králové, mému školiteli, za odborné vedení a podporu, které se mi hojně dostávalo.

MUDr. Vendelínu Chovancovi, Ph.D., lékaři Radiologické kliniky Fakultní nemocnice Hradec Králové a Lékařské fakulty v Hradci Králové, konzultantovi mé práce, za odbornou pomoc, entusiasmus a velkou vstřícnost v řešení mnoha problému z oblasti Intervenční radiologie.

Prof. MUDr. Miloslavu Ročkovi, CSc., přednostovi Kliniky zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol, za pomoc a podporu při zavádění výkonu translumbální katetrizace do praxe ve FN Ostrava.

Celému kolektivu Ústavu radiodiagnostického Lékařské fakulty Ostravské univerzity a Fakultní nemocnice Ostrava, za spolupráci a vstřícnost při vlastních výkonech i organizaci programu intervenční léčby.

Bc. Ivanu Capuličovi, DiS., radiologickému asistentovi Ústavu radiodiagnostického Lékařské fakulty Ostravské univerzity a Fakultní nemocnice Ostrava, za pomoc při vyhledávání dat pacientů.

Mgr. Adéle Vrtkové, vědecké pracovníci Fakulty elektrotechniky a informatiky, Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, za velkou pomoc při statistickém zpracování výsledků.

Bc. Ludmile Stuchlé, vedoucí Lékařské knihovny Fakultní nemocnice Ostrava, za pomoc se zpracováním literárních zdrojů.

OBSAH

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY	9
1.1 Cévní přístupy u renálního selhání	9
1.1.1 Cévní přístupy	9
1.1.2 Historie cévních přístupů	10
1.1.3 Renální selhání	12
1.2 Standardní žilní přístupy u hemodialýzy	16
1.2.1 Hemodialýza.....	16
1.2.2 Klasifikace cévních přístupů pro hemodialýzu	17
1.2.3 Indikace pro zavedení venózního katétru pro HD.....	18
1.2.4 Kontraindikace	19
1.2.5 Typy a design CŽK	20
1.2.6 Výhody a nevýhody CŽK	25
1.2.7 Předoperační hodnocení, zobrazovací metody před zaváděním katétru a během navigace výkonu	25
1.2.8 Standardní technika zavedení CŽK.....	28
1.3 Alternativní žilní přístupy.....	36
1.3.1 Translumbální přístup	37
1.3.2 Transhepatální přístup	39
1.3.3 Transrenální přístup.....	39
1.3.4 Přímá punkce brachiocefalických žil	40
1.3.5 Technika zavedení katétru „pomocí skiaskopicky navigované punkce jehlou“	40
1.3.6 Translumbální punkce lumbálních kolaterál směřujících do vena azygos.....	40
1.3.7 Zavedení katétru do žíly po chirurgické preparaci.....	40
1.4 Rizika a komplikace zavádění CŽK	40
1.4.1 Komplikace periprocedurální	41
1.4.2 Dlouhodobé komplikace	47
2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	56
3. SOUBOR PACIENTŮ, METODA A STATISTICKÁ ANALÝZA.....	56

3.1	Charakteristika souboru	56
3.2	Technika výkonů	59
3.3	Sledování pacientů.....	63
3.4	Definice pojmů	64
3.5	Indikace k reintervenci	65
3.6	Statistické zpracování	66
4.	VÝSLEDKY	66
4.1	Technická a klinická úspěšnost zavedení katétrů	66
4.2	Komplikace výkonů a jejich řešení	67
4.3	Doba sledování	69
4.4	Přežívání pacientů s CŽK.....	70
4.5	Dlouhodobá průchodnost katétrů.....	72
4.5.1	Primární průchodnost	72
4.5.2	Primární asistovaná průchodnost	74
4.5.3	Sekundární průchodnost.....	76
4.5.4	Počty a typy komplikací	77
4.6	Sledované technické parametry výkonů	82
4.6.1	Délka trvání provedení výkonu zavedení translumbálního katétru.....	82
4.6.2	Porovnání délky trvání kanylace dle diametru DDŽ.....	82
4.6.3	Uložení distálního konce translumbálního katétru.....	83
4.6.4	Hodnocení radiační zátěže během výkonů	84
5.	DISKUSE	85
6.	ZÁVĚR.....	95
7.	LITERATURA.....	97

POUŽITÉ ZKRATKY

AP	předožadní
ATB	antibiotika
AV	arteriovenózní
AVF	arteriovenózní fistule
AVG	arteriovenózní graft
CRS	catheter-related sheath
CT	výpočetní tomografie
CŽK	centrální žilní katétr
ČR	Česká republika
DAP	dose area product
DLP	dose length product
DSA	digitální subtrakční angiografie
ECMO	extrakorporální membránová oxygenace
ESRD	end-stage renal disease
FN	fakultní nemocnice
HD	hemodialýza
KDIGO	Kidney Disease Improving Global Outcomes
k.l.	kontrastní látka
NKF KDOQI	The National Kidney Foundation, Kidney Disease Outcomes Quality Initiative
PK	pravá komora
PNO	pneumotorax
PS	pravá síň
PTA	perkutánní transluminální angioplastika
RRT	renal replacement therapy
RTG	rentgen

rt-PA	rekombinantní tkáňový aktivátor plasminogenu
TRS	terminální renální selhání
UZ	ultrazvuk
v.	vena
VFC	vena femoralis communis
VJI	vena jugularis interna

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

1.1 Cévní přístupy u renálního selhání

1.1.1 Cévní přístupy

Léčba pacientů s pokročilým chronickým onemocněním ledvin vedoucím k terminálnímu renálnímu selhání (TRS) vyžaduje integraci metod nahrazujících funkci ledvin (RRT – renal replacement therapy). K těmto patří hemodialýza (HD), hemofiltrace, peritoneální dialýza a transplantace ledvin, přičemž u nás i ve světě je nejčastěji využívanou metodou hemodialýza [1,2].

Kvalitní cévní přístup je *condicio sine qua non* pro provádění hemodialýzy u pacientů s terminálním renálním selháním [3].

Ideální cévní přístup by měl umožňovat snadné opakování punkcí, poskytovat vysoký průtok pro efektivní HD a dále mít minimální množství komplikací. Selhání cévního přístupu je jedním z hlavních příčin morbidity pacientů léčených HD [3].

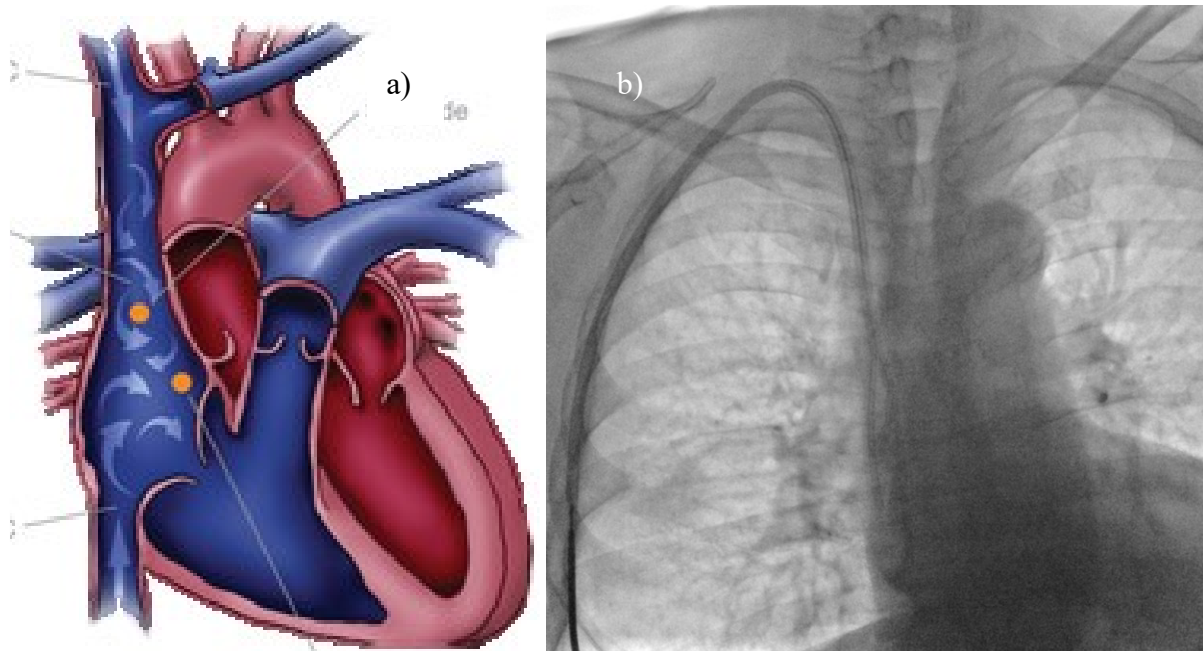
Trvalý cévní přístup umožňující dostatečný krevní průtok, který je u hemodialýzy vyžadován nad 300–400 ml/min, je tradičně umožněn třemi základními způsoby:

- Arteriovenózní fistule též píštěl či shunt (AVF) je anastomóza vytvořená mezi tepnou a žílou nejčastěji v oblasti zápěstí, předloktí či kubity.
- Arteriovenózní graft též štěp (AVG) pro něhož je základem vytvoření spojky mezi tepnou a žílou pomocí chirurgicky našitého interpozitu cévní protézy.
- Centrální žilní katétr (CŽK), kdy je HD prováděna pomocí katétru, zavedeného do velkého žilního kmene.

Preferovaným cévním přístupem je z důvodu dobré dlouhodobé průchodnosti (70–84 % po prvním roce) a nižšího rizika komplikací oproti ostatním přístupům nativní AVF [4].

CŽK obecně jsou definovány jako katétry zaváděné do velkých centrálních žil. V případě hemodialyzačních katétrů jsou nejčastěji používány katétry se dvěma luminy. Optimálně je doporučováno zavedení distálního konce katétru až do oblasti středu pravé síně srdeční, které zaručuje efektivní průtoky během dialýzy a minimalizuje rizika spojená se zavedeným katétre (Obr. 1 a, b) [4,5].

Ačkoliv jsou pro dialýzu metodou volby AVF nebo AVG, až 80 % pacientů s terminálním renálním selháním vyžaduje v určité fázi léčby zavedení CŽK k provedení dialýzy, ať je to z důvodu selhání, trombózy či pozdní maturace shuntu, nemožnosti chirurgického našití shuntu nebo akutní potřeby provedení dialýzy [6].



Obr. 1 a, b: Anatomické poměry oblasti pravé síně a kavoatriálních junkcí (Zdroj www.medgadget.com) (a). Tunelizovaný centrální žilní katétr s tzv. split koncem zavedený do oblasti pravé síně (b).

1.1.2 Historie cévních přístupů

Historie HD léčby procházela postupným vývojem provázeným celou řadou komplikací a technických potíží.

První katetrizace centrální žíly byla provedena v roce 1733, kdy Angličan Stephen Hales zavedl skleněnou trubičku do levé VJI za účelem měření žilního tlaku [7].

První HD léčbu na světě provedl Georg Haas v roce 1924 pomocí skleněných kanyl zavedených do tepny a žíly na předloktí [8]. V roce 1943 léčil pacienty Willem Kolff pomocí rotačního bubnu nahrazujícího funkci ledviny [9]. Dalším významným krokem bylo provedení teflonového shuntu na předloktí Beldingem Scribnerem, pomocí kterého byl pacient 11 let dialyzován. V roce 1966 Brescia a Cimino publikovali výsledky léčby pomocí radiocefalické fistuly, která je používána dodnes [10]. Tyto první úspěchy s dlouhodobě použitelným cévním přístupem pro dialýzu připravily úrodnou půdu pro první program

chronické hemodialýzy, který byl v následujících letech zahájen uvedením do provozu prvního dialyzačního střediska na světě v USA ve městě Seattle v roce 1960. U nás byla první dialýza provedena v Hradci Králové v roce 1967.

V sedmdesátých letech minulého století potom nastal další rozvoj technik pro založení AVF a umělých materiálů pro zhotovení AVG.

Pokud se jedná o katerizaci centrálních žil, v roce 1929 Werner Forssmann jako první zavedl „dobře naolejovanou“ uretrální cévku šíře 4 F sám sobě přes antekubitální žílu a na rentgenovém snímku následně prokázal její uložení v oblasti pravé síně. Dále prokázal možnost zobrazení srdečních oddílů takto zavedenou cévkou pomocí aplikace jódové kontrastní látky. Jeho experiment byl tehdejšími autoritami odsouzen a na dlouhou dobu zapomenut, aby se nakonec v roce 1956 stal držitelem Nobelovy ceny za fyziologii a medicínu [11].

První klinické využití CŽK popsal v roce 1952 Aubaniac při kanylaci podklíčkové žíly u léčby a ošetřování zraněných ve válce [12]. V té době Seldinger popsal techniku punkce tepen dnes známou jako „Seldingerova technika“, která je dnes dominantně používanou technikou [13].

V roce 1969 publikoval Josef Erben průkopnickou práci o využití podklíčkového přístupu pro kanylaci pacientů pro potřebu hemodialýzy, který jako první využil Shaldon v roce 1961 [14]. Podklíčkový přístup byl poté na dvacet let preferovaným přístupem pro hemodialyzační katétry. Na základě výsledků flebografických studií demonstrujících výskyt významné stenotizace nebo okluze centrálních žil až u 50 % pacientů, je v dnešní době u dlouhodobě zavedených katétrů jednoznačně preferovaný přístup cestou VJI [15].

Následoval další rychlý rozvoj techniky, materiálů a indikačních kritérií, který pokračuje do současnosti [16].

Pokud jde o samotný translumbální přístup, publikoval v roce 1971 Mirete první článek o translumbální katetrizaci DDŽ pro potřebu dialyzačního přístupu [17]. Detailní popis translumbální katetrizace publikoval v roce 1985 Kenney v práci o zavádění katétrů pro parenterální výživu. V roce 1995 Lund zveřejnil výsledky sledování prvního většího souboru pacientů s hemodialyzačními katétry zavedenými translumbální cestou [18,19]. V dalším období se v literatuře objevují publikace různě velkých souborů z jednotlivých pracovišť, léčených pomocí různých typů katétrů, zavedených translumbální cestou.

V současné době existuje dedikované instrumentarium i katétr pro zavádění do DDŽ translumbálním přístupem.

1.1.3 Renální selhání

Ledviny jsou životně důležitým párovým orgánem, uloženým v retroperitoneu. Každá ledvina je tvořena téměř jedním milionem glomerulů neboli ledvinných klubíček, které mají funkci mikroskopických filtrů. Ledvinami proteče za jednu minutu přibližně 1,2 litru krve (25 % klidového minutového srdečního výdeje), to je asi 1 700 litrů denně. Minutový průtok krve 1,2 litru odpovídá 660 ml plazmy. Do glomerulárního filtrátu je převedeno 128 ml plazmy za minutu a 180 l za 24 hodin. Toto množství ultrafiltrátu je přeměněno ledvinami na 1–1,5 l definitivní moči a zbytek je navrácen do oběhu [20].

Ledviny vykonávají v těle člověka řadu velmi důležitých funkcí:

- odvádějí prostřednictvím moče z těla odpadní látky
- regulují koncentraci elektrolytů, jako jsou draslík a sodík (tj. soli), obsah vody v těle a zásadním způsobem se podílejí na regulaci krevního tlaku
- produkují hormony, které pomáhají regulovat krevní tlak, vytvářet červené krvinky a zasahují do metabolismu vápníku potažmo kostí

Renální selhání je stav, při kterém ledviny nedostatečně plní svoji funkci udržování stálého vnitřního prostředí a svoji funkci vylučovací.

Mezi pět nejběžnějších příčin selhání ledvin řadíme:

- diabetes mellitus (cukrovka)
- hypertenze (vysoký krevní tlak)
- glomerulonefritida (zánětlivé onemocnění postihující ledvinné glomeruly)
- onemocnění cév (ateroskleróza)
- polycystické onemocnění ledvin (vrozené, dědičné onemocnění, cysty v ledvinách)

Méně často jsou příčinou renálního selhání autoimunitní onemocnění jako lupus, vaskulitidy nebo IgA nefropatie. Abusus běžných nesteroidních antiflogistik jako například ibuprofen nebo paracetamol patří rovněž mezi poměrně časté příčiny chronického selhání ledvin. Mezi rizikové faktory s vysokým výskytem v naší populaci dále patří kouření, obezita,

nadměrná konzumace alkoholu, nedostatečný příjem tekutin (uvádí se doporučený denní příjem cca 0,5 l tekutin na každých 15 kg tělesné váhy), pozitivní rodinná anamnéza onemocnění ledvin a vyšší věk [21].

Tradičně se selhání ledvin dělí na tři typy [22]:

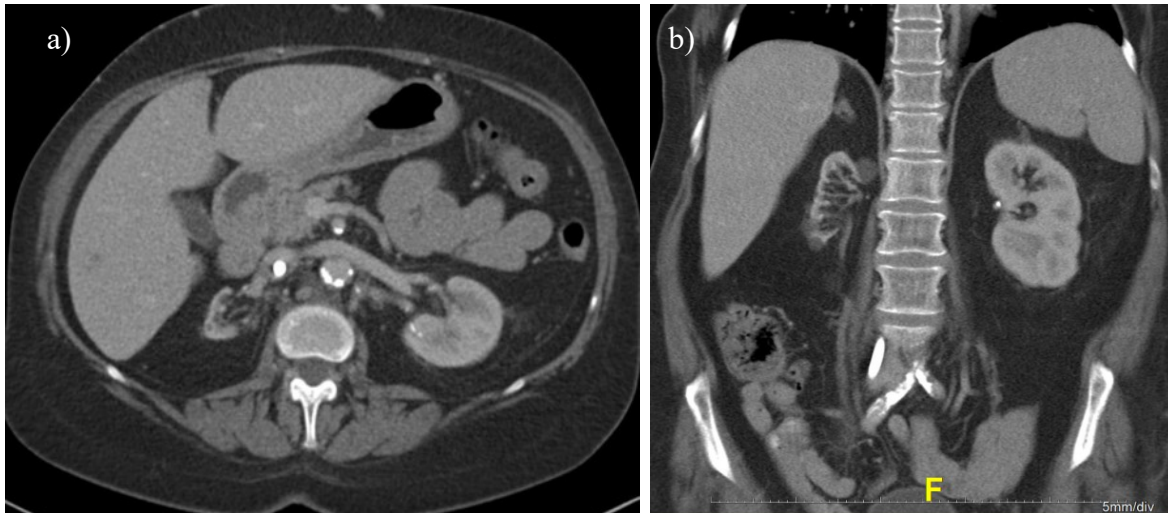
- **prerenální selhání** – funkce ledvin je poškozena nedostatečným krevním zásobením ledvin (dehydratace, šok)
- **renální selhání** – ledviny neplní svoji funkci kvůli poškození glomerulů nebo tubulů
- **postrenální selhání** – jde o překážku v močových cestách, která brání odtoku moči

Z časového hlediska se selhání ledvin dělí na [22]:

- **akutní renální selhání**
- **chronické renální onemocnění**

Akutní selhání ledvin (ASL) je charakterizováno jako náhle vzniklé, potenciálně reverzibilní snížení schopnosti ledvin vylučovat z organismu zplodiny metabolismu (dusíkaté a kyselé katabolity), jehož následkem vzniká hyperazotemie s poruchou vnitřního prostředí, včetně rozvratu vodního a minerálového hospodářství, někdy dokonce s uremickým syndromem. Uremický syndrom nebo „urémie“ je soubor klinických a laboratorních příznaků, charakterizovaný zpočátku nespecifickými příznaky jako jsou nechutenství, únava, nauzea, zvracení a průjemy. S postupující ztrátou funkce ledvin se u pacientů, kteří nejsou dialyzováni, přidává dušnost, vysoký krevní tlak anebo zánět pohrudnice. Urémie je příčinou mnoha dalších problémů, jako např. snížené hladiny erythropoetinu způsobující chudokrevnost, snížené hladiny testosteronu, řídnutí kostí a dystrofické kalcifikace (usazování vápníku v měkkých tkáních). U urémie se mohou vyskytnout známky hemoragické diatézy, polyneuritida, psychické změny až uremické kóma.

Chronické onemocnění ledvin je definováno jako poškození struktury nebo funkce ledvin trvající déle než 3 měsíce a mající dopad na zdraví pacienta. U pacientů můžeme diagnostikovat albuminurii, nárůst kreatininu a abnormality elektrolytů v plazmě a dále sníženou glomerulární filtraci. Na zobrazovacích metodách diagnostikujeme redukcii parenchymové vrstvy ledvin, případně přítomnost cyst a ledviny jsou často svrůstelé (Obr. 2 a, b).



Obr. 2 a, b: CT zobrazení ve venózní fázi. Normální velikost i konfigurace ledviny vlevo, výrazná atrofie a cysty ledviny vpravo. Katétra zavedený v DDŽ.

Chronické onemocnění ledvin se obvykle vyznačuje postupným úbytkem funkce ledvin, označovaným jako ledvinná nedostatečnost. Léčebné možnosti pro zpomalení úbytku funkce ledvin jsou omezené, a proto je pro další vývoj onemocnění zcela zásadní, aby poškození funkce ledvin bylo diagnostikováno a léčeno včas. Konzervativní léčba se skládá z nízkobílkovinné diety s omezením příjmu fosforu a draslíku a farmakologické léčby vyvolávajících příčin (léčba anemie, hypertenze, diabetu atd.) I přes zavedení nových léčebných postupů stále platí, že čím později je poškození funkce ledvin rozpoznáno, tím menší je naděje na zpomalení či zastavení procesu, který poškození funkce vyvolává. Toto období může trvat několik měsíců nebo i mnoho let. Pokud je omezení funkce ledvin již klinicky zásadní, je nutné přistoupit k náhradě funkce ledvin. Tato fáze se označuje jako konečné, terminální stadium selhání ledvin – TRS nebo rovněž ESRD (End Stage Renal Disease).

Mezi základní biochemické parametry hodnotící funkci ledvin patří plazmatická hladina urey a kreatininu, který je dobrým indikátorem glomerulární filtrace ledvin (Tabulka 1). Kreatinin je látkou vznikající metabolismem ve svalech a je vylučován převážně glomerulární filtrací. Nevýhodou je, že hodnoty kreatininu v séru začínají stoupat nad horní hranici normy až při snížení glomerulární filtrace pod 50 %. Je tedy zřejmé, že pro rozpoznání časného stádia poškození ledvin je samotné stanovení sérového kreatininu málo citlivé. Za tímto účelem je nutné vyšetřit clearance endogenního kreatininu. Pro přesný výpočet potřebujeme stanovit koncentraci kreatininu jak v plazmě, tak i v moči, což v běžné klinické praxi bývá

poměrně komplikované. A tak bývá často clearance odhadována na základě vzorce zahrnujícího pohlaví, věk, hmotnost a hladinu sérového kreatininu. V literatuře se můžeme setkat s celou řadou vzorců pro výpočet [23].

Věk	13–49	50–59	60–69	70 a více
ženy	1,58–2,67	1,0–2,1	0,9–1,8	0,8–1,3
muži	1,63–2,6	1,2–2,4	1,05–1,95	0,7–1,0

Tabulka 1: Fyziologické hodnoty glomerulární filtrace Cl_{kr} (ml/s/1,73m²) pro obě pohlaví s rozdělením dle věkových skupin (roky). Zdroj www.dialyza.cz.

Na základě míry poklesu glomerulární filtrace a přítomnosti albuminurie lze stanovit stupeň poškození ledvin. Mezinárodní klasifikace KDIGO (Kidney Disease Improving Global Outcomes) z roku 2012 zahrnuje 5 stupňů poškození ledvin (G1-G5) (Tabulka 2). Nejvyšším stupněm G5 je renální selhání (ESRD) [24].

Riziko vývoje CKD podle hodnot GFR a albuminurie (KDIGO 2012)				Hodnota přetrvávající albuminurie			
				Popis a rozsah			
				A1	A2	A3	
				normální až mírně zvýšená	středně vysoká	velmi vysoká	
				<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol	
Hodnota GFR (ml/s/1,73 m ²) Popis a rozsah	G1	normální nebo vysoká	≥1,5	nízké (při absenci jiných příznaků onemocnění ledvin)	středně vysoké	vysoké	
	G2	mírně snížená	1,0-1,5	nízké (při absenci jiných příznaků onemocnění ledvin)	středně vysoké	vysoké	
	G3a	mírně až středně snížená	0,75-1,0		středně vysoké	vysoké	velmi vysoké
	G3b	středně až velmi snížená	0,5-0,75		vysoké	velmi vysoké	velmi vysoké
	G4	velmi snížená	0,25-0,5		velmi vysoké	velmi vysoké	velmi vysoké
	G5	selhání ledvin	<0,25		velmi vysoké	velmi vysoké	velmi vysoké

Tabulka 2: KDIGO klasifikace stanovení rizika renálního selhání. Zdroj www.dialyza.cz.

Prevalence chronického onemocnění ledvin všech kategorií (G1-G5) se celosvětově odhaduje asi na 13 % [25]. Incidence nemocných v posledním stádiu choroby (G5) léčených jednou z metod náhrady funkce ledvin (*renal replacement therapy, RRT*, tj. dialyzační metody a transplantace) je v Evropě okolo 129 nových pacientů ročně na 1 milion obyvatel [26]. V České republice se incidence nových pacientů v hemodialyzačním programu pohybuje okolo 200 nových pacientů na 1 milion obyvatel [27].

1.2 Standardní žilní přístupy u hemodialýzy

1.2.1 Hemodialýza

Hemodialýza je dnes prováděná pomocí dialyzačního přístroje neboli umělé ledviny. Tato se skládá se z mimotělního oběhu, který přečerpává krev pacienta do vlastního dialyzátoru a dále z dialyzátového obvodu. Dialyzátor neboli kapilára je zařízení, jehož základem je semipermeabilní membrána, která odděluje na jedné straně krev pacienta a na druhé straně proudící roztok dialyzátu. Membrány jsou vyrobeny z moderních plastických hmot a uspořádány obvykle ve formě dutých vláken pro poskytnutí co největší dialyzační plochy. Na základě fyzikálních metod difuze a ultrafiltrace jsou díky koncentračními spádu oddělovány látky s různou velikostí a rozpustností. Jako dialyzát je používán koncentrovaný roztok hydrogenuhličitanu sodného s upravenou vodou. Dialyzační roztok musí obsahovat elektrolyty přibližně ve stejné koncentraci, jaká se nachází v plazmě a dále musí mít správné pH, aby nebyla narušena acidobazická rovnováha pacienta. Do dialyzátu se přidávají některé ionty ke korekci dysbalancí, případně glukóza k zamezení vzniku hypoglykémie po provedení HD. Spotřeba dialyzátů při 4–6 hodinové hemodialýze je asi 150 litrů. Vzhledem ke kontaktu krve s neendotelizovanými umělými povrchy musí být krev pacientů heparinizována. Dnes se termín „hemodialýza“ nesprávně používá obecně k označení metod, kdy k odstranění toxických látek z těla pacienta dochází za použití mimotělního oběhu krve. Správně by se tyto metody měly označovat podle principu, na kterém jsou toxické látky z těla odstraňovány. Tedy na hemodialýzu založenou na principu difuze a konvektivní metody, kam patří hemofiltrace a hemodiafiltrace.

Indikace k dialýze (u diabetiků nastává indikace dříve) [21]:

- urea > 30 mmol/l
- kreatinin 600-800 μ mol/l

- clearance kreatininu < 0,25 ml/s

Chronická hemodialýza se používá u pacientů, kteří se obvykle přes chronickou insuficienci ledvin dobrali k renálnímu selhání (stádium 5 dle KDIGO), tudíž stavu, kdy ani při dodržení bazálních podmínek není jejich tělo schopno zbavit se přebytečných metabolitů, objemu tekutin a korigovat vnitřní prostředí (pH, ionty). Pacienti dochází na dialýzu obvykle 3krát týdně, dialyzují se 4–6 hodin.

U pacientů, u nichž předpokládáme zahájení dialýzy, je potřeba kontaktovat Koordinační středisko transplantací, které koordinuje odběry orgánů a tkání a zajišťuje alokaci orgánů k transplantaci, aby byla zajištěna možnost transplantace ledviny v co nejkratším čase. Dále je potřeba léčit anémii (erythropoetinem), kterou trpí většina pacientů s renálním selháním, a provést preventivní očkování proti hepatitidě B (jejíž rozvoj je důvodem odložení transplantace a zkrácení doby přežívání). Mezi akutní komplikace hemodialýzy patří hypotenze (z náhlé ztráty objemu cirkulující tekutiny), křeče (pokles Na^+ , K^+ , Ca^{2+}), arytmie (náhle vzniklá hypokalemie) a krvácení v místě cévního přístupu (souvisí s heparinizací). Mezi chronické komplikace hemodialýzy patří kardiovaskulární komplikace (ICHS, infarkt myokardu, CMP, hypertenze, které jsou u dialyzovaných pacientů častější než u běžné populace), infekce (hepatitida B a hepatitida C) a amyloidóza (beta₂-mikroglobulin).

1.2.2 Klasifikace cévních přístupů pro hemodialýzu

Cévní přístupy pro HD můžeme rozdělit na přechodné a trvalé. Přechodné jsou využívány od jednorázového použití až po dobu několika týdnů, trvalé jsou požívány v řádu měsíců až let. Pokud pacient zahajuje dialýzu pomocí CŽK, katétr by měl být v ideálním případě nahrazen dozrálou AVF nebo pomocí transplantované ledviny.

Cévní přístup pro HD může být rozdělen dle typu přístupu na:

1. Arteriovenózní přístup (pro dlouhodobý cévní přístup)
 - Arteriovenózní fistule (AVF, též píštěl či shunt) – chirurgicky nebo endovaskulárně vytvořená anastomóza mezi tepnou a žílou nejčastěji v oblasti zápěstí, předloktí či kubity. V současné době existují nejméně tři endovaskulární systémy umožňující vytvoření AVF na předloktí, které pomocí radiofrekvenční energie vytvoří anastomózu mezi tepnou a žílou [28, 29].

- Arteriovenózní graft (AVG, též štěp) – základem je vytvoření spojky mezi tepnou a žílou pomocí chirurgicky našitého interpozitu cévní protézy. V současné době lze výkon provést i hybridní technikou [30].

2. Venózní přístup pomocí CŽK

- Netunelizovaný – pro přechodný (krátkodobý) cévní přístup.
- Tunelizovaný – pro dlouhodobou HD, při předpokládané době použití 3 a více týdnů [31].

1.2.3 Indikace pro zavedení venózního katétru pro HD

I. Krátkodobý přístup

- akutní renální selhání
- provedení HD nebo hemoperfuze u intoxikace či předávkování léky
- pacienti s TRS vyžadující urgentní HD s chyběním vyzrálé AVF
- pacienti se selháním AVF, AVG či transplantované ledviny do doby obnovení funkce původního přístupu nebo vytvoření nového permanentního přístupu
- pacienti, jejichž stav vyžaduje provedení plazmaferézy
- pacienti v období výměny peritoneálního dialyzačního katétru (obvykle z důvodu rozvoje peritonitidy, vyžadující léčbu a odstranění peritoneálního katétru)
- pacienti po transplantaci ledviny vyžadující podpůrnou eliminaci v případě rejekce nebo selhávání ledviny

II. Dlouhodobý přístup u pacientů, u nichž nelze vytvořit dlouhodobý AV přístup

- děti
- diabetici s významným cévním onemocněním znemožňujícím našítí AV spojky
- morbidně obézní pacienti
- pacienti, u nichž byly vytvořeny mnohočetné AV přístupy, a u nichž je vyčerpána možnost našítí dalších AVF či AVG
- pacienti s kardiálním selháváním, kteří jsou ohroženi hypercirkulací ve vytvořené AV spojení

- pacienti s kardiomyopatií s nedostatečným krevním tlakem a nízkými průtoky AV přístupu
- pacienti s pokročilými komorbiditami, u nichž by operace byla vysoce riziková

CŽK poskytují vícečetné výhody. Katétr je ihned po zavedení připravený k použití a lze jím tedy řešit akutně vzniklé situace potřeby provedení hemodialýzy. Pro pacienty trpící fobií z opakovaných venepunkcí se jedná o relativně komfortní žilní přístup.

Na druhou stranu však jsou však CŽK zatíženy vyšším rizikem rozvoje infekce než u fistule nebo štěpu. Dále může docházet ke srážení krve v katétru a omezení jeho průchodnosti, případně k distální embolizaci trombů do plicní cirkulace. Katétr přináší pro pacienty omezení při koupání, kdy jsou pacienti instruováni pouze ke sprchování v rámci provádění osobní hygieny. Koupele ani plavání tedy nejsou se zavedeným katétrem doporučovány.

1.2.4 Kontraindikace

Kontraindikace pro zavádění CŽK jsou prakticky vždy pouze relativní a je třeba vážit přínos versus riziko:

- infekce v místě vpichu
- porucha krevní srážlivosti (lépe volit přístup do komprimovatelné žíly, tj. v. jugularis či v. femoralis)
- septický stav pacienta
- morbidní obezita
- malá zkušenost lékaře a ošetřujícího personálu

V případě lokální infekce je možno zvážit zavedení katétru z odlišeného místa případně infekci přeléčit. U septických stavů je ideální, pokud jsou krevní kultury před zavedením CŽK negativní alespoň po dobu 24 hod. V případě poruch krevní srážlivosti je potřeba provést korekci koagulačních parametrů podáním destičkových náplavů nebo mražené plazmy. Dle dostupných dat a doporučení pro zavádění CŽK je riziko krvácení nižší pokud je INR do 1,5 a hladina trombocytů alespoň 50 000/mm³ [32]. Poslední práce neukazují zvýšené riziko ani při hodnotách INR do 3,0 a trombocytech 20 000/mm³ [33]. Rovněž u pacientů s nevysazenou antikoagulační nebo antiagregační léčbou je riziko krvácení nízké. [34] U těžce obézních pacientů je žíla uložena hlouběji a i lokální anatomické poměry (tzv. „krátký krk“ či pendulující břicho) ztěžují provedení punkce, jak na krku, tak i v třísle. Toto může být

zvláště obtížné pro méně zkušené lékaře. Zde nezbyvá než doporučení využití asistence zkušenějšího kolegy a bezpodmínečné použití UZ navigované punkce.

1.2.5 Typy a design CŽK

Ideální CŽK pro HD musí umožňovat dostatečný krevní průtok, který je u hemodialýzy vyžadován nad 300-350 ml/min, a dále musí minimalizovat riziko recirkulace [35]. Pro HD jsou používány katétrů se dvěma samostatnými luminy. Obecně katétr musí být měkký, aby se dobře přizpůsobil průběhu žil a nezpůsobil dráždění žilní stěny, které vede ke vzniku stenóz. „Arteriální“ lumen katétru slouží pro odběr krve pacienta a její přivádění směrem do dialyzačního přístroje a „žilní“ lumen naopak přivádí krev zpět do žilního systému pacienta. Jako recirkulace je označováno nasávání dialyzované krve vytékající z venózního lumina zpět přímo do arteriálního lumina s vynecháním systémové cirkulace pacienta. Tento efekt vede k neefektivní dialýze [36]. Zvláště často se vyskytuje v případě obráceného (reverzního) napojení koncovek katétrů, které bývá používáno jako řešení špatného průtoku katétre, zejména v případech neadekvátního průtoku při aspiraci v arteriálním lumen katétru. Různý design hrotu katétrů slouží nejen optimalizaci funkce katétru při obvyklém zapojení, ale má za cíl i minimalizaci jevu recirkulace při reverzním zapojení.

