

**MASARYKOVA  
UNIVERZITA**

LÉKAŘSKÁ FAKULTA

**Výskyt časných  
mechanických  
komplikací po zavedení  
centrálního venózního  
katétru**

Diplomová práce

LUCIE ČERVINKOVÁ

Vedoucí práce: Mgr. Marta Šenkyříková, Ph. D

Katedra ošetřovatelství a porodní asistence  
obor Intenzivní péče

Brno 2021





**MUNI**  
**MED**

## Bibliografický záznam

<b>Autor:</b>	Lucie Červinková Lékařská fakulta, Masarykova univerzita Katedra ošetřovatelství a porodní asistence
<b>Název práce:</b>	Výskyt časných mechanických komplikací po zavedení centrálního venózního katétru
<b>Studijní program:</b>	Navazující magisterský program
<b>Studijní obor:</b>	Intenzivní péče
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Marta Šenkyříková, Ph. D
<b>Rok:</b>	2021
<b>Počet stran:</b>	100
<b>Klíčová slova:</b>	centrální venózní katétr, časně mechanické komplikace, ultrazvuková kontrola, landmark metoda, rizikové faktory, koagulopatie

## Bibliographic record

**Author:** Lucie Červinková  
Faculty of Medicine, Masaryk University  
Department of Nursing and Midwifery

**Title of Thesis:** Incidence of early mechanical complications after insertion  
central venous catheter

**Degree Programme:** Follow-up master's program

**Field of Study:** Intensive care

**Supervisor:** Mgr. Marta Šenkyříková, Ph. D

**Year:** 2021

**Number of Pages:** 100

**Keywords:** central venous catheter, early mechanical complications,  
ultrasound guided, landmark metod, risk factors, coagulopathy

## Anotace

Centrální venózní katétr je v současné době nedílnou součástí při poskytování kvalitní intenzivní péče. Poskytuje spolehlivý a bezpečný přístup do centrálního venózního řečiště pro intravenózní farmakoterapii, hemodynamický monitoring a četné odběry. Zavedení centrálního venózního katétru může být spjato i se vznikem komplikací. Přesto, že se dnes už jedná o celkem rutinní výkon, výskyt komplikací není zcela sporadický. Včasná identifikace rizikových faktorů může zredukovat následný vznik časných mechanických komplikací po zavedení centrálního venózního katétru. Jedním z hlavních opatření redukce vzniku časných mechanických komplikací je využití ultrazvukové kontroly během kanylace centrálního venózního řečiště. Kanylace landmark metodou může být velice riziková například u koagulopatických pacientů. Cílem práce bylo identifikovat rizikové faktory a ověřit jejich vliv na vznik časných mechanických komplikací.

## **Abstract**

The central venous catheter is indivisible part of providing quality intensive care at present. It provides reliable and safe access to the central venous system for intravenous pharmacotherapy, hemodynamic monitoring, and frequent taking samples. Insertion of a central venous catheter could be associated with complications. Despite the fact, that today it is a fairly routine procedure, the occurrence of complications is not completely sporadic. Early identification of risk factors can reduce of subsequent early mechanical complications after insertion of a central venous catheter. One of the main measures to reduce of mechanical complications is the use ultrasound guided cannulation of the central venous system. Landmark cannulation can be very risk for example in coagulopathic patients. The main aim of the work was to identify risk factors and verify their influence on the occurrence of early mechanical complications.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Výskyt časných mechanických komplikací po zavedení centrálního venózního katétru** zpracovala sama. Veškeré prameny a zdroje informací, které jsem použila k sepsání této práce, byly citovány v textu a jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů a literatury.

V Brně 10. června 2021



.....  
Lucie Červinková

## Poděkování

Velmi bych chtěla poděkovat Mgr. Martě Šenkyříkové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, za její čas a cenné rady. V další řadě svým kolegyním z koronární jednotky, které semnou po dobu výzkumného šetření spolupracovali při sběru potřebných dat. Za jazykovou korekci bych chtěla poděkovat Mgr. Věře Mervartové. Velké díky také patří mojí rodině a přátelům, kteří mě během studia podporovali.

## Obsah

<b>Seznam obrázků</b>	<b>13</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>14</b>
<b>Seznam pojmů a zkratk</b>	<b>15</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>17</b>
<b>2 Historie přístupů do cévního řečiště</b>	<b>18</b>
<b>3 Centrální venosní katétr</b>	<b>19</b>
3.1 Indikace zavedení centrálního venózního katétru.....	19
3.2 Kontraindikace zavedení centrálního venózního katétru.....	19
3.3 Strategie volby přístupu.....	20
3.4 Materiálové vlastnosti katétrů.....	24
<b>4 Zajištění centrálního venózního katétru</b>	<b>25</b>
4.1 Příprava pacienta.....	25
4.2 Pomůcky k zavedení centrálního venózního katétru.....	26
4.3 Stav hemokoagulace a hemostázy.....	26
4.4 Zavedení centrálního venózního katétru.....	28
4.5 Distální konec katétru a jeho poloha.....	29
4.6 Péče o pacienta po zavedení centrálního venózního katétru .....	30
<b>5 Komplikace po zavedení centrálního venózního katétru</b>	<b>31</b>
5.1 Mechanické komplikace .....	31
5.2 Infekční komplikace .....	36
5.3 Trombotické komplikace .....	36
5.4 Rizikové faktory pro vznik mechanických komplikací.....	36
5.5 Prevence vzniku mechanických komplikací.....	37
5.6 Role sestry v prevenci vzniku mechanických komplikací.....	39
<b>6 Cíle a hypotézy</b>	<b>41</b>
6.1 Operacionalizace položek.....	41



<b>7</b>	<b>Metodika výzkumu</b>	<b>43</b>
7.1	Výzkumný nástroj .....	43
7.2	Charakteristika výzkumného souboru .....	44
7.3	Pilotní studie .....	44
7.4	Sběr dat .....	45
7.5	Zpracování získaných dat .....	45
<b>8</b>	<b>Analýza a interpretace výsledků</b>	<b>46</b>
8.1	Sociodemografická charakteristika probandů .....	46
8.2	Přehled venózních přístupů a průběhu kanylace CVK .....	49
8.3	Stav hemokoagulace a hemostázy probandů .....	56
8.4	Časné mechanické komplikace po zavedení CVK .....	60
<b>9</b>	<b>Statistické zhodnocení hypotéz</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>Diskuze</b>	<b>74</b>
<b>11</b>	<b>Doporučení pro klinickou praxi</b>	<b>80</b>
<b>12</b>	<b>Závěr</b>	<b>81</b>
	<b>Použité zdroje</b>	<b>83</b>
<b>Příloha A</b>	<b>Central Line Insertions Checklist</b>	<b>88</b>
<b>Příloha B</b>	<b>Záznamový arch</b>	<b>89</b>
<b>Příloha C</b>	<b>Návrh článku</b>	<b>90</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1 Strategie volby venózního přístupu [5] .....	20
Graf 1 Přehled zvolených venózních přístupů.....	51
Graf 2 Využití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK .....	53

## Seznam tabulek

Tab. 1 Standardy SIR pro minoritní a majoritní komplikace <sup>[28]</sup> .....	32
Tab. 2 Klasifikace stupně krvácení dle Common Terminology Criteria for Adverse Events (version 5.0) .....	32
Tab. 3 Klasifikace arytmií dle Common Terminology Criteria for Adverse Events (version 5.0) .....	34
Tab. 4 Pohlaví probandů .....	46
Tab. 5 Věk probandů .....	46
Tab. 6 Statistické zhodnocení věku probandů .....	47
Tab. 7 Kategorizace probandů dle BMI .....	47
Tab. 8 Statistické zhodnocení BMI probandů .....	48
Tab. 9 Kategorizace probandů dle stupně vědomí .....	48
Tab. 10 Statistické zhodnocení poruch vědomí dle GCS .....	48
Tab. 11 Přehled příjmových diagnóz probandů .....	49
Tab. 12 Důvody kanylace CVK .....	50
Tab. 13 Přehled zvolených venózních přístupů .....	51
Tab. 14 Využití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK .....	52
Tab. 15 Přehled poloh a venózních přístupů .....	54
Tab. 16 Přehled počtů vpichů při zavádění CVK .....	55
Tab. 17 Přehled antikoagulační terapie probandů .....	56
Tab. 18 Kategorizace probandů dle INR .....	57
Tab. 19 Statistické zhodnocení hodnot INR .....	57
Tab. 20 Kategorizace probandů dle aPTT .....	58
Tab. 21 Statistické zhodnocení hodnot aPTT .....	58
Tab. 22 Kategorizace probandů dle počtu trombocytů .....	59
Tab. 23 Statistické zhodnocení počtu trombocytů .....	59
Tab. 24 Mechanické komplikace dle lokalizace venosního přístupu .....	60
Tab. 25 Terapie časných mechanických komplikací .....	61
Tab. 26 Závislost pohlaví na vzniku časných mechanických komplikací .....	62
Tab. 27 Závislost hodnot BMI na vzniku časných mechanických komplikací .....	63
Tab. 28 Závislost stavu vědomí na vzniku časných mechanických komplikací .....	64
Tab. 29 Závislost lokalizace venosního přístupu na vzniku časných mechanických komplikací .....	65
Tab. 30 Závislost polohy pacienta během kanylace CVK a vzniku časných mechanických komplikací .....	66
Tab. 31 Závislost ultrazvukové kontroly během kanylace CVK a vzniku časných mechanických komplikací .....	67
Tab. 32 Závislost počtu vpichů na vzniku časných mechanických komplikací .....	68
Tab. 33 Výskyt krvácivých komplikací dle hodnot INR .....	69
Tab. 34 Výskyt krvácivých komplikací dle hodnot aPTT .....	71
Tab. 35 Výskyt krvácivých komplikací dle počtu TRB .....	72

## Seznam pojmů a zkratek

CVK	– centrální venózní katétr
v	– vena
cm	– centimetrů
SCV	– v. subclavia
IJV	– v. jugularis interna
FV	– v. femoralis
a	– arteria
SSAI	– The Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine
např.	– například
ESPEN	– European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
SIR	– Společnost intervenční radiologie
INR	– international normalized ratio
K/cumm	– jednotka koncentrace buněk v mikrolitru
μl	– mikrolitr
tj	– to je
l	– litr
ml/min	– mililitrů za minutu
FDA	– Food and Drug Administration
ČR	– Česká republika
SIL	– silikonové katétry
PUR	– polyuretanové katétry
aPTT	– aktivovaný parciální tromboplastinový čas
TRB	– trombocyty
s	– sekunda
PEEP	– pozitivní tlak na konci výdechu
RTG S+P	– rentgen srdce a plic

EKG	- elektrokardiogram
SpO <sub>2</sub>	- saturace krve kyslíkem
Tab.	- tabulka
CT	- počítačová tomografie
KES	- komorové extrasystoly
VCD	- vascular closure device
tzn.	- to znamená
POS	- pinch – off syndrom
BMI	- body mass index
PLSVC	- perzistující levostranná horní dutá žíla
ASA	- The American Society of Anesthesiologists
dx	- dextra
sin	- sinistra
p.o.	- per os
i.v.	- intravenózně
s.c.	- subkutánně
IU	- mezinárodní jednotka pro vyjádření množství

## 1 Úvod

Diplomová práce se zabývá problematikou vzniku časných mechanických komplikací po zavedení netunelizovaného centrálního venózního katétru. Centrální venózní katétr (dále jen CVK) je nezbytnou součástí poskytování moderní intenzivní péče. Katetrizace centrálního venózního řečiště s následnou inzercí katétru může být spojena s riziky a následným vznikem časných mechanických, trombotických nebo infekčních komplikací.

Námětem pro vznik diplomové práce byla aktuální situace na pracovišti, kdy se po zavedení CVK velmi často objevoval pneumotorax s nutností hrudní drenáže a krvácení s následnou tvorbou podkožního hematomu. Cílem práce bylo identifikovat a verifikovat rizikové faktory vyskytující se u pacientů v době před a během zavedení a zjistit jejich vliv na vzniklých časných mechanických komplikacích.

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí – teoretické a empirické. Teoretická část shrnuje základní informace o centrálních venózních katétrech a jejich typech, o způsobech jejich zavádění, o přípravě a péči o pacienta před, během a po zavedení a v neposlední řadě o rizikových faktorech, možných komplikacích a o jejich prevenci. V empirické části byla analyzována data, která byla získávána během třinácti – měsíčního výzkumu na jednotce intenzivní péče v krajské nemocnici. Získaná data byla zaznamenávána do záznamového archu vlastní konstrukce. Na základě získaných dat byla ověřována závislost vlivu vytyčených rizikových faktorů na vznik zaznamenaných časných mechanických komplikací po zavedení CVK u probandů ve výzkumném souboru. Výsledky hypotéz jsou v závěru práce diskutovány a porovnávány s klinickými guidelines a odbornými studiemi.