Netunelizované katétrů jsou doporučovány pro krátkodobý přístup maximálně do 3 týdnů [30]. V delším časovém horizontu u nich hrozí vyšší riziko infekce a zalomení. Velice problematické se také jeví jejich používání u ambulantních pacientů.

Tunelizované katétrů mají svou periferní část vedenou podkožím pacienta, kde jsou navíc vybaveny polyesterovou (Dacron) manžetou (Obr. 3). Tato část katétru je postupem času přirozenou reakcí okolních tkání fixována fibrózními změnami do podkoží a snižuje tak riziko šíření infekce podél katétrů a dále brání migraci katétru.



Obr. 3: Centrální tunelizovaný žilní katétra s dakronovou manžetou a koncovkou typu „split“.

Většina typů katétrů je určena pro přímou tunelizaci, kdy zavádíme nejdříve tunelizovanou část katétru a posléze implantujeme centrální část do žilního systému.

Na našem pracovišti používáme téměř výhradně katétrů firmy Arrow, typ Cannon II Plus (Teleflex, Wayne, USA), který po zavedení centrální části katétru umožňuje následně provedení retrogradní tunelizace. Tento katétr je dále vybaven snadno vyměnitelnou zevní koncovkou.

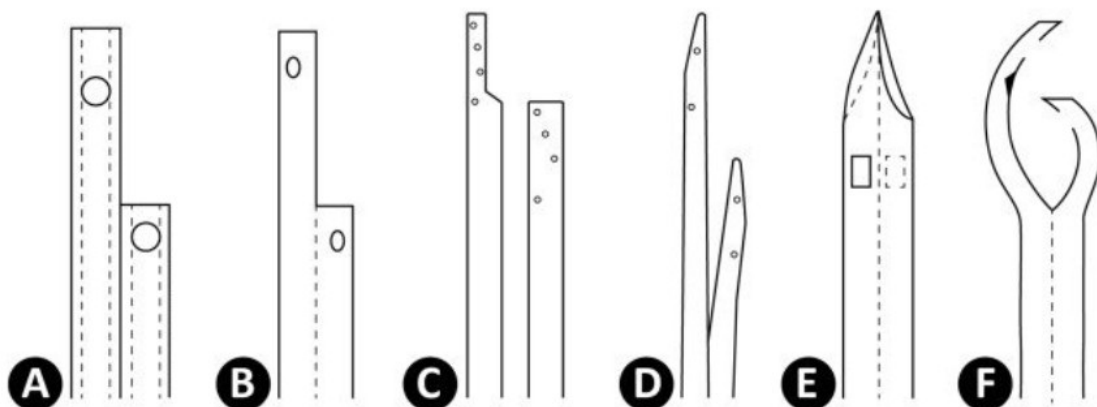
Lumina katétrů jsou u různých výrobců uspořádána různě a obecně se setkáváme s 3 typy uspořádání [37]:

- **Dual lumen** – obě lumina jsou vedena paralelně a jsou vzájemně k sobě fixována v rámci jednoho katétru s okrouhlým zevním průřezem (tzv. double lumen single body design).
- **Side by side** – obě lumina probíhají paralelně jako dva samostatné katétrů. Mohou být k sobě fixována, nebo je lze zavádět i jako dva samostatné katétrů. Je tedy možné současné zavedení každého „lumina“ různými anatomickými přístupy.
- **Koaxiální design** – širší lumen katétru dovoluje koaxiální systém průběhu lumin.

Dále jsou dostupné 4 typy hrotu katétrů, které mají optimalizovat uložení katétru v žilním lumen, zajistit adekvátní průoky a minimalizovat riziko recirkulace (Obr. 4 a, b, c, d, e, f) [38]:

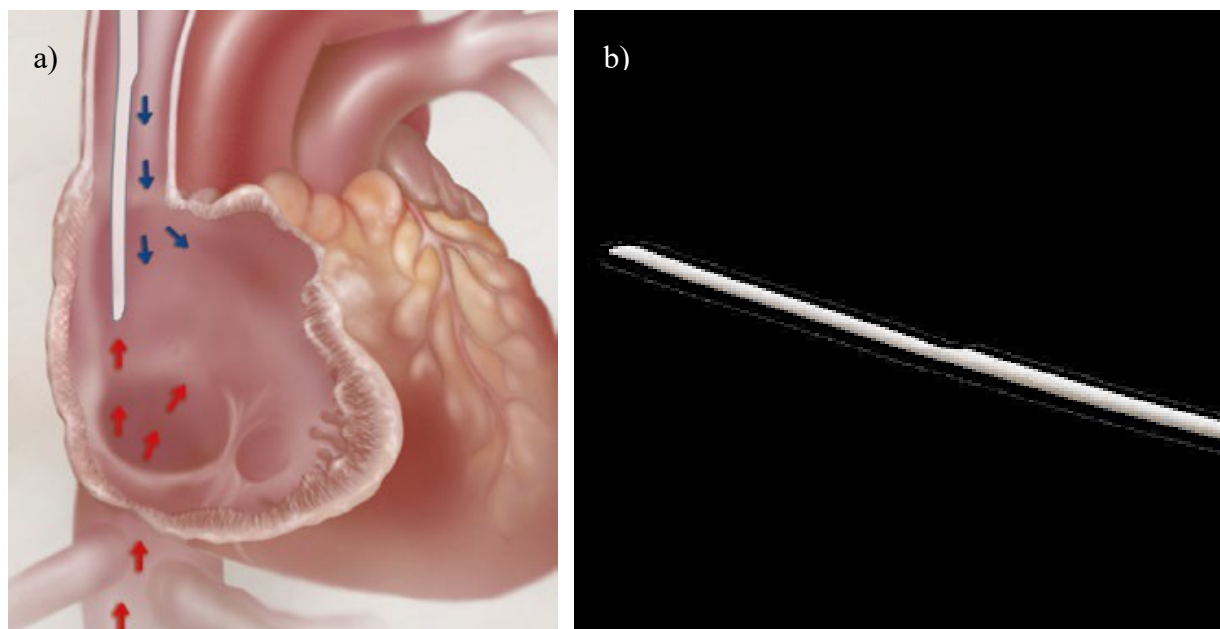
- **Split nebo také V typ hrotu** – konec katétru je rozštěpen do tvaru V. Toto uspořádání zlepšuje centraci a apozici katétru vůči žilním stěnám a dále omezuje recirkulaci. Na koncove jsou otvory ze všech stran nebo jen na vnitřních okrajích.
- **Step typ nebo staggered typ hrotu** – venózní konec přesahuje svou délkou arteriální konec alespoň o 2,5 cm (Obr. 5 a, b).
- **Duální katétre** – sestává ze dvou kompletně oddělených katétrů, které mohou být zavedeny na různých místech.
- **Symetrický hrot** – jediným typem využívajícím tento design je Tal Palindrom katétre (Covidien, Mansfield, Massachusetts). Arteriální port se nachází v proximální části hrotu a venózní je navržen tak, aby při návratu krve vznikl jet směřující distálně od katétru. Obě lumina jsou oddělena spirálním separátorem, který snižuje riziko recirkulace při revezním zapojení katétru.
- Nyní je navrhován nový typ koncovky katétru, kdy arteriální lumen katétru je delší a aspiruje krev přímo z DDŽ, a žilní lumen je o 6 cm kratší a vrací ji do pravostranných oddílů srdečních (Arrow NextStep retrograde, Teleflex, Wayne, USA) [3].

Velký důraz je rovněž kladen na počet, tvar, velikost, umístění a tvarování okrajů otvorů v koncovkách katétrů.



Obr. 4 a, b, c, d, e, f: Schématické znázornění designu jednotlivých typů distálních konců katétrů včetně znázornění umístění a tvaru bočních otvorů. „Step-tip“ hrot (a, b). Duální katétre (c). „Split-tip“ hrot (d, f). Tal Palindrome™ symetrický hrot katétru (e).

Převzato z AGARWAL AK., ASH SR. Maintenance of blood flow rate on dialysis with self-centering CentrosFLO catheter: A multicenter prospective study. Hemodialysis International 2016; 20:501–509.



Obr. 5 a, b: Dialyzační katétr s hrotem typu „step tip“ a jeho uložení v oblasti horní kavoatriální junnce (a). Detail hrotu katétru (b). Zdroj www.teleflex.com

Materiál katétrů

V současné době jsou katétrů nejčastěji vyrobeny z polyuretanu nebo silikonu. Oba tyto materiály jsou biokompatibilní a vykazují dlouhodobou odolnost a stálost vlastností. Obecně je silikon měkčím materiálem. Polyuretan je tužší při zavádění a postupně materiál katétru měkne při ohřátí na tělesnou teplotu. Polyuretan má dále větší pevnost v tahu, což dovoluje výrobu tenkostěnných katétrů, kdy při stejném zevním průměru je vnitřní lumen širší než u silikonových katétrů. Mezi jednotlivými materiály katétrů nebyly zaznamenány signifikantní rozdíly při hodnocení rizika porušení integrity katétru, výskytu infekčních komplikací ani dlouhodobé průchodnosti [39]. Nejnovějším materiálem používaným pro výrobu CŽK je Carbothane™ (The Lubrizol Corporation, Wickliffe, USA). Jedná se o kopolymer polyuretanu a polykarbonátu. Jeho mechanické vlastnosti i rezistence vůči používání dezinfekčním prostředkům jsou však srovnatelné s katétrů vyrobenými ze silikonu [40].

Povrchová impregnace

Pro snížení výskytu infekčních komplikací nabízejí někteří výrobci katétrů s různými typy antimikrobiálních potahů. Tyto by měly omezovat bakteriální kolonizaci povrchu katétru, a následně tedy snižovat i frekvenci výskytu bakteriémie a katéetrové sepse [41]. Nejčastěji se jedná o různé typy impregnací ionty stříbra, a méně často o antibiotika nanosená na povrch katétrů. Dále bývá používána impregnace katétrů heparinem ke snížení adhezivitu destiček na povrch katétrů a následné snížení rizika tvorby perikateetrální pochvy. V minulosti byla používána i příměs iontů stříbra v manžetě katétru.

Způsob zavedení

Dále lze dělit katétrů na typy zaváděné po vodiči, které mají menší kalibr zaváděného instrumentaria a umožňují i snadnější výměnu, a na katétrů zaváděné přes tzv. trhací (peel away) sheath, který poskytuje větší pevnost při zavádění. Tyto sheathy jsou vybaveny chlopni, která zabraňuje větším krevním ztrátám a snižuje riziko vzduchové embolie.

Dle způsobu vytvoření podkožního tunelu rozdělujeme katétrů na progradně a retrogradně tunelizované. U první skupiny nejdříve vytvoříme podkožní tunel, kterým protáhneme katétr, a posléze do žíly zavedeme centrální část katétru. Tento systém je obtížnější na stanovení správné délky tunelu pro optimální uložení pracovního konce katétru. U retrogradní tunelizace zavádíme nejdříve centrální část katétru, kdy máme na výběr několik délek katétru. Posléze zavedeme katétr do podkožního tunelu a napojíme koncovku katétru. Retrogradní tunelizace se jeví jako lepší technika pro dosažení optimální polohy pracovního konce katétru, umístění podkožní dakronové manžety, vytvoření optimální délky podkožního tunelu a umístění koncovek katétru.

Srovnání jednotlivých typů katétrů

Studie srovnávající jednotlivé typy katétrů dle různých parametrů, jako jsou doba průchodnosti, recirkulační čas, průtokový objem a podobně neprokázaly univerzální benefit jednoho typu katétru ve srovnání s ostatními katétrů i přes prokazatelné výhody některých typů designu [42].

1.2.6 Výhody a nevýhody CŽK

Výhody CŽK oproti AVF nebo AVG

- okamžitá dostupnost cévního systému pro provedení HD
- nekomplikované napojování na dialyzační přístroj bez nutnosti kanylace cévního systému
- bez komplikací v místě zavádění dialyzačních jehel
- relativně snadné zavádění, které může být provedeno různými intervenčními specialisty
- nízká cena
- snadná výměna
- snadné řešení trombotických komplikací

Nevýhody CŽK

- vysoká morbidita způsobená především infekcí a trombózou katétru
- riziko stenotizace nebo okluze centrálních žil
- diskomfort a estetický aspekt katétru zavedeného na hrudníku nebo na břiše
- nižší minutové průtoky vyžadující delší čas dialýzy

1.2.7 Předoperační hodnocení, zobrazovací metody před zaváděním katétru a během navigace výkonu

Z důvodu omezeného množství přístupových míst pro zavedení CŽK, AVF i AVG je vysoce žádoucí, aby zavádění jednotlivých cévních přístupů bylo týmově koordinováno dle komplexního plánu, který zohledňuje všechny typy cévních přístupů a jejich postupné využití pro daného pacienta.

Před zavedením CŽK je nutné odebrat anamnézu pacienta a provést fyzikální vyšetření. Zaměřujeme se především na anamnézu předchozích zavedení CŽK, AVG, AVF, pacemakerů, předchozí infekce a trombózy katétru, a dále údaje o poruchách koagulace. Při fyzikálním vyšetření pátráme po změnách po předchozích CŽK a dlouhodobých cévních přístupech, po otoku rukou, otoku na krku a na tváři, a dále po přítomnosti distendovaných žil nebo žilních kolaterál na ipsilární straně těla, které mohou svědčit pro centrální žilní okluzi.

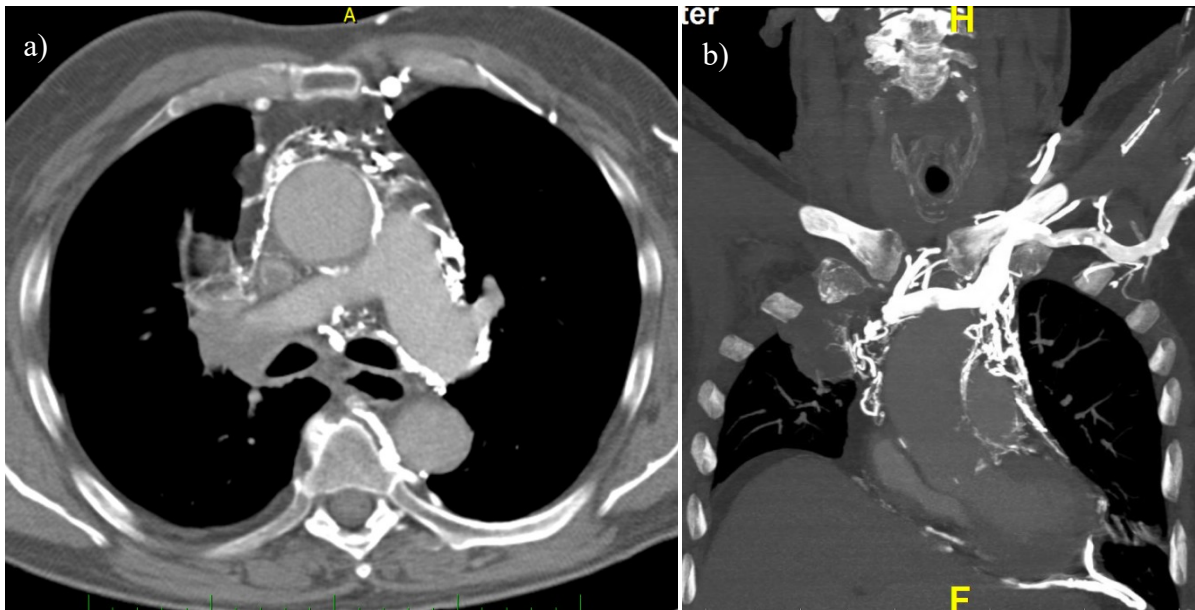
Zobrazení centrálního žilního systému

UZ vyšetření včetně Doppler módu

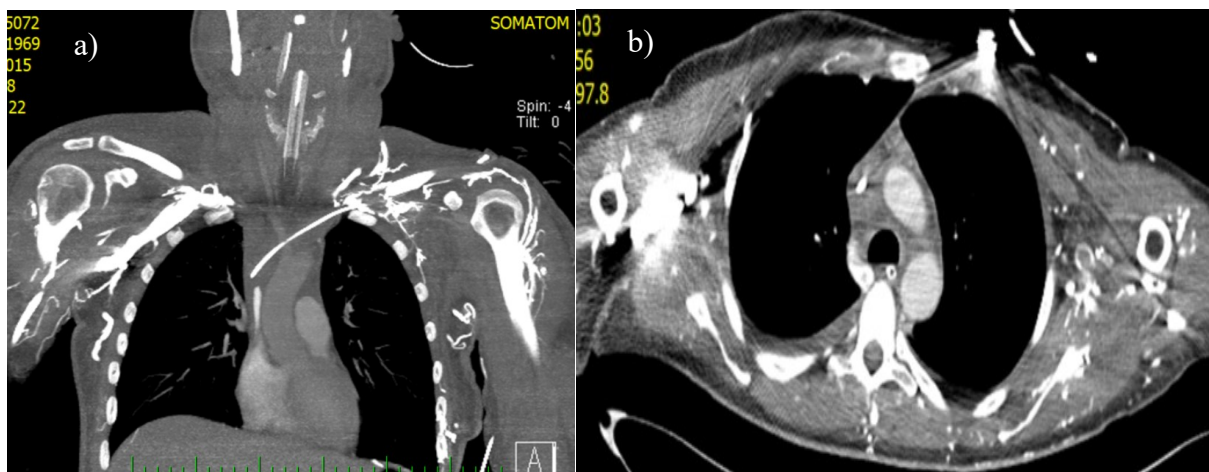
UZ vyšetření je metodou první volby zobrazení velkých žilních struktur před zavedením CŽK. Axilární žílu a vnitřní jugulární žílu (VJI) stejně jako femorální žílu můžeme nejen zobrazit, ale i hodnotit pomocí komprese lumina. Průchodnost podklíčkové žíly a periferní části brachiocefalických žil můžeme hodnotit pomocí barevného i spektrálního dopplerovského módu. Centrální části žilního systému uložené hlouběji v mediastinu, však vzhledem k interferenci kostních struktur a především plicní tkáně, nejsou pomocí UZ hodnotitelné. Rovněž v případě zavedení katétru cestou femorální žíly, která je přístupná přímé kompresi, můžeme centrálněji uložené žíly, tj. pánevní žíly a dolní dutou žílu (DDŽ), zobrazit pomocí dopplerovských módů. Vyšetření může ztížit případně zcela znemožnit habitus pacienta a interference s obsahem střevních kliček.

CT venografie (flebografie)

Vyšetření centrálních žil pomocí výpočetní tomografie (CT) je dobře dostupné a rychle proveditelné vyšetření. Byla prokázána dobrá korelace mezi CT venografií a DSA venografií, která je považovaná za zlatý standard v zobrazování žil [43,44]. Vyšetření můžeme provést jako přímou venografii, kdy skenujeme žíly naplněné v tzv. žilní předfázi anebo jako nepřímou venografii, kdy po recirkulaci kontrastní látky provedeme zobrazení v čase návratu opacifikované krve a naplnění centrálních žilních struktur (Obr. 6 a, b, Obr. 7 a, b).



Obr. 6 a, b: Zobrazení pomocí CT, přímá venografická fáze. Zobrazení okluze HDŽ a četných kolaterál v mediastinu u pacienta s okluzí HDŽ na podkladě tumoru plic (a). Průchodná v. axillaris, v. subclavia a v. brachiocefalica vlevo.



Obr. 7 a, b: Zobrazení pomocí CT, přímá venografická fáze obou HK. Perikatetrální trombóza, okluze v. brachiocefalica bilat., okluze HDŽ (a). Četné kolaterály na hrudníku bilat., rozšířená v. azygos (b).

MR venografie

Rovněž MR venografie je velice senzitivní v průkazu okluze a významné stenózy nad 50 % v oblasti velkých žilních kmenů [45]. Oproti CT venografii má nulové riziko radiační dávky. U pacientů s nízkou glomerulární filtraceí a tedy sníženou funkcí ledvin je třeba pamatovat na riziko rozvoje nefrogenní systémové sklerózy v případě podání gadolinia.

Angiografické vyšetření žilního systému (flebografie, venografie)

Provádíme nejčastěji pomocí digitální subtrakční angiografie (DSA). Vyšetření můžeme provést jako flebografii po puncii povrchového žilního systému horní nebo dolní končetiny se zobrazením morfologie a dynamiky toku v centrálních žilách. Tuto techniku volíme často v rámci vyšetření před našitím AV spojky. Venografii můžeme provést rovněž po zavedení angiografického katétru do příslušné žíly (Obr. 8). Angiografie je považována za zlatý standard ve vyšetření žilního systému. Jejými výhodami je možnost provedení intervence v jedné době dle aktuálního nálezu, a dále nižší objem kontrastní látky potřebné pro kvalitní zobrazení ve srovnání s CT venografií, které minimalizuje riziko rozvoje kontrastní nefropatie.



Obr. 8: Venografie po zavedení stentu do oblasti brachiocefalické žíly vlevo a proximální části HDŽ pro těsnou stenózu žíly.

1.2.8 Standardní technika zavedení CŽK

Významnou roli v zavádění CŽK v dnešní době hraje UZ, protože mimo jiného umožňuje:

- zhodnocení anatomie a průchodnosti žil před výkonem
- přímou navigaci vlastní kanylace žíly
- zjištění pozice konce katétru
- vyloučení komplikací (PNO, hematom, hemothorax, malpozice)

VJI tedy katetrizujeme za pomoci UZ kontroly, která se dnes již stala standardem a obecně ji lze provádět dvěma způsoby:

- **Asistovaná** UZ kanylace – představuje způsob, kdy místo punkce řádně prohlédneme pomocí ultrazvuku a označíme místo vpichu. Dále kanylujeme již bez UZ kontroly a jehla je zavedena podle předchozího zobrazení tak, jak si ho lékař zapamatoval. Tento způsob kanylace je dnes již považován za nedostatečný a všechny kanylace by měly být prováděny pomocí UZ navigované punkce.
- **Navigovaná** UZ kanylace – cévu i jehlu vidíme stále pod přímou kontrolou UZ. Jedná se o metodu, která je v dnešní době jednoznačně doporučována.

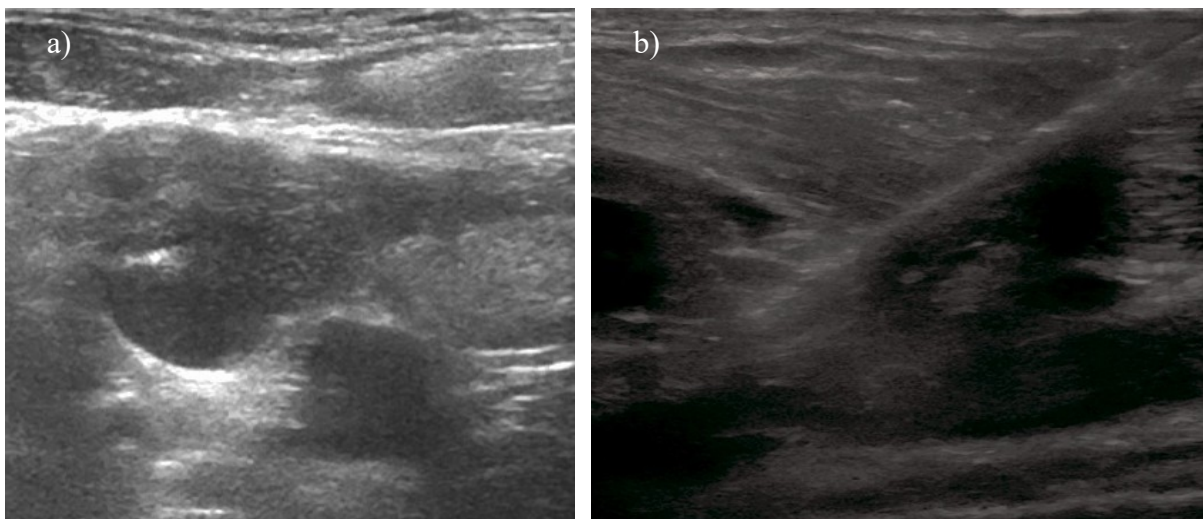
Jehlu je pomocí UZ možné zobrazit dvěma technikami:

- Buď je jehla vedena rovnoběžně s dlouhou osou sondy a jehlu vidíme v podélném zobrazení. Takovýto přístup je v anglosaské literatuře označován jako „**in plane**“ technika.
- Druhým způsobem je příčné zobrazení jehly, kdy zavádíme jehlu kolmo na dlouhou osu lineární sondy a na obrazovce je zobrazena v příčném řezu jako bod. Tato technika je označována jako „**out of plane**“.

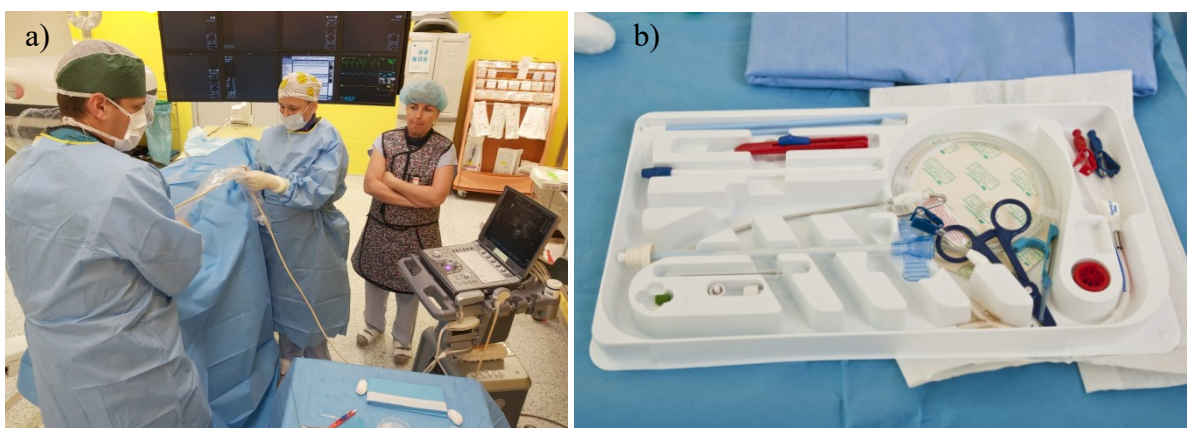
Dalším aspektem je rovina zobrazení kanylovaných žilních struktur. VJI můžeme zobrazit příčně, tedy v transverzální rovině, které umožňuje dobré hodnocení okolí žíly včetně vztahu ke karotické tepně, anebo podélně v dlouhé ose žíly.

Vzhledem k anatomickým poměrům v dolní části krku nad klíční kostí, které neposkytují dostatek místa pro podélné zobrazení žíly a současně zavedení punkční jehly v optimální trajektorii, je většina kanylací prováděna v příčném zobrazení VJI nejčastěji „out of plane“ technikou, méně často „in plane“ technikou s laterálním přístupem do žíly. V recentní literatuře byla publikována technika punkce označena jako „oblique view“, kdy cévní svazek zobrazujeme po rotaci UZ sondy v šikmém pohledu a současně zavádíme jehlu z laterokraniálního přístupu „in plane“ technikou pod sondu [46,47]. Tato technika využívá výhod obou výše zmíněných přístupů a optimalizuje přístup pro punkci žil na krku.

V našem souboru jsme u všech pacientů použili techniku navigované punkce s příčným zobrazením žilních struktur a „out of plane“ techniku punkce (Obr. 9). U všech výkonů jsme použili set určený pro kanylací VJI (Obr. 10).



Obr. 9 a, b: Ultrasonografické zobrazení VJI a ACC vlevo v příčné rovině (orientace obrazu při přístupu za hlavou pacienta) s „out of plane“ zobrazením hrotu jehly v lumen VJI (a). Podélné zobrazení cév na krku s „in plane“ zobrazením punkční jehly (b).

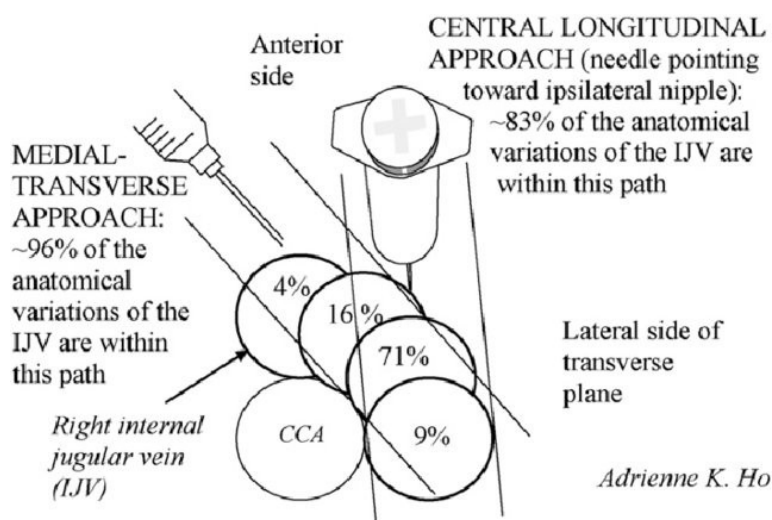


Obr. 10 a, b: Uspořádání angiografického sálu při punkci jugulární žíly – lékař stojí za hlavou pacienta (a). Instrumentarium pro zavedení standardního hemodialyzačního katétru – typ Arrow Cannon II Plus 15 F, délka 19 cm (Teleflex, Wayne, USA) (b).

Zajištění centrálních žilních vstupů patří k rizikovým výkonům, které mohou být provázeny závažnými komplikacemi [48]. Tradiční postup bez použití UZ navigace využívá identifikace specifických anatomických struktur a směr vpichu je určen předpokládaným průběhem cévy, tzv. „landmarks“ technika. Anatomické odchylky pak mohou vést v lepším případě k obtížnému hledání cévy, v horším případě k závažným komplikacím (pneumotorax, punkce jiné cévy, krvácení atd.) a diskomfortu a bolesti pro pacienta.

Kanylace cév za pomoci UZ se rozvíjela od osmdesátých let minulého století a dnes jsou doporučení pro využití UZ navigace při cévních punkcích velmi silná [49,50]. Srovnání bezpečnosti UZ navigované kanylace s tradičním způsobem punkce bez využití UZ bylo provedeno v řadě studií [51,52]. Frekvence komplikací při punkci vnitřní jugulární žíly bez UZ je okolo 13,5 % a při navigované punkci jen 4 % [51]. Rovněž celková úspěšnost punkce je vyšší při použití UZ (97,6 % versus 87,6 %). Stejně tak se zkracuje čas potřebný pro nalezení cévy a je vyšší úspěšnost punkce cévy prvním vpichem oproti intervenci bez využití UZ. Velmi podobné závěry přinášejí práce srovnávající bezpečnost a rychlost zajištění žilních vstupů v oblasti femorální nebo podklíčkové žíly [52]. Doporučené postupy řady odborných společností intenzivní medicíny dnes jednoznačně preferují punkce s pomocí UZ navigace [53,54,55]. Celkově je dle literatury UZ navigovaná kanylace úspěšná v 96,8 % případů, malpozice katétru v 6,8 % a PNO v 1,1 % případů [56]. Provedené metaanalýzy jednoznačně podporují využívání UZ navigace při provádění kanylace centrálních žil [57,58].

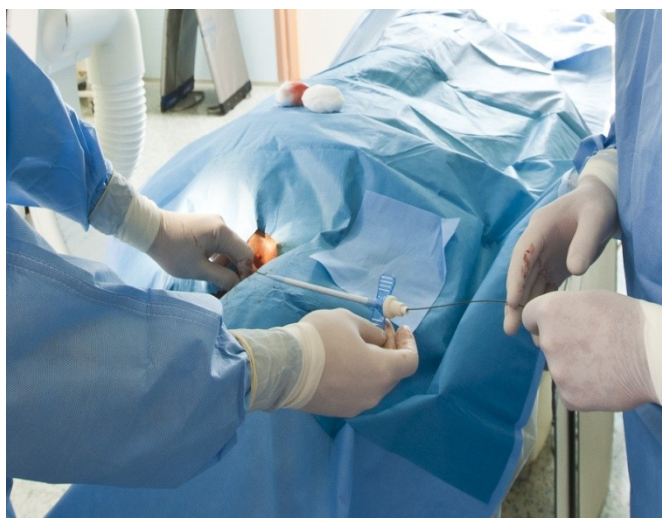
Kanylace **vnitřní jugulární žíly** je pod UZ navigací relativně bezpečnou a rychlou intervencí [52]. Žíla má těsný vztah nejen k tepně (Obr. 11), ale i k brachiálnímu plexu, který je uložen dorsálně mezi předním a středním musculus scalenus a je zde formován v horní, střední a dolní kmen, který má v UZ obraze typický vzhled připomínající „sněhuláka“. Dále pokud to habitus pacienta dovolí, je vhodné navigovat punkci mimo svalové struktury, které při punkci zvyšují bolestivost zákroku. Je rovněž potřeba vyhnout se tzv. Erbovu bodu, což je místo při dorzálním okraji střední třetiny m. sternocleidomastoideus, zvané též punctum nervosum, ve kterém vystupují na povrch senzitivní nervy brachiálního plexu [59].



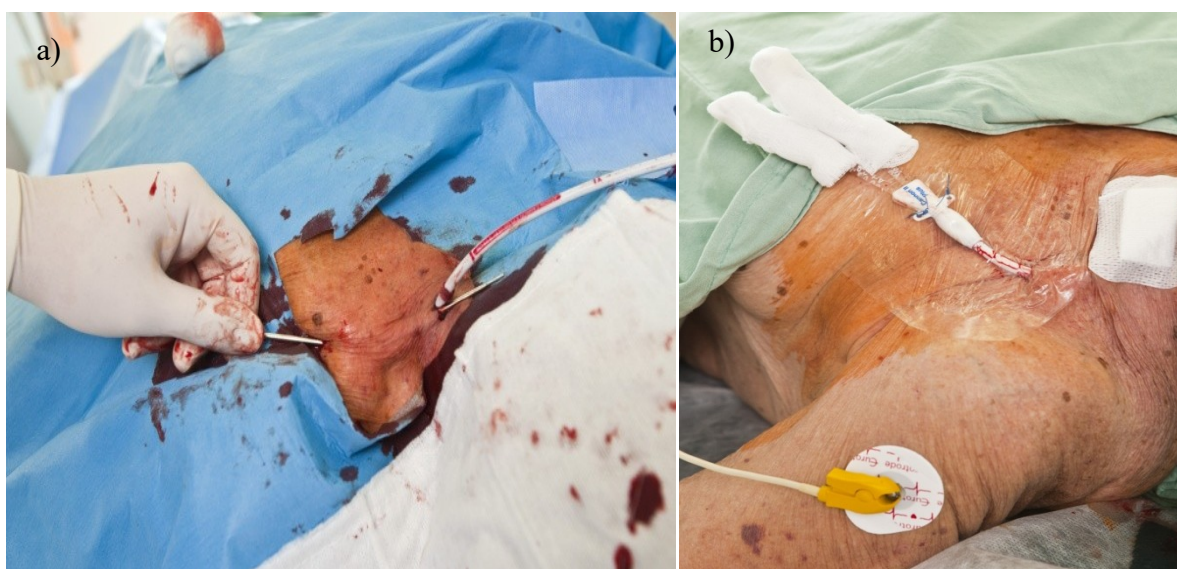
Obr. 11: Anatomické variace uložení vnitřní jugulární žíly ve vztahu ke společné karotické tepně. Obrázek vpravo na krku s transverzálním zobrazením při postavení operátora

za hlavou pacienta. Převzato z článku Ho AM, Ricci CJ, Ng CS et al. *The medial-transverse approach for internal jugular vein cannulation: an example of lateral thinking. J Emerg Med* 2012;42:174–7.

Podstatou UZ kontrolované punkce je vhodným způsobem cévu zobrazit a punkci provést nejjednodušším a nejbezpečnějším způsobem podle průběhu cévy, polohy pacienta a jeho habitu. Punkci VJI provádíme vleže, bez elevace trupu, kdy zpravidla dojde ke zvýšení náplně žil a tím pádem k jednodušší punkci. Operátor stojí za hlavou pacienta (Obr. 12, Obr. 13 a, b).

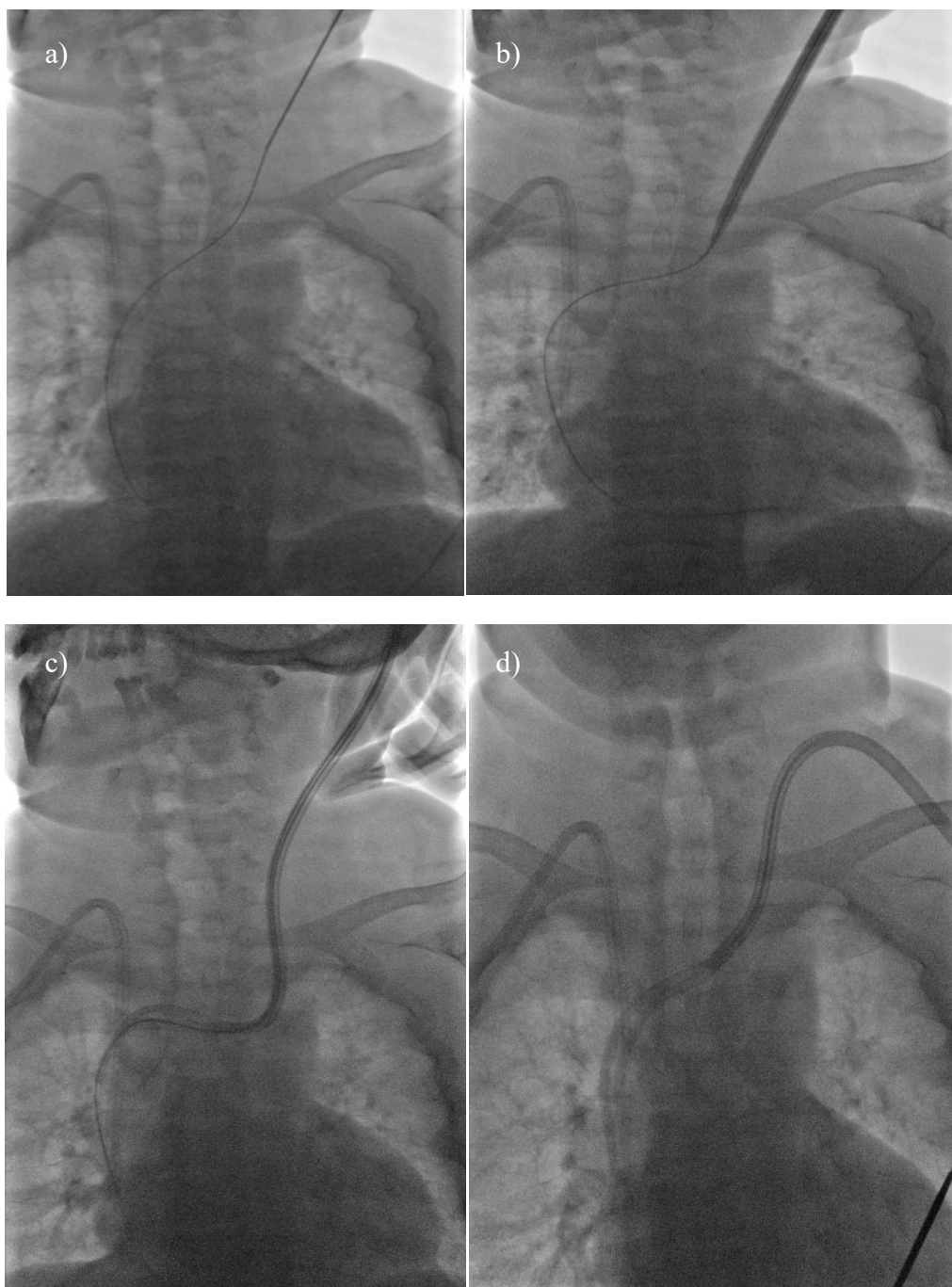


Obr. 12: Zavádění sheathu po vodiči po předchozí punkci vnitřní jugulární žíly vlevo s důrazem na aseptické podmínky výkonu.



Obr. 13 a, b: Vytvoření podkožního tunelu pro katétru (a). Stav po zavedení katétru a naložení sterilního krytí (b).

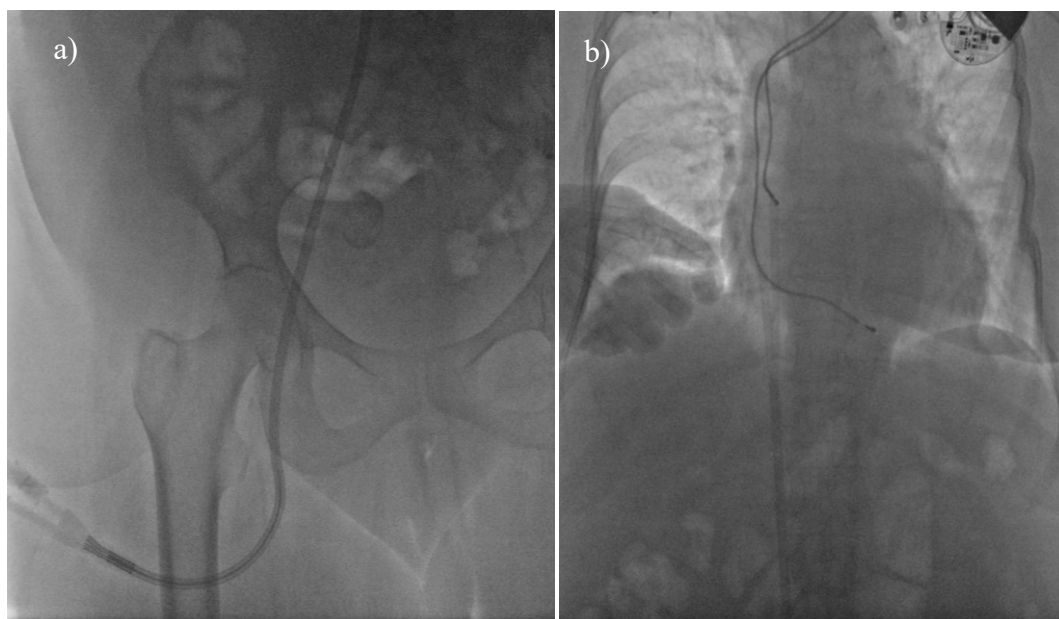
Pro navigaci vodiče, následnou dilataci kanálu, zavedení sheathu, posouzení finální polohy CŽK a vyloučení komplikací na konci výkonu je velmi přínosná skiaskopická kontrola, kterou využíváme na našem pracovišti u všech výkonů (Obr. 14 a, b, c, d).



Obr. 14 a, b, c, d: Zavedení tunelizovaného katétru cestou VJI vlevo: Punkce žíly a zavedení vodiče (a). Zavedení peel away sheathu po předchozí predilataci (b). Zavedení CŽK po vodiči (c). Kontrolní skiaskopie po provedení tunelizace katétru (d). Původní CŽK zavedený zprava.

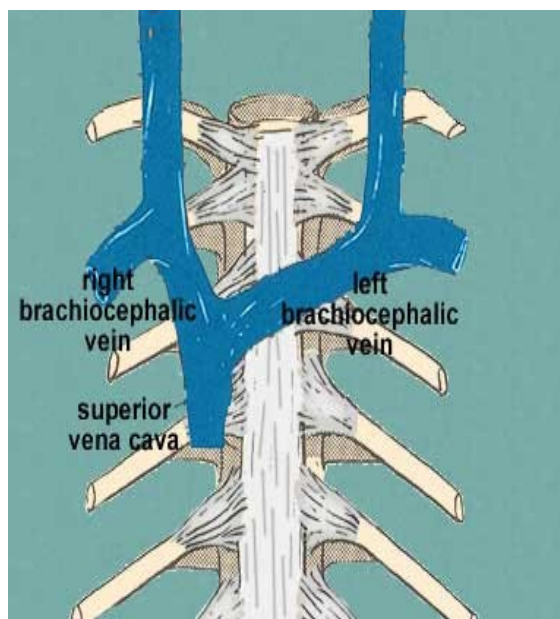
Kanylace **zevní jugulární žíly (VJE)** je technika podobná jako kanylace vnitřní jugulární žíly. Zevní jugulární žíla je především podstatně menšího průřezu a z toho vyplývá obtížnější punkce, navíc je žíla uložena těsně pod kůží. UZ slouží jako pomoc zejména pokud žíla není přímo palpovatelná pod kůží. VJE je velmi snadno komprimovatelná již lehkým tlakem sondy na kůži, může proto utéct pozornosti nejen při její cílené kanylaci, ale i při jiných intervencích na krku. Proto je na tuto skutečnost potřeba brát zřetel.

Femorální žíla je snadno dostupná a dobře zobrazitelná struktura. Pod tříselným vazem by měl být zobrazen femorální nerv laterálně, uprostřed femorální tepna a mediálně od tepny společná femorální žíla (VFC). Distálně bývá zobrazitelné ústí v. saphena magna do VFC. I přes relativní jednoduchost kanylace danou „vhodným“ topografickým vztahem k tepně a femorálnímu nervu je UZ cenným pomocníkem zejména u obézních pacientů, kdy zejména orientace výšky vpichu podle průběhu tříselné rýhy bývá velice nepřesná. Kanylace se provádí zpravidla „out of plane“ technikou. Do žíly zavádíme delší katétr tak, aby zasahovaly až do dolní kavoatriální junkce nebo do PS (Obr. 15).



Obr. 15 a, b: Tunelizovaný katétr zavedený femorálním přístupem (a, b).

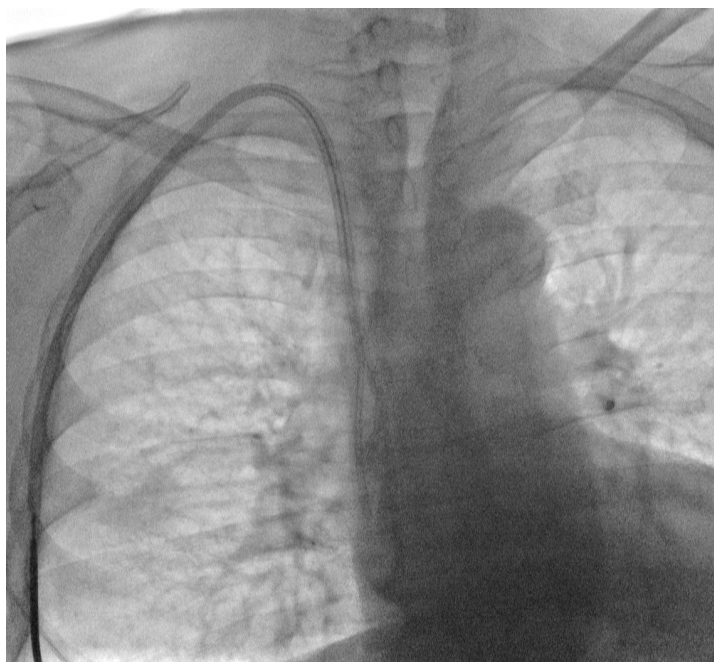
Při zavádění CŽK někteří autoři, vzhledem k anatomickým poměrům a riziku rozvoje stenotizace centrálních žilních struktur, doporučují následující pořadí výběru místa pro zavedení CŽK: VJI vpravo, VJI vlevo, VJE, podklíčkové žíly a nakonec femorální žíly (Obr. 16, Obr. 17) [4].



Obr. 16: Schéma znázorňující anatomický průběh velkých žilních kmenů v horní části hrudníku.

Před každým zavedením katétru jsou nutné laboratorní odběry, včetně počtu trombocytů a INR. Dále je nutný informovaný souhlas pacient a žádanka na provedení výkonu.

Přínos podávání antibiotik před zavedením CŽK nebyl jednoznačně prokázán. Jejich podání však bývá často doporučováno (např. 1–2 g cefazolin i.v.) [60].



Obr. 17: Tunelizovaný centrální žilní katétr s tzv. „split“ koncem zavedený do oblasti pravé síně.

1.3 Alternativní žilní přístupy

V případě vyčerpání standardních žilních přístupů jako jsou VJI, podklíčková nebo femorální žíla je potřeba provést pečlivé zhodnocení možnosti zavedení dalšího cévního přístupu. Toto zahrnuje pečlivou anamnézu zaměřenou na předchozí žilní vstupy, fyzikální vyšetření a ověření průchodnosti žil pomocí zobrazovacích metod. Pro hodnocení průchodnosti stávajících přístupů většinou postačí provedení dopplerovského UZ vyšetření případně venografie zavedeným katétrem. Předtím než zavádíme CŽK alternativními, a tedy i více rizikovými přístupy, měli bychom vynaložit maximální úsilí k využití stávajících standardních přístupů, včetně zhotovení nových podkožních tunelů v případě infekčních komplikací (Obr. 18). V každém případě je potřeba pokusit se využít možnost rekanalizace čerstvě okludovaných žil pomocí hydrofilních vodičů, balónkových angioplastik, provedení trombolýzy případně i zavedení stentů [61].

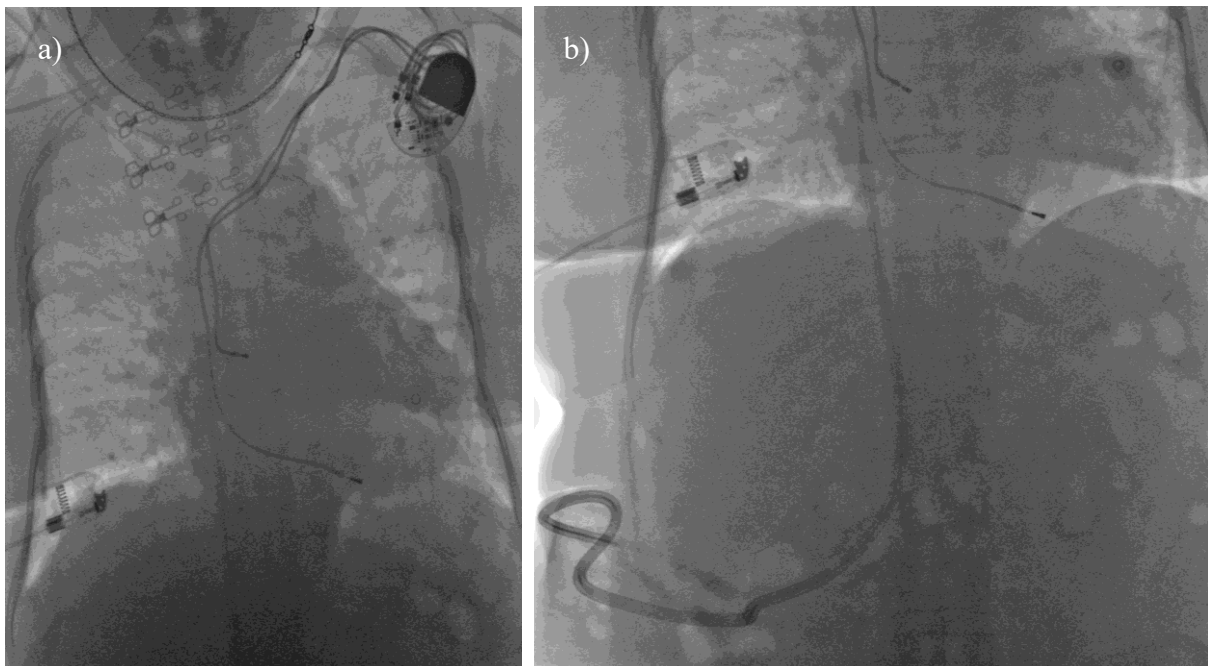


Obr. 18 a, b: Punkce kolaterálních žil na krku s nasondováním brachiocefalické žíly pod skiaskopickou kontrolou (a). Zavedení CŽK do oblasti horní kavoatriální junkce (b).

1.3.1 Translumbální přístup

Translumbální přístup byl poprvé byl popsán Lundem v roce 1985 a využívá přístup dorzálně vpravo nad okrajem lopaty kosti kyčelní s centrací punkce DDŽ na úroveň L 2–3 [19]. Jehla má být skloněna 45 stupňů kraniálně a rovněž mediálně. Pod skiaskopickou kontrolou nesmíme hrot jehly zavádět přes střední čáru doleva, kde hrozí poranění aorty. Ke zjednodušení navigace punkce bývá doporučováno zavedení katétru do DDŽ přístupem z třísla. Punkce je potom za skiaskopické kontroly cílená na průběh katétru. Na našem pracovišti vycházíme ze zkušeností z CT navigovaných intervencí, a proto punktuje DDŽ pod kontrolou CT zobrazení (Obr. 19 a, b, Obr. 20, Obr. 21). Tento způsob dovoluje velice přesné zacílení jehly s přesným naplánováním punkčního kanálu, a minimalizaci rizika komplikací, zejména z poranění struktur v retroperitoneu.

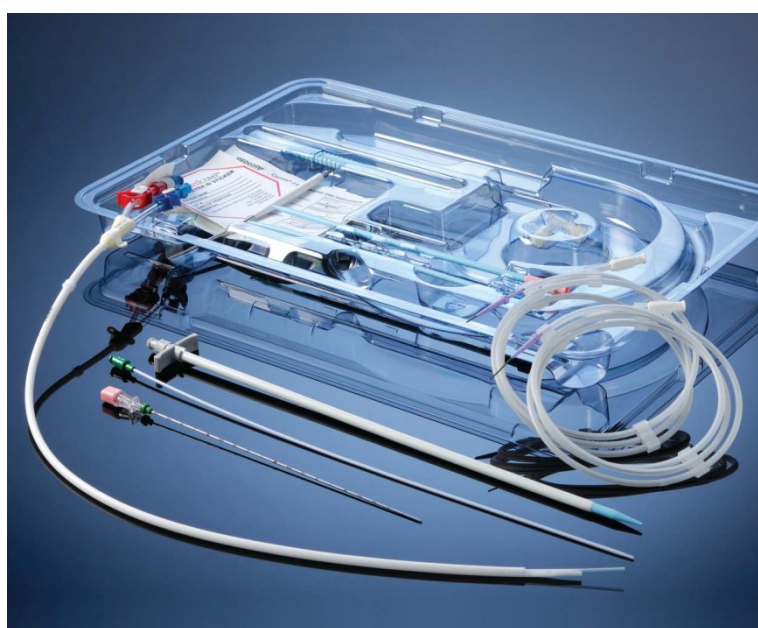
Jednotlivé typy komplikací u translumbálního přístupu bývají dle literárních údajů obdobně četné jako u standardních katétrů – bakteriémie 0,3–0,8/1000 dní zavedení katétru, infekce v místě zevního vstupu 2–3/1000 dní zavedení katétru a velice nízký výskyt klinicky závažných periprocedurálních komplikací. Trombóza DDŽ bývá raritní, převážně u pacientů s preexistující stenózou nebo trombózou pánevních žil nebo DDŽ. Rovněž retroperitoneální krvácení bývá vzácné a obvykle nebývá klinicky významné [62,63].



Obr. 19 a, b: Zavedení dialyzačního katétru translumbálním přístupem. Poloha distálního konce v oblasti pravé síně srdeční (a). Průběh translumbálního katétru (b).



Obr. 20: Centrální žilní katétr zavedený translumbálním přístupem. VRT rekonstrukce znázorňující celý průběh katétru.



Obr. 21: Dedikované instrumentárium pro translumbální zavedení CŽK. (Punkční jehla s mandrémem 18 G – délky 20 cm, dva vodiče 0,038“ – délky 120 cm, výměnný dilatátor 6 F – délky 35 cm, dva dilatátory 12 F a 14 F a peel away sheath-dilatátor 16 F – délky 33 cm, katétr Medcomp© Split-Cath© III 14 F – délky 55 cm).

1.3.2 Transhepatální přístup

Byl popsán poprvé Poem v roce 1994 [64]. Bývá doporučován přístup do DDŽ přes střední nebo pravou jaterní žílu. Výkon provádíme mikropunkčním setem z interkostálního nebo subkostálního přístupu ze střední axillární čáry s centrací punkce na Th 12. K navigaci můžeme použít UZ nebo CT a skiaskopii. Technika výkonu je obdobná jako u provádění perkutánní transhepatální cholangiografie a drenáže. Je tedy potřeba použít dlouhé instrumentarium s využitím Chiba jehly 21 G. Tento přístup má rovněž vysokou periprocedurální úspěšnost. Je však zatížen větším množstvím komplikací a to až u 30 % pacientů, včetně subkapsulárních hematomů jater a poranění hepatální arterie. Časně komplikace zahrnují dislokaci a migraci katétru (37 %), které jsou způsobené velkými dechovými exkurzemi v této oblasti. Katéťrová sepse bývá udávána okolo 22 % a trombóza katétru v 17,4 % [65,66]. V další publikované studii byl medián primární a sekundární průchodnosti 27 respektive 70 dní, a průměrný počet výměn katétru pro udržení průchodnosti byl 7,5 [67]. V literatuře byl rovněž popsán případ vzniku Budd-Chiariho syndromu u dítěte v důsledku zavedeného katétru [68]. U transhepatálního přístupu je dále obtížnější odstranění katétru po ukončení léčby, kdy bývá doporučována embolizace kanálu po katétru v parenchymu jater pomocí spirálek a želatiny [69].

1.3.3 Transrenální přístup

Perkutánní transrenální přístup pro potřebu hemodialýzy byl poprvé popsán v roce 2002 Murthym [70]. Většinou bývá používán po vyčerpání translumbálního přístupu. Výkon bývá rovněž prováděn mikropunkčním setem a technika je podobná, jako u provedení nefrostomie. Katéťr je zaváděn přes atrofické ledviny u chronicky hemodialyzovaných pacientů. V literatuře je jen málo informací o tomto typu výkonu, a všechny zdroje uvádějí nulové periprocedurální komplikace. Je však třeba pamatovat na riziko poranění renální arterie. Operatér by tedy měl být připraven tuto potenciálně letální komplikaci nejen včas diagnostikovat, ale i adekvátně léčit pomocí embolizace. Dále existuje poměrně malé riziko vzniku parenchymových pseudoaneurysmat ledvin. Z minima publikovaných pacientů se zdá být dlouhodobá průchodnost těchto katéťrů lepší než u transhepatálního přístupu [71,72].

1.3.4 Přímá punkce brachiocefalických žil

V případech, kdy zůstávají průchodné brachiocefalické žíly a horní dutá žíla, je možné se pokusit o jejich přímou UZ navigovanou punkci ze suprasternálního přístupu [73].

1.3.5 Technika zavedení katétru „pomocí skioskopicky navigované punkce jehlou“

Tato technika má za úkol zavedení katétru cestou chronicky jizevnatě uzavřených žil, anebo vytvořením nového podkožního tunelu, do pahýlu průchodné části žíly. Využívá nejčastěji přístup z femorální žíly do okludované HDŽ nebo brachiocefalické žíly, kde je umístěna smyčka lasa nebo insuflován balónek. Současně je provedena punkce žilní kolaterály nebo přímá punkce okludované žíly na krku směrem na zavedené laso nebo balónek. Vodič zavedený přes punkční jehlu je následně zachycen do lasa, a postupně je provedena dilatace kanálu a zavedení dialyzačního katétru [74]. Cílem není zprůchodnění žíly, ale zavedení katétru centrálně do průchodné části žilního řečiště. Během výkonu je potřeba velice přesná kontrola zavádění jehly v mnoha projekcích, anebo lépe pomocí „cone-beam CT“ navigace, za účelem minimalizace chybného zavedení jehly a poranění okolních struktur. Tato technika je popisována i při kanylaci kolaterál na hrudníku a na končetinách. Medián průchodnosti takto zaváděných katétru je udáván okolo 13 měsíců [75]. Podobně je popisována technika přímé transmediastinální punkce brachiocefalických žil [76].

1.3.6 Translumbální punkce lumbálních kolaterál směřujících do vena azygos

I tento přístup bývá epizodicky zmiňován. S výhodou jej lze použít u pacientů, kteří kromě okluze standardních žilních vstupů mají uzavřenou i dolní dutou žílu [77].

1.3.7 Zavedení katétru do žíly po chirurgické preparaci

Dále je možno využívat kanylaci žil s chirurgickou asistencí při preparaci žil pro kanylaci anebo pro lepší fixaci katétru k prevenci dislokace.

1.4 Rizika a komplikace zavádění CŽK

Ultrazvuková kontrola zavádění CŽK signifikantně snížila incidenci periprocedurálních komplikací z původních hodnot až 11,8 % na 4–7 %, které jsou nejčastěji udávány v současné

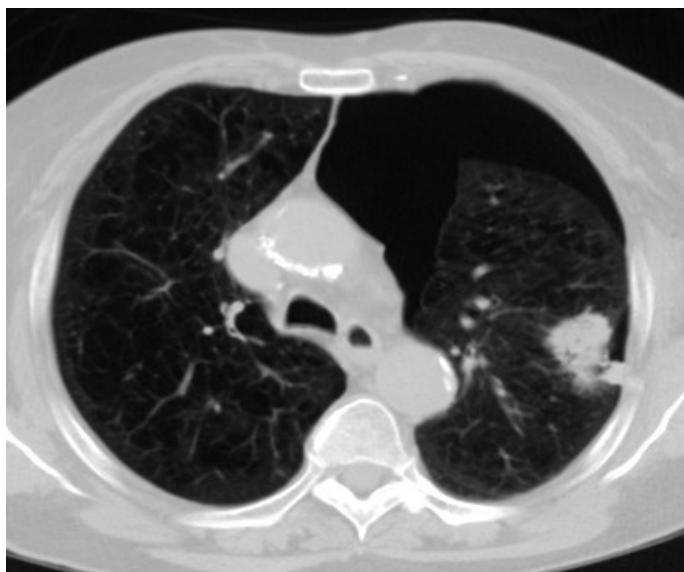
literatuře [78,79]. Nejčastějšími komplikacemi jsou neúspěšné zavedení CŽK, punkce tepny a pneumotorax. V prevenci výskytu komplikací hraje velkou roli znalost jednotlivých komplikací, jejich včasné rozpoznání a efektivní léčba.

1.4.1 Komplikace periprocedurální

Pneumothorax (PNO)

Incidence PNO u běžných pacientů po kanylaci podklíčkové žíly je udávána okolo 0,5–2 %, kdežto v případě kanylace VJI pouze 0,2–0,5 % [80].

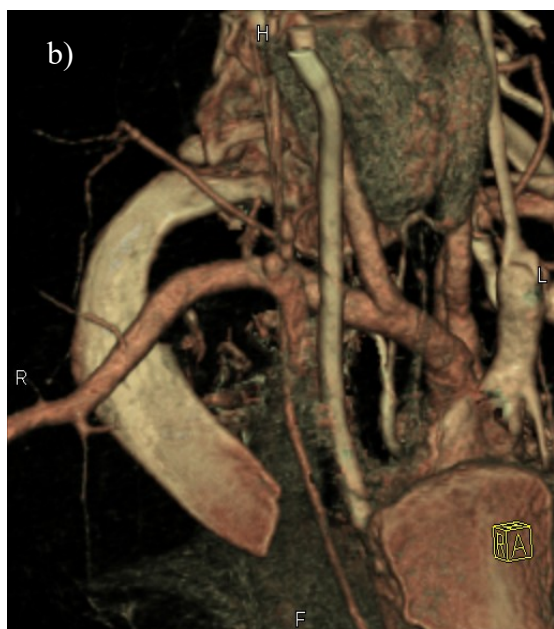
Po zavedení CŽK je doporučováno provedení rentgenového (RTG) snímku hrudníku k posouzení polohy distálního konce katétru a vyloučení přítomnosti pneumotoraxu (Obr. 22). Někdy bývá doporučováno provedení snímku hrudníku ve vzpřímené poloze v expiriu [81]. Polohu konce katétru a rozvinutí plíce lze však snadno ověřit i pomocí skiaskopie. Pro hodnocení distálního konce katétru bývá v poslední době využívána rovněž monitorace pomocí EKG křivky (změny P vlny EKG křivky) anebo kontrolní UZ [82, 83]. Výskyt případného PNO lze posoudit pomocí vymizení tzv. „pleural slidingu“ při UZ kontrole [84]. U malého PNO do 20 % bez známek respiračních potíží či poklesu saturace nebo hemodynamických změn je indikován konzervativní postup se sledováním pacienta a provedením kontrolního snímku hrudníku. Velice často je únik vzduchu pouze malý a PNO se rozvíjí postupně. Při rozvoji klinických potíží nebo progresu PNO na kontrolních snímcích je indikováno zavedení hrudního drénu. U iniciálního PNO nad 20 % je indikováno provedení drenáže pleurální dutiny bez ohledu na přítomnost klinických příznaků. V případě akutního PNO s rozvojem dušnosti je třeba provést drenáž hrudníku a podávat kyslík pomocí masky. Teoreticky je možný i vznik tenzního PNO, kdy je indikována punkce 2. mezižeberního prostoru v přední axillární čáře, což je výkon potenciálně záchraňující život.



Obr. 22: Pneumothorax vlevo u pacienta po nezdařené punkci podklíčkové žíly vlevo.

Hematom, hemothorax, hemomediastinum

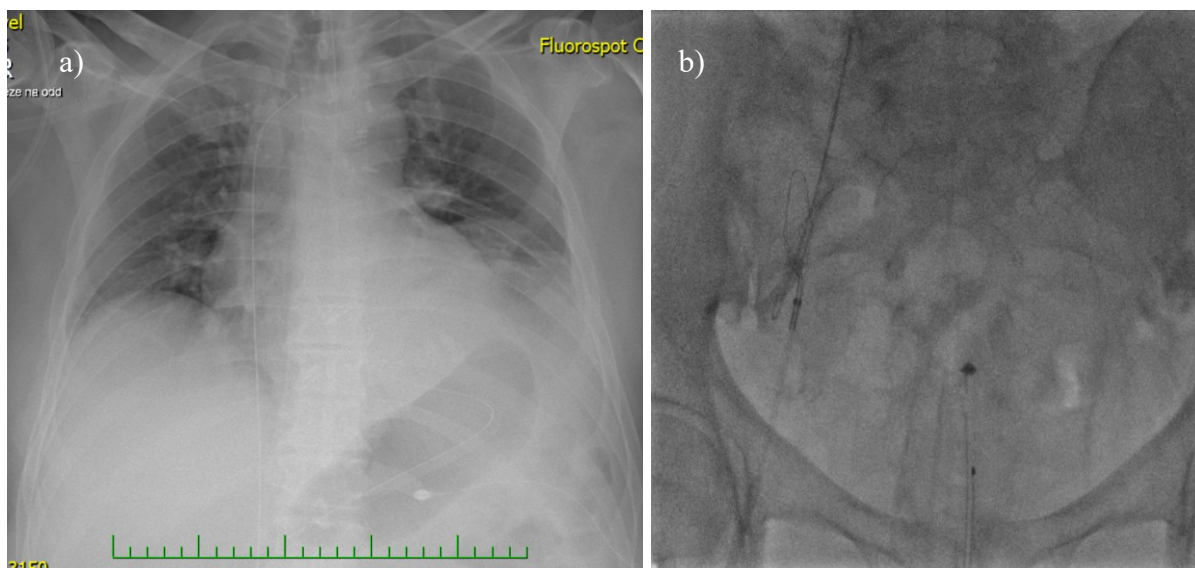
Při nechtěné punkci tepny (nejčastěji společné karotidy, podklíčkové tepny nebo společné femorální tepny) může dojít k rozvoji lokálního hematomu. Obvykle lze tuto komplikaci řešit lokální kompresí místa vpichu, bez rozvoje dalších komplikací. Pokud dojde k současnému poranění parietální pleury může krev pronikat do hrudníku (Obr. 23 a, b, c). Poranění cévy může být způsobeno jehlou, dilatátorem nebo zavedeným sheathem. Obvykle dochází k poranění VJI, brachiocefalické, podklíčkové žíly nebo HDŽ. V úvahu je potřeba brát i poranění tepenných struktur. Nemožnost provedení efektivní tamponády a negativní tlak v hrudníku během inspiračního vdechu mohou vést k velké ztrátě krve z relativně malého poranění cévy. U pacienta se může rozvinout dušnost s oslabením dýchání na postižené straně, zastřením hemithoraxu na snímku a známkami hemodynamické instability. Obvykle provedení hrudní drenáže vede ke stabilizaci klinického stavu. V ojedinělých případech je nutné provedení chirurgické revize nebo ošetření pomocí endovaskulárních technik.



Obr. 23 a, b, c: Hemothorax po neúspěšné punkci podklíčkové žíly. Zdojem hemoragie je drobné pseudoaneurysma na větvi thyrocervikálního trunku.

Embolizace vodiče

Během výkonu může dojít ke ztrátě celého vodiče do žilního systému v důsledku negativního tlaku v žilním systému, anebo k odtržení části vodiče během manipulace s jehlou nebo zaváděcím systémem. Vodič může migrovat do pravostranných oddílů srdečních, do plicních tepen nebo do DDŽ či pánevních žil. Pokud to okolnosti dovolují je indikováno endovaskulární odstranění vodiče (Obr. 24 a, b).



Obr. 24 a, b: Embolizace vodiče po kanylaci VJI sin. (a) Vodič dislokovaný přes brachiocefalickou žilu vlevo a HDŽ až do DDŽ. (B) Extrakce vodiče přístupem z třísla vpravo pomocí Indy OTW Vascular Retrieveru (William COOK Europe, Bjaeverskov, Dánsko).

Srdeční arytmie

Arytmie vzniká nejčastěji při zavádění tunelizovaného CŽK, kdy dojde k podráždění myokardu vodičem. Skiaskopická kontrola výkonu dovoluje vyhnout se této komplikaci. Vodič se snažíme nezavádět přes trikuspidální chlopeň. Optimálně se snažíme umístit vodič do DDŽ. Arytmie se může rozvinout až po zavedení katétru v důsledku jeho protruze přes trikuspidální chlopeň do pravé komory. Polohu katétru je nutno zkontrolovat skiaskopicky nebo skiagrafičky, a upravit polohu katétru nebo katétre vyměnit za kratší. Ačkoliv je u dialyzovaných pacientů sklon ke vzniku arytmií vyšší než u běžné populace, většina arytmií se po odstranění příčiny iritace spontánně rychle upraví, a jen minimum komplikací je nutné řešit farmakologicky nebo pomocí kardioverze [85].

Perforace srdce

Jedná se o velice vzácnou komplikaci. Měkké koncovky katétrů většinou nezpůsobují poranění srdce. K poranění dochází většinou vodičem, rigidními dilatátory anebo sheathy. Poranění srdce může vést k rozvoji tamponády perikardu, která se manifestuje cyanózou s distenzí žilních struktur a až rozvojem šoku, oslabením srdečních ozev a rozšířením srdečního stínu na snímku hrudníku. Katétre by měl být odstraněn a následně je nutné provedení perikardiocentézy a eventuálně i operační revize kardiochirurgem.