## 2 Historie přístupů do cévního řečiště

Starověcí Egypťané v jednom z nejstarších dochovaných lékařských textů, Eberském papyru z roku 1550 před naším letopočtem, popisují již 22 cév, které podle jejich názoru sloužily k cirkulaci vzduchu, tekutin a odpadních látek. Doba antická je známá pro metodu „pouštění žilou“, která je velmi často vyobrazována na keramických nádobách pocházejících z této doby. Anatomickým nákresům se v 16. století věnoval například Leonardo da Vinci, který je autorem nákresu „*Kardiovaskulární systém a hlavní orgány ženy*“. William Harvey roku 1616 představil světu koncept krevního oběhu popsaného v jeho spise „*Anatomické pojednání o pohybu srdce a krve*“ kde vyvrátil Galenovo tvrzení.<sup>[1]</sup>

Jednou z nejvýznamnějších osob v historii cévních přístupů je Werner Forssman. Ten byl velmi znepokojen častými komplikacemi, které se objevovaly u nemocných po aplikaci transtorakálních intrakardiálních injekcí během resuscitace při chirurgických výkonech. Zamýšlel se nad možností podání léků do pravé síně skrze transvenózní katétr. Inspirací mu byli francouzští fyziologové - Etienne Marey a Auguste Chauvea, kteří zavedli v roce 1861 u stojícího koně tenkou trubici do jugulární žíly a zasunuli ji až do srdce. Sám na sobě za asistence sestry Gerdy Ditzen přes chirurgicky vypreparovanou venu (dále jen v.) basilicu zavedl 65 centimetrů (dále jen cm) dlouhý katétr do pravé síně.<sup>[2]</sup> Pozici zavedeného katétru ověřil rentgenovým snímkem na rentgenovém oddělení o dvě patra níže, která se zavedeným katétre sešel v nemocnici Auguste – Viktoria Heim v Eberswalde poblíž Berlína. Tento pokus popisuje v německém Klinickém týdeníku (Klinische Wochenschrift) vydaném v roce 1929. <sup>[1,2]</sup> Během deseti let se diagnostická metoda kontrastního zobrazení dutin pravého srdce zavedla do praxe.<sup>[1]</sup> Werneru Forssmanovi byla roku 1956 udělena Nobelova cena za fyziologii a medicínu. Do této doby byla nutná chirurgická preparace žíly nebo tepny pro zavedení katétru.<sup>[2]</sup>

První popis o perkutánní kanylaci podklíčkové tepny pro rychlou aplikaci transfuzí u těžce zraněných válečných obětí se objevil v roce 1952. V tuto dobu je již dle Aubaniaca popsán také střední infraklavikulární přístup pro kanylaci v. subclavia a vyvinuto i několik technik pro kanylaci v. jugularis interna a externa. Supraklavikulární přístup pro kanylaci v. subclavia za účelem urgentní objemové resuscitace byl popsán o několik let dříve. <sup>[3]</sup>

V roce 1952 je také prvně popsána punkční perkutánní technika zavedení katétru do cévního systému Svenem Iivarem Seldingem ve Stockholmu. Díky jeho objevu je zpřístupněn cévní systém pro každodenní praxi a akceleroval se tak vývoj diagnostických a léčebných technik.<sup>[2]</sup>

### 3 Centrální venosní katétr

Zajištění přístupu do krevního řečiště pacienta patří mezi nejzákladnější výkony v medicíně. Zavedení centrálního venózního katétru bezpochyby patří mezi nejčastěji prováděné výkony v intenzivní péči o kriticky nemocné pacienty. Takový pacient vyžaduje z hlediska poskytované péče nejméně jeden a více vstupů do venózního nebo arteriálního systému.<sup>[4]</sup>

#### 3.1 Indikace zavedení centrálního venózního katétru

Centrální venózní katétr zajišťuje krátkodobý, střednědobý, ale i dlouhodobý přístup do venózního řečiště pacienta. Zejména pro aplikaci farmakologických přípravků, časté odběry biologického materiálu, a díky němu je tak pacient chráněn před nepříjemnými opakovanými vpichy a zajišťuje přístup pro hemodynamické sledování. Mezi jednotlivé indikace k zavedení CVK patří;<sup>[5]</sup>

- aplikace velkých objemových náhrad a transfuzí,
- podávání hyperosmolárních roztoků > 600 mOsm/L,
- parenterální výživa roztoky > 800 mOsm/L,
- nemožnost zajištění periferního žilního katétru,
- sledování hemodynamiky,
- časté krevní odběry,
- podávání farmak iritující endotel periferních žil,
- pH pacienta < 5 nebo > 9,
- dlouhodobý žilní vstup,
- náhrada orgánových funkcí při extrakorporální membránové oxygenaci,
- zavedení kardiostimulační elektrody. <sup>[4-7]</sup>

#### 3.2 Kontraindikace zavedení centrálního venózního katétru

Absolutními kontraindikacemi zavedení centrálního venózního katétru je nesouhlas pacienta s katetrizací i po důkladném poučení, neznalost katetrizační techniky, neschopnost dodržení zásad asepse v průběhu výkonu a následné péče o zavedený katétr, nemožnost řešit případné akutní komplikace po zavedení a neléčený (nedrénovaný) pneumotorax na protilehlé straně. <sup>[6,7]</sup>

Mezi relativní kontraindikace je možné zařadit anatomické zvláštnosti a infekce v místě plánovaného zavedení, poruchy koagulace a nespolupracujícího a agresivního pacienta. <sup>[6,7]</sup>

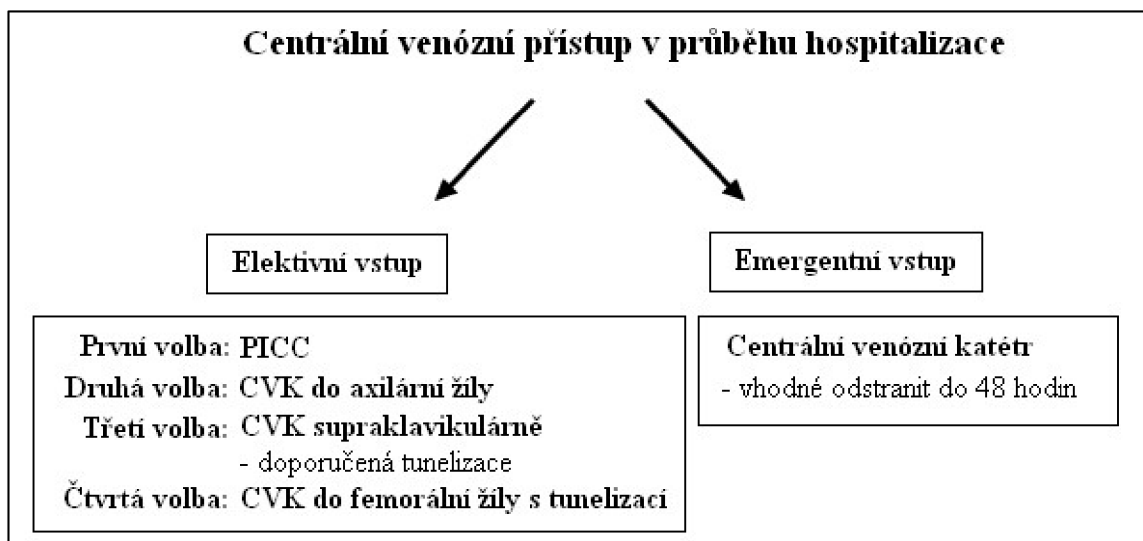


### 3.3 Strategie volby přístupu

Před samostatným zpřístupněním žilního systému je důležité posoudit, jaký typ katétru je pro pacienta v dané situaci tím optimálním. Posouzení následujících parametrů je nápomocné pro správný výběr žilního přístupu, odpovídajícího potřebám pacienta.

1. Závažnost situace – aktuální zdravotní stav pacienta či nutné emergentní zajištění.
2. Časový interval – čas, po který bude žilní přístup využíván.
3. Fyzikální a chemické vlastnosti podávaných farmak a nutričních přípravků.
4. Anatomické a funkční změny struktur v oblasti plánovaného zavedení žilního přístupu.<sup>[5]</sup>

Centrální venózní přístup lze rozdělit na netunelizovaný centrální venosní katétr a periferně implantovaný centrální katétr – (dále jen PICC). Zavedení PICC je z hlediska výskytu infekčních a krvácivých komplikací upřednostňováno před CVK zavedeným cestou v. subclavia nebo v. jugularis. Výskyt infekčních komplikací u PICC je minimalizován především díky místu jeho zavedení. Výstup katétru se nachází ve střední části paže, kde je kůže suchá a daleko méně bakteriálně kontaminovaná než například přístupová místa pro centrální venosní katétr, který je nejčastěji zaváděn v oblastech s možným výskytem sekretů z dýchacích cest. Paže je i dobře přístupná i pro ošetrovatelské intervence a fixaci katétru. Z hlediska dlouhodobé využitelnosti centrálních katétrů je PICC vhodnou volbou.<sup>[5]</sup>



Obr. 1 Strategie volby venózního přístupu [5]

### 3.3.1 Typy centrálních venózních katétrů

#### 1. Netunelizovaný centrální venózní katétr (CVCs)

Netunelizovaný centrální katétr patří mezi krátkodobé venózní přístupy, zajišťující zejména farmakologickou terapii a nutrici po dobu dvou týdnů. Tento katétr není vhodný pro vysokoprůtokové terapie vzhledem ke slabším stěnám katétru, které mají tendence s negativními tlaky kolabovat a zamezovat tak dalšímu průtoku. S delší dobou zavedení, přesahující dva týdny, se mnohonásobně zvětšuje riziko vzniku infekčních komplikací a měl by být katétr extrahován. Vzhledem k tomu, že se jedná o krátkodobý katétr, zavedený pouze dočasně, může být pacientovi zaveden i při systémové infekci případně až septickém šoku. Před zavedením je důležitá znalost hodnot hemokoagulace a hemostázy. Společnost intervenční radiologie (dále jen SIR) (2018) doporučuje hodnotu INR (international normalized ratio), která by měla být během zavádění nižší než 2 a počet trombocytů nejméně 50 000 K/cumm (jednotka koncentrace buněk v mikrolitru ( $\mu\text{l}$ ) to je (dále jen tj.)  $50 \cdot 10^9/\text{l}$ .<sup>[8,9]</sup> Dále jsou hodnoty trombocytů uvedeny již v přepočtu na 1 litr (dále jen l).

#### 2. Tunelizovaný centrální venózní katétr (TCVCs)

Je-li vyžadován dlouhodobý venózní přístup trvající déle než tři týdny, je indikováno zavedení tunelizovaného venosního katétru. Incidence infekčních komplikací je výrazně nižší než u netunelizovaných katétrů. Tento katétr je opatřen manžetou, která umožňuje fixaci katétru v podkoží. Udržuje tak jeho stálou pozici a je nedílnou součástí mechanické bariéry proti extraluminálně zavlečené infekce do krevního řečiště. Zavedení tunelizovaného katétru je indikováno pro pacienty s terminálním selháním ledvin s nutností dialýzy nebo za účelem terapeutické aferézy. Katétrů jsou velmi odolné, s vysokou elasticitou a dokážou bez problému zajistit vysoké průtoky 30–400 ml/m (mililitrů za minutu). Společnost intervenční radiologie (2018) doporučuje před zavedením tunelizovaného katétru hodnotu INR menší než 1,5 a počet trombocytů větší než  $50 \cdot 10^9/\text{l}$ . Je-li hodnota INR v rozmezí 1,5–2 a počet trombocytů v rozmezí 25–50  $\cdot 10^9/\text{l}$ , není potřebné suplementovat koagulační faktory transfuzí, a i tak zavedení katétrů může být bezpečné. Kontraindikací pro zavedení tunelizovaného katétru je systémová infekce až septický šok nebo akutně probíhající onemocnění.<sup>[8,10,11]</sup>

#### 3. Periferně implantovaný centrální katétr (PICC)

Periferně implantovaný centrální katétr patří mezi střednědobé venosní přístupy, nejčastěji vyráběné ze silikonu nebo polyuretanu. Zavedení PICC katétru je nejčastěji indikováno u pacientů s nutností dlouhodobého přístupu do venózního řečiště za účelem dlouhodobé farmakoterapie nebo parenterální výživy. Dle indikace je zvolen konkrétní typ PICC dle počtu lumen a přítomnosti chlopní vně katétru. Katétr je zaváděn výhradně pod ultrazvukovou kontrolou skrze v. basilica, v. cephalica nebo

v. brachialis. Distální konec katétru je umístěn v oblasti kavoatriální junkce. Dle Food and Drug Administration (FDA) je možno PICC katétre používat až jeden rok. V České republice (dále jen ČR) je PICC katétre využíván v průměru asi tři měsíce.<sup>[5]</sup>

### 4. Podkožní port

Typickou a nejčastější indikací pro implantaci podkožního portu je maligní onemocnění, jehož terapie vyžaduje dlouhodobý přístup do venosního řečiště za účelem dlouhodobé aplikace chemoterapií, četné transfúze či intermitentní přístup. Novější typy podkožních portů jsou upraveny tak, aby bylo možné využít terapeutickou aferézu s vysokými průtoky. Výhody podkožních portů spočívají především v nižším riziku infekce a v lepší kvalitě života oproti pacientům s tunelizovaným centrálním katétre. Jedinou nevýhodou je bolestivost a následné zjizvení tkáně po opakovaných vpíších do portového systému. Pro implantaci portu je doporučována hladina INR dle Společnosti intervenční radiologie (2018) nižší než 1,5 a počet trombocytů vyšší než  $50 \cdot 10^9/l$ . Absolutní kontraindikací je systémová infekce a nekorigovatelná koagulopatie.<sup>[8,10,12]</sup>

### 3.3.2 Přístupová místa do centrálního venózního systému

#### 1. Vena subclavia

Centrální venózní katétre zaváděný cestou v. subclavia (dále jen SCV) je jedním z nejrozšířenějších způsobů v zajišťování přístupů do centrálního venosního řečiště v intenzivní péči. <sup>[4]</sup> Kanylace podklíčkové žíly ovšem není doporučována u pacientů s koagulopatií z důvodu vysokého rizika vzniku možných komplikací jako je pneumotorax nebo hemotorax. V průběhu zavádění je obtížné využití ultrazvukové kontroly, proto je při kanylaci spoléháno na dobrou topografickou znalost anatomických struktur – landmark metoda.<sup>[5]</sup> Nechtěná punkce arterie (dále jen a.) subclavia tvoří přibližně  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$  komplikací a externí komprese je v těchto místech velmi obtížná, někdy až nemožná. <sup>[6,13]</sup> Přístup do venózního řečiště via SCV je velmi často využíván u hypovolemických pacientů z důvodu menšího kolabování žilní stěny při zajišťování než například u v. jugularis. Přesto, že je zavádění katétru do SCV spojené s velkým množstvím rizik pro vznik komplikací, u infraklavikulárního přístupu je zaznamenán nižší výskyt infekčních komplikací.<sup>[6]</sup>