Poranění ductus thoracicus

Distální část kmene ductus thoracicus probíhá po předním okraji musculus scalenus anterior vlevo, za karotickým cévním svazkem, otáčí se nad kupulou pleury a podklíčkovou tepnou a ústí do oblasti soutoku VJI a podklíčkové žíly. Poranění může vzniknout při levostranné katetrizaci. Častější je u pacientů s cirhózou jater a portální hypertenzí, u nichž je zvýšený průtok lymfy v hrudním mízovodu [86]. Pokud se prokáže únik lymfy a tedy chylothorax, katétr by měl být odstraněn a místo punkce komprimováno. Téměř všechna poranění se takto spontánně zhojí.

Poranění nervů

Vzhledem ke svému rozsahu a blízkosti lokalizace u podklíčkového cévního svazky bývá plexus brachialis nejčastěji poraněnou nervovou strukturou při kanylaci žilních struktur. Pokud pacient udává bolest vystřelující do horní končetiny je potřeba odstranit jehlu a zanechat katetrizaci z daného přístupu. Trvalé poranění brachiálního plexu je velice vzácné.

Nervus vagus, nervus laryngeus recurrens a nervus phrenicus se rovněž nacházejí v blízkosti VJI, ale jedná se o malé nervy, které bývají poraněny velice zřídka. V literatuře existuje i zmínka o vzniku Hornerova syndromu po poranění ganglion stellatum při kanylaci VJI [87].

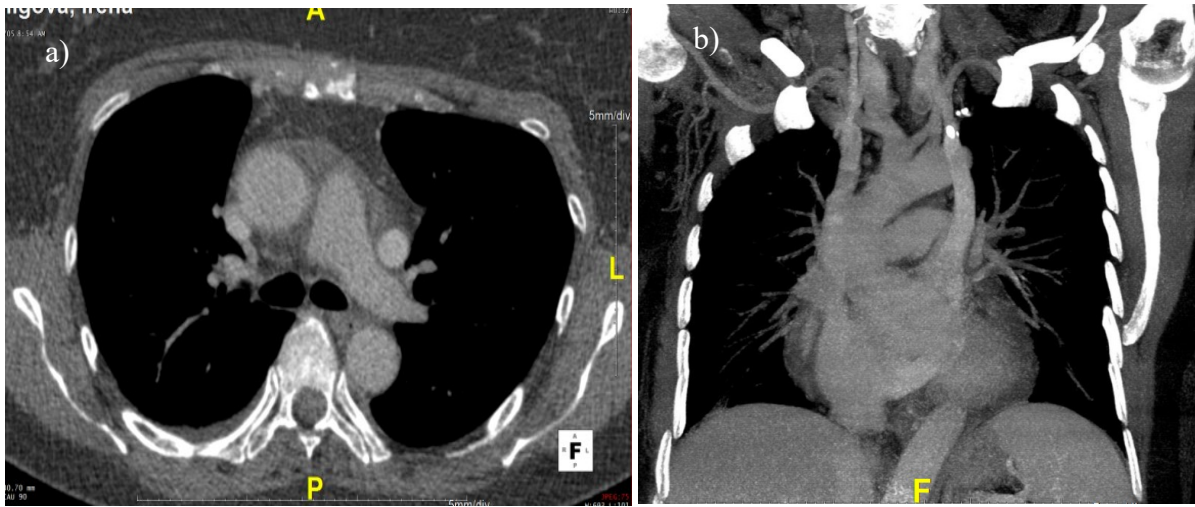
Malpozice katétru

Ve velké prospektivní studii zahrnující 1619 pacientů byla prokázána malpozice CŽK, která byla definována jako lokalizace v pravé komoře nebo mimo hrudník ve 3,3 % [88]. Využití skioskopie a v případě nejistoty místa zavedení použití kontrastní látky a provedení nástřiku dilatátoru, sheathu nebo katétru by nám mělo umožnit bezpečně se vyhnout této komplikaci.

Malpozice v žile

Při zavedení CŽK mimo oblasti kavoatriální junkce nebo PS hovoříme o jeho malpozici. Distální konec katétru může být zaveden například z VJI do podklíčkové žíly, druhostranné brachiocefalické žíly nebo do hepatální žíly. Výskyt žilní malpozice katétru bývá udáván až v 7% všech CŽK zaváděných v oblasti hrudníku [89]. Hrot katétru anebo turbulence vznikající během dialýzy mohou způsobit poranění intimy s následnou trombózou žíly a dysfunkcí katétru. Mnohem větší riziko než malpozice katétru přináší situace, kdy dojde omylem k zavedení vodiče do drobných přítokových žil nebo do variantních žil v mediastinu,

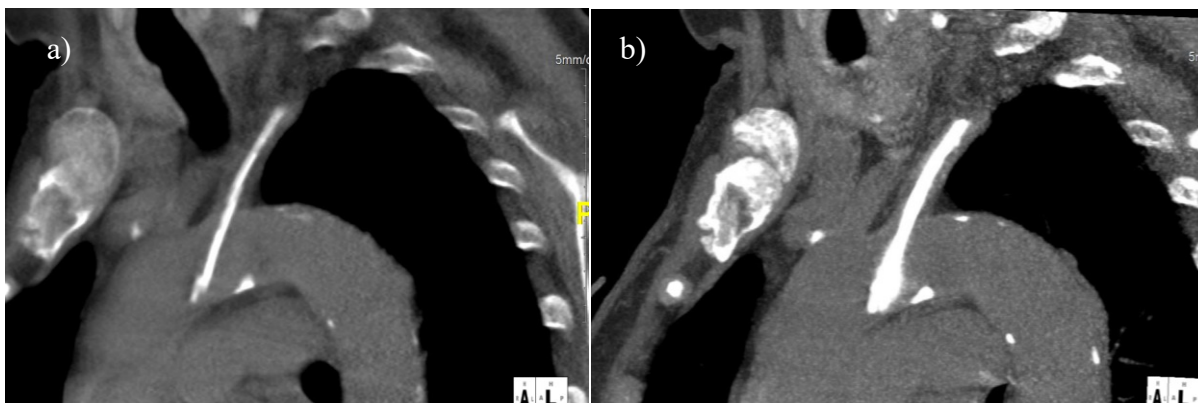
keré lze následně velice snadno perforovat pomocí rigidního dilatátoru nebo sheathu a může dojít k rozvoji hemomediastina (Obr. 25 a, b).



Obr. 25 a, b: Zdvojená HDŽ, CT nepřímá venografie. Anatomická varianta představující riziko malpozice katétru při případném zavedení zleva.

Malpozice v tepně

Katétr může být omylem zaveden do karotické nebo podklíčkové tepny (Obr. 26 a, b). Tato komplikace je častější u hypotenzních nebo špatně oxygenovaných pacientů, u nichž má krev tmavší odstín v důsledku hyposaturace a po punkci jehlou krev netryská typickým proudem, jako je tomu u tepenné punkce u pacientů s normálním arteriálním tlakem krve. S touto komplikací se u tunelizovaných CŽK setkáváme rovněž velice vzácně. V případě rozpoznání této komplikace je nutno konzultovat cévního chirurga stran možnosti odstranění katétru a ošetření místa punkce tepny. Obecně u zavedení tenkého katétru si v případě karotické tepny můžeme vystačit s prolongovanou kompresí. U zavedení širokých dialyzačních katétru, zvláště u podklíčkové tepny, můžeme zvažovat endovaskulární ošetření pomocí implantace stentgraftu, ošetření místa vpichu pomocí šicího zařízení anebo indikujeme chirurgickou revizi se suturou tepny.



Obr. 26 a, b: CT nativní vyšetření. Malpozice CŽK, který je zaveden cestou a. subclavia vlevo do oblouku aorty.

1.4.2 Dlouhodobé komplikace

Po zavedení CŽK je dlouhodobá péče soustředěna do rukou personálu dialyzačních středisek, které pacient navštěvuje. Intervenční radiolog nebo cévní chirurg jsou zpravidla kontaktováni až v případě rozvoje komplikací.

Dislokace katétru

Může dojít k povytažení katétru a jeho vysunutí z podkožního tunelu s obnažením dakronové manžety. Distální konec katétru tak může být uložen v HDŽ, v brachiocefalické žíle a to i kontralaterálně, v podklíčkové nebo v jugulární žíle. Zpravidla je nutné katétr vyměnit za nový. Naopak se distální konec katétrů může dislokovat do pravé komory srdce a je nutné provést úpravu polohy nebo výměnu katétru. U translumbálních katétrů se můžeme setkat s vysunutím katétru z DDŽ, které bývá udáváno jako komplikace vyskytující se více u obézních pacientů [90]. Vysunutí hrozí retroperitoneálním krvácením a při jeho zjištění je nutno katétr po vodiči vyměnit za nový.

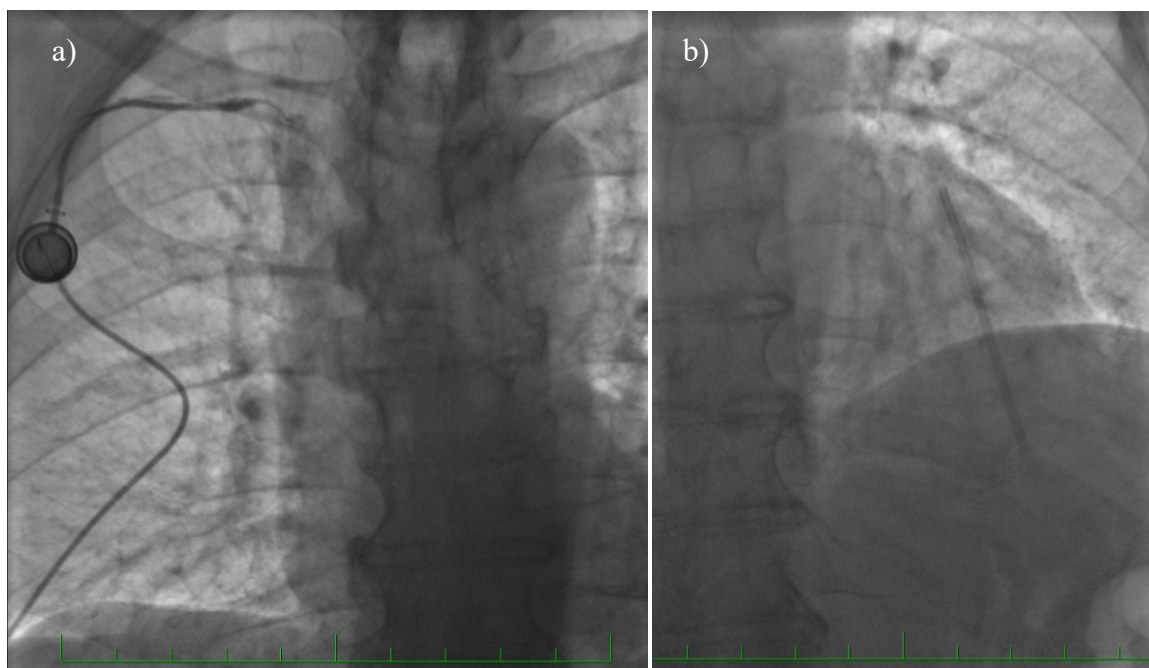
Vzduchová embolie

Jedná se o poměrně vzácnou avšak potenciálně letální komplikaci. Ve studii zahrnující 11,5 tisíce CŽK se periprocedurální vzduchová embolie detekovatelná skiaskopicky vyskytla u 15 pacientů [91]. Může vzniknout při ponechání otevřené koncovky katétru při manipulaci, proplachu, napojování nebo rozpojení dialyzačního systému. Dále k ní může dojít při mechanickém poškození katétru nebo koncovky katétru, anebo zcela vzácně přes tunelizační kanál po extrakci katétru. Může se jednat o komplikaci periprocedurální

při zavádění CŽK nebo pozdní při provádění hemodialýzy [92]. Pacient musí být pečlivě instruován o nutnosti udržování vstupů v uzavřeném stavu. V akutních situacích musí pacient ucpat koncovku prstem nebo katétr uzavřít jiným způsobem a přivolat pomoc. U náhlého kardiopulmonálního selhání pacientů se zavedeným tunelizovaným CŽK je nutno v diferenciální diagnóze uvažovat o vzduchové embolii. V akutní léčbě umístíme pacienta do Trendelenburgovy polohy a na levý bok. Tento tzv. Durantův manévr odvede vzduch od plicní chlopně a sníží obstrukci výtokového traktu pravé komory [93]. Vzduch z pravostranných oddílů je možno aspirovat zavedením katétru. Dále je nutná intenzivní péče na JIP s podáním kyslíku a zvážením hyperbarické terapie a eventuálně i extrakorporální membránové oxygenace (ECMO).

Embolizace částí katétru

U dlouhodobě zavedených katétrů může dojít k odlomení jejich částí. Nejčastějším místem zvýšeného namáhání katétru je kostoklavikulární oblast u katétrů zavedených cestou podklíčkové žíly. Distální konec embolizuje nejčastěji do pravostranných oddílů srdečních nebo do plicního řečiště (Obr. 27 a, b). Pokud to okolnosti dovolují je vždy indikováno endovaskulární odstranění odlomených částí katétrů.



Obr. 27 a, b: Zobrazení pomocí flebografie. Portkatétr zavedený cestou v. subclavia vpravo s přerušením hadičky v oblasti kostoklavikulární štěrbině (a). Embolizovaná distální část katétru v plíci vlevo (b).

Trombóza katétru

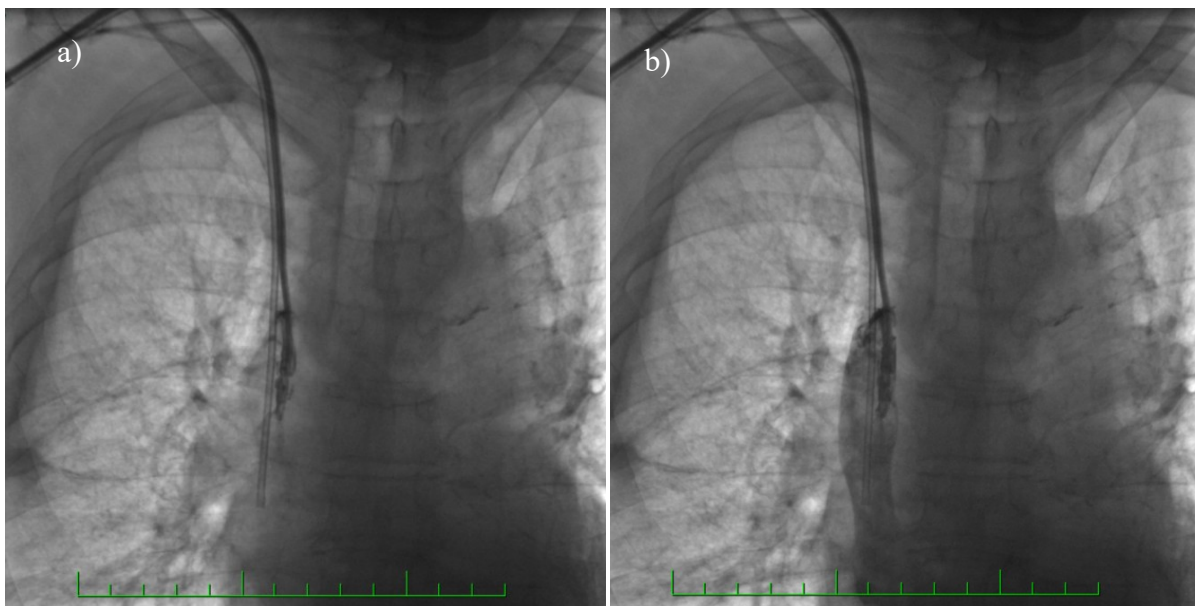
Trombózy spojené se zavedením CŽK můžeme rozdělit na 3 typy [94]:

- perikatetrální pochva („fibrinový obal“)
- trombotická okluze lumina katétru
- nástěnná trombóza na katétru s parciální nebo kompletní okluzí centrální žíly

Perikatetrální pochva

Jedná se o nejčastější komplikaci všech dlouhodobě zavedených CŽK. Historicky se pro ni nejčastěji používá nesprávný název „fibrinová pochva“ či „fibrinový obal“. Typicky se manifestuje tzv. „efektem jednosměrné chlopně“. Z katétru tedy většinou nelze aspirovat, aplikace je možná, avšak s vyšším odporem toku. Na kontrolním nástřiku katétru vidíme typicky chybějící jet kontrastní látky z hrotu katétru. Místo něj jsou patrné lineární opacity kolem distálního konce katétru s retrográdním šířením aplikované kontrastní látky (Obr. 28 a, b).

V dnešní době se začíná v anglické literatuře používat název catheter-related sheath (CRS) [7]. Výskyt tvorby této pochvy je uváděn v rozpětí 42–100 % zavedených katétrů [7]. Pochva se začíná tvořit podél katétru od místa inserce do žilního lumina. Za jeden z mechanismů spouštějících tvorbu pochvy je považováno poranění žilní stěny. Nyní je již prokázáno, že pochva je z celulárního kolagenu, obsahuje buňky hladké svaloviny a je pokrytá endoteliální vrstvou, a není tedy složena z fibrinu [95]. CRS může vést k nemožnosti aspirace z katétrů, k okluzím katétrů, rozvoji žilní trombózy, paravazaci tekutin aplikovaných do katétru, embolizaci do plicnice při odstraňování katétru a predisponuje k infekčním komplikacím. Trendem do budoucna v prevenci CRS bude zřejmě nová povrchová úprava katétru. Zatím v tomto směru nebyly publikovány žádné relevantní studie.



Obr. 28 a, b: Skiagrafické zobrazení nástřiku „arteriálního“ lumina CŽK. Je patrné typické plnění perikatetrální pochvy s retrográdním šířením kontrastní látky (a). Retrográdně se kolem distálního konce katétru naplnila horní dutá žíla (b).

Protože se na případech vzniku okluze katétrů často zásadním způsobem spolupodílí perikatetrální pochva, která se kolem dlouhodobě zavedeného katétru vytvoří a kterou nelze rozrušit aplikací trombolytika, byly vyvinuty techniky k jejímu mechanickému rozrušení. Nejčastěji je využíván tzv. „stripping“ fibrinové pochvy pomocí endovaskulárně zavedeného lasa z jiného žilního přístupu. Dále je používáno odstranění katétru po zavedeném vodiči, provedení PTA pomocí balónku k rozrušení fibrinové pochvy, a následně opět zavedení katétru zpět na původní místo. Retrospektivní analýzy těchto dvou technik a jejich srovnání s prostou výměnou CŽK neprokázaly rozdíly v okamžitém zprůchodnění, komplikacích ani další dlouhodobé průchodnosti katétrů [96].

U translumbálního katétru v případě vytvoření CRS lze zvažovat provedení trombolýzy nebo výměnu katétru po vodiči. Vzhledem k chybění suprakardiálního přístupu směrem k hrotu katétru nelze provést stripping endovaskulární smyčkou.

Trombóza katétru

Může se vyskytovat u 30–40 % tunelizovaných CŽK a je většinou způsobena tvorbou perikatetrální pochvy kolem distálního konce katétru, která v kombinaci s nasedající trombózou vede k jeho okluzi [97]. První známkou rizika obstrukce katétru bývá často nemožnost aspirace, se zachováním průtoku v lumen při aplikaci.

V prevenci trombózy katétru jsou užívány různé druhy zátek aplikovaných do lumina v době, kdy katétr není používán. Nejčastěji používanými látkami jsou citrát, taurolidin, rt-PA, heparin v různém stupni ředění, heparin s ATB a případně etanol [98]. Studie s 30% a 46,7% trisodiumcitrátem (Citra-Lock™, Dirinco AG, Bern, Švýcarsko) navíc prokázaly vynikající antibakteriální účinnost koncentrovaného citrátu [99]. Na našem pracovišti používáme nejčastěji 4% citrát (IntraLock™, Fresenius medical care, Bad Homburg, Německo) anebo směs kombinující citrát, taurolidin a urokinázu (TauroLock™- U 25.000, Fresenius medical care, Bad Homburg, Německo).

Antikoagulační ani antiagregační léčba u CŽK dlouhodobě není indikována. V literatuře nexistuje dostatečná evidence podporující tuto léčbu pro snížení rizika trombotických komplikací [100]. Studie nejsou jednotné v hodnocení, zda systémová léčba snižuje riziko trombózy katétrů. Warfarin, kyselina acetylsalicylová i clopidogrel v účinných dávkách navíc zvyšují mortalitu pacientů, protože vedou k neakceptovatelně vysokému riziku gastrointestinálních krvácení zvláště u starších pacientů [101].

Z pohledu incidence infekce v okolí zevního ústí katétrů, nutnosti odstranění katétrů pro špatnou průchodnost, provedení trombolýzy, úmrtí pacientů, trombózy katétrů, hospitalizací z důvodu dysfunkce katétru a délce fungování CŽK bez infekce není rozdíl mezi různými typy použitých zátek [102,103].

Léčba trombózy katétru

V léčbě trombózy CŽK je u nás jako trombolitikum nejčastěji používán rekombinantní tkáňový aktivátor plasminogenu (rt-PA) neboli altepláza (Actilyse, Boehringer Ingelheim International GmbH, Ingelheim am Rhein, Německo). Do trombózovaného lumina katétru je aplikován adekvátní objem trombolytika nejčastěji v koncentraci 1 mg/ml. Většinou je ponechán na 2–3 hodiny a poté odsát. Tento postup lze opakovat a úspěšnost léčby je udávána okolo 70 %. Opakovaná procedura vede ke zprůchodnění dalších 10 % katétrů [104]. Takto zprůchodněné katetry však často umožňují pouze několik dalších dialyzačních procedur a často u nich dochází k opětovným rekluzím. U většiny pacientů (70 %) bylo nutné provedení další trombolýzy v horizontu 4 měsíců [105]. Pro provedení trombolýzy lze rovněž použít urokinázu nebo tenecteplázu. Studie ale prokázaly vyšší účinnost alteplázy [106].

Někteří autoři doporučují kontinuální infuzi trombolytika do katétru. Plazmatický poločas $t_{1/2}$ alfa u Actilyse je 4–5 minut. Pokud se provádí nízkodávková infuze

trombolytika, například v režimu Actilyse 1mg/1hod ve 20–30 ml fyziologického roztoku s celkovou dávkou 3-4 mg, nehrozí systémové účinky. Další autoři doporučují tzv. „push“ techniku s aplikací malého množství Actilyse následovanou proplachem 0,2–0,3 ml fyziologického roztoku, s opakováním každých 10–20 minut. Celková délka výkonu v trvání 30–60 minut [107]. Výhody kontinuální infuze a „push“ techniky proti výše uvedenému postupu léčby s aplikací přesného objemu trombolytika do katétru nejsou zcela zřejmé [108].

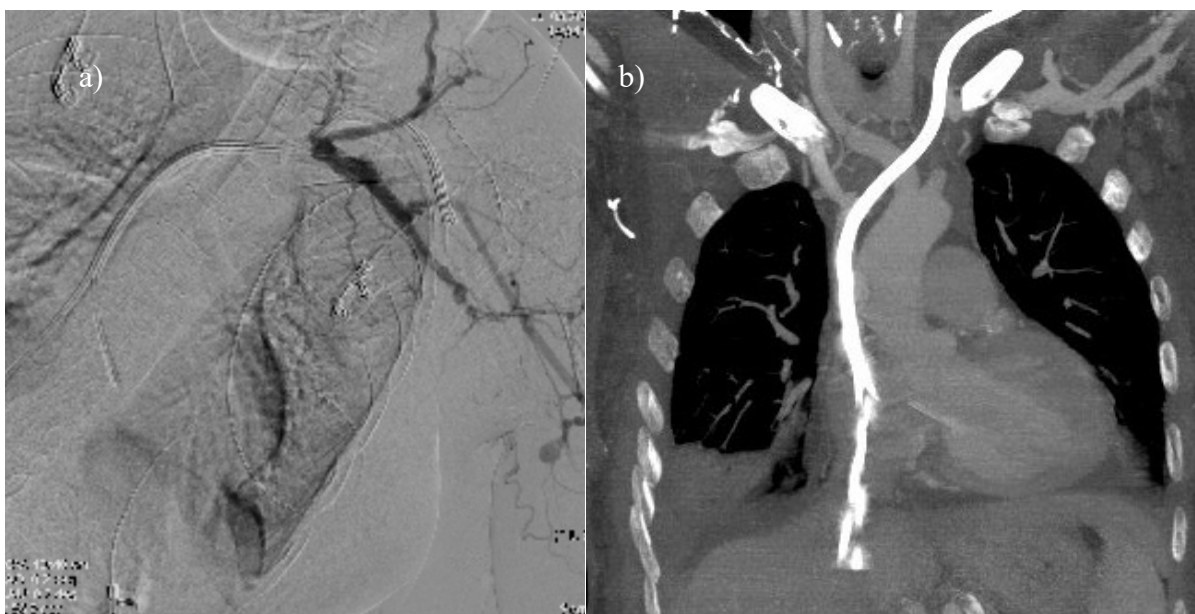
V případech zprůchodňování katétrů pomocí zavádění vodičů může dojít v důsledku uvolnění části hmot obturujících katétr ke vzniku plicní embolie. Riziko je poměrně malé a literární zdroje tuto otázku spolehlivě neřeší.

Centrální žilní trombóza

Jedná se o vznik trombu postupně narůstajícího na povrchu katétru (Obr. 29). Při jeho velké extenzi může dojít až ke kompletní trombóze žíly, do které je katétr zaveden (Obr. 30). Predisponujícím faktorem ke vzniku trombózy žíly je i nepříznivý poměr diametrů v případě zavedení širokého katétru do štíhlého žilního lumina.



Obr. 29: CT venografická fáze. CŽK zavedený zprava do HDŽ. Perikatetrální trombus propagující se centrálně až do pravé síně srdeční.



Obr. 30 a, b: Okluze brachiocefalické žíly vlevo při zavedeném CŽK zleva. Flebografie levé horní končetiny (a). CT venografická fáze (b).

Manifestací této komplikace je často otok ipsilaterální horní končetiny, krku nebo tváře, prominující kolaterální žilní kresba v podkoží, známky plicní embolizace nebo nevysvětlitelné teploty. Většinou je diagnóza stanovena pomocí dopplerovského UZ vyšetření. V nejasných případech anebo pro přesné hodnocení rozsahu trombózy je přínosné provedení flebografie nebo CT flebografie. Perikatetrální trombóza bývá přítomna až u 30 % pacientů, u většiny však nebývá klinicky vyjádřena [109]. Incidence plicní embolie z trombózy pocházející z katétru se udává v rozpětí 0–17 % a pouze zřídka způsobuje smrt pacienta.

Terapie žilní trombózy sestává z antikoagulační léčby a elevace postižené končetiny. Pokud je to možné, je doporučováno odstranění katétru. Vzhledem k faktu, že pacienti s tunelizovaným CŽK často nemají dostupné další žilní přístupy vhodné pro zavedení CŽK, je akceptovatelným řešením i ponechání katétru in situ, pokud je funkční, v kombinaci s antikoagulační léčbou [109].

Častějším klinickým dopadem perikatetrální trombózy je její asociace s infekcí katétru. U studie pacientů s prokázanou infekcí katétru zlatým stafylokokem byla u 71 % pacientů zároveň prokázána perikatetrální trombóza. I přes výše uvedené není doporučována dlouhodobá profylaxe pomocí nízkých dávek warfarinu [101,109].

Centrální žilní stenóza

Stenotizace centrálních žil vzniká v důsledku poranění intimy zavedeným katétre, a následným rozvojem fibrózních změn. Dobře je známá stenotizace podklíčkových žil po zavádění tunelizovaných CŽK stejně jako fakt, že k ní dochází signifikantně častěji než u katétrů zaváděných cestou VJI. Ve studii srovnávající venografie u 50 pacientů s tunelizovaným CŽK zavedeným cestou podklíčkové žíly a 50 pacientů s CŽK zavedeným cestou VJI, bylo diagnostikováno 42 % stenóz centrálních žil v první skupině oproti 10 % stenóz ve druhé skupině [110]. Z tohoto důvodu by mělo být preferováno zavádění tunelizovaných CŽK cestou VJI, kdykoliv je to možné [111].

Stenotizace centrálních žil je často klinicky asymptomatická. V praxi často dochází k vytvoření žilního přístupu na horní končetině s preexistující stenózou centrální žíly. Potom snadno dochází k rozvoji edému ruky nebo i krku a tváře, může být přítomen i tzv. syndrom horní duté žíly. Při našití AVF u takového pacienta dochází k prodlouženému krvácení z AVF po provedené dialýze, k nedostatečné dialýze, aneuryzmatické dilataci žil cévního přístupu anebo trombóze AVF.

Infekce spojená se zavedením CŽK

Dlouhodobě zavedené CŽK se pojí se zvýšeným rizikem rozvoje infekce.

Můžeme rozlišovat 3 typy infekčních komplikací katétrů:

- Infekce v místě vyústění katétru na kůži, při které nacházíme zánětlivé změny omezené na okolí zevního vyústění katétru, bez extenze centrálně nad úroveň manžety katétru. Potvrzením diagnózy je pozitivní kultivace exsudátu z okolí katétru.
- Infekce tunelu katétru je definována jako zánětlivé postižení katétru centrálně nad úroveň podkožní manžety katétru. Může být provázená zarudnutím, bolestivostí podél podkožního průběhu katétru a zánětlivou kultivačně pozitivní exsudací z místa vyústění katétru na kůži.
- Bakteriémie nebo sepse. Jedná se o stav s kultivačně pozitivní krevní kulturou na přítomnost bakterií s nebo bez doprovázejících symptomů horečky. Incidence bakteriémie vzniklé v souvislosti se zavedeným CŽK je udávána na 1,1–5,5 epizody na 1000 dnů zavedení katétru [112]. V důsledku bakteriémie může dojít k rozvoji endokarditidy a metastatických abscesů. Četnost těchto komplikací narůstá při ponechání CŽK se snahou o záchranu funkce katétru.

Léčba infekcí spojených s CŽK

Zánětlivé postižení zevního vyústění katétru může být léčeno lokální a systémovou ATB léčbou, bez nutnosti odstranění katétru. Přítomnost infekce tunelu nebo bakteriémie vyžaduje odstranění katétru, ATB léčbu a odložené zavedení dalšího permanentního žilního vstupu. Dle pracovní skupiny NKF KDOQI je zavedení nového tunelizovaného CŽK doporučováno, až pokud jsou kultivační výsledky krve negativní po dobu alespoň 48 hodin po ukončení ATB terapie. Takovéto doporučení však bývá v praxi často stěží realizovatelné. Strategie k záchraně katétru zahrnují postupy ponechání katétru s ATB léčbou, výměnu katétru po vodiči anebo aplikaci ATB zátek do katétru. Recentní metaanalýza 28 studií zahrnující 1596 pacientů prokázala podobnou úspěšnost léčby u pacientů léčených systémovou aplikací ATB s aplikací ATB zátek do katétru a léčbou pomocí systémové ATB léčby s výměnou katétru po vodiči. Zároveň jsou obě tyto strategie lepší než pouhá ATB léčba s ponecháním katétru in situ [113]. Přístupy léčby s pokusem o zachování katétru jsou prakticky vždy vynucené nemožností zavedení nového katétru při chybění dalších vhodných žilních vstupů, a jsou zatíženy rizikem neúspěchu ve více než 60 % případů [113]. Nejbezpečnější variantou tedy nadále je odstranění katétru.

V případě rozvoje infekce jsou nejčastěji izolovány gram pozitivní patogeny a to v 52–84 %, *Stafylococcus aureus* bývá přítomen v 21–43 %. Jak již bylo zmíněno, v ideálním případě je indikováno odstranění katétru a iniciálně empirické podání širokospektrých ATB, pokrývajících potenciální rezistentní kmeny stejně jako gram negativní bakterie. Dle výsledku kultivačního vyšetření je indikováno převedení pacienta na cílenou ATB léčbu. Je rovněž třeba pamatovat na možnost přítomnosti mykotické infekce. Vzdálené infekční komplikace, jakými jsou například endokarditida, osteomyelitida, discitida, epidurální absces, septická artritida, septické plicní embolizace atd. představují signifikantní zdravotní riziko pro pacienta a vyžadují dlouhodobou intravenózní ATB léčbu po dobu 4 až 8 týdnů.

Pokusy o záchranu katétru by neměly být indikovány v těchto případech:

- *Stafylococcus aureus*, pseudomonádová a mykotické infekce
- neustupující příznaky infekce po 48 až 72 hodinách od zahájení léčby ATB (horečka, třesavka, hemodynamická instabilita, alterace vědomí)
- metastatické infekční komplikace
- konkomitantní tunelová infekce

2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Práce se zabývá skupinou nemocných s terminálním onemocněním ledvin, u nichž selhaly standardní hemodialyzační přístupy, a kteří byli léčeni pomocí zavedení CŽK translumbálním přístupem přes dolní dutou žílu. Tento způsob zavedení je využíván u pacientů s prokázanou okluzí brachiocefalických žil nebo horní duté žíly po předchozích opakovaných dlouhodobých zavedeních CŽK cestou VJI nebo subklaviálních žil, které jsou považovány za standardní místa zavedení CŽK. Hypotéza disertační práce: Translumbální přístup je náročnější na navigaci a provedení kanylace žíly, tunelizaci katétru, dilataci kanálu a samotné zavedení katétru. Celková délka zavedeného katétru a oblast podkožního tunelu v bederní a břišní krajině, spolu s velkými pohybovými exkurzemi mohou přispívat k většímu množství dlouhodobých komplikací, a rovněž k obtížnější výměně katétru ve srovnání se standardními CŽK.

Cíle práce:

1. Zhodnocení technické a klinické úspěšnosti zavedení hemodialyzačních katétrů translumbálním přístupem.
2. Hodnocení časných a pozdních komplikací.
3. Posouzení přežití souboru pacientů.
4. Vyhodnocení dlouhodobé průchodnosti katétrů.
5. Srovnání počtu komplikací, krátkodobé a dlouhodobé průchodnosti ve srovnání s hemodialyzačními katétry zavedenými klasickou cestou.

3. SOUBOR PACIENTŮ, METODA A STATISTICKÁ ANALÝZA

3.1 Charakteristika souboru

Do studie byli zařazeni všichni konsekutivní pacienti, kterým byl v období od ledna roku 2010 do konce prosince roku 2018 v RDG ústavu FN Ostrava implantován CŽK translumbálním přístupem. Byl to soubor pacientů se selháním renálních funkcí, u nichž nebylo možné provedení dialýzy pomocí AVF nebo AVG, a zároveň byly vyčerpány možnosti zavedení CŽK standardními přístupy. Analýza této práce je primárně zaměřena právě na tyto pacienty. Jako referenční soubor pro hodnocení výsledků léčby pomocí standardně zavedených CŽK slouží skupina všech pacientů, u nichž byl za stejné období zaveden permanentní katétr pro potřeby provádění hemodialýzy cestou VJI. Pacienti byli

hodnocení retrospektivně pro období provedení intervence od 1/2010 do 8/2014. Od 9/2014 (autor zahájil postgraduální studium) do 12/2018 byli všichni pacienti zařazováni do studie prospektivně.

U všech pacientů byly zaznamenány demografické údaje a dále následující komorbidity: diabetes mellitus, hypertenze, ischemická choroba srdeční a ischemická choroba dolních končetin. Sledovali jsme výkony zavedení CŽK a jejich komplikace, dlouhodobou průchodnost katétrů, nutnost provádění reintervencí a přežívání pacientů. U translumbálních katétrů jsme dále sledovali i délku trvání výkonu na pracovišti CT i na angiolince, šíří a tvar dolní duté žíly a její vliv na provedení intervence a dále umístění distálního konce katétru po provedeném výkonu. Dále byly zaznamenány údaje o etiologii renálního selhání, celkové době provádění metod nahrazujících funkci ledvin předtím, než bylo nutné pacientům zavést translumbální katétr, a dále převedení pacientů na jinou dlouhodobou hemoeliminační metodu, pokud k tomuto řešení došlo. U obou skupin pacientů jsme rovněž vyhodnotili dávky záření dosažené během implantace katétrů.