#### 2. Vena jugularis interna

Vena jugularis interna (dále jen IJV) odvádí většinu krve z dutiny lební a probíhá v těsné blízkosti s nervus vagus a a. carotis interna, následně a. carotis communis. Na pravé straně je nejkratší a nejpřímější cestou k srdci. Tento přístup je nejčastěji využíván pro krátkodobé zajištění přístupu do cévního řečiště. Při kanylaci je popisováno minimální riziko vzniku pneumotoraxu, nicméně v porovnání například s přístupem via SCV je u jugulární žíly problematická fixace a krytí zavedeného

venózního katétru spojeno s diskomfortem pacienta a vyšším rizikem infekčních komplikací. Nejčastější se vyskytující komplikací spojenou s kanylací IJV je punkce a. carotis v 80-90 %, [6] i přesto, že během zavádění je využití ultrazvukové kontroly daleko jednodušší než při kanylaci v. subclavia. Je zde však možná externí komprese v místě arteriální punkce po dobu 15 minut. [7,13]

### 3. Vena jugularis externa

Z hlediska anatomických poměrů povrchově uložená, dobře viditelná žíla, která je vhodná pro kanylaci u pacientů s hemokoagulačními poruchami bez rizika vzniku pneumotoraxu či hemotoraxu. Hematom v okolí místa kanylace je zaznamenán v 1–5 % případů. [6]

### 4. Vena femoralis

Kanylace femorální žíly (dále FV) je nejčastěji indikovaná v případech, kdy je riziko nedostatečného zajištění průchodnosti dýchacích cest nebo během oběhové zástavy a kardiopulmonální resuscitace, u hypovolemických stavů a pacientů s koagulopatií. Přístup z FV je dle Ševčíka et al. (2014) považován za bezpečný přístup do centrálního venózního řečiště u kriticky nemocných pacientů [6] s nevýhodou nemožnosti měření centrálního venosního tlaku.[7] Ševčík et al. (2014) uvádějí, že úspěšnost kanylace landmark metodou (naslepo) je 90–95 %. Jako nejčastější komplikaci popisují punkci a. femoralis v 5–10 % případů. The Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (SSAI) ve svých guidelines (2014) doporučují využití ultrazvukové kontroly během kanylace FV. Při nechtěné punkci a. femoralis je možné provést externí kompresi místa vpichu a minimalizovat tak vznik dalších možných postpunkčních komplikací například (dále jen např.) retroperitoneálního krvácení. [6,7,13,14] U katétrů zavedených cestou FV je vysoké riziko vzniku infekčních a tromboembolických komplikací při zavedení déle než 48 hodin. Proto je tunelizace femorálního katétru považována za nezbytně důležitou, pokud je plánováno katétr ponechat déle jak 48 hodin. Pokud byl zaveden netunelizovaný katétr jen pro emergentní zajištění pacienta, měl by být do 48 hodin extrahován. Například využití femorálního netunelizovaného centrálního venosního katétru pro aplikaci parenterální výživy je dle European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) řazeno mezi relativně kontraindikované (2009). [5-7,13,14]

### 5. Vena axilaris

Kanylace axilární žíly pro zavedení centrálního venózního katétru se provádí velmi výjimečně. Na povrchu se jedná o velmi exponované místo, proto je zde velmi vysoké riziko infekčních komplikací. Někdy může sloužit jako záchranný přístup u pacientů s rozsáhlými popáleninami nebo hemokoagulačními poruchami.[6]

### 3.4 Materiálové vlastnosti katétrů

Centrální venózní katétrů vyrobené z polyetylenů nebo polyvinylchloridu byly nahrazeny z důvodu častých trombotických komplikací například teflonem, silikonem nebo polyuretanem. Poddajná manipulace s katétreem při zavádění, dostatečný průtok, kompatibilita s farmakologickými přípravky, nízké riziko okluze katétru a mechanické flebitidy patří mezi základní požadavky pro výběr vhodného materiálu pro výrobu venosních katétrů. [15,16]

V současné době jsou nejvyužívanější silikonové (SIL) a polyuretanové (PUR) katétrů s velmi nízkou trombogenicitou. Silikon je jeden z nejstabilnějších a vysoce biokompatibilních materiálů. Díky svým vlastnostem je velmi využívaným materiálem při výrobě zdravotnického materiálu. Silikonové katétrů jsou z hlediska farmakologické kompatibility lepší než polyuretanové katétrů. Používání alkoholové dezinfekce při ošetřování polyuretanových katétrů může urychlit jejich biodegradaci a zvyšuje se tak riziko infekčních komplikací. [15,16]

Přibližně 10 % nozokomiálních infekcí je spojeno s centrálními venózními vstupy. Vzhledem k tomu faktu byly vyvinuty katétrů se speciální úpravou, která minimalizuje uchycování mikroorganismů na povrchu katétrů a následně tvorbu biofilmu. Povrchy katétrů jsou heparinizované nebo hydrofilní, některé jsou ošetřeny antibiotickými případně antiseptickými prostředky. Vzhledem k četnosti alergických projevů bylo přistoupeno ke katétrům s impregnovanými antibiotiky – rifampicinu a minocyklinu. Využitím těchto katétrů byl signifikantní pokles katéetrových sepsí u hemodialyzačních kanyl zavedených cestou FV. Využití těchto katétrů s monocyklin-rifampicinovou směsí v současnosti v České republice klesá s rozvojem nových možností antimikrobiální ochrany. Mezi nejnovější možnosti patří například využití nanočástic stříbra. Vzhledem k výsledkům dosavadních studií nebylo zatím dosud stanoveno žádné doporučení pro používání těchto speciálně upravených katétrů v intenzivní péči i vzhledem k jejich vyšší ceně. [15,16]



## 4 Zajištění centrálního venózního katétru

### 4.1 Příprava pacienta

Příprava pacienta před samostatným výkonem je velmi důležitá. V první řadě by měl pacienta informovat lékař o nutnosti a potřebě zavedení centrálního venózního katétru a pacient by měl následně vyjádřit svůj souhlas, případně nesouhlas s výkonem. Rozsah a způsob edukace pacienta se může lišit v závislosti se zdravotním stavem, stupněm vědomí a včasné potřeby zajištění přístupu do centrálního žilního řečiště. Pacient je uložen do požadované polohy dle zvoleného přístupového místa, symptomatologických projevů onemocnění a požadavků lékaře.<sup>[17]</sup> Pod plánovaným místem vpichu je pacient vypodložen nepropustnými jednorázovými podložkami. Pacient je napojen na monitor pro kontinuální monitoraci elektrokardiografické křivky (EKG). Siddiq (2016) uvádí, že podání antibiotické profylaxe před zavedením centrálního venózního katétru není nutné za předpokladu, že jsou dodržena ostatní univerzální pravidla aseptického přístupu.<sup>[18]</sup> Místo pro kanylaci a jeho široké okolí je očištěno a dezinfikováno 2% chlorhexidinem nebo méně koncentrovaným roztokem 0,5 - 1% ale v kombinaci se 70% alkoholovou dezinfekcí. Je možné také využít roztoky na bázi povidon-jodu (Betadin, Braunol) se zvýšenou obezřetností kvůli možnému výskytu alergické reakce. Pro důkladnou dezinfekci vybraného místa je nutné dodržet expoziční dobu přibližně 30–60s nebo vyčkat do zaschnutí dezinfekce.<sup>[19]</sup> Je-li v místě vpichu hustší ochlupení, dle Zoubkové (2012) může být místo vpichu před kanylací oholeno pro následně lepší fixaci krycího materiálu.<sup>[20]</sup> Naopak Siddiq (2016) a Charvát (2016) nedoporučují místo holit, pouze ochlupení nakrátko ostříhat. Oholení může způsobit podráždění kůže s rizikem krvácení a následným rizikem až po vznik infekce.<sup>[18,5]</sup>

#### 4.1.1 Poloha pacienta

Pacient musí být uložen do vhodné polohy v závislosti na zvoleném cévním přístupu a aktuálního zdravotního stavu s projevující se symptomatologií. Pro kanylaci IJV a SCV je doporučována Trendelenburgova poloha. Pro ni je charakteristické uložení hlavy níže než uložení dolních končetin, přibližně v náklonu 10°-15°. Díky náklonu je tak podpořen přesun žilní krve, dochází ke zvětšení žilní náplně a tlaku na žilní stěnu, zvětšení žilního průsvitu především u IJV.<sup>[6,7,18]</sup>

Díky zvýšenému žilnímu tlaku je tak během kanylace sníženo riziko vzniku vzduchové embolie. Zvýšení průsvitu IJV lze dosáhnout u některých pacientů dle jejich zdravotního stavu i navýšením přetlaku ve výdechu (PEEP). K navyšování průsvitu dochází při PEEP v rozmezí 0–12 cm H<sub>2</sub>O, další navyšování již není doporučováno. Dále je při kanylaci centrálních žil v krční oblasti doporučováno vypodložení ramen a natočení hlavy na opačnou stranu než je kanylovaná strana. Při kanylaci SCV je také

vhodné připažení a mírné stažení horní končetiny dolů. Má-li pacient problém se setrváním v Trendelenburgově poloze, je možno pacienta do této polohy uložit jen po dobu nezbytně nutnou, a to pro přímou punkci žíly a poté pacienta uvést zpět do tolerované polohy. Kanylaci lze provést i v jiné poloze dle tolerance a zdravotního stavu pacienta, ovšem se zvýšenými riziky pro vznik následných komplikací. Pro kanylaci FV je doporučovaná poloha pacienta vleže na zádech s případně mírně zvednutým trupem a vypodložením boku. [6,7,18]

### 4.2 Pomůcky k zavedení centrálního venózního katétru

Pomůcky potřebné k zavedení centrálního venózního katétru můžeme rozdělit do dvou základních skupin. První skupinu tvoří sterilní pomůcky pro přímou kanylaci a jsou připravovány na sterilní zarouškovanou plochu (sterilní stolek). Zbytek pomůcek, které tvoří druhou skupinu, jsou potřebné k přípravě pacienta před kanylací nebo během kanylace. Je to dezinfekce, osobní ochranné pomůcky, farmaka k lokální anestezii a následnému podání po zavedení, převazový a krycí materiál. Tyto pomůcky jsou umístěny mimo sterilní plochu, ale v blízkém dosahu pro využití. Dle indikace a zvolené techniky zavádění lze připravit k lůžku pacienta další potřebné pomůcky jako například ultrazvukový přístroj se sterilním návlekem na sondu a sterilním gelem. Monitor pro monitoring srdeční aktivity během výkonu patří mezi základní vybavení jednotky poskytující intenzivní péči nebo katetrizační sál. [7,20]

Na sterilní stolek je připraven dle indikace zvolený katétr, peán nebo pinzeta, nádoba na proplachový roztok, tampony a čtverce, šicí materiál s jehlou, jehelec, nůžky, sterilní rouška pro zarouškování pacienta, sterilní stříkačky a jehly pro natažení a aplikaci lokálního anestetika (Mesocain 1 %) před zavedením a následně pro proplach jednotlivých lumen katétru. [7,20]

### 4.3 Stav hemokoagulace a hemostázy

Stav hemokoagulace a hemostázy hraje zásadní roli při zavádění centrálních venózních katétrů. Hodnoty hemokoagulace a hemostázy jsou vyšetřovány u každého pacienta před plánovaným zavedením katétru. Vyšetřovanými hodnotami jsou: INR, aktivovaný parciální tromboplastinový čas (dále jen aPTT) a počet trombocytů (dále jen TRB). Fyziologické hodnoty pro dospělé od 18 let dle České hematologické společnosti ČLS JEP; INR 0,8 – 1,2, aPTT 24–36 sekund (dále jen s) a TRB  $150\text{--}400 \cdot 10^9/l$ . [21]

### **Aktivovaný parciální tromboplastinový čas (aPTT)**

Je-li hodnota aPTT mírně zvýšena, nepředstavuje tak riziko pro krvácivé komplikace a tvorbu hematomu po zavedení centrálního venosního katétru. Riziková hodnota aPTT je, pokud je naměřená hodnota zvýšena o 1,3násobek horního referenčního intervalu tj.  $36 * 1,3$  (46,8 s). V nepřítomnosti jiné poruchy koagulace je i tato riziková hodnota přijatelná pro rutinní kanylaci. [13]

### **Mezinárodní normalizovaný poměr protrombinového času (INR) a trombocyty**

Dle Helen Hamilton (2009) je doporučovaná hodnota INR pro kanylaci centrální žíly 1,5. Nižší počet trombocytů doporučuje bezprostředně suplementovat transfuzí trombocytů na hranici  $70 * 10^9/l$  a výše. U plánovaných kanylací doporučuje u warfarinizovaných pacientů vysazení warfarinu tři dny před plánovanou kanylací nebo převedení na nízkomolekulární heparin. Rychlá a efektivní korekce vysokého poměru INR může být docílena např. podáním vitamínu K, protrombinovým koncentrátem nebo čerstvě mražené plazmy. Při kontinuálním intravenosním podávání nefrakcionovaného heparinu doporučuje podávání zastavit tři hodiny před kanylací. Za 12–24 hodin po kanylaci jsou obnoveny preventivní dávky nízkomolekulárních heparinů.[22]

V doporučeních Skandinávské společnosti anesteziologie a intenzivní medicíny (2014) je uvedeno, že hodnota  $INR \leq 1,8$  není spojována s rizikem krvácivých komplikací a tvorbou hematomu po kanylaci. Rutinní postup kanylace centrální žíly je doporučován i u pacientů s chronickou antikoagulační léčbou, konkrétně s monoterapií kyselinou acetylsalicovou, nesteroidními antiflogistikami nebo s preventivní antikoagulací nízkomolekulárními hepariny, pentasacharidy a dalšími inhibitory trombinu. V případě kombinace kyseliny acetylsalicové s klopidogrelem je doporučováno zvolit nejbezpečnější techniku katetrizace a přítomnost zkušeného odborníka. [13]

Ševčík et al (2014) definují koagulopatii při počtu trombocytů nižším než  $50 * 10^9/l$  a hodnotou INR nad 1,5. Je však vždy zapotřebí přistupovat ke každému pacientovi individuálně a kriticky posoudit rizika a potřebu centrálního venózního katétru pro následující období. Při takto definované koagulopatii je doporučováno využít ke kanylaci v. jugularis externa, případně FV nebo dle potřeby centrální katétr zavést z periferního řečiště, nejlépe z kubity.[6]

Společnost intervenčních radiologů (2018) ovšem uvádí, že při kanylaci netunelizovaného katétru je bezpečná hodnota INR 2 za předpokladu dostatečného množství trombocytů, tj.  $50 * 10^9/l$ . Neexistuje ovšem obecné doporučení pro minimální bezpečnou hodnotu trombocytů pro kanylaci centrální žíly. V případě těžké trombocytopenie je na zvážení indikujícího lékaře, zda nepřistoupí k transfuzní destičkové léčbě s docílením počtu trombocytů alespoň  $20 * 10^9/l$ . [8]



## 4.4 Zavedení centrálního venózního katétru

### 4.4.1 Seldingerova technika

V současné době patří zavádění centrálních venózních katétrů Seldingerovou technikou mezi standardní postupy. Před punkcí centrálního venózního řečiště je provedena lokální anestezie v plánovaném místě zavedení. Následně je provedena punkce venózního lumina tenkou jehlou, skrze ni je zaveden kovový vodič přibližně do hloubky 15-20 cm a jehla je po vodiči vytažena. Zavedení vodiče hlouběji než doporučuje Ševčík (2014) může způsobit srdeční arytmií, konkrétně pak fibrilaci komor, která může vzniknout po kontaktu hluboce zavedeného vodiče se srdečním endotelem. Po vodiči je zaveden tuhý dilatátor, který rozšiřuje místo vpichu v celém průběhu vodiče až do místa vstupu do žíly (vpichový kanál). Po odstranění dilatátoru je skrze vodič zaveden dle indikace zvolený centrální venózní katétr do oblasti kavoatriální junkce. Volně průchozím lumenem dojde po zavedení k extrakci vodiče. U dobře zavedeného katétru lze ze všech lumen odsát krev a volně aplikovat proplach fyziologickým roztokem. V případě obtíží může lékař manipulací s katétre, a to zasunutím hlouběji nebo povytažením, docílit zprůchodnění katétru. Následně je katétr fixován dle pokynů výrobce, nejčastěji chirurgickým pozičním stehem proti jeho posunu a vytržení. V poslední době je především u dlouhodobých katétrů preferována bezstehová fixace takzvaně (tzv.) *secureAcath*, která díky speciálnímu krytí fixuje katétr hned po výstupu z kůže. [4-7]

### 4.4.2 Kontrolované zavádění

#### 1. Využití ultrazvukové kontroly

Využití ultrazvukové kontroly během kanylace výrazně snižuje počet opakovaných vpichů spojené s neúspěšnou punkcí žíly, dobu pro zavedení katétru a výskyt postkatetrizačních komplikací. Jednoznačně přínosné je využití ultrazvukové kontroly u kanylací IJV, SCV a FV. Díky ultrazvukovému dvojrozměrnému zobrazení lze před kanylací zobrazit anatomické struktury v oblasti plánovaného zavedení katétru. Využití ultrazvuk při kanylaci lze dvojí metodou. [23]

**Metodou off-line** se rozumí prozkoumání anatomických struktur před katetrizací s následným vyznačením místa vpichu. Vlastní kanylace probíhá již bez kontroly ultrazvukem. [6,23]

Využití ultrazvukové kontroly během celé katetrizace neboli sledování pronikání jehly do žíly v reálném čase, ověřování polohy vodiče a umístění katétru lze při metodě **on-line**. Při této metodě je ultrazvuková sonda opatřena sterilním návlekem s využitím sterilního ultrazvukového gelu. [6,23]

Přestože je v současné době využití ultrazvukové kontroly při zavádění centrálního venózního katétru doporučováno, provedené průzkumy dokládají, že reálné využití ultrazvukové kontroly je prováděno pouze v 15 % případů.<sup>[6]</sup>

## 2. Skiaskopická kontrola

Skiaskopická kontrola využívá rentgenového záření v reálném čase při zavádění katétru pro kontrolu jeho umístění ve venózním řečišti. Katrancioglu (2019) uvádí, že při zavádění centrálního venózního katétru, dovoluje-li to situace, má být zavádění kontrolováno alespoň jednou metodou, a to buď ultrazvukovou nebo skiaskopickou. Siddiq (2016) doporučuje využití skiaskopické kontroly vždy při zavádění tunelizovaných katétrů.<sup>[18,24]</sup>

## 3. Landmark metoda

Landmark metoda je metoda, při které se během vlastního zavádění centrálního venózního katétru spoléhá na topografické znalosti anatomických struktur případně na jednotlivé anatomické body dle katetrizační oblasti bez využití jakékoliv technické kontroly před nebo během zavádění. Podle anatomických orientačních bodů se ne vždy dá řídit u všech pacientů. Jedná se o rizikovou metodu pro vznik následných postkatetrizačních komplikací.<sup>[5,24]</sup>

## 4.5 Distální konec katétru a jeho poloha

Dle klinických doporučení SSAI (2014) neexistují žádné přesvědčivé studie o optimálním uložení distálního konce katétru.<sup>[13]</sup> Charvát (2016) uvádí, že optimální místo pro uložení distálního konce katétru je oblast kavoatriální junkce, místo, kde do pravé síně ústí horní dutá žíla. Umístění mimo tuto oblast může být spojeno s významně vyšším výskytem komplikací.<sup>[25]</sup> Ševčík et al. (2014) uvádí, že umístění distálního konce katétru záleží především na indikaci pro jeho zavedení. Distální konec katétru určeného například k parenterální výživě, farmakoterapii nebo chemoterapii by měl být umístěn v dolní třetině horní duté žíly přibližně 3–5 cm kraniálně od kavoatriální junkce. Distální konce katétrů určených pro eliminační metody nebo pro extrakorporální membránovou oxygenaci (ECMO) jsou umístěny v oblasti kavoatriální junkce nebo v horní části pravé síně. U centrálních katétrů, které jsou zavedeny cestou SCV nebo IJV, může dojít v souvislosti s pohybem pacienta ke změnám v umístění distálního konce katétru v rozmezí od 1–5 cm.<sup>[6]</sup> Optimální umístění distálního konce u katétru zavedeného cestou FV při jeho dlouhodobém využívání by mělo být nad spojením dolní dutí žíly a renálních žil.<sup>[13]</sup>

## 4.6 Péče o pacienta po zavedení centrálního venózního katétru

Po zavedení centrálního venózního katétru je pacient informován o následné péči. Po kanylaci je nutné provést rentgenovou kontrolu srdce a plic (RTG S+P) pro vyloučení případných komplikací, jako je hemotorax nebo pneumotorax a ověřit si správnou pozici katétru v žilním řečišti. [4,7]

Sledován je celkový stav pacienta, fyziologické funkce, místo vpichu a okolí katétru, symptomy možných komplikací a vše je zaznamenáváno v pravidelných intervalech do ošetřovatelské dokumentace. Během ošetřování (převazování) centrálního vstupu je nutné dodržování všech zásad asepse, tedy bariérovou ošetřovatelskou péči a minimalizovat tak riziko vzniku infekčních komplikací. Lisová (2016) uvádí, že oblast v okolí zavedeného katétru je znovu kolonizovaná za 16–18 hodin po zavedení.<sup>[19]</sup> Prvních 24 hodin po kanylaci je katétr krytý mulovým čtvercem s dostatečnou savou vrstvou. Pokud je vpich klidný, bez sekrece tekutiny či krve, je možné využít transparentní krytí bez savé vrstvy po dobu 72 hodin. Na trhu jsou i krytí s chlorhexidinovým gelovým čtvercem s možnou dobou přiložení 7-10 dní, které jsou v současně době nejvyužívanější. Vždy při výměně krytí je možné využít dezinfekci 2% chlorhexidinu nebo 3% peroxid vodíku k ošetření okolí katétru a na nově přiložené krytí, které se přikládá na očištěný a suchý katétr, uvést datum provedení převazu.<sup>[17,19,20]</sup>

Konec každého lumen katétru je ošetřen antibakteriálním uzávěrem, např. clavem, který je nutno dle doporučení výrobce a standardů oddělení pravidelně vyměňovat (max 3–4 dny). Aplikace transfuzí a lipidových emulzí by měla být podávána bez antibakteriálních uzávěrů.<sup>[17,20]</sup>

## 5 Komplikace po zavedení centrálního venózního katétru

Zavedení a využívání centrálního venosního katétru je nezbytnou součástí v poskytování intenzivní zdravotní péče. Katétr zajišťuje spolehlivý přístup do krevního řečiště například pro farmakoterapii, volumoterapii, nutrici a invazivní hemodynamické monitorování, díky kterému jsou získávány přesné hodnoty. Bohužel je centrální venózní katetrizace spojena s mechanickými, infekčními a trombotickými komplikacemi, které mohou pacienta nepřímo nebo přímo ohrožovat na životě a prodlužovat tak dobu jeho hospitalizace.<sup>[26]</sup> Komplikace lze také kategorizovat na časně a pozdní, dle doby, která uplynula od zavedení katétru do výskytu komplikací. Časně komplikace jsou charakterizovány výskytem do 30 dnů od kanylace venózního řečiště.<sup>[8]</sup>

### 5.1 Mechanické komplikace

Mechanické komplikace mohou být od klinicky nevýznamných až po významné, které v neléčené formě mohou být život ohrožující. Riziko vzniku mechanických komplikací se desetinásobně zvyšuje s počtem dvou a více neúspěšných pokusů o kanylaci centrální vény. Mezi mechanické komplikace centrální venózní katetrizace patří; krvácení, projevující se hematodem nebo hemotoraxem, pneumotorax, srdeční arytmie, arteriální punkce a katetrizace, poškození cévní stěny a nervových struktur, malpozice distálního konce katétru a vzduchová embolie. Za nejčastější mechanické komplikace je považován hematod, arteriální punkce a pneumotorax.<sup>[26]</sup> Björkander at al (2019) na základě retrospektivní multicentrické studie uvádí mezi nejčastějšími komplikacemi také postižení nervové tkáně a výskyt srdečních arytmí<sup>[27]</sup> v podobě předčasných komorových stahů, fibrilací komor nebo supraventrikulárních tachykardií.<sup>[6,8]</sup>

Mechanické komplikace mohou být, dle jejich závažnosti rozděleny na minoritní a majoritní. To vyplývá z výzkumu Adrian at al (2019). Za minoritní mechanické komplikace je považováno krvácení prvního a druhého stupně, srdeční arytmie prvního a druhého stupně, arteriální punkce, poškození nervové tkáně s příznaky, které nepřetrvávají více než 72 hodin, neúspěšná katetrizace a malpozice katétru. Mezi majoritní mechanické komplikace patří krvácení třetího a čtvrtého stupně, srdeční arytmie třetího a čtvrtého stupně, arteriální katetrizace, přetrvávající příznaky postižení nervové tkáně více jak 72 hodin a pneumotorax.<sup>[26, 27]</sup> Společnost intervenční radiologie (SIR) ve spolupráci s experty z výboru pro „Standards of Practice Committee“ stanovili pracovní normy pro minoritní a majoritní komplikace

na základě výsledků jejich šetření „*Quality Improvement Guidelines for Central Venous Access*,” které jsou shrnuty v tabulce (dále jen tab. č. 1.) [28]

**Tab. 1 Standardy SIR pro minoritní a majoritní komplikace [28]**

<b>Minoritní komplikace</b>	<b>Majoritní komplikace</b>
<b>A.</b> Komplikace bez terapie a následků.	<b>C.</b> Komplikace vyžadující terapii s následnou monitorací do 48 hodin.
<b>B.</b> Nominální terapie komplikací, bez následků. Doporučena je monitorace pacienta 24 hodin po výskytu minoritní komplikace.	<b>D.</b> Komplikace vyžadující intenzivní terapii s prolongovanou hospitalizací více jak 48 hodin.
	<b>E.</b> Výskyt trvalých následků.
	<b>F.</b> Smrt pacienta.

### 5.1.1 Krvácení

Riziko vzniku krvácivých komplikací je vyšší u katetrizace IJV než u SCV. Rizikovým faktorem pro vznik krvácivých komplikací je punkce arterie během kanylace centrální žíly, opakované vpichy a koagulopatie s poruchou hemostázy. Krvácení se nejčastěji projevuje formou podkožního hematomu nebo v těžkých případech může dojít až ke vzniku hemotoraxu. [27] Krvácení je dle společných terminologických kritérií nežádoucích účinků pro rok 2017 klasifikováno takto (viz tab. č. 2). [26]

**Tab. 2 Klasifikace stupně krvácení dle Common Terminology Criteria for Adverse Events (version 5.0)**

<b>Stupeň krvácení</b>	<b>Projevy krvácení</b>
<b>Stupeň č. 1</b>	Malé krvácení, vyskytující se běžně po katetrizaci bez nutnosti zásahu.
<b>Stupeň č. 2</b>	Výskyt hematomu po katetrizaci. Pro krvácení je nutná externí komprese.
<b>Stupeň č. 3</b>	Výskyt hemotoraxu po katetrizaci. Vyžaduje invazivní intervenci nebo krevní transfuzi.
<b>Stupeň č. 4</b>	Výskyt hemotoraxu s masivním krvácením, které je život ohrožující. Vyžaduje invazivní intervenci, krevní transfuzi a adekvátní péči na oddělení intenzivní medicíny.