Vstupním kritériem pro zařazení do studie byla indikace zavedení CŽK pro potřeby hemodialýzy. U pacientů s translumbálním přístupem byl kritériem i průkaz oboustranné okluze velkých žil hrudníku pomocí zobrazovacích metod (pomocí DUS/CT/MR nebo venografie). Počátečním dnem sledování pacientů byl den zavedení CŽK. Sledování bylo ukončeno datem 31. 5. 2019, odstraněním katétru se zahájením hemodialýzy pomocí AVF nebo AVF, transplantací ledviny, poslední známou kontrolou pacienta nebo dnem úmrtí pacienta.

V období od ledna 2010 do prosince 2018 (108 měsíců) byl translumbální katétr zaveden u 37 pacientů, z toho bylo 17 (45,9 %) mužů a 20 (54,1 %) žen. U 2 pacientů došlo k vypadnutí katétru, a bylo u nich indikováno zavedení nového katétru. Celkově tedy bylo provedeno 39 výkonů. Věkové rozpětí pacientů bylo 40–88 let, medián 64,0 let, průměr 64,8 let. Všichni pacienti měli bilaterální uzávěr brachiocefalických žil.

Standardní katétr cestou VJI byl zaváděn u 196 pacientů, z toho bylo 113 (57,7 %) mužů a 83 (42,3 %) žen. U 16 pacientů byl za dobu sledování zaveden katétr opakovaně: u 13 pacientů to bylo 2krát, u 3 pacientů byl CŽK implantován 3krát. Celkově bylo tedy provedeno 215 výkonů. Věkové rozpětí pacientů bylo 16–91 let, medián 68,5 let, průměr 64,8 let.

Věk pacientů, počty výkonů a demografické údaje jsou uvedeny v Tabulce 3–5:

	Standardní katétry (N* = 196)	Translumbální katétry (N* = 37)	Celkem (N* = 233)
minimum	16	40	16
dolní kvartil	57	58	57
průměr	64,8	64,8	64,8
medián	68,5	64	67
horní kvartil	75,2	70	75
maximum	91	88	91
sm. odchylka	15,2	11,3	14,7

* Vztaheno k počtu pacientů

Tabulka 3: Věková charakteristika obou skupin pacientů. Údaje uvedeny v počtu let.

	n (%)	
	Standardní katétry (N* = 196)	Translumbální katétry (N* = 37)
Jeden výkon	180 (91,8)	35 (94,6)
Dva výkony	13 (6,6)	2 (5,4)
Tři výkony	3 (1,6)	0 (0,0)

* Vztaheno k počtu pacientů

Tabulka 4: Počty pacientů a počty výkonů provedených u jednotlivých pacientů ve skupině standardních a translumbálních katétrů.

Dále bylo zavedeno 8 permanentních katétrů cestou femorální žíly, které nebyly započteny do statistického hodnocení. Netunelizované katétry nebyly pro potřeby studie zohledněny.

U většiny pacientů v obou souborech se vyskytovala hypertenze a ischemická choroba srdeční. Velká část pacientů se dále léčila s diabetem, a klinicky nebo zobrazovací metodou diagnosticky potvrzena ischemická choroba periferních tepen byla přítomna u 22 % respektive 32 % pacientů. Oba soubory se statisticky nelišily stran výskytu komorbidit, ale lišily se v četnosti úmrtí pacientů.

	MED (IQR)* nebo n (%)		P-hodnota***
	Standardní katétry (N** = 196)	Translumbální katétry (N** = 37)	
Věk (roky)	68,5 (57,0–75,2)	64,0 (58,0–70,0)	0,408
BMI	27,4 (24,1–32,7)	26,4 (23,3–29,7)	0,185

Pohlaví (Muž)	113 (57,7)	17 (45,9)	0,257
Pohlaví (Žena)	83 (42,3)	20 (54,1)	0,257
DM	89 (46,1)	19 (51,4)	0,686
Hypertenze	159 (82,0)	30 (81,1)	>0,999
ICHS	110 (56,7)	21 (56,8)	>0,999
ICHDK	41 (22,7)	12 (32,4)	0,292
Úmrtí	53 (27,2)	23 (62,2)	<0,001

* Medián (mezikvartilové rozpětí)

** Vztaženo k počtu pacientů

*** Mannův-Whitneyův test nebo test homogenity dvou binomických rozdělení

Tabulka 5: Základní charakteristika a komorbidita souboru pacientů.

Ve skupině pacientů s vyčerpanými standardními žilními vstupy byla průměrná doba zařazení v dialyzačním programu před implantací translumbálního katétru 6,8 roku, medián 5,2 roku (rozpětí 2–14 let). Jako hlavní příčina vedoucí k selhání ledvin byla u 17 pacientů (45,9 %) označena diabetická nefropatie, u 4 pacientů analgetická nefropatie, u 4 pacientů tubulointersticiální nefritida a chronická pyelonefritida rovněž u 4 pacientů. Dále po jednom pacientovi s polycystickými ledvinami, IgA nefropatií a selháním ledvin po stafylokokové sepsi. U zbylých 5 pacientů nebyla přímá příčina selhání ledvin věrohodně zjištěna.

3.2 Technika výkonů

Všechny výkony byly uskutečněny se souhlasem nemocného (v případě dětí se souhlasem jejich zákonného zástupce), po vysvětlení povahy onemocnění a předpokládaného efektu zavedení katétru včetně možných komplikací a léčebných alternativ. Během výkonu byli pacienti kontinuálně monitorováni: byl jim zaznamenáván puls, saturace O₂, EKG křivka a měřen krevní tlak v pravidelných intervalech. Všechny výkony byly provedeny dvěma operátory s atestací z Intervenční radiologie.

Katétry zavedené standardním přístupem

U standardních katétrů byl přístup volen cestou vnitřní jugulární žíly a to nejčastěji vpravo. Všechny výkony byly provedeny po řádné desinfekci místa vpichu a oblasti předpokládané tunelizace katétru se širokým zarouškováním okolí. Punkce byla vždy provedena pod ultrasonografickou kontrolou se zobrazením žíly v příčném řezu a „out of plane“ zobrazením jehly. Punkce byly prováděny v lokálním znecitlivění pomocí trimekainu (Mesocain 1 %, Zentiva, Praha, Česká republika). K punkci byly použity jehly průměru 18 G, po vodiči

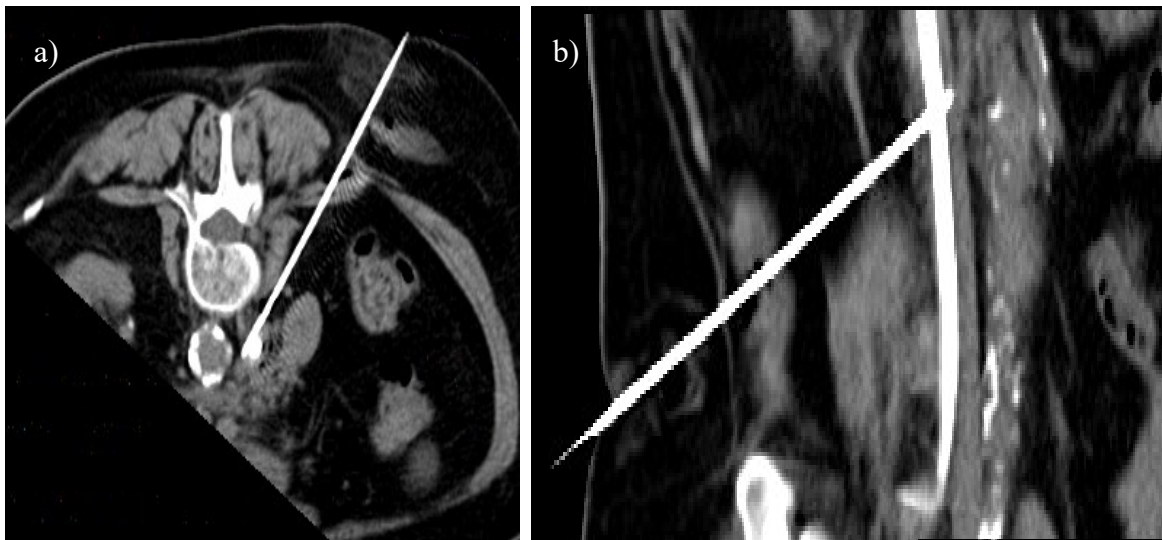
0,038“ byla provedena predilatace kanálu a přes peel away sheath byl po vodiči zaveden příslušný katétr. Jednotlivé kroky od zavedení vodiče až po ověření umístění hrotu katétru byly prováděny pod skiaskopickou kontrolou. Podkožní tunel v pectorální krajině byl vytvořen v místním znecitlivění trimekainem. Po zavedení katétru byla provedena zkouška funkce, aplikace katérových zátek se 4% citrátem (Intralock, Fresenius medical care, Bad Homburg, Německo) a skiaskopická kontrola hrudníku k vyloučení komplikací. U pacientů byl nejčastěji zaveden katétr Arrow Cannon II Plus (Teleflex, Wayne, USA), průměru 15 F. Délku katétru jsme volili tak, aby distální konec katétru byl v oblasti proximální kavoatriální junkce, případně pravé síně srdeční. Nejčastěji jsme implantovali katétry délky 19 cm, méně často 23 cm.

Katétry zavedené translumbálním přístupem

Všechny výkony byly provedeny v analgosedaci. Vlastní zavádění katétru bylo provedeno ve dvou navazujících fázích. Nejdříve byla v poloze pacienta na břiše napunktována dolní dutá žíla v subrenálním úseku z dorzálního přístupu vpravo. Místo vstupu jehly přes kůži bylo voleno vpravo nad okrajem lopaty kosti kyčelní v oblasti skapulární čáry. Trajektorie zavedení jehly i punkce samotná byly navigovány pomocí multidetektorového CT (Somatom AS+ nebo Somatom AS, Siemens Healthineers, Forchheim, Německo). Použili jsme postupnou navigaci opakovanými spirálními skeny. Nepoužívali jsme CT skiaskopii. Pro výkon bylo použito dedikované instrumentárium pro translumbální přístup (MedComp, Harleysville, USA). Punkci provádíme jehlou 18 G, délky 20 cm, protože vzhledem k optimalizaci průběhu budoucího katétru punkční kanál často přesahuje délku 15 cm (Obr. 31 a, b, c, Obr. 32 a, b).

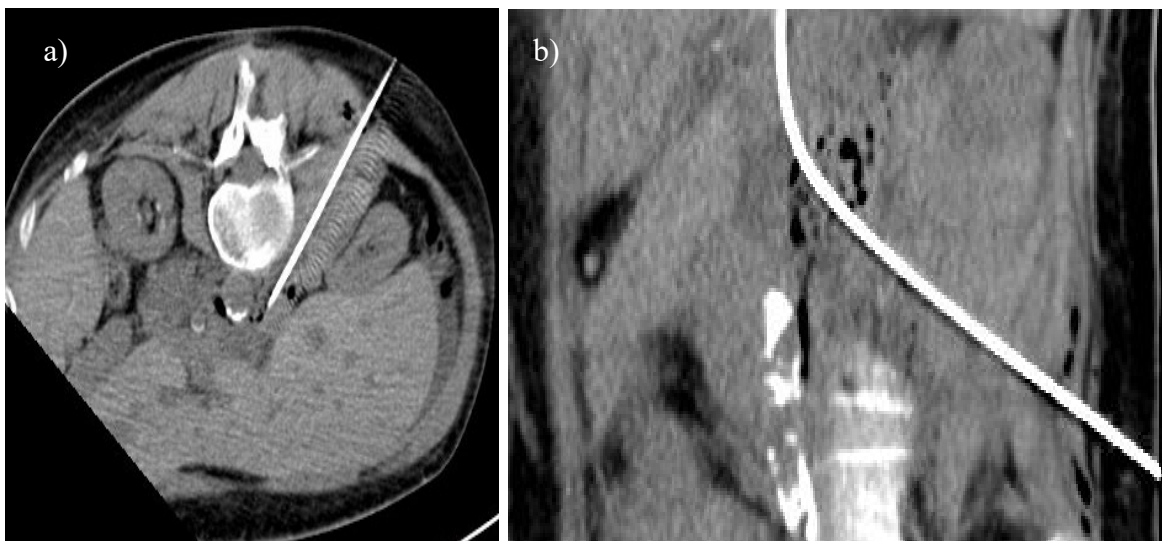


Obr. 31 a, b, c: Punkce DDŽ translumbálním přístupem za CT navigace. Postupné přiblížení hrotu jehly k DDŽ (a, b, c).



Obr. 32 a, b: Translumbální punkce DDŽ směrem k původnímu dialyzačnímu katétru, který byl zaveden femorálním přístupem (rekonstrukce v rovině průběhu jehly) (a,b).

Po úspěšné punkci žíly, kterou ověřujeme aspirací krve, byl zaveden vodič 0,038“ a jeho poloha ověřena CT skenem (Obr. 33 a, b).



Obr. 33 a, b: Punkce DDŽ translumbální cestou. Hrot jehly v oblasti DDŽ (šikmá rekonstrukce v rovině průběhu jehly) (a). Zavedení vodiče translumbálním přístupem do DDŽ (šikmá rekonstrukce) (b).

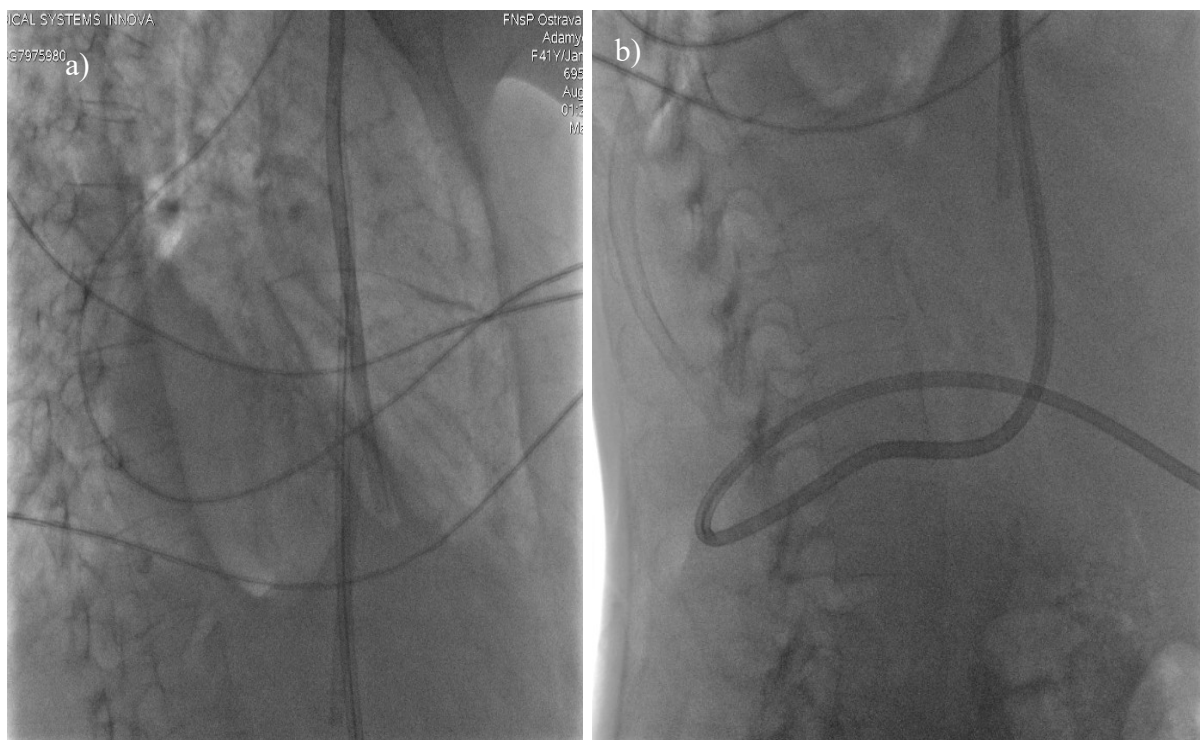
Následně byl Seldingerovou metodou po vodiči zaveden katétr 6 F délky 35 cm, místo punkce bylo sterilně kryto a pacient byl transportován na angiografické pracoviště. Zde na přístroji Innova IGS 630 (GE Healthcare, Chicago, USA) za aseptických podmínek, po desinfekci

a zarouškování pacienta v poloze na levém boku, byla po ověření polohy dilatátoru nejdříve změřena délka podkožního tunelu (Obr. 34).



Obr. 34: Nástřik HDŽ přes katétre zavedený translumbálním přístupem. Dále je patrný původní dialyzační katétre zavedený shora přes nyní trombózanou brachiocefalickou žílu.

Následně po lokálním znecitlivění trimekainem byla provedena tunelizace katétru v bederní krajině směrem od pupku k místu vpichu, dilatace centrálního kanálu po tuhém vodiči 0,038“ a po zavedení „peel away“ sheathu kalibru 16 F, délky 33 cm byl do dolní duté žíly zaveden vlastní katétre (Obr. 35 a, b). U všech pacientů byl zaveden dedikovaný katétre se dvěma luminy pro translumbální přístup kalibru 14 F, délky 55 cm s dakronovou manžetou Split-Cath III (MedComp, Harleysville, USA). Správnost zavedení byla opět kontrolována skiaskopicky. Po zavedení katétru byla provedena zkouška funkce usilovnou aspirací, proplach katétru a aplikace adekvátních objemů zátek se 4% citrátem (IntraLock, Fresenius medical care, Bad Homburg, Německo) k prevenci trombózy katétru.



Obr. 35 a, b: Distální konec translumbálního katétru zavedený do oblasti pravé síně srdeční. Shora je zaveden původní katétra (a). Průběh zavedeného translumbálního katétru (b).

U všech pacientů po zavedení katétrů byl kontrolován klinicky lokální nález, oběhové parametry a laboratorní hodnoty krevních odběrů. Po výkonu byla pacientům aplikována empiricky širokospektrá ATB profylaxe v délce 5 dní. Volba konkrétního antibiotika byla v režii odesílajícího oddělení.

Před dimisí či překladem do jiných nemocnic byla jako zkouška funkčnosti provedena dialýza. V případě podezření na komplikace po zavedení bylo provedeno kontrolní nativní CT vyšetření.

3.3 Sledování pacientů

Po zavedení translumbálního katétru pacienti pravidelně docházeli do hemodialyzačních středisek k provedení eliminačního výkonu. Pacienti z našeho centra byli dále pravidelně hodnoceni ve tříměsíčním až šestiměsíčním intervalu. U pacientů z center mimo naši nemocnici byli pacienti konzultováni k reintervenci vždy na našem oddělení. Navíc jsme u všech prováděli telefonickou konzultaci jednou ročně k získání informací ohledně funkce katétru. U standardních katétrů byli dále sledováni pouze pacienti dialyzovaní

v hemodialyzačním centru naší nemocnice. Ostatní pacienti odesláni do spádových nemocnic byli z dalšího sledování vyloučeni.

3.4 Definice pojmů

Vycházeli jsme z definic navržených Společností intervenční radiologie pro hodnocení centrálních žilních vstupů a pro možnost porovnání s existující literaturou formulovali následujícím způsobem [114]:

Technický úspěch výkonu byl podmíněn úspěšným zavedením CŽK. Klinický úspěch potom správnou funkcí katétru po zavedení, což znamená normální průchodností katétru umožňující provedení adekvátní dialýzy.

Doba sledování byla definována jako interval od zavedení CŽK do odstranění katétru, smrti pacienta, poslední známé kontroly nebo ukončení studie tedy do 31. 5. 2019.

Dožití pacientů bylo definováno jako doba od zavedení katétru do případného úmrtí pacienta.

Primární průchodnost byla stanovena jako interval od zavedení CŽK do selhání katétru (neprůchodnost, uvolnění katétru, poškození koncovky katétru, rozvoj infekce, sepse nebo dislokace katétru) s nutností provedení intervence, výměny, zavedení nového katétru nebo jeho odstranění. Katétrů byly sledovány do momentu poslední kontroly pacienta, odstranění při ukončení léčby, smrti pacienta nebo ukončení studie se stále zavedeným funkčním katétrem.

Primární asistovaná průchodnost byla definována jako doba, po kterou byl katétr používán bez ohledu na počet provedených intervencí až do doby jeho výměny, odstranění nebo ukočení sledování.

Sekundární průchodnost byla určena jako celková doba, po kterou byl pacient dialyzován daným cévním přístupem až do smrti pacienta, odstranění katétru, poslední známé kontroly nebo ukončení studie, bez ohledu na počet výměn katétru, úprav polohy, výměn koncovek či jiných technik vedoucích k obnovení či zlepšení funkce katétru.

Komplikace, které se vyskytly během zavádění katétru, byly označeny za periprocedurální. Postprocedurální komplikace do 30 dnů od zavedení byly zařazeny mezi časně, po 30 dnech od zavedení byly označeny jako pozdní.

Hodnocení technických aspektů výkonu:

Délka trvání provedení výkonu zavedení translumbálního katétru:

- Délka výkonu prováděného pod CT kontrolou byla definována od zhotovení prvního navigačního skenu do zavedení dilatátoru a ověření jeho polohy v DDŽ.
- Délka výkonu na angioline byla definována od zarouškování pacienta a ověření polohy dilatátoru v žilním systému do provedení finální kontroly k ověření polohy CŽK po zavedení.

Měření šířky DDŽ:

Byl hodnocen předozadní (AP) rozměr DDŽ subrenálně v místě punkce žíly. Pro další zpracování byla arbitrárně určena šíře DDŽ na 7 mm a pacienti rozděleni do skupiny s normální šíří DDŽ (diameter nad 7 mm) a do skupiny s úzkou DDŽ s diametrem pod uvedenou hranicí. Pro obě skupiny byla hodnocena délka trvání kanylace žíly.

Uložení distálního konce translumbálního katétru:

Pomocí skiaskopické kontroly na angioline byla identifikována oblast kavotriální junkce, pravé síně a hrotu katétru. Následně bylo provedeno hodnocení místa uložení distálního konce katétru ve vztahu k těmto anatomickým strukturám.

Hodnocení dávky záření během výkonu:

Ve skupině translumbálních katétrů byly zaznamenány dávky záření při CT navigaci kanylace DDŽ, a dále byl hodnocen počet navigačních skenů. Byly rovněž zaznamenány dávky při skiaskopické kontrole zavedení katétrů. Ve skupině standardních katétrů jsme hodnotili dávku při skiaskopické kontrole zavedení.

3.5 Indikace k reintervenci

Selhání katétru neboli neprůchodnost katétru byly definovány jako porucha průchodnosti katétru, která neumožňovala další provádění adekvátní hemodialýzy. Jednalo se o mechanické příčiny jako porucha integrity katétru, zalomení, dislokace, trombóza, tvorba perikatetrální pochvy nebo infekční komplikace. Tehdy byl indikován endovaskulární výkon pro zajištění obnovení funkce katétru včetně výměny katétru. Infekční komplikace, které se upravily po

ATB léčbě a nebylo u nich indikováno odstranění katétru nebo jeho výměna, nebyly zahrnuty do hodnocení celkových komplikací katétrů.

3.6 Statistické zpracování

Při analýze numerických proměnných bylo využito zejména mediánu (MED) a mezikvartilového rozpětí (IQR), popřípadě dalších charakteristik (minimum, průměr, maximum, apod.). Při testování významnosti rozdílu mezi numerickými proměnnými v rámci sledování skupin byl použit Mannův-Whitneyův test. Kategoriální proměnné jsou prezentovány pomocí absolutních a relativních četností, přičemž relativní četnosti jsou vyjádřeny v procentech. Nezávislost kategoriálních znaků byla testována pomocí Chí-kvadrát testu nezávislosti pro kontingenční tabulky. Pro analýzu kategoriálních proměnných byl také použit test homogenity dvou binomických rozdělení. Dále byly aplikovány metody analýzy přežití, konkrétně Kaplan-Meierovy křivky a Mantelův-Haenszelův log-rank test. Byla stanovena hladina významnosti 0,05 a veškeré statistické analýzy byly provedeny v softwaru R (R Core Team, www.r-project.org).

4. VÝSLEDKY

4.1 Technická a klinická úspěšnost zavedení katétrů

Ve skupině translumbálních katétrů se primárně povedlo zavést katétr u všech 37 pacientů. U jedné pacientky došlo ke spontánnímu vypadnutí katétru, a byl u ní zaveden nový katétr. Jeden pacient si katétr vytrhl, a pro naprostou nespolečnost se nepodařilo zavést nový katétr. Stav byl řešen implantací femorálního katétru. Výkon byl tedy technicky úspěšný v 38 případech z provedených 39 implantací, a celková technická úspěšnost zavedení byla 97,4 % (Tabulka 6). U jednoho ze zavedených katétrů se nezdařila adekvátní dialýza po implantaci. Bylo diagnostikováno zalomení katétru v podkoží a poloha katétru následně po vodiči upravena. Klinická úspěšnost tedy byla 94,8 %.

U standardních katétrů zaváděných cestou VJI byl výkon technicky úspěšný ve 212 případech z provedených 215 výkonů a nezdařil se u 3 pacientů. U 2 pacientů byl katétr zaveden ve druhém sezení, u 1 pacientky bylo od zavedení tunelizovaného katétru upuštěno. Po zavedení byla u všech pacientů provedena bezproblémová dialýza. Technická i klinická úspěšnost výkonu tedy dosáhla 98,6 %.

	n (%)		P-hodnota**
	Standardní katétry (N* = 215)	Translumbální katétry (N* = 39)	
neúspěšné zavedení	3 (1,4)	1 (2,6)	
úspěšné zavedení	212 (98,6)	38 (97,4)	>0,999

* Vztaheno k počtu výkonů

** Chí-kvadrát test nezávislosti v kont. tabulce

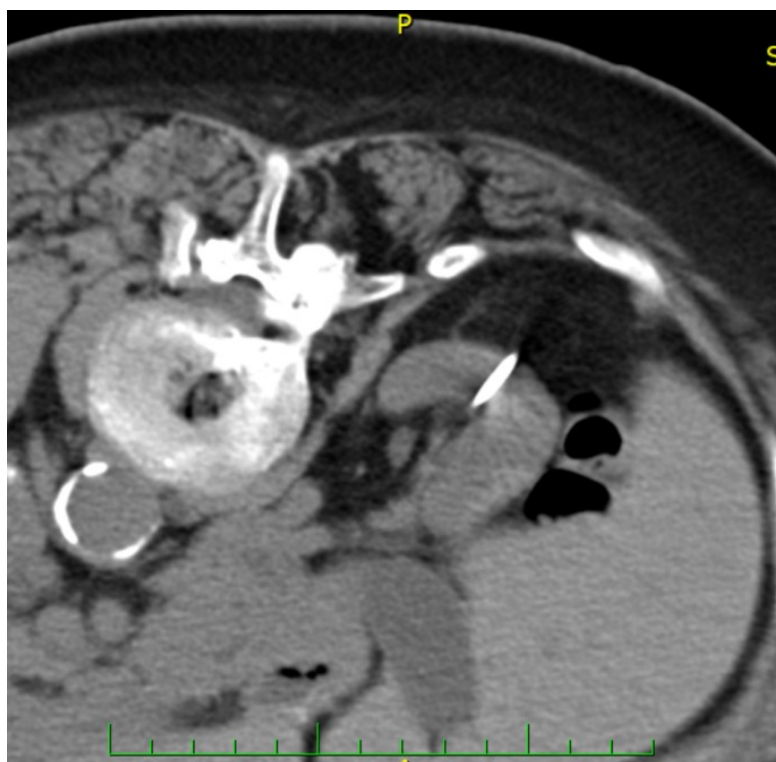
Tabulka 6: Technická úspěšnost zavedení CŽK.

4.2 Komplikace výkonů a jejich řešení

Ve skupině translumbálních katétrů se vyskytly 4 periprocedurální komplikace. U 2 pacientů došlo ke vzniku retroperitoneálního hematomu (Obr. 36). U jedné pacientky byla přechodně pozorována makroskopická hematurie po nechtěné punkci atrofické ledviny (Obr. 37). Všechny 3 komplikace byly klinicky nevýznamné a upravily se spontánně při konzervativní léčbě. U jednoho pacienta došlo k zalomení katétru v průběhu podkožního tunelu. Poloha katétru byla upravena po vodiči.



Obr. 36: Retroperitoneální hematom s podílem k.l. a vzduchu po obtížném zavádění CŽK se zalomením sheathu.



Obr. 37: Komplikace kanylace DDŽ. Nechtěná punkce ledviny vpravo.

Ve skupině standardních katétrů bylo 9 periprocedurálních komplikací (Tabulka 7). U 5 pacientů byla i přes použití UZ navigace napunktována společná karotická tepna bez vzniku hematomu. U 2 pacientů vznikl hematom v podkoží na krku v místě punkce, bez uvedení zdroje krvácení. Krvácení kolem tunelu katétru vzniklo ve 2 případech. Všechny tyto komplikace byly řešeny prolongovanou kompresí místa krvácení a obešly se bez klinicky významných následků.

Nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v počtu periprocedurálních komplikací v obou sledovaných skupinách.

	n (%)		P-hodnota**
	Standardní katétrů (N* = 215)	Translumbální katétrů (N* = 39)	
periprocedurální (Ano)	9 (4,2)	4 (10,3)	
periprocedurální (Ne)	206 (95,8)	35 (89,7)	0,227

* Vztaženo k počtu výkonů

** Chí-kvadrát test nezávislosti v kont. tabulce

Tabulka 7: Výskyt periprocedurálních komplikací u obou sledovaných skupin.

4.3 Doba sledování

Celková doba sledování pacientů v obou souborech byla 1–2915 dní. Průměrná doba sledování skupiny translumbálních katétrů byla 724 dnů (medián 673 dnů, rozpětí 1–2097 dnů), ve skupině standardních katétrů potom 453 dnů (medián 310 dnů, rozpětí 1–2915 dnů) (Tabulka 8).

	Standardní katétr (N* = 196)	Translumbální katétr (N* = 37)
minimum	1	1
dolní kvartil	106,5	319,0
Průměr	453,3	724,2
Medián	310,0	673,0
horní kvartil	654,0	1056,0
maximum	2915	2097
sm. odchylka	472,7	494,5

* Vztaheno k počtu pacientů, sledování ukončeno z různých důvodů

** U pacientů s více výkony počítána kumulativně

Tabulka 8: Sumární statistika doby sledování pacientů ve dnech.

Níže uvedená Tabulka 9 shrnuje důvody ukončení sledování jednotlivých pacientů v obou skupinách. Žádný z pacientů nezemřel z důvodu nefunkčnosti katétru či na zjevné přímé komplikace katétru. Ve skupině standardních katétrů bylo celkem 28 pacientů úspěšně převedeno na některou z metod nahrazujících funkci ledvin, které jsou považovány za méně rizikové stran výskytu komplikací. AVF byla našita úspěšně u 15 pacientů, u 12 pacientů proběhla transplantace ledviny a 1 pacient byl převeden na peritoneální dialýzu. U 5 pacientů došlo během léčby k úpravě renálních funkcí a stav těchto pacientů nevyžadoval další dialyzační léčbu. Ve skupině translumbálních katétrů žádný z pacientů nebyl úspěšně převeden na jinou metodu léčby. U 2 pacientů byl našit AVG protézou v třísele. Došlo však k časné trombóze u obou AVG, a pacienti byli dále dialyzováni pomocí původního translumbálního katétru. Dále byli 2 pacienti zařazeni do transplantačního programu. Ani u jednoho však transplantace nebyla realizována.

	n (%)	
	Standardní katétr (N* = 215)	Translumbální katétr (N* = 39)
není potřeba dialýzy	5 (2,3)	0 (0,0)
shunt	15 (7,0)	0 (0,0)
transplantace ledviny	12 (5,6)	0 (0,0)

peritoneální dialýza	1 (0,5)	0 (0,0)
poslední kontrola	43 (20,0)	0 (0,0)
katétr nezaveden	3 (1,4)	1 (2,6)
vytržení pacientem	1 (0,5)	0 (0,0)
vypadl katétr	0 (0,0)	2 (5,1)
neprůchodnost	2 (0,9)	0 (0,0)
sepsy	28 (13,1)	0 (0,0)
úmrtí	53 (24,7)	23 (59,0)
<u>dosud sledován</u>	<u>52 (24,2)</u>	<u>13 (33,3)</u>

* Vztaheno k počtu výkonů

Tabulka 9: Důvod ukončení sledování jednotlivých katétrů v obou skupinách. Údaje vztaheny k počtu výkonů. (dosud sledován – pacient byl naživu s funkčním katétrek k datu ukončení studie, poslední kontrola – hodnoceno k datu poslední známé kontroly pacienta.)

4.4 Přežívání pacientů s CŽK

Celkový počet pacientů v obou skupinách byl 233. Z 37 pacientů ve skupině s translumbálními katétry zemřelo 23 pacientů (62,2 %) a ze 196 pacientů ve skupině standardních katétrů zemřelo 53 pacientů (27,2 %). Žádný z pacientů nezemřel z důvodu nemožnosti provedení dialýzy v souvislosti s mechanickými komplikacemi katétru ani z důvodů infekce spojené se zavedeným CŽK.

Počty úmrtí pacientů v jednotlivých letech sledování jsou uvedeny v Tabulce 10. Kumulativní přežití pacientů v jednotlivých letech shrnuje Tabulka 11. Křivky dlouhodobého přežívání pacientů jsou znázorněny v Grafu 1.

	n (%)	
	Standardní katétry (N* = 196)	Translumbální katétry (N* = 37)
Celkem	53 (27,0)	23 (62,2)
do 1. roku	33 (16,8)	6 (16,2)
1.- 2. rok	13 (6,6)	7 (18,9)
2.- 3. rok	6 (3,1)	4 (10,9)
3.- 4. rok	1 (0,5)	6 (16,2)

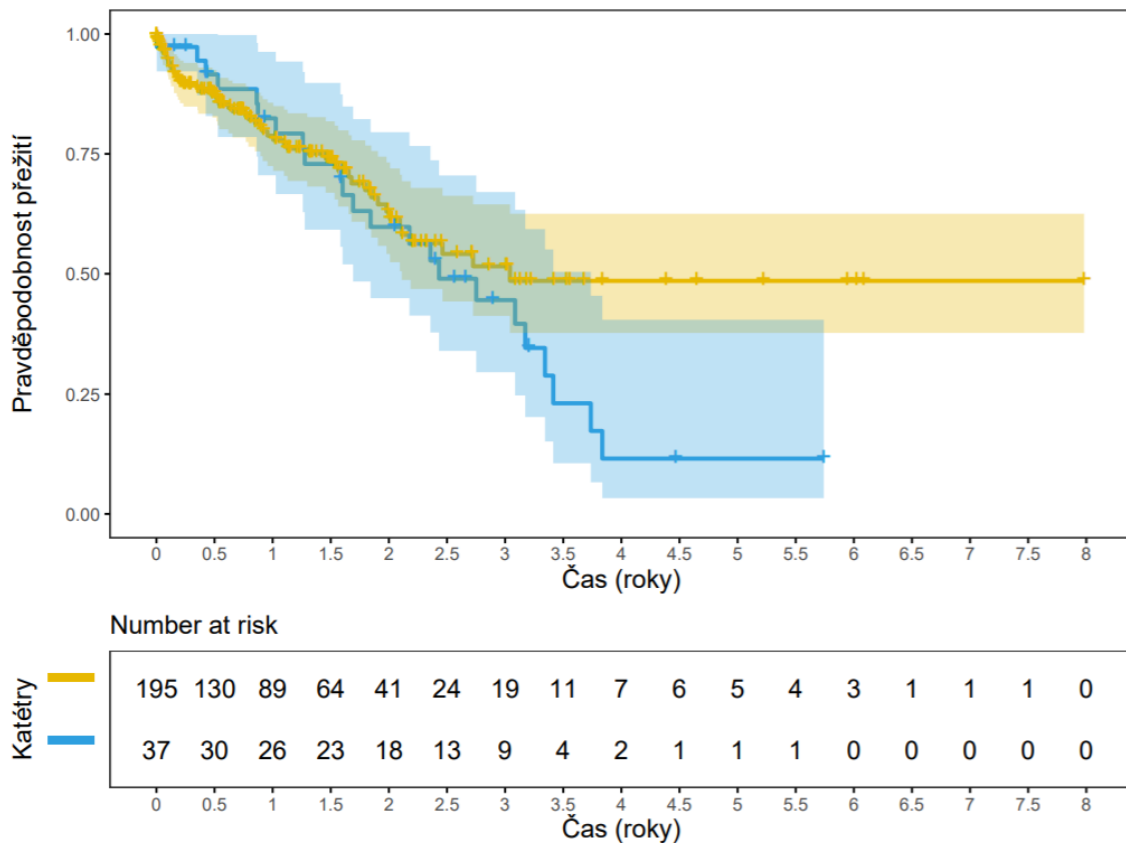
* Vztaheno k počtu pacientů

Tabulka 10: Počty úmrtí pacientů v obou skupinách v jednotlivých letech sledování.