### 5.1.2 Arteriální punkce

Dle SSAI (2014) dochází k arteriální punkci během katetrizace centrálního venózního řečiště přibližně v 6 % případů s následnou arteriální katetrizací v 0,1–1 % případů. Častěji dochází k punkci arterie při pokusu o kanylaci IJV než u SCV (3 % vs 0,5 %). Nejčastěji punktovanou arterií je a. carotis. V důsledku arteriální punkce může dojít k rozvoji dalších komplikací, a to: pseudoaneurysmatu s možnou kompresí nervových struktur, hemotoraxu, hemomediastinu, arteriální trombóze s možným rizikem následné embolizace krevního oběhu nebo srdeční tamponádě. [13, 29]

### 5.1.3 Pneumotorax

Pneumotorax je závažnou mechanickou komplikací vyskytující se u katetrizace horních centrálních žil. Riziko vzniku je vyšší u katetrizace SCV (0,5–2 %) než u IJV (0,2–0,5 %). [27,30] Pneumotorax nemusí být prokázán na rentgenovém snímku ihned po kanylaci, ale může dojít k jeho rozvoji i v pozdní době až po 24–48 hodinách. SSAI ve svých guidelines (2014) doporučují provedení dalšího kontrolního rentgenového snímku v případě výskytu nových respiračních příznaků, nebo když došlo k progresi již přítomných respiračních obtíží spojených s hypoxickým stavem v postkatetrizačním období. [13] Je-li to možné, poloha pacienta pro rentgenový snímek je nejvýhodnější vestoje nebo vsedě, a v expiriu. U pacientů s provedeným rentgenovým snímek v supinní poloze není často pneumotorax identifikovatelný, protože vzduch se zpočátku rozptyluje v nezávislých a mediálních částech hrudníku. Identifikace může být problematická i u snímku vestoje. Pouze když je zvětšen objem vzduchu, se pneumotorax rozšíří a dojde k oddělení pleurálních vrstev. [4, 30]

Pravděpodobnost časného odhalení pneumotoraxu po kanylaci CVK na rentgenovém snímku je přibližně 36 %. To vyplývá z prospektivní studie Rowan at al (2002), kde byla porovnávána přesnost detekce postkaterizačního pneumotoraxu s využitím ultrazvukové kontroly, rentgenového snímku v supinní poloze a počítačovou tomografií (dále jen CT). Alrajhi at al (2012) v systematické review a meta-analýze srovnával využití testů pro detekci pneumotoraxu u suspektních pacientů. Provedení ultrazvuku u pacienta v supinní poloze je přesné s 90,9 % oproti rentgenovému snímku s přesností 50,2 %. Ultrazvuková kontrola je tak považována za jednoduchou a nejpřesnější metodu k potvrzení či vyloučení pneumotoraxu. [30,31,32]

Pacienti s prokázaným pneumotoraxem pociťující dušnost, dráždění ke kašli s poklesem saturace kyslíku v krvi (SpO<sub>2</sub>) pod 90 %, jsou velmi často indikováni k drenáži pleurální dutiny, tj. k zavedení hrudního drénu s následnou evakuací přítomného vzduchu. Přibližně u 30 % případů je zvolena konzervativní terapie bez nutnosti invazivního zajištění pleurální dutiny. [13]

### 5.1.4 Srdeční arytmie

Vznik srdečních arytmií je velmi často během kanylace centrálního venózního řečiště vyvoláváno vodičem nebo samotným katétrem, se kterým je během zavádění všelijak manipulováno a může tak dojít k nechtěnému zavedení do srdeční síně až komory s následnou arytmiickou reakcí. Nejčastějším typem arytmií projevujících se v důsledku centrální kanylace jsou komorové extrasystoly (KES), fibrilace komor nebo supraventrikulární tachykardie. Dle společných terminologických kritérií nežádoucích účinků pro rok 2017 jsou srdeční arytmie klasifikovány do čtyř stupňů dle jejich závažnosti a nutnosti poskytování další terapie (viz tab. č. 3). [8,13, 26]

**Tab. 3 Klasifikace arytmií dle Common Terminology Criteria for Adverse Events (version 5.0)**

Klasifikace arytmií	Projevy arytmií
<b>Stupeň č. 1</b>	Asymptomatologická arytmie nevyžadující intervenci.
<b>Stupeň č. 2</b>	Asymptomatologická nebo symptomatická arytmie vyžadující medicínskou intervenci.
<b>Stupeň č. 3</b>	Symptomatologická arytmie vyžadující urgentní intervenci.
<b>Stupeň č. 4</b>	Symptomatologická život ohrožující arytmie.

### 5.1.5 Žilní vzduchová embolie

Žilní vzduchová embolie patří mezi obávané komplikace kanylace centrálního venózního řečiště, protože je spojena s velmi vysokou mortalitou. SIR (2010) uvádí incidenci vzduchové embolie spojenou s CVK 1 %. Ke vzduchové embolizaci žilního řečiště může dojít jak při zavádění, tak i při extrakci katétru nebo při výměně infuzních setů. U pacientů při vzduchové embolizaci dochází k náhle vzniklé hypotenzi, arytmiím až srdeční zástavě. Pro auskultační nález na srdci je typický šplouchavý zvuk. V případě perzistujícího foramen ovale je riziko embolizace do arteriálního řečiště s rizikem mozkové ischemie. [4,13, 28]

### 5.1.6 Poškození nervové tkáně

Lokální poškození nervové tkáně může vzniknout v důsledku mechanického traumatu jehlou, útlakem nervové tkáně vzniklým hematodem nebo extravazací cytotoxických farmak. Nejčastěji se jedná o poranění nervus phrenicus, vagus nebo plexus brachialis. Neurologické příznaky jsou obvykle pouze dočasné, ale může dojít k trvalému poškození tkáně. Vymizení příznaků do 72 hodin po kanylaci řadí

poškození nervové tkáně mezi minoritní komplikace kanylace centrálního venózního řečiště. Přetrvávání neurologických příznaků po dobu delší než 72 hodin je tak poškození nervové tkáně klasifikováno jako majoritní mechanická komplikace s možností vzniku trvalého poškození. [4,13,26]

### 5.1.7 Poškození cévní stěny

K poškození žilní stěny dnes dochází již velmi zřídka. Nepatří tak mezi obvyklé komplikace vznikající po kanylaci centrálního venosního řečiště. Vlivem mechanického poškození může být příčinou perforace žilní stěny i dráždění stěny chemickými roztoky aplikovanými do CVK. Typicky se projevuje do 7 dnů od zavedení CVK. [6]

V souvislosti se zajišťováním přístupu do centrálního venózního řečiště jsou popsány i komplikace, které jsou spojeny s chybnou katetrizací, při které dochází k intraarteriálnímu zavedení katétru s následným možným poškozením arteriální stěny. U kanylace SCV dochází k nechtěné punkci a. subclavia až u 6 % výkonů, při kterých není využita ultrazvuková kontrola. [13,33] Arterii lze po intraarteriálně zavedeném katétru ošetřit speciálním uzavíracím zařízením (vascular closure device, dále jen VCD), které se využívá i při endovaskulárních výkonech. Důležité je ponechání chybně zavedeného katétru v arterii, přes který bude zavedeno VCD. Tento způsob se využívá u arterií (aa. subclavia, aa. carotis), u kterých není možné provést dostatečnou kompresi po extrakci chybně zavedeného katétru nebo komprese nemůže zabezpečit zástavu krvácení. Při využití VCD dochází u 98 % případů k okamžité hemostáze bez vzniku následných komplikací. Cílem VCD je zabránit chirurgickému operačnímu výkonu. [33]

Velmi vzácnou komplikací je pseudoaneurysma a. vertebralis, které je popisováno v literatuře v souvislosti s centrální venosní katetrizací pouze pětkrát. [29]

### 5.1.8 Dysfunkce katétru

K poruše funkčnosti katétru může dojít bezprostředně po jeho zavedení. Porucha funkčnosti může nastat v důsledku nesprávného umístění ve venosním řečišti, intraluminální trombózy nebo vlivem fibrinové zátky na distálním konci katétru. Výskyt fibrinové zátky je v literatuře popisován u 47-100 % pacientů s CVK. Fibrinová zátky působí mechanismem jednosměrného ventilu, to znamená (dále jen tzn.) katétr je možné propláchnout, ale bez možnosti aspirace. V případě intraluminálního trombu není možné katétr ani propláchnout a ani z něho aspirovat. Fibrinový plášť, tvořen z trombocytů, svalových buněk a kolagenních vláken, se objevuje již po 24 hodinách od inserce katétru do centrálního venosního řečiště a je podkladem pro vznik fibrinové zátky. Přítomnost fibrinového pláště také zvyšuje riziko tvorby intraluminálního trombu, infekčních komplikací a plicní embolie po jeho extrakci. K intraluminální trombóze dochází například při srážení lipidových emulzí a farmak podávaných



do CVK. V tomto případě je velmi důležitá ošetrovatelská péče o CVK v podobě pravidelných proplachů fyziologickým roztokem o minimálním objemu 10 ml. [8,14]

Další možnou příčinou katérové dysfunkce je zalomení katétru, které je možné ověřit stejně tak jako jeho pozici pomocí rentgenového snímku. [8,14, 34]

Vzácnou, ale život ohrožující komplikací spojenou s katérovou dysfunkcí je pinch – off syndrom (dále jen POS). U zavedeného CVK do SCV může dojít k mechanickému stlačení katétru mezi klíční kostí a prvním žebrem. POS se často vyskytuje u CVK zavedeného z infraklavikulárního přístupu, uloženého více mediálně. Podezření na POS by mělo vyvstat tehdy, kdy dochází k dysfunkci katétru při změně polohy krku a paže na příslušné straně, kde je zaveden katétr. Příznaky POS se objevují dříve, pokud CVK slouží pro aplikaci vysokoobjemových či kontinuálních infuzí. Dlouhodobé mechanické stlačování katétru mezi klíční kostí a prvním žebrem může způsobit zlomeninu katétru s možnou embolizací fragmentů katétru do krevního oběhu s následným rozvojem život ohrožujícího srdečního selhání. [34]

### 5.2 Infekční komplikace

Katérové infekce až po septické stavy krevního řečiště spojené se zavedeným CVK jsou spojovány s vyšší morbiditou, mortalitou a prodlouženou dobou hospitalizace, především u pacientů kriticky nemocných a s oslabenou imunitou. [4,26] Mezi nejčastější příčiny katérové sepse lze považovat přenos infekce extraluminální nebo intraluminální cestou. Je prokázáno, že extraluminálně mikrobiálně kolonizace je spojena s trombotickým stavem. Infekční komplikace patří mezi pozdní komplikace. [8,26]

### 5.3 Trombotické komplikace

Při zavádění katétru do centrálního řečiště je nutné prostoupit žilní stěnou, a tím dochází k jejímu poranění a tvorbě nástěnných trombů. Proto ke vzniku trombotických komplikací dochází poměrně často. Tyto tromby mohou následně způsobit i okluzi katétru nebo plicní embolii, dojde-li k uvolnění některého z trombů. Trombotické komplikace jsou častěji popisovány u centrálních venosních katétrů zavedených zleva.[6]

### 5.4 Rizikové faktory pro vznik mechanických komplikací

Pravděpodobnost vzniku mechanických komplikací po kanylaci centrálního venózního řečiště je do značné míry ovlivněna přítomností rizikových faktorů, které jsou kategorizovány do třech základních skupin. [26,27, 30]

### 1. Rizikové faktory související s pacienty;

- Povaha základního onemocnění s přítomností dalších komorbidit (např. plicní emfyzém, chronická obstrukční bronchopneumonie, koagulopatie).
- Anatomické predispozice (abnormální tělesná hmotnost, nepoměr tělesné hmotnosti k výšce, vysoký body mass index (dále jen BMI), vrozené anatomické anomálie – perzistující levostranná horní dutá žíla (PLSVC).
- Kompromitující procedurální nastavení například mechanické plicní ventilace (např. ventilace pozitivním přetlakem).
- Neklidní a nespolupracující pacienti.
- Předchozí operace, traumata nebo radioterapie v oblasti kanylace. Riziko vzniku mechanických komplikací je velmi zvýšeno u pacientů při kanylaci IJV a SCV po klavikulární fraktuře a sternotomii. [35] Poranění hrudníku v minulosti může mít za následek projevení mechanických komplikací kontralaterálně i bilaterálně. [26,30]

### 2. Rizikové faktory související s katétre;

- Přístupové místo a strana pro kanylaci centrálního venosního systému.
- Velikosti katétru zvyšují riziko vzniku vaskulárních komplikací. Například při zavádění dialyzační kanyly je riziko vaskulárních komplikací zvýšeno. [26,30,36]

### 3. Klinické faktory

- Zkušenosti kanylujícího lékaře. Úroveň zkušeností kanylujícího lékaře má zásadní význam. Počet vzniklých mechanických komplikací je téměř poloviční v případě, že inzerci katétru provádí zkušený lékař.
- Využití kontrolovaného zavádění (tj. ultrazvuková navigace nebo skiaskopická kontrola).
- Předchozí katetrizace v souvislosti se zavedeným CVK v minulosti.
- Počet pokusů o kanylaci a inzerci katétru. Riziko vzniku mechanických komplikací je zvýšeno desetkrát při dvou a více pokusech o kanylaci či inzerci.
- Emergentní zavedení CVK nebo plánované zavedení s řádnou přípravou pacienta. [26,30]

## 5.5 Prevence vzniku mechanických komplikací

Prevence vzniku možných komplikací je nedílnou součástí poskytování nejenom intenzivní medicíny. Cílem je vždy minimalizovat dopad invazivních a vyšetřovacích metod na pacienta a zabránit tak vzniku komplikací a iatrogenímu poškození. The American Society of Anesthesiologists (dále jen ASA) se ve svých praktických guidelines pro centrální venózní přístupy (2020) věnuje velmi obsáhle prevenci vzniku mechanických komplikací a poranění po katetrizaci centrálního venózního řečiště. ASA

vytvořila kontrolní checklist pro detekci rizikových faktorů pro vznik komplikací, které kategorizovala dle časového období před, během a po katetrizaci. Checklist je vložen v příloze práce, příloha A. [37]

Podle časové naléhavosti zajištění CVK se odvíjí příprava pacienta. Při plánovaném zavedení jsou známy hodnoty krevního obrazu a koagulačních poměrů, předešlá traumata, operace a anomálie v cílové oblasti. V nutnosti emergentního zajištění nemusejí být všechny informace dostupné a zvyšuje se tak riziko vzniku mechanických komplikací. Stav hemostázy a **hemokoagulace** se velmi výrazně podílí na vzniku komplikací. V případě plánovaného zavádění se nepříznivý stav hemostázy a hemokoagulace řeší podáním substitučních roztoků v podobě trombocytárního koncentrátu, koagulačních faktorů, čerstvě mražené plazmy nebo vitamínu K, aby došlo k dosažení bezpečnějších hodnot pro zavedení CVK. [22, 38]

**Využití ultrazvukové kontroly** při katetrizaci centrálního venózního řečiště se ukázalo díky multicentrickým studiím, zaměřeným na sledování výskytu mechanických komplikací po zavedení CVK, jako velmi důležitý faktor v prevenci vzniku následných komplikací. Zobrazení cílové vény je klinicky velmi užitečné, protože až u 10 % pacientů je přítomna anomálie venózního řečiště případně vena zcela chybí. Kromě cílové vény jsou přehledně zobrazeny i další lokální anatomické struktury. Ultrasonografická kontrola při katetrizaci výrazně zvyšuje úspěšnost prvního vpichu s následnou inzercí do cílové vény. V důsledku opakovaných vpichů při nekontrolovaném zavádění (landmark metoda) může vzniknout hematom, krvácení vyššího stupně s možným rozvojem hemotoraxu nebo pneumotoraxu. Přesto, že je využití ultrazvukové kontroly před či během katetrizace doporučováno, bohužel dnes stále není rutinně při katetrizaci využívána. [6,30,35,39]

Díky vizualizaci anatomických struktur je možno rozlišit venu a arterii. **Punkce arterie** je velmi častou komplikací, zejména během katetrizace IJV. Prevence poškození punktované vény, arterie a okolních anatomických struktur souvisí s výběrem vhodné jehly a její gauge (dále jen G). Siddiq (2016) doporučuje pro centrální venepunkci zvolit jehlu G21, která oproti běžně používané G18 snižuje velikosti punkčního kanálu o 56 %. [18]

**Vzduchová embolie** je jednou z dalších obávaných komplikací, která se může při nebo po zavedení CVK vyskytnout. Během zavádění CVK do IJV a SCV se dá riziko vzniku snížit umístěním pacienta do Trendelenburgovy polohy s hlavou uloženou níže pod horizontální rovinou trupu o 10°- 15°. Dojde tak ke zvýšení pozitivního žilního tlaku, kterého můžeme přechodně docílit i Valsalvovým manévrem, kdy pacient vydechuje proti zavřeným hlasívkám. Po zavedení je důležité udržovat všechny linky uzavřené a dbát zvýšené opatrnosti při jejich manipulaci. [4, 13,18]

Po zavedení CVK je velmi důležité udržet katétr funkční a zabránit jeho možné **dysfunkci** na podkladě okluze intraluminálním trombem nebo fibrinovou zátkou. Obecně jsou přijata opatření, že všechny katétry by měly být proplachovány a uzamčeny zátkou, která slouží jako prevence trombózy. Nejčastěji je tak využíván

0,9% roztok chloridu sodného, tj. fyziologický roztok, citrát sodný a roztoky obsahující heparin. Cílem pravidelných proplachů CVK je odstranění zbytků aplikovaných farmak a shluky fibrinu. Katérová zátka má sloužit jako prevence katérové dysfunkce, když není katétr kontinuálně využíván. Nicméně je publikováno mnoho rozsáhlých ale i různorodých přehledů a analýz o udržování průchodnosti CVK. Často ale tyto informace nejsou publikovány na základě výsledků randomizovaných studií, ale pouze na základě doporučení výrobce. Například frekvence proplachování se liší společnost od společnosti. Typická doporučení pro proplachování CVK je použití minimálně 10 ml fyziologického roztoku po podání tekutiny, farmak, transfuzí a 20 ml fyziologického roztoku po aplikaci roztoků parenterální výživy. Frekvence pravidelných proplachů při kontinuální aplikaci přípravků do CVK je každých 8 nebo 12 hodin (tj. 2krát nebo 3krát denně). Intraluminální zátky se aplikují do lumen katétru o objemu od 1,5 do 3 ml dle velikosti katétru a měly by pokrýt celé lumen, nejlépe přesahovat o 15 až 20 %. Při užití citrátu sodného nesmí být jeho koncentrace vyšší než 4 %, protože může způsobit metabolický rozvrat. Bez ohledu na typ použité zátky je vždy lepší nejdříve z katétru před proplachem aspirovat. Výběr zátek a frekvence proplachování v současné době zcela závisí na zdravotnických zařízeních. [8,40,41]

## 5.6 Role sestry v prevenci vzniku mechanických komplikací

I přesto, že celý výkon kanylace centrálního venózního řečiště s následnou inzercí katétru provádí lékař, může asistující nelékařský zdravotní personál (např. všeobecná sestra) jednotlivými intervencemi ovlivnit a minimalizovat tak riziko možného vzniku mechanických komplikací po kanylaci.

- Na základě indikace lékaře dochází 3 dny před plánovaným zavedením CVK k vysazení chronicky užívaného Warfarinu a pacient je převeden na nízkomolekulární heparin aplikovaný subkutánně. [22]
- Před plánovaným zavedením CVK sestra zajišťuje krevní odběry na hematologické a hemokoagulační vyšetření, které mají vypovídající hodnotu o stavu hemokoagulace a hemostázy. Vyšetření se zaměřuje na hodnoty TRB, INR, a aPTT). [22]
- Sestra zajistí vhodnou a bezpečnou polohu pacienta v závislosti na lékařem zvoleném venosním přístupu a aktuálním stavu pacienta.
  - Pro kanylaci IJV a SCV je doporučováno pacienta uložit do Trendelenburgovy polohy, vypodložit ramena a otočení hlavy na druhou stranu, než je prováděna kanylace.
  - Při kanylaci SCV je doporučováno horní končetinu na kanylované straně připažit a mírným tahem stáhnout končetinu níže.
  - Kanylace FV je prováděna u pacienta vleže na zádech s případně mírně zvednutým trupem a vypodloženým bokem na kanylované straně.

- Má-li pacient problém se setrváním v Trendelenburgově poloze, je možno pacienta do této polohy uložit jen po dobu nezbytně nutnou, a to pro přímou punkci žíly a poté pacienta uvést zpět do tolerované polohy. [6,7,18]
- Během kanylace jsou u pacienta kontinuálně monitorovány a vyhodnocovány fyziologické funkce, konkrétně (pulz, EKG, SpO<sub>2</sub>, a TK) pro případnou detekci odchylek od fyziologických hodnot, které napomáhají včasné odhalit možné mechanické komplikace.
- Sestra k výkonu zajistí veškeré pomůcky potřebné ke kanylaci a k případnému prvotnímu řešení komplikací, které vyvstanou během kanylace, jako je například **tlakový váleček** nebo vak s pískem, který je nutné přiložit na místo vpichu a zajistit tak dostatečnou kompresi po dobu přibližně 10–15 minut po nechtěné punkci arterie. [6,7]
- Mimo přímých pomůcek potřebných ke kanylaci a řešení komplikací je důležité zajistit přístrojovou vybavenost, tj. monitor fyziologických funkcí a dle nejnovějších klinických doporučení ASA (2020) také ultrazvuk, který je nejvhodnější pro tzv. kontrolované zavádění a minimalizaci rizika vzniku mechanických komplikací. Využívání ultrazvukové kontroly během kanylace centrálního venosního řečiště je doporučováno, přesto na mnoha pracovištích je zvyklostí kanylovat Landmark metodou. [6,37]

## 6 Cíle a hypotézy

**Cíl č. 1** Ověřit, které z rizikových faktorů nejvíce ovlivňují vznik časných mechanických komplikací po zavedení CVK.

**1H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi pohlavím a vznikem časných mechanických komplikací.

**2H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi hodnotou BMI a vznikem časných mechanických komplikací.

**3H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi stavem vědomí (hodnoceném GCS) během zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

**4H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi zvolenou lokalizací venózním přístupem a vznikem časných mechanických komplikací.

**5H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi polohou pacienta během zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

**6H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi zaváděním CVK bez ultrazvukové kontroly a vznikem časných mechanických komplikací.

**7H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi počtem vpichů při zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

**8H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi stavem hemostázy a hemokoagulace (definovanými hodnotami INR, aPTT a počtem TRB) a vznikem časných krvácivých komplikací po zavedení CVK.

### 6.1 Operacionalizace položek

Hypotéza **1H0** a **2H0** zkoumala statistickou závislost (sociodemografických) položek (pohlaví a věk) z první části záznamového archu na přítomnost či nepřítomnost časných mechanických komplikací po zavedení CVK z třetí části záznamového archu.

Hypotézy **3H0**, **4H0**, **5H0**, **6H0**, **7H0** a **8H0** zkoumaly, zda existuje statická závislost či nezávislost mezi položkami z druhé části záznamového archu a vznikem časných mechanických komplikací po zavedení CVK ze třetí části záznamového archu. Druhá část archu shrnovala informace o průběhu zavádění CVK.

Hypotéza **3HO** testovala závislost, zda stav vědomí probanda, hodnocené škálou GSC, před kanylací CVK ovlivňuje vznik časných mechanických komplikací po kanylaci.

Hypotéza **4HO** zjišťovala statistickou závislost mezi lokalizací zavedení venosního přístupu a vznikem časných mechanických komplikací.

Hypotéza **5HO** testovala statistickou závislost mezi polohou probanda, ve které se nacházel během kanylace CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

Hypotéza **6HO** zjišťovala, zda je statistická závislost mezi zaváděním CVK landmark metodou (bez ultrazvukové kontroly) a vznikem časných mechanických komplikací.

Hypotéza **7HO** testovala závislost počtu vpichů, které byly potřebné pro úspěšné zavedení CVK na vzniku časných mechanických komplikací.

Hypotéza **8HO** zjišťovala statistikou závislost mezi stavem hemokoagulace a hemostázy (definovaným hodnotami INR, aPTT a počtem TRB) u výskytu časných krvácivých komplikací v podobě lokálního krvácení do podkoží s projevem hematomu až po hemotorax.



## 7 Metodika výzkumu

K realizaci výzkumného šetření a sběru potřebných dat byl zvolen kvantitativní design výzkumu. Získaná data byla zaznamenávána do záznamového archu vlastní konstrukce.

### 7.1 Výzkumný nástroj

Kvantitativní výzkum byl realizován na koronární jednotce krajské nemocnice. Pro účely výzkumu a zaznamenávání získaných dat byl vytvořen záznamový arch vlastní konstrukce, který je rozdělen do pěti částí (viz příloha práce B). Arch je inspirovaný Central Line Insertions Checklist (2020) (viz příloha práce A) vytvořený Americkou společností anesteziologů (ASA), který je prezentovaný v nejnovějších praktických guidlines pro centrální venosní přístupy.

Záhlaví záznamového archu je tvořeno logem Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a identifikačními údaji o zařazených probandech, pořadovým číslem záznamového archu a datem zavedení CVK.

**První část** shromažďuje základní demografické informace o probandech zařazených do výzkumného šetření, tj; pohlaví, věk, výška, váha a hodnota BMI.

Další části záznamového archu se zabývají časovým obdobím před, během a po zavedení CVK a následnou terapií, v případě vzniku mechanických komplikací během katetrizace nebo v postkatetrizačním období.

**Druhá část** vypovídá o zdravotním, fyzickém a psychickém stavu pacienta před zavedením CVK. Zdravotní stav identifikuje základní diagnóza přijatého probanda na oddělení intenzivní péče. Dále pak hodnoty hemokoagulace a hemostázy, konkrétně hodnoty INR, aPTT a TRB, které mohou být ovlivněny chronicky užívanou nebo bezprostředně podanou antikoagulační medikací či přidruženým onemocněním. Důvody potřebnosti zavedení CVK se odvíjejí od základní diagnózy a projevujících se symptomů. Pro kategorizaci pacientů je využito hodnocení stavu vědomí pomocí Glasgow Coma Scale (dále jen GCS).

**Třetí část** obsahuje informace o průběhu zavádění CVK, tj; spolupráce pacienta, která je ovlivněna stavem vědomí – hodnoceném pomocí GCS, poloha pacienta, využití ultrazvukové kontroly během katetrizace, místo zavedení, počet vpichů, než došlo k úspěšné inzerci katétru a informaci o případné punkci arterie, ke které během výkonu může dojít a dochází přibližně v 6 % případů kanylace centrálního venosního řečiště<sup>[13]</sup>

**Čtvrtá část** se věnuje výčtu možných časných mechanických komplikací, které se mohou v postkatetrizačním období objevit.

**Pátá část** shrnuje terapii, která byla poskytnuta probandům v důsledku řešení vzniklých časných mechanických postkatetrizačních komplikací.



## 7.2 Charakteristika výzkumného souboru

Pro potřeby výzkumného šetření a tvorby odpovídajícího výzkumného souboru byl zvolen účelový kriteriální výběr probandů. Do výzkumného souboru byli zařazeni pacienti hospitalizovaní na koronární jednotce intenzivní péče, u kterých byl pro potřeby poskytování intenzivní terapie zaveden netunelizovaný CVK, popřípadě dočasná zevní transvenózní kardiostimulace via IJV, SCV nebo FV, která byla včetně kardiostimulace využívána i jako přístup do centrálního venózního řečiště. Jedná se o pacienty starší 18 let s diagnózami akutního infarktu myokardu, městnavého srdečního selhávání až srdečního selhání, poruchami srdečního rytmu – úplná atrioventrikulární blokáda III. stupně, komorové tachykardie a fibrilace komor, endokarditidy, srdeční tamponády, plicní embolie, kardiogenního šoku, pneumonie, respiračního selhání, renálního selhání, septického šoku a stavů po kardiopulmonální resuscitaci.

Kritérii pro exkluzi pacientů z výzkumného souboru byla diagnóza plicní embolie s trombolytickou terapií, tj. po podání Actylise, která by mohla významně ovlivnit vznik následných mechanických komplikací a pacienti s CVK zavedeným mimo jednotku intenzivní péče, než na které probíhalo výzkumné šetření.