Přežití do (roky)	Standardní katétry (N* = 195)	Translumbální katétry (N* = 37)
1	78,8 %	82,4 %
2	63,0 %	59,8 %
3	51,6 %	44,5 %
4	48,5 %	11,5 %

* Vztaženo k počtu pacientů s úspěšně zavedeným katétre

Tabulka 11: Kumulativní přežití pacientů po zavedení CŽK v obou skupinách pacientů. (Cenzorováno pro vypnutí pacienta ze sledování.)



Graf 1: Kaplan-Meierova křivka přežití pacientů po zavedení CŽK translumbální cestou (modrá barva) a standardní cestou (žlutá barva). Mezi oběma skupinami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v délce přežívání (Log-rank test, $P=0,205$).

Dle Log-rank testu rozdíl v přežívání pacientů dle typu katétru není významný. Lze vidět prolínání Kaplan-Meierových křivek, které také naznačují absenci signifikantního rozdílu.

Nicméně zhruba po 2,5 letech od prvního výkonu lze sledovat tendenci rychlejšího poklesu pravděpodobnosti přežití u pacientů s translumbálními katétry.

4.5 Dlouhodobá průchodnost katétrů

4.5.1 Primární průchodnost

Celkově za celou dobu sledování došlo ke komplikacím přerušujícím průchodnost u 60 katétrů ve skupině standardních katétrů a 13 katétrů ve skupině translumbálních katétrů (Tabulka 12).

	n (%)		P-hodnota**
	Standardní katétry (N* = 212)	Translumbální katétry (N* = 38)	
nepřerušeni	152 (71,7)	25 (65,8)	
přerušeni	60 (28,3)	13 (34,2)	0,586

* Vztaheno k počtu zavedených katétrů

** Chí-kvadrát test nezávislosti v kont. tabulce

Tabulka 12: Počet událostí-komplikací přerušujících primární průchodnost katétrů.

V následující Tabulce 13 je rozdělen tento počet komplikací na časné a pozdní dle doby výskytu od zavedení pro obě sledované skupiny pacientů. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v četnosti komplikací v obou skupinách.

	n (%)		P-hodnota**
	Standardní katétry (N* = 212)	Translumbální katétry (N* = 38)	
časné (Ano)	8 (3,8)	2 (5,3)	>0,999
pozdní (Ano)	52 (24,5)	11 (28,9)	0,708

* Vztaheno k počtu zavedených katétrů

** Chí-kvadrát test nezávislosti v kont. tabulce

Tabulka 13: Počty katétrů, u nichž došlo ke komplikaci. Výpočet pro obě sledované skupiny v časném a pozdním období.

Počty zavedených katétrů, u nichž došlo ke komplikaci v jednotlivých letech sledování, jsou uvedeny v Tabulce 14. Analýza doby do výskytu komplikace v obou sledovaných skupinách

znázorňuje Kaplan-Meierova křivka a Log-rank test (Graf 2). Dle Log-rank testu rozdíl primární průchodnosti katétrů v obou sledovaných skupinách není statisticky významný. Rovněž Kaplan-Meierovy křivky naznačují absenci signifikatního rozdílu. Na rozdíl od analýzy přežití, zde nelze identifikovat ani žádný trend, který by měl praktický význam.

	n (%)	
	Standardní katétrý (N* = 212)	Translumbální katétrý (N* = 38)
Celkem	60 (28,3)	13 (34,2)
do 1. roku	46 (21,7)	8 (21,1)
1. – 2. rok	12 (5,7)	3 (7,9)
2. – 3. rok	0 (0,0)	1 (2,6)
3. – 4. rok	2 (0,9)	1 (2,6)

* Vztaženo k počtu zavedených katétrů

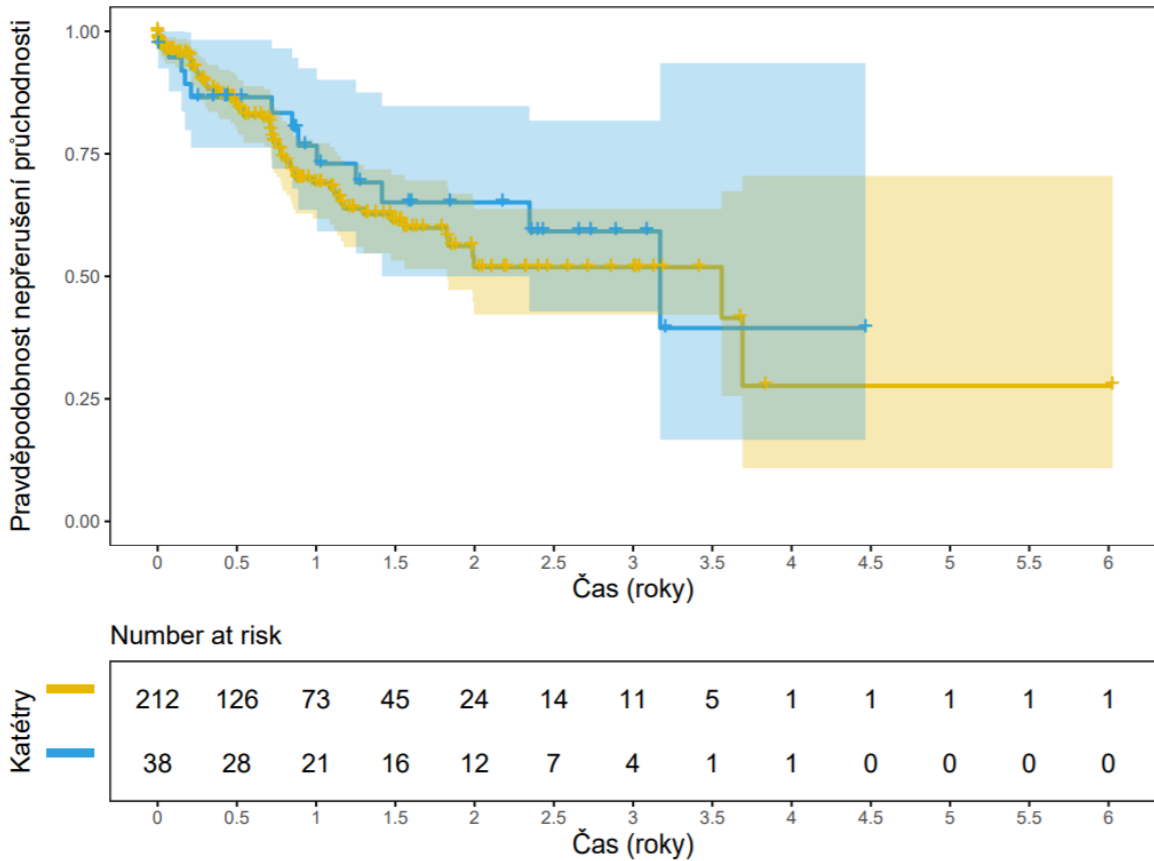
Tabulka 14: Počty komplikací přerušujících průchodnost zavedených katétrů v intervalech jednotlivých let pro obě skupiny pacientů.

Primární průchodnost katétrů v obou sledovaných skupinách je uvedena v Tabulce 15.

Primární průchodnost do (roky)	Standardní katétrý (N* = 212)	Translumbální katétrý (N* = 38)
1	69,0 %	76,7 %
2	51,9 %	65,1 %
3	51,9 %	59,2 %
4	27,7 %	39,5 %

* Vztaženo k počtu zavedených katétrů

Tabulka 15: Primární průchodnost v obou skupinách pacientů. (Cenzorováno pro odstranění při ukončení léčby katétrem, smrt pacienta, ukončení studie se stále funkčním katétrem a vypnutí pacienta ze sledování.)



Graf 2: Kaplan-Meierova křivka primární průchodnosti translumbálních katétrů (modrá barva) a standardních katétrů (žlutá barva). Mezi oběma skupinami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v dlouhodobé průchodnosti (Log-rank test, $P=0,550$).

4.5.2 Primární asistovaná průchodnost

Následující Tabulka 16 a Graf 3 ukazují srovnání primární asistované průchodnosti obou skupin katétrů. Mezi oběma skupinami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v dlouhodobé průchodnosti, i když byl u skupiny translumbálních katétrů výskyt komplikací v delším horizontu sledování procentuálně vyšší.

	n (%)		P-hodnota**
	Standardní katétrý ($N^* = 212$)	Translumbální katétrý ($N^* = 38$)	
nepřerušeni	176 (83,0)	29 (76,3)	
přerušeni	36 (17,0)	9 (23,7)	0,447

* Vztaheno k počtu výkonů

** Chí-kvadrát test nezávislosti v kont. tabulce

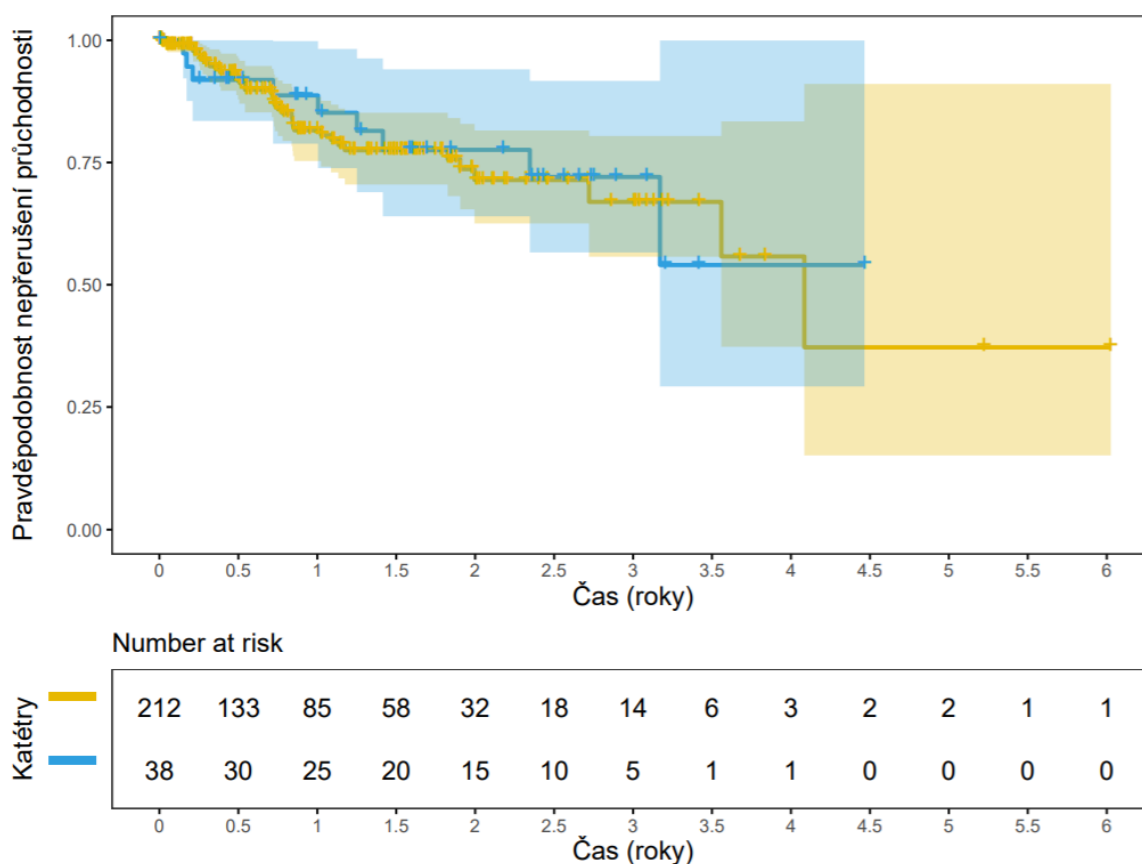
Tabulka 16: Počty událostí ve sledování primární asistované průchodnosti katétrů.

Primární asistovaná průchodnost katétrů v obou sledovaných skupinách je uvedena v Tabulce 17.

Primární asistovaná průchodnost do (roky)	Standardní katétrý (N* = 212)	Translumbální katétrý (N* = 38)
1	81,6 %	88,7 %
2	71,4 %	77,6 %
3	67,0 %	72,0 %
4	55,8 %	54,0 %

* Vzataženo k počtu zavedených katétrů

Tabulka 17: Primární asistovaná průchodnost pro obě skupiny pacientů. (Cenzorováno pro odstranění při ukončení léčby katétrem, smrt pacienta, ukončení studie se stále funkčním katétrem a vypnutí pacienta ze sledování.)



Graf 3: Kaplan-Meierova křivka primární asistované průchodnosti translumbálních katétrů (modrá barva) a standardních katétrů (žlutá barva). Mezi oběma skupinami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v dlouhodobé průchodnosti (Log-rank test, $P=0,818$).

4.5.3 Sekundární průchodnost

Následující Tabulka 18 ukazuje srovnání sekundární průchodnosti obou skupin katétrů. Ve skupině standardních katétrů jsme odstranili CŽK ve 28 případech z důvodu sepse, u 2 pacientů pro neprůchodnost katétrů a u 1 pacientky došlo k vytržení katétru. Ve skupině translumbálních katétrů došlo u 2 pacientů k vypadnutí katétru. Mezi oběma skupinami byl prokázán statisticky významný rozdíl v dlouhodobé průchodnosti ve prospěch translumbálních katétrů.

	n (%)		P-hodnota**
	Standardní katétry (N* = 212)	Translumbální katétry (N* = 38)	
nepřerušeni	181 (85,4)	36 (94,7)	
přerušeni	31 (14,6)	2 (5,3)	0,190

* Vztaheno k počtu výkonů

** Chí-kvadrát test nezávislosti v kont. tabulce

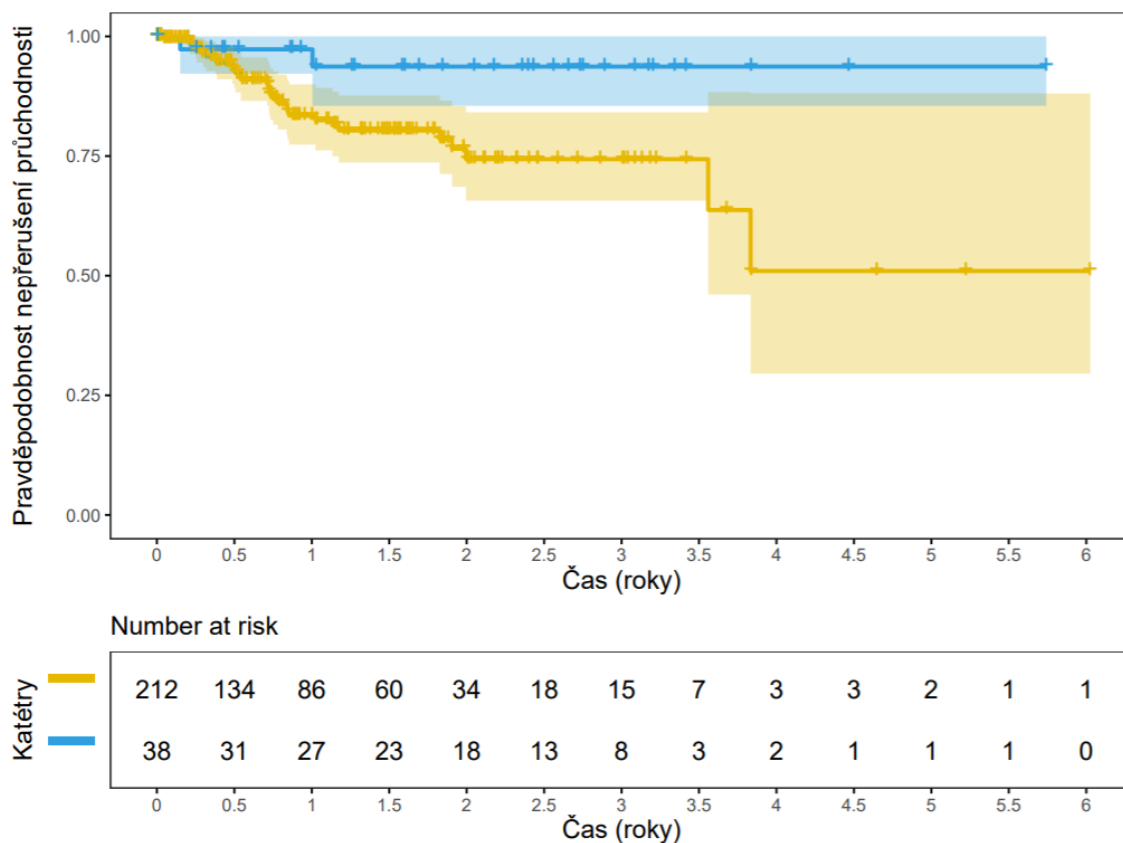
Tabulka 18: Počty událostí ve sledování sekundární průchodnosti katétrů.

Sekundární průchodnost katétrů v obou sledovaných skupinách je uvedena v Tabulce 19 a Grafu 4.

Sekundární průchodnost do (roky)	Standardní katétry (N* = 212)	Translumbální katétry (N* = 38)
1	83,4 %	97,3 %
2	74,3 %	93,7 %
3	74,3 %	93,7 %
4	51,0 %	93,7 %

* Vztaheno k počtu zavedených katétrů

Tabulka 19: Sekundární průchodnost pro obě skupiny pacientů. (Cenzorováno pro odstranění při ukončení léčby katétrem, smrt pacienta, ukončení studie se stále funkčním katétrem a vypadnutí pacienta ze sledování.)



Graf 4: Kaplan-Meierova křivka sekundární průchodnosti translumbálních katétrů (modrá barva) a standardních katétrů (žlutá barva). Mezi oběma skupinami byl prokázán statisticky významný rozdíl v dlouhodobé průchodnosti ve prospěch translumbálních katétrů (Log-rank test, $P=0,024$).

4.5.4 Počty a typy komplikací

V dlouhodobém sledování došlo celkem k 15 komplikacím ve skupině translumbálních katétrů a 75 komplikacím ve skupině standardních katétrů. Celkový počet komplikací vztažený k jednotlivým katétrům je uveden v Tabulce 20.

Komplikace	n (%)	
	Standardní katétrý ($N^* = 212$)	Translumbální katétrý ($N^* = 38$)
žádná	152 (71,7)	25 (65,8)
jedna	49 (23,1)	11 (28,9)
dvě	8 (3,8)	2 (5,3)
tři	2 (0,9)	0 (0,0)
čtyři	1 (0,5)	0 (0,0)

* Vztaženo k počtu zavedených katétrů

Tabulka 20: Celkový počet komplikací v dlouhodobém sledování po zavedení CŽK v jednotlivých skupinách vztážen k jednotlivým katétrům.

V dlouhodobém sledování došlo ve skupině translumbálních katétrů k 15 komplikacím, u nichž bylo nutné provést reintervenci (Tabulka 21).

Časné komplikace	Počet	Pozdní komplikace	Počet
zalomení – neprůchodnost	1	dislokace	5
dislokace – vysunutí	1	infekce vyústění katétru	3
		sepsse	1
		vypadnutí katétru	2
		neprůchodnost	2
Celkem	2		13

Tabulka 21: Přehled časných a pozdních komplikací ve skupině translumbálních katétrů.

U 2 pacientů došlo ke kompletnímu vypadnutí celého katétru z podkožního tunelu a byla provedena procedura zavedení nového katétru. U 4 pacientů došlo k uvolnění katétru v podkožním tunelu a k lehké dislokaci se zachováním polohy distálního konce v DDŽ. Vzniklý stav byl řešený u 1 pacienta 2krát úpravou polohy katétru po vodiči a jeho fixací stehem. U druhého pacienta byl katétr 2krát vyměněn po vodiči a znovu zatunelizován. U dalších 2 pacientů byla provedena repozice katétru. U 3 pacientů bylo uvolnění katétru doprovázeno infekční komplikací v oblasti tunelu s hnisavou sekrecí při vyústění katétru. U těchto pacientů byla centrální část katétru po vodiči vyměněna za nový s vytvořením nového podkožního tunelu. U 2 pacientů byl katétr vyměněn za nový z důvodu nedostatečného průtoku a tedy selhávání dialýzy. U 1 pacienta byl katétr vyměn z důvodu septického stavu spojeného se zavedeným katétrem. U jednoho pacienta jsme provedli repozici katétru po vodiči z důvodu zalomení v průběhu podkožního tunelu. Z pohledu doby výskytu komplikací došlo v období do 30 dnů od zavedení u 2 pacientů 1krát k zalomení katétru a 1krát k jeho vysunutí. Ostatní komplikace se vyskytly v době přesahující 30 dnů od zavedení a byly tedy označeny jako pozdní. Celkem tedy byla provedena 8krát výměna katétru, 2krát byl zaváděn nový katétr a 2krát jsme provedli repozici katétru (Tabulka 22).

Typ výkonu	Počet
Výměna katétru	8
Repozice	5
Zavedení nového katétru	2
Celkem	15

Tabulka 22: Typ a počet provedených výkonů v dlouhodobém sledování translumbálních katétrů.

V dlouhodobém sledování došlo ve skupině standardních katétrů celkem k 75 komplikacím. K rozvoji sepse došlo u 29 pacientů. Z tohoto důvodu bylo indikováno odstranění katétru 28krát. U 1 případu sepse jsme pouze vyměnili a znovu zatunelizovali katétr. Ve 22 případech jsme řešili neprůchodnost katétru. U 16 pacientů jsme byli schopni katétr opakovanými proplachy, aspirací, průchodem vodiče anebo aplikací Taurolock zátek s podílem urokinázy katétr opět zprůchodnit. Čtyřikrát jsme provedli výměnu katétru s vytvořením nového tunelu. U 2 pacientů, u nichž byla navíc diagnostikována perikatetrální stenóza žíly jsme byli nuceni katétr odstranit. U 13 pacientů doslo během sledování k poškození koncovky v místě svorek uzavírajících katétr. Tato situace nastala celkem v 19 případech a byla řešena pouhou výměnou koncovky katétru. U 4 pacientů byly provedeny 2 výměny, u jednoho pacienta jsme koncovku měnili třikrát. Dále jsme u 2 pacientů s dislokací katétru provedli úpravu polohy katétru za podpory vodiče. U 1 epizody vytržení katétru pacientkou byl zaveden nový katétr. V jednom případě u 16letého pacienta katétr zasahoval přes chlopeň do pravé komory srdeční a způsoboval epizody tachykardie. Tento katétr jsme vyměnili za kratší a znovu provedli tunelizaci. Jednou jsme zaznamenali perikatetrální krvácení z podkožního tunelu, které bylo ošetřeno chirurgem prostým stehem. Rozdělení komplikací na časně a pozdní ukazuje Tabulka 23. Přehled intervencí v této skupině je uveden v Tabulce 24. Přehled výkonů u opakovaných intervencí u jednotlivých katétrů potom shrnuje Tabulka 25.

Časné komplikace	Počet	Pozdní komplikace	Počet
neprůchodnost – nástřík	6	sepsy	29
dislokace – repozice	1	neprůchodnost	16
perikatetrální krvácení	1	výměna koncovky katétru	19
		dislokace	1
		zasahování do PK	1
		vytržení	1
Celkem	8		67

Tabulka 23: Přehled časných a pozdních komplikací ve skupině pacientů se standardními katétry.

Typ výkonu	Počet
výměna koncovky katétru	19
nástřík, proplach	16
výměna katétru	6
repozice	2
ošetření stehem	1
zavedení nového katétru	1
odstranění katétru	30
Celkem	75

Tabulka 24: Typ a počet provedených výkonů v případě komplikace ve skupině pacientů se standardními katétry. (Výměna z důvodu: sepse, zasahování do PK a 4krát neprůchodnost. Odstranění katétru z důvodu: 28krát sepse, 2krát neprůchodnost).

Výkon	Počet katétrů	Typ výkonu
jeden	49	
dva	8	2krát koncovka 2krát koncovka 2krát koncovka zprůchodnění, odstranění zprůchodnění, odstranění zprůchodnění, odstranění zprůchodnění, výměna koncovka, odstranění
tři	2	3krát koncovka koncovka, výměna, odstranění
čtyři	1	2krát koncovka, zprůchodnění, výměna

Tabulka 25: Typy výkonů u katétrů, u nichž se vyskytly opakované komplikace ve skupině pacientů se standardními katétry. (Všechna tato odstranění CŽK provedena z důvodu sepse.)

Jedna pacientka měla postupně u 2 zavedených katétrů celkem 5 komplikací (poprvé zprůchodnění a sepse s extrakcí katétru a u druhého CŽK výměna koncovky, výměna katétru pro neprůchodnost a odstranění při sepsi).

Celková četnost komplikací vztažená na 1000 dní sledování pro jednotlivé skupiny pacientů je uvedena v následující tabulce (Tabulka 26), jednotlivé typy komplikací potom v tabulce (Tabulka 27). Ve skupině standardních katétrů u rozvoje sepse se jednalo o četnost 0,33/1000 dní sledování, neprůchodnost 0,25/1000, poškození koncovky 0,22/1000, všechny mechanické komplikace (trombóza, poškození koncovky, dislokace, malpozice, vytržení) 0,51/1000. Ve skupině translumbálních katétrů infekční komplikace 0,15/1000, neprůchodnost katétru 0,11/1000, všechny mechanické komplikace 0,41/1000 dní sledování.

Standardní katétrů*	Translumbální katétrů**	P***
0,85 (0,66; 1,07)	0,56 (0,31; 0,93)	0,169

* Celkem 75 komplikací na 88389 dní sledování

** Celkem 15 komplikací na 26796 dní sledování

*** Test o parametru Poissonova rozdělení

Tabulka 26: Četnost výskytu komplikací na 1000 sledování katétrů pro obě skupiny, 95% konfidenční interval. Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v četnosti komplikací za dobu sledování (P=0,169).

Komplikace	Standardní katétrů* /1000 dní	Translumbální katétrů** /1000 dní	P***
infekční komplikace	0,33	0,15	0,152
neprůchodnost	0,25	0,11	0,239
výměna koncovky	0,22	/	/
všechny mechanické komplikace	0,51	0,41	0,636

* Celkem 75 komplikací na 88389 dní sledování

** Celkem 15 komplikací na 26796 dní sledování

*** Test o parametru Poissonova rozdělení

Tabulka 27: Četnost jednotlivých typů komplikací u obou skupin pacientů vztažena na 1000 dní sledování.

4.6 Sledované technické parametry výkonů

4.6.1 Délka trvání provedení výkonu zavedení translumbálního katétru

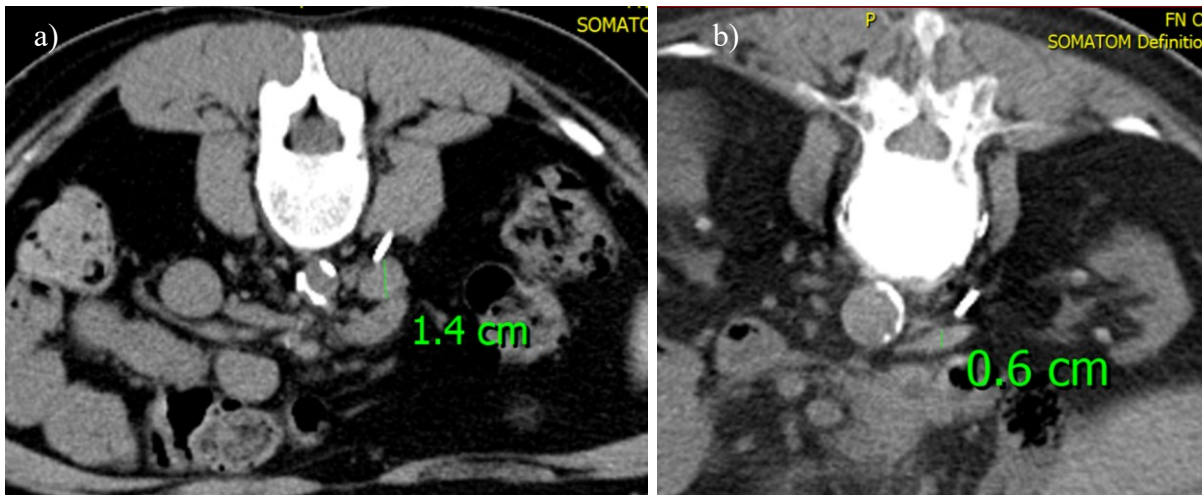
U implantace translumbálních katétrů jsme sledovali délku trvání výkonu. Výsledky byly následující:

- Délka trvání výkonu na CT – průměr 17,8 minut, medián 16 minut, (rozpětí 8–33 minut).
- Délka trvání výkonu na angiolince – průměr 27,3 minut, medián 23 minut, (rozpětí 12–105 minut). Délka skiaskopie – průměr 263 s, medián 197 s, (rozpětí 80–977 s).

Celková délka trvání výkonu zavedení translumbálního katétru je tedy zřetelně delší ve srovnání se zaváděním standardních katétrů cestou VJI, kdy celková doba výkonu od zarouškování po překládání pacienta z katetrizačního sálu obvykle nepřesahuje 30 minut. U translumbálních katétrů je potřeba navíc k výše uvedeným časům výkonů připočítat dobu přípravy pacienta na jednotlivých pracovištích a dobu transportu mezi pracovišti.

4.6.2 Porovnání délky trvání kanylace dle diametru DDŽ

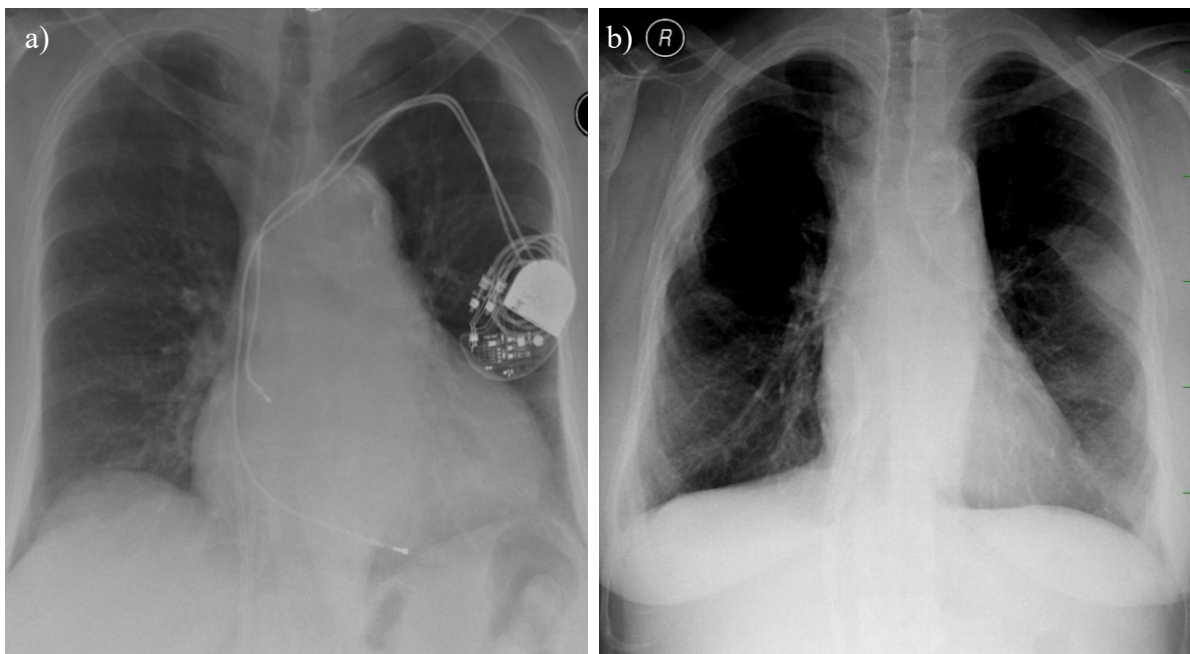
Ve skupině translumbálních katétrů jsme provedli měření šíře subrenální části DDŽ v místě kanylace (Obr. 38 a, b). U 22 výkonů jsme naměřili šíři DDŽ nad 7 mm. Průměrný čas výkonu v této skupině byl 17,8 minut, medián 16 minut, (rozpětí 8–33 minut). U 16 výkonů jsme se setkali s kolabovanou a oploštělou DDŽ, jejíž předozadní rozměr byl pod 7 mm. Průměrný čas výkonu v této skupině byl rovněž 17,8 minut, medián 15 minut, (rozpětí 10–29 minut). Se subrenální okluzí jsme se setkali u 1 pacientky. Anamnesticky měla tato pacientka zavedeny opakovaně CŽK cestou femorální žíly. Katétr byl u ní zaveden do DDŽ suparenálně a délka výkonu byla 15 minut.



Obr. 38 a, b: Kanylace DDŽ, CT navigace. Normální šíře DDŽ, předozadní rozměr žíly v subrenálním úseku 14mm (a). Kolabovaná DDŽ, předozadní rozměr 6mm (b).

4.6.3 Uložení distálního konce translumbálního katétru

Distální konec katétru byl uložen v oblasti dolní kavoatriální junkce ve 20 případech. U 18 katétrů se distální konec nacházel v oblasti pravé síně srdeční (Obr. 39 a, b). V první skupině jsme provedli 7 reintervencí, ve druhé 6 reintervencí. Místo uložení distálního konce katétru nemělo přímý vliv na četnost ani typ komplikací.



Obr. 39 a, b: Snímky uložení distálního konce katétru. Katétru v oblasti dolní kavoatriální junkce (a). Katétru v oblasti PS (b).

4.6.4 Hodnocení radiační zátěže během výkonů

Dávky záření během kanylace DDŽ navigované pomocí CT, počet navigačních skenů a dávky záření během zavádění katétru pro obě skupiny pacientů jsou uvedeny v následujících Tabulkách 28–30.

Radiační zátěž – CT punkce

	DLP* (mGy.cm)	Počet skenů
medián	1016	6
průměr	1319	6,7
rozpětí	275–4529	4–18

*Dose length product

Tabulka 28: Radiační zátěž při CT navigaci kanylace DDŽ.

Radiační zátěž- translumbální katétr – skiaskopie

	Dose area product (Gy.cm ²)	Dose (RP) (mGy)	Total fluoro time (s)
medián	4,4	29,3	197
průměr	6,8	41,2	263
rozpětí	1,9–29,4	13,3–147,1	80–977

Tabulka 29: Radiační zátěž při skiaskopické kontrole zavedení translumbálních katétrů (celkový DAP, celková dávka, celkový skiaskopický čas).