Škála diagnóz pacientů je široká. Koronární jednotka se od 1.4. 2020 stala zástupným pracovištěm oddělení Anesteziologie a resuscitace (ARO) pro pacienty s interní diagnózou z důvodu změny pracovního režimu oddělení ARO, které bylo určeno výhradně pro COVID pozitivní pacienty.

## 7.3 Pilotní studie

Po důkladném seznámení s odbornou literaturou, studiemi a guidelines, které se zabývají problematikou centrálních venózních přístupů, byl vytvořen záznamový arch, kde byly stanoveny možné rizikové faktory, které se mohou podílet na vzniku časných mechanických komplikací po zavedení CVK a uveden výčet možných časných mechanických komplikací, které by se v souvislosti se zajištěním CVK mohly objevit.

Pilotní studie byla provedena v prosinci 2019, do které bylo zařazeno 8 probandů. Po provedení pilotní studie vyvstala potřeba záznamový arch přepracovat. Byla přidána položka antikoagulační terapie, která má jednoznačný vliv na hodnoty INR a aPTT. Dále byla přidána položka do výčtu možných mechanických komplikací, a to malpozice/ dysfunkce katétru, která byla v prvotní verzi opomenuta. Na základě konkrétních indikací pro zajištění přístupu do centrálního venózního řečiště u probandů zařazených do pilotní studie byli dále do výzkumného šetření zařazeni i probandi se zavedenou dočasnou transvenózní kardiostimulací. Probandi z pilotní studie byli zahrnuti do celkové analýzy dat.

## 7.4 Sběr dat

Pro sběr dat bylo důležité získat povolení o provedení výzkumného šetření od náměstkyně pro ošetřovatelkou péči v nemocnici krajského typu. Povolení o provedení výzkumného šetření bylo získáno na podkladě zaslané písemné žádosti, schválené primářem interní kliniky. Z důvodu zachování anonymity zdravotnického zařízení je souhlas uložen u autorky diplomové práce. Sběr dat proběhl v období od 1.12. 2019 – 31.12.2020

O probíhajícím výzkumném šetření byli informováni všichni kolegové pracující na jednotce intenzivní péče a byli požádáni o spolupráci. Jejich spolupráce na sběru dat byla velmi klíčovou. Pečlivě zaznamenávali do předem určené tabulky pacienty, u kterých byl během jejich směny, za mé nepřítomnosti, zaveden CVK spolu se souvisejícími náležitostmi, podle kterých byly následně dohledávány další potřebné informace. O způsobu zaznamenávání byli před zahájením výzkumného šetření řádně edukováni. Potřebná data byla následně získávána studiem zdravotnické a ošetřovatelské dokumentace. Získaná data byla zaznamenána do záznamového archu. Jeden záznamový arch je určen pro jednoho probanda. Veškeré záznamové archy byly vyplněny autorkou diplomové práce.

## 7.5 Zpracování získaných dat

Data získaná výzkumným šetřením byla ze záznamových archů ručně přepsána do datové tabulky v programu Microsoft Excel 2016. Pro základní deskriptivní analýzu byla data převedena do kontingenčních tabulek s využitím hodnot absolutní ( $n$ ) a relativní četnosti (%). Relativní četnost je získávána nejčastěji ze 100 % základu, tj. ze 130 zařazených probandů. Pro hodnocení některých proměnných se může hodnota 100 % základu lišit. Výsledky jsou interpretovány v tabulkách. Pro lepší znázornění některých proměnných jsou výsledky vyobrazeny v grafu pomocí relativních četností. Interpretované statistické hodnoty uvedené v procentech byly zaokrouhleny na jedno desetinné místo.

Pro statistické testy a testování hypotéz byl využit program SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Pro testování hypotéz byly využity dva statistické testy. **Pearsonův chí-kvadrát test**, který je základním a nejpoužívanějším testem nezávislosti. V případě, že nebyla splněna podmínka dobré aproximace, byla zvolena neparametrická alternativa, **Fisherův exaktní test**. Hypotézy byly testované na zvolené hladině významnosti  $\alpha$  0,05. V případě, že signifikace zvoleného testu byla nižší než stanovená hladina významnosti, nulová hypotéza o nezávislosti byla zamítnuta.

Vzhledem k rozsahu a množství zjištěných dat jsou v práci podrobněji interpretovaná pouze data, která souvisí se stanovenými hypotézami.

## 8 Analýza a interpretace výsledků

Do výzkumného souboru bylo zařazeno 130 probandů, kteří byli hospitalizováni ve sledovaném období, tj. od 1.12. 2019 – 31.12.2020 na koronární jednotce a u kterých byl zaveden CVK pro potřebnou intenzivní terapii. Jednotlivé položky jsou řazeny dle posloupnosti v záznamovém archu.

### 8.1 Sociodemografická charakteristika probandů

Sociodemografická data probandů byla získávána v první části záznamového archu.

Tab. 4 Pohlaví probandů

Pohlaví	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>Muž</b>	83	63,90 %
<b>Žena</b>	47	36,10 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Do výzkumného souboru bylo zařazeno celkem 130 probandů, z toho bylo 47 žen (36,10 %) a 83 mužů (63,90 %).

Tab. 5 Věk probandů

Věk	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>19–30</b>	2	1,50 %
<b>31–50</b>	5	3,80 %
<b>51–60</b>	15	11,60 %
<b>61–70</b>	29	22,30 %
<b>71–80</b>	48	37,00 %
<b>81–93</b>	31	23,80 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Ve věku **19-30 let** byli hospitalizováni 2 probandi (1,50 %), tj. nejméně zastoupená věková skupina. Věková kategorie **31-50 let** je zastoupena 5 probandy (3,80 %). 15 probandů (11,60 %) je zařazeno do kategorie **51-60 let**. Do věkové **kategorie 61-70 let** bylo zařazeno 29 probandů (22,30 %). Nejčetněji zastoupenou věkovou

skupinou hospitalizovaných probandů, vyžadující intenzivní péči a zavedení CVK, je věkové rozmezí **71-80 let**, tj 48 probandů (37,00 %). Druhou nejčetněji zastoupenou věkovou skupinou je věkové rozmezí **81-93 let** v počtu 31 probandů (23,80 %).

**Tab. 6** Statistické zhodnocení věku probandů

Proměnná	n	%	Min	Max	Průměr	Medián	Modus	Směr. odchylka
<b>Věk</b>	130	100	19	93	71,2	72,5	80	12,6

n – absolutní četnost, % - relativní četnost, min – minimální věk, max – maximální věk

Průměrný věk probandů je 71,2 let. Nejmladším zařazeným je proband ve věku 19 let a nejstarší ve věku 93 let. Modus věku je 80.

**Tab. 7** Kategorizace probandů dle BMI

BMI	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>&lt; 18,5</b>	2	1,50 %
<b>18,5 – 24,9</b>	26	20,00 %
<b>25 – 29,9</b>	44	33,90 %
<b>30 – 34,9</b>	26	20,00 %
<b>35 – 39,9</b>	17	13,10 %
<b>≥40</b>	15	11,50 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Probandi jsou dle BMI kategorizováni do 6 kategorií. Kategorie s **BMI < 18,5** klasifikovaná jako podváha je zastoupena 2 probandy (1,50 %). BMI v rozmezí **18,5 – 24,9** vypovídá o normální tělesné konstituci v zastoupení 26 probandů (20,00 %). Nadváha popisovaná BMI **25 – 29,9** je shledána u 44 probandů (33,90 %). Obezita je klasifikována od BMI nad 30 a vyskytla se celkem u 58 probandů (44,60 %) v různých stupních. Obezitou I. stupně dle BMI **30 – 34,9** trpí 26 probandů (20,00 %). Obezita II. stupně byla přítomna 17 probandů (13,10 %) s BMI mezi **35 – 39,9**. Morbidní obezitou s **BMI ≥40** trpí 15 probandů (11,50 %).

Tab. 8 Statistické zhodnocení BMI probandů

Proměnná	n	%	Min	Max	Průměr	Medián	Modus	Směr. odchylka
<b>BMI</b>	130	100	17,7	65,7	30,8	29,38	29,38	7,9

n – absolutní četnost, % - relativní četnost, min – minimální BMI, max – maximální BMI

Průměrná hodnota BMI u probandů je 30,8. Tato hodnota se nachází v číselném rozmezí, které určuje obezitu I. stupně. Z toho vyplývá, že průměrný proband zařazený do výzkumného šetření trpí obezitou I. stupně. Nejnižší hodnotou je BMI 17,7 klasifikováno jako podváha a nejvyšší zaznamenaná hodnota BMI je 65,7 klasifikováno jako morbidní obezita. Medián je 29,38 a modus 29,38.

Tab. 9 Kategorizace probandů dle stupně vědomí

GCS	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>15-13 bodů</b>	48	36,90 %
<b>12-9 bodů</b>	20	15,40 %
<b>8-3 bodů</b>	62	47,70 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

U zařazených probandů byla před zavedením CVK zhodnocena úroveň vědomí pomocí bodové škály GCS. Bez poruchy vědomí *GCS 15-13* bylo 48 probandů (36,90 %). Lehkou formou poruchy vědomí definovanou počtem bodů *GCS 12-9* trpělo 20 probandů (15,40 %). Těžká porucha vědomí byla celkem u 62 probandů (47,70 %), kteří byli během kanylace na umělé plicní ventilaci s *GCS 8-3*.

Tab. 10 Statistické zhodnocení poruch vědomí dle GCS

Proměnná	n	%	Min	Max	Průměr	Medián	Modus	Směr. odchylka
<b>GCS</b>	130	100	3	15	8,58	9	3	5,45

n – absolutní počet, % - relativní četnost, min – minimum GCS, max – maximum GCS

Minimální hodnota GCS je 3 body a maximum GCS 15 bodů. Průměrná hodnota je 8,58. To hraničně odpovídá lehké – těžké formě poruchy vědomí. Medián je 9 a modus je 3.

## 8.2 Přehled venózních přístupů a průběhu kanylace CVK

V druhé části záznamového archu byly získávány informace o příjmových diagnózách probandů, důvodu zavedení CVK, průběhu kanylace a volby venózního přístupu, ultrazvukové kontrole a o dosavadní chronické a akutní antikoagulační terapii.

Tab. 11 Přehled příjmových diagnóz probandů

Diagnóza	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>Městnavé srdeční selhání</b>	33	25,40 %
<b>Akutní infarkt myokardu</b>	30	23,10 %
<b>Srdeční zástava s úspěšnou KPR</b>	20	15,40 %
<b>AV blok III. stupně</b>	10	7,70 %
<b>Kardiogenní šok</b>	7	5,40 %
<b>Respirační selhání</b>	7	5,40 %
<b>Infekční endokarditida</b>	4	3,10 %
<b>Septický šok</b>	4	3,10 %
<b>Bradykardie</b>	3	2,30 %
<b>Komorová tachykardie</b>	2	1,50 %
<b>Plicní embolie</b>	2	1,50 %
<b>Pneumonie</b>	2	1,50 %
<b>Renální selhání</b>	2	1,50 %
<b>Srdeční tamponáda</b>	1	0,80 %
<b>Bezvědomí</b>	1	0,80 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Probandi zařazení do výzkumného šetření byli přijímáni na koronární jednotku se 17 různými diagnózami. Velká škála příjmových diagnóz je daná reorganizačními změnami ve zdravotnickém zařízení z důvodu epidemie COVID -19. I přesto jsou v převaze kardiologické diagnózy. S **městnavým srdečním selháním** bylo přijato 33 probandů (25,40 %). Je to nejpočetněji zastoupená příjmová diagnóza. Druhou nejčetněji zastoupenou diagnózou je **akutní infarkt myokardu (AIM)** s četností 30 (23,10 %). Celkem 20 probandů (15,40 %) bylo přijato **po srdeční zástavě s úspěšnou kardiopulmonální resuscitací (KPR)**. S **atrioventrikulární blokádou (AV) III.**

**stupně** bylo přijato 10 probandů (7,70 %). V **kardiogenním šoku** bylo 7 probandů (5,40 %). **Respirační selhání** bylo zaznamenáno u 7 probandů (5,40 %). S **infekční endokarditidou** byli přijati 4 probandi (3,10 %). **Septický šok** se vyskytl u 4 probandů (3,10 %). **Bradykardie** byla залéčena u 3 probandů (2,30 %). **Komorová tachykardie** byla zaznamenána u 2 probandů (1,50 %). **Plicní embolie** bez nutnosti trombolytické terapie – Actylisou byla u 2 probandů (1,50 %). S **pneumonií** se potýkali 2 probandi (1,50 %). S **renálním selháním** byli přijati 2 probandi (1,50 %). **Perikarditidou** trpěl 1 proband (0,80 %) stejně tak jako **fibrilací komor** 1 (0,80 %), **srdeční tamponádou** 1 (0,80 %) a **bezvědomím** nejasné etiologie 1 (0,80 %).