Radiační zátěž- standardní katétr – skiaskopie

	Dose area product (Gy.cm ²)	Dose (RP) (mGy)	Total fluoro time (s)
medián	0,5	1,9	38
průměr	0,8	5,6	70
rozpětí	0,04–5,9	0,1–44,0	14–324

Tabulka 30: Radiační zátěž při skiaskopické kontrole zavedení standardních katétrů (celkový DAP, celková dávka, celkový skiaskopický čas).

5. DISKUSE

Chronickým onemocněním ledvin trpí přibližně 10 % populace v České republice (ČR), u žen je častější (14 % oproti 12 % u mužů) a je osmým nejčastějším důvodem úmrtí u žen. Rizikovými faktory jsou kouření, alkohol a obezita a výskyt onemocnění stoupá s věkem. U pacientů s diabetem a kardiovaskulárními chorobami se chronické onemocnění ledvin vyskytuje v 50 % a více případech. U osob starších 60 let je podíl nemocných již 20 % a v 70 letech a více pak 35 %. V roce 2016 bylo asi 72 % dialyzovaných starších 60 let, 45 % pacientů mělo cukrovku. U žen jsou rizikem také opakované záněty ledvin způsobené infekcemi močového traktu, ke kterým jsou třikrát náchylnější než muži. V roce 2018 se ve 112 dialyzačních střediscích v ČR léčilo hemodialýzou 6990 pacientů v chronickém programu [115]. Počet dialyzovaných pacientů vzrostl za posledních 10 let téměř o polovinu. Pomocí peritoneální dialýzy bylo léčeno 359 pacientů (5,1 %), a jejich počet u nás podobně jako v dalších vyspělých zemích klesá [116].

Dle národních i mezinárodních doporučení jsou preferovanými dlouhodobými přístupy pro hemodialýzu AVF nebo AVG, přičemž průměrná průchodnost u nativních AVF je přibližně 3 roky, u syntetických AVG 1-2 roky [117]. I přes probíhající kampaně jakou je například „Fistula first“ je známo, že až 40 % pacientů u nás zahajuje dialýzu přímo z ulice. V USA v současné době (v roce 2016) je dialýza zahajována pomocí CŽK až u 80 % pacientů a 19 % pacientů je potom dlouhodobě dialyzováno pomocí CŽK [118].

Ve světě roste počet pacientů dialyzovaných pacientů pomocí katétru, přesné údaje pro ČR však neexistují [115]. V dialyzačním středisku FN Ostrava rovněž roste počet takto dialyzovaných. CŽK jsou nejčastěji indikovány u pacientů s náhlým zahájením dialýzy a dále u pacientů s chybějícími žilami vhodnými k založení AVF. Dále je CŽK rovněž implantován u hemodynamicky nestabilních pacientů, protože jeho přítomnost přímo neovlivňuje cirkulační poměry. Dalším faktorem, který má vliv na používání CŽK je fakt, že u dlouhodobě dialyzovaných pacientů odpadá bolestivé a pacienty často negativně vnímané zavádění jehel do AVF.

Při takto častém užívání CŽK jako žilního přístupu pro dlouhodobou dialýzu narůstá počet pacientů s neprůchodnými žilami vhodnými pro zavedení dalších CŽK anebo pro jejich výměnu. Takto roste počet pacientů vyžadujících zavedení katétru alternativním přístupem, a tento trend lze očekávat i do budoucna. V literatuře byly dosud publikovány jen malé soubory

pacientů s translumbálními katétry [19, 63, 119, 120]. Největší soubor zahrnuje 66 pacientů, kteří byli sledováni po dobu 54 měsíců [121]. Ostatní alternativní přístupy jsou v literatuře zmiňovány velmi sporadicky.

Tunelizované CŽK zavádíme na našem pracovišti od roku 2010. Výkon provádíme v analgosedaci, díky které pacient optimálně spolupracuje a je minimalizována bolestivost zejména při dilataci punkčního kanálu do retroperitonea. Pro většinu pacientů, u nichž je tento výkon prováděn, by navíc celková anestezie byla vysoce riziková. Během výkonu jsou pacientům monitorovány základní životní funkce.

Navigace pomocí CT dovoluje naplánování přístupu do DDŽ s vyhnutím se potenciálně zranitelným strukturám. Především nám tato navigace umožňuje vyhnout se punkci aorty, ledvin, ureterů a tenkých kliček, které při atrofii ledvin zasahují poměrně dorzálně do retroperitonea. Je třeba mít na paměti, že kanál katétru dilatujeme postupně až na kalibr 16F sheathu, a že tedy případné poranění struktur retroperitonea může mít závažné následky. Pomocí CT navíc rozpoznáme anatomické varianty žilního systému, které jsou ve srovnání s tepenným systémem častější. V našem souboru jsme zavedli jeden translumbální katétr u pacienta s levostranným průběhem subrenální DDŽ (Obr. 40 a, b, c, d). CT navigace představuje postup používaný v poslední době více centry [122, 123]. Původně byly katétry zaváděny pouze za skiaskopické kontroly. V poloze pacienta na břicho bylo místo punkce voleno nad středem horního okraje lopaty kosti kyčelní vpravo a jehla centrována na obratlová těla L2 - L3, bez překročení střední čáry [19]. Rovněž bývá využíván postup z označením DDŽ pomocí katétru nebo vodiče zavedeného do lumina žíly po předchozí katetrizaci z třísla. Tyto tradiční přístupy navigace se nám jevily více rizikové. V literatuře však neexistují data srovnávající oba přístupy. V současné době jsou nejmodernějším způsobem implantace katétrů výkony navigované pomocí tzv. „cone beam CT“, které je provedeno přímo angiografickým přístrojem. Tento postup kombinuje výhody CT a skiaskopické navigace bez nutnosti transportu pacienta [124, 125].



Obr. 40 a, b, c, d: CT navigovaná punkce DDŽ před zavedením translumbálního katétru u pacienta s levostrannou DDŽ v subrenálním úseku (a, b). Zavedený katétr do DDŽ, poloha pacienta na pravém boku (c, d).

Zavedení CŽK translumbálním přístupem je poměrně složitý výkon a klade vysoké nároky na zkušenosti operátora. Během zavádění katétrů jsme však u našich pacientů nezaznamenali vyšší procento komplikací než u srovnávané skupiny standardních katétrů. Podobnou shodu můžeme nalézt i v literatuře, kde byly publikovány pouze ojedinělé případy vzniku periprocedurálních hematomů, které nevyžadovaly další léčbu [63, 120, 126]. Žádné komplikace v našem souboru nebyly život ohrožující a při konzervativním postupu

nevyžadovaly další intervenční nebo chirurgickou léčbu nebo podání krevních náhrad. Pro kanylaci DDŽ je důležitý šikmý úhel vstupu do DDŽ, kdy při kolmém průběhu punkčního kanálu na dlouhou osu DDŽ dochází při následném zavádění k zalomení peel-away sheathu a velice problematickému zavádění katétru, který byl u 2 našich pacientů při prolongované manipulaci doprovázen vznikem hematomu v okolí DDŽ. Správný sklon jehly vůči průběhu DDŽ je zvláště obtížné dosáhnout u pacientů se sinistrokoliózou a obecně krátkým trupem, kde subrenální průběh žíly vhodný ke kanylaci je velice krátký. Nevyjasněná zůstává role zavádění katétrů po jednom či dvou vodičích zavedených do lumen katétru, které pomohou vyztužit katétr a zlepšit jeho průchod místem angulace sheathu. U jedné pacientky došlo k punkci ledviny i přes použití CT navigace. Komplikace byla ihned rozpoznána a před zavedením instrumentaria velkého kalibru byl zkorigován průběh punkčního kanálu. I přesto však došlo k následnému rozvoji makroskopické hematurie, která se během 24 hodin spontánně upravila. Dále jsme zaznamenali jednu příhodu zalomení katétru v podkoží, která znemožňovala adekvátní dialýzu. Tato komplikace byla snadno vyřešena repozicí katétru po vodiči. Obě tyto komplikace vedly k prodloužení doby hospitalizace o jeden den, a lze je tedy hodnotit jako komplikace 2. stupně v šestibodové škále CIRSE pro hodnocení periprocedurálních komplikací [127].

Rovněž ve skupině standardních výkonů jsme zaznamenali jen malé množství klinicky nevýznamných periprocedurálních komplikací. Nejčastěji se jednalo o punkci karotické tepny a vznik hematomu na krku. Všechny byly zvládnuty periprocedurálně bez dalších následků.

Dále jsme se při zavádění katétru zaměřili na hodnocení šíře subrenálního úseku DDŽ, jakožto cíle, který potřebujeme co nejsnadněji napunktovat. Normální diameter DDŽ měřený 3 cm kaudálně od pravé síně srdeční bývá udáván v rozpětí 1,5–2,5 cm. Měření je prováděno v předozadním (AP) rozměru a odpovídá kolapsibilitě DDŽ, kdy dochází ke změnám AP rozměru DDŽ, a naopak příčný rozměr se výrazněji nemění. Četné práce, zejména z oblasti intenzivní péče, se zabývají měřením šíře DDŽ a její variabilitou při respiračních exkurzích. Výsledky těchto měření jsou využívány pro hodnocení cirkulačního objemu a odhadu tlaku v pravostranných oddílech srdečních, který odpovídá centrálnímu žilnímu tlaku. Šíře DDŽ pod 1,5 cm odpovídá objemové depleci [128, 129]. V našem souboru jsme šířku žíly měřili subrenálně v místě punkce, ale i zde jsme se setkali s variabilitou šíře. Při zavádění translumbálních katétrů jsme se u pacientů setkávali jak s normální šířkou DDŽ, tak i u velké skupiny pacientů s nápadně malým AP rozměrem. Tento fakt připisujeme objemové depleci časně po provedení hemodialýzy v rámci přípravy pacienta na zavedení

translumbálního katétru. Výsledný stav, kdy byla dolní dutá žíla velice štíhlá, byl tedy z našeho pohledu spíše nepříznivý pro snadnou punkci DDŽ a zavedení potřebného instrumentaria pro implantaci CŽK. Pacienty jsme rozdělili do dvou skupin a arbitrárně určili hraniční šíři DDŽ na 7 mm. Ve skupině s normálním diametrem DDŽ byl její tvar prakticky okrouhlý, tak jak vidíme převážně u pacientů standardně vyšetřovaných pomocí CT. Naopak ve skupině s nízkým diametrem byla DDŽ prakticky kompletně kolabovaná a oploštělá v AP rozměru. I přes obtížnější navigaci jehly do lumina kolabované DDŽ jsme neprokázali rozdíl v délce trvání výkonu, ani v počtu případných komplikací v obou skupinách pacientů.

Po zavedení translumbálního katétru na angiolinec jsme dále sledovali uložení distálního konce katétru a hodnotili, zda se nachází v oblasti dolní kavotriální junkce nebo v oblasti pravé síně srdce. Dle údajů z literatury i výsledků u našeho souboru nejsou rozdíly ve funkčnosti i množství komplikací u obou skupin u takto zavedených katétrů [130]. Vzhledem k délce translumbálního katétru, kdy implantujeme výhradně katétrů délky 55 cm, a prográdnímu typu tunelizace těchto katétrů, je u tohoto výkonu obtížnější dobrý odhad optimální délky podkožního tunelu pro výsledné uložení distálního konce katétru.

Jako další parametr jsme vyhodnotili radiační zátěž pro obě skupiny pacientů. U CT navigované kanylace DDŽ byl medián DLP (Dose length product) 1016 mGy.cm, a medián počtu navigačních skenů byl 6. Použití CT navigace jistě významně zvyšuje celkovou dávku pro pacienta, její přínos pro bezpečnost výkonu však toto negativum vyvažuje. První CT navigační sken zhotovujeme v rozsahu od suprarenální části DDŽ až po horní okraje lopat kosti kyčelních pro naplánování správné trajektorie punkce. Další skeny jsou cíleny pouze na hrot punkční jehly. Na kontrolním skenu potom zobrazujeme i hepatální segment DDŽ a pravou síň srdeční se zavedeným vodičem. Dosažená dávka během CT navigace je srovnatelná s dávkami obvyklými u CT vyšetření břicha a pánve, kde jeden sken oblasti břicha a pánve obvykle odpovídá dávce 300–600 mGy.cm a u třífázového CT vyšetření se setkáváme s dávkami až 2900 mGy.cm [131,132]. Tato dávka je rovněž srovnatelná s publikovanými údaji pro intervence v oblasti dutiny břišní, jako například ablační výkony, drenáže a biopsie [133].

Medián celkové dávky u skiaskopické kontroly zavádění translumbálních katétrů (Dose (RP) total) byl 29,3 mGy, medián DAP (Dose area product total) 4,4 Gy.cm² a medián celkového skiaskopického času byl 197 sekund. V literatuře nelze dohledat adekvátní údaje pro srovnání radiační zátěže pro tento typ výkonu.

U skiaskopické kontroly zavádění standardních katétrů byl v našem souboru medián celkové dávky (Dose (RP) total) pro pacienta 1,9 mGy, medián DAP (Dose area product total) 0,5 Gy.cm² a medián celkového skiaskopického času 38 sekund. Ve velké studii sledující radiační zátěž u zavádění různých žilních přístupů navigovaných pomocí skiaskopie byl pro tunelizované dialyzační žilní katétrů medián celkové dávky 43 mGy, medián DAP 4,85 Gy.cm² a medián skiaskopického času 162 s, přičemž u těchto CŽK byly zaznamenány statisticky signifikantně vyšší dávky ve srovnání s ostatními žilními vstupy (PICC, port, netunelizované CŽK) [134]. V další studii byla u tunelizovaných CŽK průměrná celková dávka 1,25 mGy a průměrný celkový skiaskopický čas 14 sekund [135].

V průběhu sledování zemřelo celkem 23 pacientů (62,2 %) ve skupině translumbálních katétrů. Jejich přežití v 1. roce sledování bylo 82,4 %, ve 2 letech 59,8 %, ve 3 letech 44,5 % a dále výrazně kleslo ve 4. roce sledování na 11,5 % žijících pacientů. Zhruba po 2,5 letech od prvního výkonu lze sledovat tendenci rychlejšího poklesu pravděpodobnosti přežití u pacientů s translumbálními katétrů. Tito pacienti mají dlouhou anamnézu dialyzační léčby, a proto i vyšší pravděpodobnost přítomnosti závažných komorbidit včetně kardiovaskulárního onemocnění. Kumulativní doba přežití pacientů v literatuře je udávána okolo 80 % v 1 roce a 65–69 % po 2 letech [6, 63, 136].

Kumulativní primární asistovaná průchodnost standardních katétrů zavedených cestou VJI v literatuře dosahuje 78 % v jednom roce sledování a 44 % ve třech letech [63]. Kumulativní primární asistovaná průchodnost translumbálních katétrů bývá udávána okolo 73 % v jednom roce sledování a 28 % ve třech letech [63]. V našem souboru dosáhla 88,7 % po prvním roce a 72,0 % ve 3 letech sledování, a byla mnohem lepší, než je udáváno u malých souborů z dřívější doby, kdy v jednom souboru byla průchodnost po prvním roce pouze 17 % [19, 120]. Průchodnost v dlouhodobém sledování v našem souboru byla tedy lepší, a lze ji zřejmě připsat na vrub moderního typu katétrů dedikovaného pro translumbální zavedení a kvalitní péči o žilní vstup v dialyzačních střediscích. Výše zmiňovaná literatura hodnotila průchodnost katétrů, které se již v dnešní době pro tento účel nepoužívají. Primární a primární asistovaná průchodnost katétrů se v našem souboru statisticky významně nelišila od standardních typů katétrů. Zaznamenali jsme však statisticky významně lepší sekundární průchodnost translumbálních katétrů. Tento fakt, stejně jako procentuálně lepší primární a primárně asistovaná průchodnost, byly zřejmě způsobeny vyšší tolerancí pro ponechání a další využívání katétrů i při horších průtokových parametrech během dialýzy. Další skutečnosti

bylo, že se opakovaně dařilo přeléčit infekční komplikace pomoci intenzivní ATB terapie, a nebylo tedy indikováno odstranění translumbálního katétru.

CŽK přinášejí oproti klasickým eliminačním metodám navíc riziko infekčních komplikací. Jejich dělení je uvedeno v teoretické části práce. V případech známek infekce při zevním ústí katétru byly tyto aktivně léčeny lokální péčí tak, aby nedošlo k šíření infekce centrálně. Ve 3 případech bolestivosti a zarudnutí podél podkožního tunelu jsme se rozhodli pro výměnu translumbálního katétru s vytvořením nového podkožního tunelu. Velmi obávanou komplikací je rozvoj katérové sepse, tedy systémové infekce, jejímž zdrojem je katétr, jakožto cizí těleso komunikující se zevním prostředím. Ve skupině translumbálních katétru jsme, z důvodu rozvoje systémové infekce neléčitelné ATB terapií, provedli výměnu jednoho katétru. Nebyli jsme však nuceni odstranit ani jeden katétr z této indikace. Data publikovaná v literatuře oscilují kolem 0,8 infekčních komplikací na 1000 dní sledování pacientů s minimem případů odstranění translumbálního katétru z tohoto důvodu. Infekční komplikace u pacientů s CŽK zavedenými cestou VJI se pohybují okolo 0,3/1000 dnů sledování [63]. V našem souboru byla četnost komplikací u translumbálních katétrů 0,15 a u standardních katétrů 0,33 na 1000 dní. Ve skupině standardních katétrů jsme z tohoto důvodu odstranili celkem 28 katétrů, a u 1 pacienta jsme provedli výměnu katétru. S infekční komplikací vyžadující intervenci jsme se tedy setkali u 10,5 % zavedených translumbálních katétrů a 13,7 % standardních katétrů. Vyšší výskyt infekčních komplikací s provedením intervence ve skupině standardních katétrů můžeme přisuzovat většímu počtu sledovaných pacientů, kratšímu podkožnímu tunelu u těchto katétrů, který představuje slabší bariéru pro šíření infekce do cévního řečiště, a v neposlední řadě snazšímu rozhodování o odstranění katétru, kdy se nabízí celé řada možností zavedení dalších katétrů z jiných vstupů. V obou skupinách byly započteny pouze ty infekční komplikace, u nichž byla indikována intervence. Výskyt infekčních komplikací řešených podáním ATB nebyl do studie započítán.

U dislokace katétru z podkožního tunelu jsme, dle stupně dislokace a možnosti opětovné fixace katétru v podkožním tunelu, volili pouhou repozici katétru po vodiči anebo výměnu centrální části katétru s vytvořením nového podkožního tunelu pro kvalitní fixaci katétru. Procedura výměny katétru je podmíněna vyhledáním katétru v podkoží v místě původní punkce, uvolnění katétru od fibrinových obalů, přestřížení katétru se zavedením vodiče do zbývající centrální části, a po odstranění centrální části katétru zavedení nového sheathu. Po vytvoření nového podkožního tunelu je takto zaváděn nový katétr. I přes náročnost této

procedury jsme se při ní nesetkali s žádnými komplikacemi, a to ani ve skupině standardních katétrů.

Vypadnutí či vytržení katétru nebylo ani v jedné skupině provázeno krvácením z podkožního tunelu a neohrozilo tedy pacienta.

U translumbálních katétrů jsme se za celou dobu sledování nesetkali s případem mechanického poškození katétru. Lze se domnívat, že je tomu tak z důvodu moderní konstrukce katétru určeného pro translumbální přístup, kvalitního materiálu ze kterého je vyroben, dobré techniky zavedení a v neposlední řadě v odborné péči personálu provádějícího dialýzu.

U standardních katétrů došlo celkem v 19 případech k poškození koncovky katétru v místě svorek uzavírajících katétr. Všechny epizody byly zaznamenány v dialyzačním středisku během provádění dialýzy. Poškozená místa byla přelepena, a nedošlo tedy ke krvácení z katétru ani k eventuální příhodě vzduchové embolie. Koncovka katétru byla promptně vyměněna na našem pracovišti. Námí používaný typ katétru pro retrográdní tunelizaci umožňuje velice snadnou výměnu zevních koncovek katétru, které jsou dodávány v opravném setu. V této skupině jsme se nesetkali s poškozením těla vlastního katétru. V literatuře dosud nebyla publikována data o počtu výměn koncovek pro tento typ katétru.

Pro adekvátní průběhu hemodialýzy při dnešním přístrojovém vybavení jsou požadovány průtoky okolo 300–400 ml/min, a konstrukce katétru dovoluje dosahování těchto hodnot. Pro katétrů specifickou, a jednou z nejčastějších příčin snížené průchodnosti, je tvorba perikatetrální pochvy. Tato komplikace je často doprovázena trombózou lumina katétru. S perikatetrální pochvou (CRS) vyžadující intervenci jsme se setkali u 5,3 % zavedených translumbálních katétrů a 10,4 % standardních katétrů. V našem souboru jsme nedostatečný průtok řešili celkem 2krát u translumbálních katétrů, a provedli jsme výměnu katétru za nový. Ve skupině standardních katétrů jsme sníženou či kompletní neprůchodnost řešili ve 22 případech. V 16 případech jsme byli úspěšní s prováděním proplachů, aplikací Taurolock zátek a eventuálním rozrušením trombu v katétru zavedením vodiče. Taurolock-25.000 (Fresenius medical care, Bad Homburg, Německo) je přípravek používaný jako náplň do katétru pro prevenci trombózy. Obsahuje urokinázu (25,000 IU), a je tedy velice účinný v lyzování případných trombu. Dále obsahuje 4% citrát, který má antikoagulační vlastnosti svým působením na kalcium v koagulační kaskádě a 1,35% (cyklo)-tauroolidin, který působí baktericidně, a to i na methicilin a vankomycin rezistentní kmeny. Tauroolidin

je antimikrobiální chemoterapeutická látka, která interaguje s buněčnými stěnami mikrobů, snižuje výskyt bakteriálního filmu na stěnách katétrů, a takto snižuje výskyt infekčních komplikací a zlepšuje průchodnost katétrů [98]. Celkem u 4 pacientů s opakovanými nízkými průtoky při dialýze jsme provedli výměnu katétru za nový. U 2 pacientů, u nichž byl stav navíc komplikován stenózou žíly, do níž byl katétr zaveden, jsme provedli jeho odstranění a zavedli katétr z druhostranného přístupu. V našem souboru jsme nepoužívali kontinuální infuzní trombolýzu, stripping katétru lasem ani provádění balónkové plastiky oblasti vytvořené pochvy s výměnou katétru. Retrospektivní analýzy jednotlivých technik zprůchodňování katétru, a jejich srovnání s prostou výměnou CŽK, neprokázaly rozdíly v okamžitém zprůchodnění, komplikacích ani další dlouhodobé průchodnosti katétrů [96]. Četnost komplikací v našem souboru byla 0,25 u standardních katétrů a 0,11 u translumbálních katétrů na 1000 dnů sledování a byla tedy nižší ve srovnání s údaji o neprůchodnosti katétrů ve světové literatuře (0,33/1000 respektive 0,8/1000 dnů sledování) [137,138]. Rovněž zde se jedná o literární odkazy na starší typ, dnes již nepoužívaných translumbálních katétrů. Dále je potřeba zmínit, že se lze oprávněně domnívat, že vzhledem k okolnostem jsou u translumbálních katétrů v běžné klinické praxi tolerovány snížené průtoky oproti standardním katétrům, a výměna či řešení této komplikace jsou odkládány na nejzazší možnou dobu.

V našem souboru jsme zaznamenali další epizodu neprůchodnosti katétru po již provedeném zprůchodnění katétru pouze ve 2 případech u standardních katétrů, kdy jednou po 5 dnech a jednou po 13 měsících jsme katetry vyměnili za nový. V ostatních případech nedošlo k opakovaným poruchám průchodnosti po provedené intervenci. V minulosti byl publikován soubor pacientů, u nichž vznikla opětovná neprůchodnost katétrů po provedení trombolýzy v 70 % případů do 4 měsíců od prvního výkonu [105]. V literatuře neexistuje jednotný názor na sekundární prevenci trombózy CŽK [139,140].

Vzhledem ke frekvenci komplikací, kterými jsou CŽK zatíženy, by měla být dialyzační léčba s jejich pomocí spíše využívána pouze jako přechodná k překlenutí období do zavedení optimálnější léčby (nejlépe pomocí transplantace ledviny nebo našití AVF). V našem souboru byl ve skupině translumbálních katétrů u dvou pacientů našit AVF. Ani u jednoho však jeho funkce nebyla dobrá, a došlo k jeho trombóze. Dva pacienti byli zařazeni do transplantačního programu, ale ani u jednoho nebyla transplantace provedena. Ve skupině standardních katétrů byla u 15 pacientů našita dobře fungující AVF, u 12 pacientů provedena transplantace ledviny

a jeden pacient byl převeden na peritoneální dialýzu. Celkem tedy u 14,3 % pacientů bylo možné převedení na lepší typ léčby.

U pacientů s okluzí velkých žil v horní části hrudníku (VJI, v. subclavia, brachiocefalické žíly a eventuálně i HDŽ) preferujeme na našem pracovišti zavedení žilního katétru translumbální cestou. Navíc má část těchto pacientů uzavřené i pánevní žíly po předchozích, často opakovaných kanylacích. Transhepatální přístup lze využít u subrenální okluze DDŽ, ale bývá komplikován vysokou frekvencí trombózy katétru (24/1000 dní) a rizikem dislokace (14–16 %) [66, 67]. U pacientů se zachovanou průchodností žil na dolní části trupu lze využít zavedení katétru femorálním přístupem v třísle, který je snadný na provedení a má nízké riziko periprocedurálních komplikací [141,142]. U nás tento přístup využíváme zřídka, protože je zatížen vyššími dlouhodobými komplikacemi (primární asistovaná průchodnost: medián 85 dní proti 250–406 dní ve studiích translumbálních katétru a dále je spojen s vysokým rizikem infekčních komplikací: 5,2/1000 dní zavedení katétru) [120, 142]. Dále je u femorálního přístupu vyšší riziko ipsilaterální hluboké žilní trombózy, které v jedné studii dosáhlo 25 % [141]. Recentní metaanalýza však neprokázala vyšší výskyt infekčních komplikací u femorálních katétru, ve srovnání s CŽK zavedenými na krku. Je tedy možné, že se tento přístup bude v budoucnu opět více používat [143].

Prezentovaný soubor pacientů z našeho pracoviště si klade za cíl upozornit na úskalí hemodialyzační léčby pomocí CŽK. V obou skupinách pacientů byla prokázána vysoká efektivita léčby pomocí CŽK s poměrně nízkou frekvencí komplikací této léčby. Výsledky léčby jsou jistě ovlivněny místními standardy péče o pacienty s CŽK v hemodialyzačním programu, a to jak postupy péče o hemodialyzační katérový vstup, tak klinickou strategií léčby infekčních komplikací pro zachování CŽK pomocí širokospektrých antibiotik s výměnou či odstraněním katétru pouze v případě rozvoje sepse. Z dostupných dat z celé ČR i z našeho pracoviště je zřejmé, že velká část pacientů je dialyzována pomocí CŽK. Tento fenomén je jistě způsoben základními problémy ve strategii výběru, vytvoření a péči o již vytvořený AV přístup u jednotlivých pacientů. Omezením této studie je, že srovnáváme dvě skupiny různých pacientů s odlišným místem i typem zavedeného dialyzačního katétru. Soubor pacientů s translumbálním přístupem je poměrně malý, avšak i ve světovém písemnictví nebyly publikované soubory pacientů z jednotlivých pracovišť nijak velké.

Translumbální katétry se jeví jako bezpečný a efektivní přístup pro provádění hemodialýzy u pacientů s vyčerpanými možnostmi žilního přístupu v horní části těla. Poskytují

srovnatelnou dlouhodobou průchodnost, a nemají statisticky významně vyšší riziko komplikací ve srovnání se standardními katétry.

6. ZÁVĚR

1. Translumbální katétry jsou efektivní a bezpečnou metodou pro získání trvanlivého žilního hemodialyzačního přístupu u pacientů s chybějícími tradičními žilními vstupy. Vzhledem ke komplikovanosti procedury a nízké četnosti zavádění těchto katétrů je vhodné koncentrovat pacienty do center specializujících se na tento typ výkonu.
2. Výskyt časných i pozdních komplikací je relativně nízký. Ve srovnání se standardními katétry se četnost jednotlivých komplikací statisticky významně nelišila. Zřejmě vzhledem k intenzivní následné péči věnované translumbálním katétrům, jakožto poslední možnosti žilního vstupu pro tyto výrazně polymorbidní pacienty, byl výskyt některých komplikací vyžadujících intervenci v této skupině dokonce nižší.
3. Dlouhodobé přežití pacientů je v období prvních 3 let sledování obdobné jako u pacientů dialyzovaných pomocí standardních katétrů. V delším časovém horizontu však přežívání klesá a je zřejmě způsobeno delší dobou provádění dialýzy, a související větší závažností četných komorbidit, kterými tito pacienti trpí.
4. Dlouhodobá průchodnost translumbálních katétrů se ukázala být dobrá, srovnatelná či překonávající předchozí, v literatuře publikované údaje. Reintervence spočívající zejména ve výměně translumbálního katétru jsou technicky náročné, nicméně proveditelné a tedy ani u jednoho pacienta nedošlo k úmrtí v důsledku neprůchodnosti katétru.
5. Srovnání četnosti periprocedurálních komplikací, krátkodobé i dlouhodobé průchodnosti translumbálních katétrů ve srovnání s katétry zavedenými cestou VJI neprokázalo statisticky významný rozdíl v žádném ze srovnávaných parametrů. Pouze sekundární průchodnost translumbálních katétrů byla lepší, což lze přisuzovat specifickému postavení tohoto žilního vstupu, jakožto poslední možnosti dovolující provádění hemodialýzy u těchto těžce nemocných pacientů.

Pro komplexní léčbu problematických pacientů s terminálním renálním selháním jsou odborné znalosti a technické dovednosti pro intervenčního radiologa naprosto zásadní. U pacientů, kteří nemají k dispozici žádné klasické žilní vstupy, přináší zavedení CŽK translumbální cestou možnost prodloužení života o měsíce, a často i o celé roky.

Translumbální vstup vyžaduje nejen vysoké technické dovednosti při zavádění, ale zejména pečlivý dohled po implantaci pro udržení průchodnosti. Translumbální katétry poskytují dlouhodobou funkčnost, a stávají se pozoruhodně trvanlivým žilním vstupem u pacientů, u nichž byly všechny ostatní možnosti hemodialýzy vyčerpány.

7. LITERATURA

1. EGGERS, Paul W. Has the incidence of end-stage renal disease in the USA and other countries stabilized?. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*. 2011, **20**(3), 241-245. DOI: 10.1097/MNH.0b013e3283454319. ISSN 1062-4821.
2. FLEMING, Geoffrey M. Renal replacement therapy review. *Organogenesis*. 2014, **7**(1), 2-12. DOI: 10.4161/org.7.1.13997. ISSN 1547-6278.
3. SANTORO, Domenico, Filippo BENEDETTO, Placido MONDELLO, et al. Vascular access for hemodialysis: current perspectives. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*. 2014, **7**, 281-294. DOI: 10.2147/IJNRD.S46643. ISSN 1178-7058.
4. GILMORE, J. KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations-2006 updates. *Nephrology nursing journal*. 2006, **33**(5), 487-8. ISSN 1526-744X.
5. DANESE, M.D., Z. LIU, R.I. GRIFFITHS, et al. Catheter use is high even among hemodialysis patients with a fistula or graft. *Kidney International*. 2006, **70**(8), 1482-1485. DOI: 10.1038/sj.ki.5001786. ISSN 00852538.
6. SARAN, Rajiv, Yi LI, Bruce ROBINSON, et al. US Renal Data System 2015 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *American Journal of Kidney Diseases*. 2016, **67**(3), A7-A8. DOI: 10.1053/j.ajkd.2015.12.014. ISSN 02726386.
7. PERCARPIO, Robert, Elizabeth T. CHORNEY a Andrew R. FORAUER. Catheter-Related Sheaths (CRS): Pathophysiology and Treatment Strategies. *Hemodialysis*. 2013, s. 699-718. DOI: 10.5772/52944. ISBN 978-953-51-0988-4.
8. BENEDUM, J. Die Frühgeschichte der künstlichen Niere. *Ains · Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie*. 2003, **38**(11), 681-688. DOI: 10.1055/s-2003-43386. ISSN 0939-2661.
9. KOLFF, WILLEM J. First Clinical Experience with the Artificial Kidney. *Annals of Internal Medicine*. 1965, **62**(3), 608-19. ISSN 0003-4819.
10. BRESCIA, Michael J., James E. CIMINO, Kenneth APPEL, et al. Chronic Hemodialysis Using Venipuncture and a Surgically Created Arteriovenous

- Fistula. *New England Journal of Medicine*. 1966, **275**(20), 1089-1092. DOI: 10.1056/NEJM196611172752002. ISSN 0028-4793
11. MEYER, John A. Werner Forssmann and catheterization of the heart, 1929. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1990, **49**(3), 497-499. DOI: 10.1016/0003-4975(90)90272-8. ISSN 00034975.
 12. AUBANIAC, R. L'injection intra-veineuse sous-claviculaire: avantages et technique. *La Presse médicale*. 1952, **60**(68), 1456. ISSN 0032-7867.
 13. SELDINGER, S.I. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. *Acta radiologica*. 1953, **39**(5), 368-76. ISSN 0001-6926.
 14. ERBEN, J., J. KVASNICKA, J. BASTECKY, et al. Experience with routine use of subclavian vein cannulation in haemodialysis. *Proc EDTA*. 1969, **6**, 59-64.
 15. SCHILLINGER, F., D. SCHILLINGER, R. MONTAGNAC, et al. Post Catheterisation Vein Stenosis in Haemodialysis: Comparative Angiographic Study of 50 Subclavian and 50 Internal Jugular Accesses. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 1991, **6**(10), 722-724. DOI: 10.1093/ndt/6.10.722. ISSN 0931-0509.
 16. PIRES, R.C., N. RODRIGUES, J. MACHADO, et al. Central venous catheterization: an updated review of historical aspects, indications, techniques, and complications. *Translation Surgery*. 2017, **2**(3), 66-70. ISSN 2468-5585.
 17. MIRETE, Ortuno J., Conde J. OLASAGASTI, Ruiz D. DE SALAZAR, et al. Haemodialysis by using percutaneous catheterization of the vena cava. *Revista clínica española*. 1971, **121**(2), 169-172. ISSN 0014-2565.
 18. KENNEY, P.R., G.S. DORFMAN a D.F. DENNY jr. Percutaneous inferior vena cava cannulation for long-term parenteral nutrition. *Surgery*. 1985, **97**(5), 602-605. ISSN 0039-6060.
 19. LUND, Gunnar B., Scott O. TREROTOLA a Paul J. SCHEEL. Percutaneous translumbar inferior vena cava cannulation for hemodialysis. *American Journal of Kidney Diseases*. 1995, **25**(5), 732-737. DOI: 10.1016/0272-6386(95)90549-9. ISSN 02726386.
 20. GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vydání. Praha: Galén, 2005. 890 s. s. 709. ISBN 80-7262-311-7.
 21. LEVEY, Andrew S a Josef CORESH. Chronic kidney disease. *The Lancet*. 2012, **379**(9811), 165-180. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60178-5. ISSN 01406736.

22. TESAŘ, Vladimír. Chronické selhání ledvin. In: ČEŠKA, Richard, et al. *Interna*. Praha: Triton, 2010, s. 556-564. ISBN 978-80-7387-423-0.
23. ZIMA, Tomáš, Jaroslav RACEK a Vladimír TESAŘ, et al. Doporučení k diagnostice chronického onemocnění ledvin (odhad glomerulární filtrace a vyšetřování proteinurie). České nefrologické společnosti ČLS JEP a České společnosti klinické biochemie ČLS JEP. *Klinická biochemie a metabolismus*. 2014, **22** (43)(3), 138-152. ISSN 1210 - 7921.
24. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements* [online]. 2013, **3**(1), 1-150 [cit. 2019-10-02]. DOI: 10.1038/kisup.2012.77. ISSN 21571716. Dostupné z: https://kdigo.org/wp-content/uploads/2017/02/KDIGO_2012_CKD_GL.pdf
25. RYŠAVÁ, Romana, Pavel BREJNÍK, Ondřej VIKLICKÝ, et al. *Základy nefrologie: definice pojmů, akutní selhání ledvin, chronické onemocnění ledvin, hypertenze a ledviny: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře 2018: novelizace 2018*. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2018. 25 stran. ISBN 978-80-88280-10-1.
26. MERTA, Miroslav. Chronické onemocnění ledvin. In: *Vnitřní lékařství*. 2., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2014, s. 900-905. ISBN 978-80-7492-145-2.
27. *Statistická ročenka dialyzační léčby v České republice v roce 2017* [online]. Česká nefrologická společnost, 2017 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: <http://www.nefrol.cz/odbornici/dialyzacni-statistika>
28. HULL, Jeffrey E., William C. JENNINGS, Randy I. COOPER, et al. The Pivotal Multicenter Trial of Ultrasound-Guided Percutaneous Arteriovenous Fistula Creation for Hemodialysis Access. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2018, **29**(2), 149-158.e5 DOI: 10.1016/j.jvir.2017.10.015. ISSN 10510443.
29. LOK, Charmaine E., Dheeraj K. RAJAN, Jason CLEMENT, et al. Endovascular Proximal Forearm Arteriovenous Fistula for Hemodialysis Access: Results of the Prospective, Multicenter Novel Endovascular Access Trial (NEAT). *American Journal of Kidney Diseases*. 2017, **70**(4), 486-497. DOI: 10.1053/j.ajkd.2017.03.026. ISSN 02726386.
30. BENEDETTO, Filippo, Domenico SPINELLI, Narayana PIPITÒ, et al. Hybrid arteriovenous graft for hemodialysis vascular access in a multicenter registry. *Journal of Vascular Surgery* [online]. 2019 [cit. 2019-10-10]. DOI:

10.1016/j.jvs.2019.01.061. ISSN 07415214. Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521419303283>

31. Clinical Practice Guidelines for Hemodialysis Adequacy, Update 2006. *American Journal of Kidney Diseases*. 2006, **48**(S1), S2-S90. DOI: 10.1053/j.ajkd.2006.03.051. ISSN 02726386.
32. FRYKHOLM, P., A. PIKWER, F. HAMMARSKJÖLD, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2014, **58**(5), 508-524. DOI: 10.1111/aas.12295. ISSN 00015172.
33. VAN DE WEERDT, Emma K., Bart J. BIEMOND, Bart BAAKE et al. Central venous catheter placement in coagulopathic patients: risk factors and incidence of bleeding complications. *Transfusion*. 2017, **57**(10), 2512-2525. DOI: 10.1111/trf.14248. ISSN 00411132. 2017; 57: 2512- 25.
34. BEATHARD, Gerald A., Aris URBANES a Terry LITCHFIELD. The Risk of Bleeding with Tunneled Dialysis Catheter Placement. *The Journal of Vascular Access*. 2016, **17**(5), 397-400. DOI: 10.5301/jva.5000586. ISSN 1129-7298.
35. TREROTOLA, Scott O., Himanshu SHAH, Matthew JOHNSON, et al. Randomized Comparison of High-Flow versus Conventional Hemodialysis Catheters. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 1999, **10**(8), 1032-1038. DOI: 10.1016/S1051-0443(99)70188-0. ISSN 10510443.
36. SIDAWY, Anton N. a Bruce A. PERLER. *Rutherford's vascular surgery and endovascular therapy*. Ninth edition. Philadelphia, PA: Elsevier, [2019]. ISBN 9780323427913.
37. CLARK, Timothy W.I., Giuseppe ISU, Diego GALLO, et al. Comparison of Symmetric Hemodialysis Catheters Using Computational Fluid Dynamics. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2015, **26**(2), 252-259.e2. DOI: 10.1016/j.jvir.2014.11.004. ISSN 10510443.
38. KNUTTINEN, Martha-Grace, Sonia BOBRA, Julian HARDMAN, et al. A Review of Evolving Dialysis Catheter Technologies. *Seminars in Interventional Radiology*. 2009, **26**(02), 106-114. DOI: 10.1055/s-0029-1222453. ISSN 0739-9529.
39. COHEN, Aaron B., Mandeep DAGLI, S. William STAVROPOULOS, et al. Silicone and Polyurethane Tunneled Infusion Catheters: A Comparison of Durability and Breakage Rates. *Journal of Vascular and Interventional*

- Radiology*. 2011, **22**(5), 638-641. DOI: 10.1016/j.jvir.2011.01.433. ISSN 10510443.
40. LANDRY, Daniel L., Randa A. JABER, Nandheesha HANUMANTHAPPA, et al. Effects of Prolonged Ethanol Lock Exposure to Carbothane- and Silicone-based Hemodialysis Catheters: A 26-week Study. *The Journal of Vascular Access*. 2015, **16**(5), 367-371. DOI: 10.5301/jva.5000397. ISSN 1129-7298.
 41. RUPP, Mark E. Effect of a Second-Generation Venous Catheter Impregnated with Chlorhexidine and Silver Sulfadiazine on Central Catheter-Related Infections. *Annals of Internal Medicine*. 2005, **143**(8), 570-80. DOI: 10.7326/0003-4819-143-8-200510180-00007. ISSN 0003-4819.
 42. LING, Xiao-Chun, Hsi-Peng LU, El-Wui LOH, et al. A systematic review and meta-analysis of the comparison of performance among step-tip, split-tip, and symmetrical-tip hemodialysis catheters. *Journal of Vascular Surgery* . 2019, **69**(4), 1282-1292. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.09.029. ISSN 07415214.
 43. DRONKERS, C. E. A., F. A. KLOK a M. V. HUISMAN. Current and future perspectives in imaging of venous thromboembolism. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2016, **14**(9), 1696-1710. DOI: 10.1111/jth.13403. ISSN 15387933.
 44. KIM, Hyo-Cheol, Jin Wook CHUNG, Jae Hyung PARK, et al. Role of CT Venography in the Diagnosis and Treatment of Benign Thoracic Central Venous Obstruction. *Korean Journal of Radiology*. 2003, **4**(3), 146-52. DOI: 10.3348/kjr.2003.4.3.146. ISSN 1229-6929.
 45. KROENCKE, Thomas J., Matthias TAUPITZ, Renate ARNOLD, et al. Three-Dimensional Gadolinium-Enhanced Magnetic Resonance Venography in Suspected Thrombo-occlusive Disease of the Central Chest Veins. *Chest* . 2001, **120**(5), 1570-1576. DOI: 10.1378/chest.120.5.1570. ISSN 00123692.
 46. PHELAN, Michael a Daniel HAGERTY. The Oblique View: An Alternative Approach for Ultrasound-Guided Central Line Placement. *The Journal of Emergency Medicine*. 2009, **37**(4), 403-408. DOI: 10.1016/j.jemermed.2008.02.061. ISSN 07364679.
 47. MIAO, Shuai, Xiuli WANG, Lan ZOU, et al. Safety and efficacy of the oblique-axis plane in ultrasound-guided internal jugular vein puncture: A meta-analysis. *Journal of International Medical Research*. 2018, **46**(7), 2587-2594. DOI: 10.1177/0300060518765344. ISSN 0300-0605.
 48. GURIEN, Lori A., Martin L. BLAKELY, Marie C. CRANDALL, et al. Meta-

- analysis of surgeon-performed central line placement. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2018, **84**(4), 655-663. DOI: 10.1097/TA.0000000000001784. ISSN 2163-0755.
49. TROIANOS, Christopher A., David R. JOBES a Norig ELLISON. Ultrasound-Guided Cannulation of the Internal Jugular Vein. A Prospective, Randomized Study. *Anesthesia & Analgesia*. 1991, **72**(6), 823-826. DOI: 10.1213/00000539-199106000-00020. ISSN 0003-2999.
50. LAMPERTI, Massimo, Andrew R. BODENHAM, Mauro PITTIRUTI, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Medicine*. 2012, **38**(7), 1105-1117. DOI: 10.1007/s00134-012-2597-x. ISSN 0342-4642.
51. BRASS, Patrick, Martin HELLMICH, Laurentius KOLODZIEJ, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2015, CD011447 [cit. 2019-10-02]. DOI: 10.1002/14651858.CD011447. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011447>
52. BRASS, Patrick, Martin HELLMICH, Laurentius KOLODZIEJ, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2015, CD011447 [cit. 2019-10-02]. DOI: 10.1002/14651858.CD011447. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011447>
53. JENSSEN, C., B. BRKLJACIC, M. HOCKE, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part VI – Ultrasound-Guided Vascular Interventions. *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*. 2016, **37**(05), 473-476. DOI: 10.1055/s-0035-1553450. ISSN 0172-4614.
54. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters: technology appraisal guidance. In: *NICE* [online]. 4 October 2002 [cit. 2019-10-07]. Dostupné z: <https://www.nice.org.uk/guidance/ta49/resources/guidance-on-the-use-of-ultrasound-locating-devices-for-placing-central-venous-catheters-pdf-2294585518021>
55. TROIANOS, Christopher A., Gregg S. HARTMAN, Kathryn E. GLAS, et al. Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation. *Anesthesia & Analgesia*. 2012, **114**(1), 46-72. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3182407cd8. ISSN

0003-2999.

56. SMIT, Jasper M., Reinder RAADSEN, Michiel J. BLANS, et al. Bedside ultrasound to detect central venous catheter misplacement and associated iatrogenic complications: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2018, **22**(1), 65. DOI: 10.1186/s13054-018-1989-x. ISSN 1364-8535.
57. RANDOLPH, Adrienne G., Deborah J. COOK, Calle A. GONZALES et al. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters. *Critical Care Medicine*. 1996, **24**(12), 2053-2058. DOI: 10.1097/00003246-199612000-00020. ISSN 0090-3493.
58. HIND, D. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ*. 2003, **327**(7411), 361-0. DOI: 10.1136/bmj.327.7411.361. ISSN 0959-8138.
59. MOORE, Keith L., Arthur F. DALLEY a A. M. R. AGUR. *Clinically oriented anatomy*. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, c2010. ISBN 978-0781775250.
60. VENKATESAN, Aradhana M., Sanjoy KUNDU, David SACKS, et al. Practice Guideline for Adult Antibiotic Prophylaxis during Vascular and Interventional Radiology Procedures. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2010, **21**(11), 1611-1630. DOI: 10.1016/j.jvir.2010.07.018. ISSN 10510443.
61. RAHMAN, Syed a Joshua D. KUBAN. Dialysis Catheter Placement in Patients With Exhausted Access. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*. 2017, **20**(1), 65-74. DOI: 10.1053/j.tvir.2016.11.008. ISSN 10892516.
62. LIU, Fanna, Stacy BENNETT, Susana ARRIGAIN, et al. Patency and Complications of Translumbar Dialysis Catheters. *Seminars in Dialysis* [online]. 2015, **28**(4), E41-E47 [cit. 2019-09-27]. DOI: 10.1111/sdi.12358. ISSN 08940959. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/sdi.12358>
63. POWER, A., S. SINGH, D. ASHBY, et al. Translumbar central venous catheters for long-term haemodialysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2010, **25**(5), 1588-1595. DOI: 10.1093/ndt/gfp683. ISSN 0931-0509.
64. PO, Christopher L., Harvey A. KOOLPE, Steven ALLEN, et al. Transhepatic PermCath for Hemodialysis. *American Journal of Kidney Diseases*. 1994, **24**(4), 590-591. DOI: 10.1016/S0272-6386(12)80218-6. ISSN 02726386.

65. SMITH, Tony P., J. Mark RYAN a Donal N. REDDAN. Transhepatic Catheter Access for Hemodialysis. *Radiology*. 2004, **232**(1), 246-251. DOI: 10.1148/radiol.2321030677. ISSN 0033-8419.
66. YOUNES, Houssam K., Candace D. PETTIGREW, Javier E. ANAYA-AYALA, et al. Transhepatic Hemodialysis Catheters: Functional Outcome and Comparison Between Early and Late Failure. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2011, **22**(2), 183-191. DOI: 10.1016/j.jvir.2010.10.011. ISSN 10510443.
67. STAVROPOULOS, S. William, John J. PAN, Timothy W.I. CLARK, et al. Percutaneous Transhepatic Venous Access for Hemodialysis. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2003, **14**(9), 1187-1190. DOI: 10.1097/01.RVI.0000085770.63355.F2. ISSN 10510443.
68. PIETERS, Philip C., Jason DITTRICH, Uma PRASAD, et al. Acute Budd-Chiari Syndrome Caused by Percutaneous Placement of a Transhepatic Inferior Vena Cava Catheter. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 1997, **8**(4), 587-590. DOI: 10.1016/S1051-0443(97)70614-6. ISSN 10510443.
69. PUTNAM, SG, D BALL a GS COHEN. Transhepatic dialysis catheter tract embolization to close a venous-biliary-peritoneal fistula. *Journal of Vasular and Interventional Radiology*. **1998**(9), 149-151. ISSN 1051-0443.
70. MURTHY, Ravi, Massoud ARBABZADEH, Gunnar LUND, et al. Percutaneous Transrenal Hemodialysis Catheter Insertion. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2002, **13**(10), 1043-1046. DOI: 10.1016/S1051-0443(07)61871-5. ISSN 10510443.
71. ONG, Seng H. a Ramon G. HLUM. Renal vein access: percutaneous transrenal placement of a tunneled dialysis catheter is feasible in some. *Endovascular Today* [online]. 2005, (February), 18-21 [cit. 2019-10-01]. Dostupné z: https://evtoday.com/pdfs/0205_ava_ong.pdf
72. LAW, Wai Ping, Chi Yuen CHEUNG, Hoi Wong CHAN, et al. Hemodialysis catheter insertion using transrenal approach. *Hemodialysis International*. 2015, **19**(4), E14-E16. DOI: 10.1111/hdi.12263. ISSN 14927535.
73. LAU, Te-Neng a Thomas B. KINNEY. Direct US-guided Puncture of the Innominate Veins for Central Venous Access. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2001, **12**(5), 641-645. DOI: 10.1016/S1051-0443(07)61492-4. ISSN 10510443.

74. ATHREYA, S, P SCOTT, G ANNAMALAI, et al. Sharp recanalization of central venous occlusions: a useful technique for haemodialysis line insertion. *The British Journal of Radiology*. 2009, **82**(974), 105-108. DOI: 10.1259/bjr/19820366. ISSN 0007-1285.
75. FUNAKI, Brian, George X. ZALESKI, Jeffrey A. LEEF, et al. Radiologic Placement of Tunneled Hemodialysis Catheters in Occluded Neck, Chest, or Small Thyrocervical Collateral Veins in Central Venous Occlusion. *Radiology*. 2001, **218**(2), 471-476. DOI: 10.1148/radiology.218.2.r01fe29471. ISSN 0033-8419.
76. MATSUURA, John, Anne DIETRICH, Stephanie STEUBEN, et al. Mediastinal Approach to the Placement of Tunneled Hemodialysis Catheters in Patients with Central Vein Occlusion in an Outpatient Access Center. *The Journal of Vascular Access*. 2011, **12**(3), 258-261. DOI: 10.5301/JVA.2010.6084. ISSN 1129-7298.
77. JABER, Mohammad R., Matthew J. THOMSON a Douglas C. SMITH. Azygos Vein Dialysis Catheter Placement Using the Translumbar Approach in a Patient with Inferior Vena Cava Occlusion. *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2008, **31**(S2), 206-208. DOI: 10.1007/s00270-007-9271-7. ISSN 0174-1551.
78. TAL, Michael a Nina NI. Features of chronic hemodialysis catheters and common complications. *Diálisis y Trasplante* . 2010, **31**(1), 17-20. DOI: 10.1016/S1886-2845(10)70006-0. ISSN 18862845.
79. KORNBAU, Craig, KathrynC LEE, GwendolynD HUGHES, et al. Central line complications. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2015, **5**(3), 170-78. DOI: 10.4103/2229-5151.164940. ISSN 2229-5151.
80. TSOTSOLIS, N., K. TSIRGOGIANNI a I. KIOUMIS, et al. Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. *Annals of translational medicine*. 2015, **3**(3), 40. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.11. ISSN 2305-5839.
81. SEOW, A, E A KAZEROONI, P G PERNICANO a M NEARY. Comparison of upright inspiratory and expiratory chest radiographs for detecting pneumothoraces. *American Journal of Roentgenology* . 1996, **166**(2), 313-316. DOI: 10.2214/ajr.166.2.8553937. ISSN 0361-803X.
82. KRISHNAN, ArunKumar, Priya MENON, K. P. KUMAR, et al. Electrocardiogram-guided technique: An alternative method for confirming

- central venous catheter tip placement. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock* [online]. 2018, **11**(4) [cit. 2019-10-02]. DOI: 10.4103/JETS.JETS_122_17. ISSN 0974-2700. Dostupné z: <http://www.onlinejets.org/text.asp?2018/11/4/276/246016>
83. NAKAMUTA, Soshi, Toshihiro NISHIZAWA, Shiori MATSUHASHI, et al. Real-time ultrasound-guided placement of peripherally inserted central venous catheter without fluoroscopy. *The Journal of Vascular Access*. 2018, **19**(6), 609-614. DOI: 10.1177/1129729818765057. ISSN 1129-7298.
 84. RAMAN, Dileep, Manish SHARMA, Ajit MOGHEKAR, et al. Utilization of Thoracic Ultrasound for Confirmation of Central Venous Catheter Placement and Exclusion of Pneumothorax: A Novel Technique in Real-Time Application. *Journal of Intensive Care Medicine*. 2017, **34**(7), 594-598. DOI: 10.1177/0885066617705839. ISSN 0885-0666.
 85. TROHMAN, Richard G. Supraventricular tachycardia: Implications for the intensivist. *Critical Care Medicine*. 2000, **28**(Supplement), N129-N135. DOI: 10.1097/00003246-200010001-00004. ISSN 0090-3493.
 86. VIGNAUX, Olivier, Hervé GOUYA, Bertrand DOUSSET, et al. Refractory Chylothorax in Hepatic Cirrhosis: Successful Treatment by Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt. *Journal of Thoracic Imaging*. 2002, **17**(3), 233-236. DOI: 10.1097/00005382-200207000-00010. ISSN 0883-5993.
 87. SUOMINEN, Pertti K., Anna-Maija KORHONEN, Sonia J. VAIDA, et al. Horner's syndrome secondary to internal jugular venous cannulation. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2008, **20**(4), 304-306. DOI: 10.1016/j.jclinane.2007.10.016. ISSN 09528180.
 88. PIKWER, A., L. BÅÅTH, B. DAVIDSON, et al. The Incidence and Risk of Central Venous Catheter Malpositioning: A Prospective Cohort Study in 1619 Patients. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2019, **36**(1), 30-37. DOI: 10.1177/0310057X0803600106. ISSN 0310-057X.
 89. ROLDAN, Carlos a Linda PANIAGUA. Central Venous Catheter Intravascular Malpositioning: Causes, Prevention, Diagnosis, and Correction. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2015, **16**(5), 658-664. DOI: 10.5811/westjem.2015.7.26248. ISSN 1936900X.
 90. PINCHOT, Janson W. Unconventional venous access: percutaneous translumbar and transhepatic venous access for hemodialysis. In: *Interventional nephrology:*

- principles and practice*. New York, NY: Springer, 2014, s. 49-55. ISBN 9781461488033.
91. VESELY, Thomas M. Air Embolism during Insertion of Central Venous Catheters. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2001, **12**(11), 1291-1295. DOI: 10.1016/S1051-0443(07)61554-1. ISSN 10510443.
 92. MCCARTHY, Colin J., Sasan BEHRAVESH, Sailendra NAIDU, et al. Air Embolism: Practical Tips for Prevention and Treatment. *Journal of Clinical Medicine* [online]. 2016, **5**(11), E93 [cit. 2019-09-27]. DOI: 10.3390/jcm5110093. ISSN 2077-0383. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2077-0383/5/11/93>
 93. DURANT, Thomas M., Joan LONG a Morton J. OPPENHEIMER. Pulmonary (venous) air embolism. *American Heart Journal*. 1947, **33**(3), 269-281. DOI: 10.1016/0002-8703(47)90656-X. ISSN 00028703.
 94. GEERTS, W. Central venous catheter-related thrombosis. *Hematology*. 2014, **2014**(1), 306-311. DOI: 10.1182/asheducation-2014.1.306. ISSN 1520-4391.
 95. XIANG, D.Z., E.K. VERBEKEN, A.T.L. VAN LOMMEL, et al. Composition and formation of the sleeve enveloping a central venous catheter. *Journal of Vascular Surgery*. 1998, **28**(2), 260-271. DOI: 10.1016/S0741-5214(98)70162-4. ISSN 07415214
 96. JANNE D'OTHÉE, Bertrand, Jacques C. THAM a Robert G. SHEIMAN. Restoration of Patency in Failing Tunneled Hemodialysis Catheters: A Comparison of Catheter Exchange, Exchange and Balloon Disruption of the Fibrin Sheath, and Femoral Stripping. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2006, **17**(6), 1011-1015. DOI: 10.1097/01.RVI.0000223692.99800.2E. ISSN 10510443.
 97. WHITMAN, E.D. Complications associated with the use of central venous access devices. *Current problems in surgery*. 1996, **33**(4), 309-78. ISSN 0011-3840.
 98. WINNICKI, Wolfgang, Harald HERKNER, Matthias LORENZ, et al. Taurolidine-based catheter lock regimen significantly reduces overall costs, infection, and dysfunction rates of tunneled hemodialysis catheters. *Kidney International*. 2018, **93**(3), 753-760. DOI: 10.1016/j.kint.2017.06.026. ISSN 00852538.
 99. WINNETT, G., J. NOLAN, M. MILLER a N. ASHMAN. Trisodium citrate 46.7% selectively and safely reduces staphylococcal catheter-related bacteraemia.

- Nephrology Dialysis Transplantation*. 2008, **23**(11), 3592-3598. DOI: 10.1093/ndt/gfn299. ISSN 0931-0509.
100. WILLMS, Lisa a Lavern M. VERCAIGNE. Review: Does Warfarin Safely Prevent Clotting of Hemodialysis Catheters?. *Seminars in Dialysis*. 2008, **21**(1), 71-77. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2007.00381.x. ISSN 08940959.
 101. CHAN, Kevin E., J. Michael LAZARUS, Ravi THADHANI, et al. Anticoagulant and Antiplatelet Usage Associates with Mortality among Hemodialysis Patients. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2009, **20**(4), 872-881. DOI: 10.1681/ASN.2008080824. ISSN 1046-6673.
 102. ZHAO, Yuliang, Zheng LI, Ling ZHANG, et al. Citrate Versus Heparin Lock for Hemodialysis Catheters: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *American Journal of Kidney Diseases*. 2014, **63**(3), 479-490. DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.08.016. ISSN 02726386.
 103. WANG, Ying, Jessica N IVANY, Vlado PERKOVIC, et al. Anticoagulants and antiplatelet agents for preventing central venous haemodialysis catheter malfunction in patients with end-stage kidney disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2016, **4**, CD009631 [cit. 2019-09-27]. DOI: 10.1002/14651858.CD009631.pub2. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009631.pub2>
 104. PONCE, Daniela, Marcela MENDES, Tricya SILVA, et al. Occluded Tunneled Venous Catheter in Hemodialysis Patients: Risk Factors and Efficacy of Alteplase. *Artificial Organs*. 2015, **39**(9), 741-747. DOI: 10.1111/aor.12462. ISSN 0160564X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/aor.12462>
 105. HAYMOND, J., K. SHALANSKY a J. JASTRZEBSKI. Efficacy of Low-Dose Alteplase for Treatment of Hemodialysis Catheter Occlusions. *The Journal of Vascular Access*. 2018, **6**(2), 76-82. DOI: 10.1177/112972980500600206. ISSN 1129-7298.
 106. POLLO, Viviane, Danielle DIONÍZIO, Edwa Maria BUCUVIC, et al. Alteplase vs. urokinase for occluded hemodialysis catheter: A randomized trial. *Hemodialysis International*. 2016, **20**(3), 378-384. DOI: 10.1111/hdi.12391. ISSN 14927535.
 107. LOK, Charmaine E., Alison THOMAS a Lavern VERCAIGNE. A Patient-Focused Approach to Thrombolytic Use in the Management of Catheter Malfunction. *Seminars in Dialysis*. 2006, **19**(5), 381-390. DOI: 10.1111/j.1525-

- 139X.2006.00151.x-i1. ISSN 08940959. Dostupné z:
<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1525-139X.2006.00151.x-i1>
108. MOKRZYCKI, Michele H. a Charmaine E. LOK. Traditional and non-traditional strategies to optimize catheter function: go with more flow. *Kidney International*. 2010, **78**(12), 1218-1231. DOI: 10.1038/ki.2010.332. ISSN 00852538.
109. BASKIN, Jacquelyn L, Ching-Hon PUI, Ulrike REISS, et al. Management of occlusion and thrombosis associated with long-term indwelling central venous catheters. *The Lancet*. 2009, **374**(9684), 159-169. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60220-8. ISSN 01406736.
110. SCHILLINGER, F., D. SCHILLINGER, R. MONTAGNAC , et al. Post Catheterisation Vein Stenosis in Haemodialysis: Comparative Angiographic Study of 50 Subclavian and 50 Internal Jugular Accesses. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 1991, **6**(10), 722-724. DOI: 10.1093/ndt/6.10.722. ISSN 0931-0509.
111. MILLER, Lisa M., Jennifer M. MACRAE, Mercedeh KIAII, et al. Hemodialysis Tunneled Catheter Noninfectious Complications. *Canadian Journal of Kidney Health and Disease* . 2016, **3**, 2054358116669130. DOI: 10.1177/2054358116669130. ISSN 2054-3581.
112. MILLER, Lisa M., Edward CLARK, Christine DIPCHAND, et al. Hemodialysis Tunneled Catheter-Related Infections. *Canadian Journal of Kidney Health and Disease*. 2016, **3**, 1-13. DOI: 10.1177/2054358116669129. ISSN 2054-3581.
113. ASLAM, Saima, Florin VAIDA, Michele RITTER, et al. Systematic Review and Meta-Analysis on Management of Hemodialysis Catheter-Related Bacteremia. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2014, **25**(12), 2927-2941. DOI: 10.1681/ASN.2013091009. ISSN 1046-6673.
114. SILBERZWEIG, James E., David SACKS, Azita S. KHORSANDI, et al. Reporting Standards for Central Venous Access. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2000, **11**(3), 391-400. DOI: 10.1016/S1051-0443(07)61435-3. ISSN 10510443.
115. *Statistická ročenka dialyzační léčby v České republice v roce 2018* [online]. Česká nefrologická společnost, 2018 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: <http://www.nefrol.cz/odbornici/dialyzacni-statistika>
116. PAŘÍKOVÁ, Alena. Novinky v peritoneální dialýze. *Postgraduální nefrologie*. 2017, **15**(4), 3-7. ISSN 1214-178X.

117. KOŘISKOVÁ, Zuzana. Cévní přístupy pro hemodialýzu. In: KRAJÍČEK, Milan, et al. *Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění*. Praha: Grada, 2007, s. 409-432. ISBN 978-80-247-0607-8.
118. 2018 ADR Chapters. In: *United States Renal Data System* [online]. [cit. 2019-10-07]. Dostupné z: <https://www.usrds.org/2018/view/Default.aspx>
119. RAJAN, D K, D L CROTEAU, S G STURZA, et al. Translumbar placement of inferior vena caval catheters: a solution for challenging hemodialysis access. *RadioGraphics*. 1998, **18**(5), 1155-1167. DOI: 10.1148/radiographics.18.5.9747613. ISSN 0271-5333.
120. BISWAL, Rajiv, John L. NOSHER, Randall L. SIEGEL, et al. Translumbar placement of paired hemodialysis catheters (Tesio Catheters) and follow-up in 10 patients. *Cardiovascular and Interventional Radiology*. 2000, **23**(1), 75-78. DOI: 10.1007/s002709910015. ISSN 0174-1551.
121. ROMERO JARAMILLO, A., D. ORTEGA, R. URIBE, et al. *Translumbar haemodialysis catheter placement. Single center 54 months experience at hospital universitario San Ignacio* [online]. ECR 2014 / C-1538 [cit. 2019-10-03]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/d7ea/e55c2527217bc184c15b48c603d182b9433d.pdf>.
122. GRÖZINGER, Gerd, Ulrich GROSSE, Roland SYHA, et al. CT-Guided Translumbar Placement of Permanent Catheters in the Inferior Vena Cava: Description of the Technique with Technical Success and Complications Data. *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2018, **41**(9), 1356-1362. DOI: 10.1007/s00270-018-1961-9. ISSN 0174-1551.
123. KARIYA, Shuji, Noboru TANIGAWA, Hiroyuki KOJIMA, et al. Percutaneous translumbar inferior vena cava cannulation under computed tomography guidance. *Japanese Journal of Radiology*. 2009, **27**(4), 176-179. DOI: 10.1007/s11604-009-0316-5. ISSN 1867-1071.
124. KARIYA, Shuji, Miyuki NAKATANI, Takuji MARUYAMA, et al. Central venous access port placement by translumbar approach using angio-CT unit in patients with superior vena cava syndrome. *Japanese Journal of Radiology*. 2018, **36**(7), 450-455. DOI: 10.1007/s11604-018-0742-3. ISSN 1867-1071
125. THAKOR, A.S., J. CHUNG, R. PATEL, et al. The use of cone-beam CT in assisting percutaneous translumbar catheter placement into the inferior vena cava.

- Clinical Radiology*. 2015, **70**(1), 21-24. DOI: 10.1016/j.crad.2014.09.009. ISSN 00099260.
126. MARKOWITZ, David G., David I. ROSENBLUM, James S. NEWMAN, et al. Translumbar Inferior Vena Caval Tesio Catheter for Hemodialysis. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 1998, **9**(1), 145-147. DOI: 10.1016/S1051-0443(98)70497-X. ISSN 10510443.
127. FILIPPIADIS, D. K., C. BINKERT, O. PELLERIN, et al. Cirse Quality Assurance Document and Standards for Classification of Complications: The Cirse Classification System. *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2017, **40**(8), 1141-1146. DOI: 10.1007/s00270-017-1703-4. ISSN 0174-1551.
128. MOSES, Scott. Inferior Vena Cava Ultrasound for Volume Status. In: *Family Practice Notebook* [online]. Last revised on 8/6/2017 and last published on 10/2/2019 [cit. 2019-10-07]. Dostupné z: <https://fpnotebook.com/cv/rad/InfrVnCvUltrsndFrVImSts.htm>
129. FINNERTY, Nathan M., Ashish R. PANCHAL, Creagh BOULGER, et al. Inferior Vena Cava Measurement with Ultrasound: What Is the Best View and Best Mode?. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2017, **18**(3), 496-501. DOI: 10.5811/westjem.2016.12.32489. ISSN 1936-900X.
130. VESELY, Thomas M. Central Venous Catheter Tip Position: A Continuing Controversy. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2003, **14**(5), 527-534. DOI: 10.1097/01.RVI.0000071097.76348.72. ISSN 10510443.
131. WASZCZUK, Łukasz, Maciej GUZIŃSKI, Jerzy GARCAREK a Marek SAŚIADEK. Triple-phase abdomen and pelvis computed tomography: standard unenhanced phase can be replaced with reduced-dose scan. *Polish Journal of Radiology*. 2018, **83**, 166-170. DOI: 10.5114/pjr.2018.75682. ISSN 1899-0967.
132. ALIASGHARZADEH, Akbar, Ehsan MIHANDOOST a Mehran MOHSENI. A survey of computed tomography dose index and dose length product level in usual computed tomography protocol. *Journal of Cancer Research and Therapeutics* [online]. 2018, **14**(3) [cit. 2019-10-10]. DOI: 10.4103/0973-1482.172713. ISSN 0973-1482. Dostupné z: <http://www.cancerjournal.net/text.asp?2018/14/3/549/172713>
133. BERRY-TONY, S., L.T. DAUER, R.H. THORNTON, et al. Abstract No. 136: A survey of radiation doses from CT-guided procedures at three teaching hospitals. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* [online]. 2011, **22**(3) [cit. 2019-

- 10-10]. DOI: 10.1016/j.jvir.2011.01.150. ISSN 10510443. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1051044311001515>
134. STORM, Erik S., Donald L. MILLER, Laurie Jean HOOVER, et al. Radiation Doses from Venous Access Procedures. *Radiology*. 2006, **238**(3), 1044-1050. DOI: 10.1148/radiol.2382042070. ISSN 0033-8419.
135. MCBRIDE, J.F., J. FRIESE, C.J. FLEMING, et al. Abstract No. 138: Radiation dose during tunneled central venous catheter placement. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* [online]. 2011, **22**(3), S60-S61 [cit. 2019-10-10]. DOI: 10.1016/j.jvir.2011.01.152. ISSN 10510443. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1051044311001539>
136. UK Renal Registry 2017: 20th Annual Report of the Renal Association. *Nephron* [online]. 2018, **139**(S1), 1-372 [cit. 2019-10-03]. Dostupné z: <https://www.karger.com/Journal/Issue/277558>
137. WANG, Jonathan, Jeanne M. LABERGE, Glenn M. CHERTOW, et al. Tesio Catheter Access for Long-term Maintenance Hemodialysis. *Radiology*. 2006, **241**(1), 284-290. DOI: 10.1148/radiol.2411050349. ISSN 0033-8419.
138. DUNCAN, N. D. C., S. SINGH a T. D. CAIRNS, et al. Tesio-Caths provide effective and safe long-term vascular access. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2004, **19**(11), 2816-2822. DOI: 10.1093/ndt/gfh467. ISSN 1460-2385.
139. BASKIN, Jacquelyn L, Ching-Hon PUI, Ulrike REISS, et al. Management of occlusion and thrombosis associated with long-term indwelling central venous catheters. *The Lancet*. 2009, **374**(9684), 159-169. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60220-8. ISSN 01406736.
140. Occlusion Management Guideline for Central Venous Access Devices (CVADs). *Journal of Vascular Access*. 2013, **7**(S1), 1-36. ISSN 1913-6692.
141. MAYA, Ivan D. a Michael ALLON. Outcomes of tunneled femoral hemodialysis catheters: Comparison with internal jugular vein catheters. *Kidney International*. 2005, **68**(6), 2886-2889. DOI: 10.1111/j.1523-1755.2005.00762.x. ISSN 00852538.
142. ZALESKI, G X, B FUNAKI, J M LORENZ, et al. Experience with tunneled femoral hemodialysis catheters. *American Journal of Roentgenology*. 1999, **172**(2), 493-496. DOI: 10.2214/ajr.172.2.9930810. ISSN 0361-803X.

143. MARIK, Paul E., Mark FLEMMER a Wendy HARRISON. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters. *Critical Care Medicine*. 2012, **40**(8), 2479-2485. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318255d9bc. ISSN 0090-3493.