Tab. 12 Důvody kanylace CVK

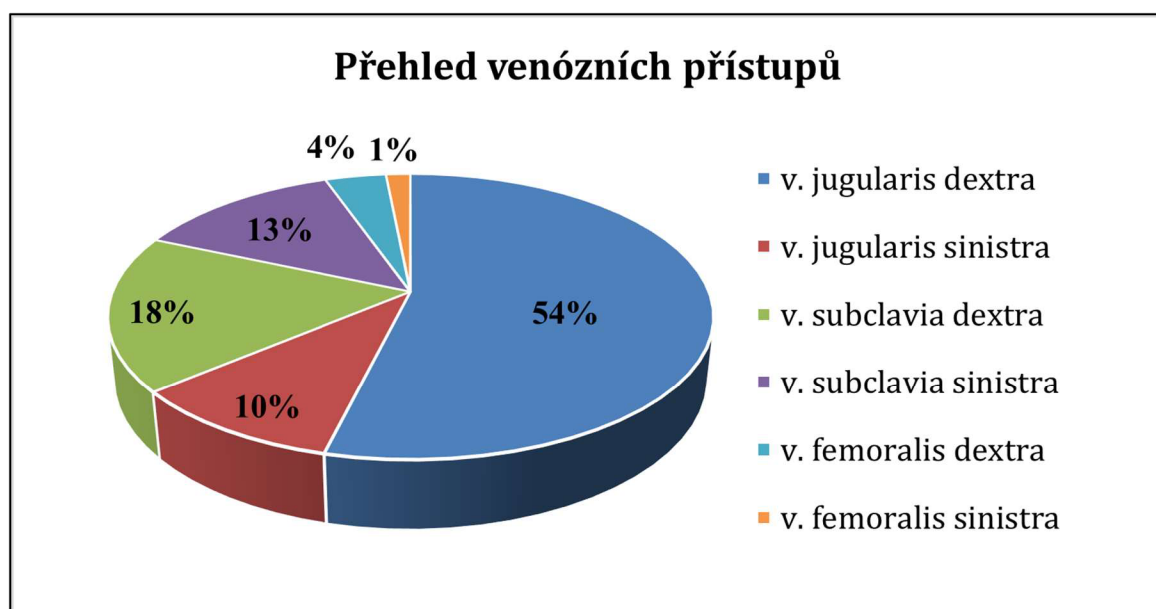
Důvod kanylace CVK	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
Farmakoterapie	107	37,40 %
Měření CVP	103	36,00 %
Oběhová podpora	40	14,00 %
Nemožnost zajištění PŽK	15	5,20 %
Zevní stimulace	14	4,90 %
Volumexpanze	4	1,40 %
Korekce ABR	3	1,10 %
<b>Celkem</b>	<b>286</b>	<b>100,00 %</b>

CVK byl u probandů zaváděn z různých důvodů intenzivní péče. Celkem bylo u 130 probandů shledáno 7 hlavních indikací pro zavedení CVK. Dlouhodobé podávání intravenosní **farmakoterapie** bylo indikováno u 107 (37,40 %) probandů. Potřeba měření **hodnoty centrální venosního tlaku** (CVP) vyvstala u 103 (36,00 %) probandů. **Oběhová podpora** vazopresovy z důvodu hemodynamické nestability byla zahájena u 40 (14,00 %) probandů. U 15 (5,20 %) probandů nebylo možno při příjmu **zajistit periferní venosní přístup** pro zajištění kontinuální intravenosní terapie. Zavedení **zevní transvenosní stimulace** do centrálního venosního řečiště bylo nezbytné u 14 (4,90 %) probandů. **Masivní volumexpanze** byla zahájena u 4 (1,40 %) probandů. U 3 (1,10 %) probandů byl CVK indikován pro potřeby **korekce acidobazické rovnováhy** (ABR).

Tab. 13 Přehled zvolených venózních přístupů

Venózní přístup	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>v. jugularis dextra</b>	70	53,90 %
<b>v. jugularis sinistra</b>	13	10,00 %
<b>v. subclavia dextra</b>	23	17,70 %
<b>v. subclavia sinistra</b>	17	13,00 %
<b>v. femoralis dextra</b>	5	3,90 %
<b>v. femoralis sinistra</b>	2	1,50 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Celkem bylo zavedeno 130 (100,00 %) CVK ze 6 možných venosních přístupů. Nejčetněji zastoupenou lokalizací venosního přístupu je **v. jugularis dextra** s četností 70 (53,90 %). 13 (10,00 %) CVK bylo zavedeno z **v. jugularis sinistra**. Druhou nejčetněji zastoupenou skupinou je venosní přístup z **v. subclavia dextra** s četností 23 (17,70 %). **V. subclavia sinistra** byla využita pro 17 (13,00 %) CVK. U 5 probandů (3,90 %) byl CVK zavedený z **v. femoralis dextra**. Nejméně CVK bylo zavedeno z **v. femoralis sinistra**, a to 2 (1,50 %).



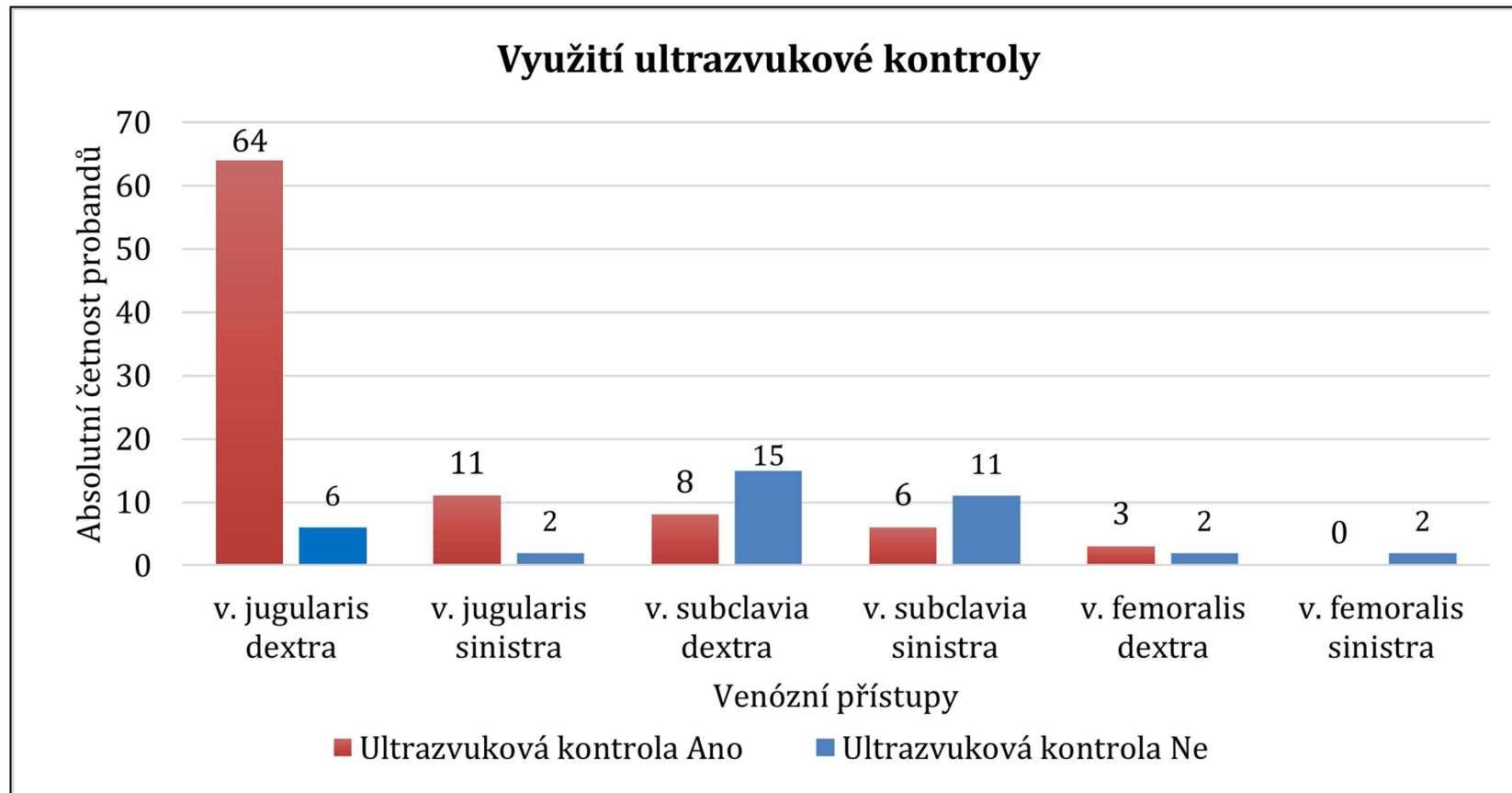
Graf 1 Přehled zvolených venózních přístupů



Tab. 14 Využití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK

Venózní přístup	Ultrazvuková kontrola			
	Ano		Ne	
	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>v. jugularis dextra</b>	64	69,60 %	6	15,70 %
<b>v. jugularis sinistra</b>	11	12,00 %	2	5,30 %
<b>v. subclavia dextra</b>	8	8,70 %	15	39,50 %
<b>v. subclavia sinistra</b>	6	6,50 %	11	28,90 %
<b>v. femoralis dextra</b>	3	3,20 %	2	5,30 %
<b>v. femoralis sinistra</b>	0	0,00 %	2	5,30 %
<b>Celkem</b>	<b>92</b>	<b>100,00 %</b>	<b>38</b>	<b>100,00 %</b>

Ultrazvuková kontrola byla využita celkem u 92 (70,76 %) ze 130 (100,00 %) zavedených CVK. Bez ultrazvukové kontroly bylo zavedeno 38 (29,20 %) CVK z celkového počtu. **V. jugularis dextra** byla pod ultrazvukovou kontrolou kanylovaná nejčastěji, a to celkem u 64 (69,60 %) probandů, pouze 6 (15,70 %) CVK bylo zavedeno bez ultrazvukové kontroly. 11 (12,00 %) CVK zavedených z **v. jugularis sinistra** bylo s ultrazvukovou kontrolou, oproti 2 (5,30 %), které byly bez kontroly. Kontrolované zavádění bylo využito u 8 (8,70 %) CVK kanylovaných z **v. subclavia dextra**. 15 (39,50 %) bylo zavedeno bez ultrazvukové kontroly z **v. subclavia dextra**. Ultrazvuk byl při kanylaci **v. femoralis dextra** využit u 3 (3,20 %) CVK a u 2 CVK (5,30 %) ne. Pod ultrazvukovou kontrolou nebyl zaveden žádný 0 (0,00 %) CVK do **v. femoralis sinistra**, ale bez kontroly byl zaveden u 2 (5,30 %) probandů.



Graf 2 Využití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK

Tab. 15 Přehled poloh a venózních přístupů

Poloha	Četnost	Venózní přístupy						Celkem
		IJV dx	IJV sin	SCV dx	SCV sin	FV dx	FV sin	
Vleže	n	47	8	20	15	5	2	97
	%	67,10	61,50	87,00	88,20	100,00	10,00	74,60
Polosedě	n	21	4	2	2	0	0	29
	%	30,00	30,80	8,70	11,80	0,00	0,00	22,30
Vsedě	n	2	0	0	0	0	0	2
	%	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
Na boku	n	0	1	0	0	0	0	1
	%	0,00	7,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
Trendelenburgova	n	0	0	1	0	0	0	1
	%	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0,80
Celkem	n	70	13	23	17	5	2	130
	%	53,90	10,00	17,70	13,00	3,90	1,50	100,00

n – absolutní četnost, % - relativní četnost, dx – dextra, sin – sinistra, IJV – v. jugularis interna, SCV – v. subclavia, FV – v. femoralis

CVK byly u probandů zaváděny v 5 různých polohách. **Vleže** bylo zavedeno celkem 97 (74,60 %) katétrů. Z těchto 97 bylo zavedeno 47 (67,10 %) do IJV dx, 8 (61,50 %) do IJV sin, 20 (87,00 %) do SCV dx, 15 (88,20 %) do SCV sin, 5 (100,00 %) do FV dx a 2 (10,00 %) FV sin. **V polosedě** bylo zavedeno celkem 29 (22,30 %) CVK. IJV dx byla v polosedě kanylovaná u 21 (30,00 %) probandů, IJV sin u 4 (30,80 %) probandů, SCV dx u 2 (8,70 %) a stejně tak i SCV sin 2 (11,80 %). Pro kanylaci FV dx a FV sin nebyl polosed vhodnou polohou, proto je četnost katétrů zavedených v této poloze 0. **Vsedě** byly zajištěny u probandů pouze 2 (1,50 %) CVK z celkového počtu, a to z venosního přístupu IJV dx 2 (2,90 %) z celkového počtu IJV dx katétrů. **Na boku** byla kanylovaná IJV sin u 1 (7,70 %) probanda, z celkového počtu katétrů 1 (0,80 %). **Trendelenburgova poloha** byla zvolena pro kanylaci SCV dx u 1 (4,30 %) probanda, z celkového počtu katétrů 1 (0,80 %).

Tab. 16 Přehled počtů vpichů při zavádění CVK

Počet vpichů	Četnost	Venózní přístupy						Celkem
		IJV dx	IJV sin	SCV dx	SCV sin	FV dx	FV sin	
1	n	43	8	20	12	3	2	88
	%	48,90	9,10	22,70	13,60	3,40	2,30	67,70
2	n	16	2	0	4	0	0	22
	%	72,70	9,10	0,00	18,20	0,00	0,00	16,90
3	n	5	3	2	1	0	0	11
	%	45,40	27,30	18,20	9,10	0,00	0,00	8,50
4	n	3	0	1	0	0	0	4
	%	75,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	3,10
5	n	2	0	0	0	1	0	3
	%	66,70	0,00	0,00	0,00	33,30	0,00	2,30
8	n	1	0	0	0	0	0	1
	%	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
15	n	0	0	0	0	1	0	1
	%	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,80
Celkem	n	70	13	23	17	5	2	130
	%	53,90	10,00	17,70	13,00	3,90	1,50	100,00

n – absolutní četnost, % - relativní četnost, dx – dextra, sin – sinistra, IJV – v. jugularis interna, SCV – v. subclavia, FV – v. femoralis

CVK byl do venosního řečiště zaveden různým počtem vpichů. **1 vpíchem** bylo zavedeno 88 (67,70 %) CVK. IJV dx v 43 (48,90) případech, IJV sin v 8 (9,10 %) případech, SCV dx ve 20 (22,70 %) případech, SCV sin ve 12 (13,60 %) případech, FV dx ve 3 (3,40 %) případech a FV sin ve 2 (2,30 %) případech z celkového počtu jednotlivých venosních přístupů. **2 vpíchy** bylo zavedeno celkem 22 (16,90 %) CVK. Z tohoto počtu jich bylo 16 (72,70 %) zavedeno do IJV dx, 2 (9,10 %) do IJV sin 4 (18,20 %) do SCV sin. **3 vpíchy** bylo zavedeno 11 (8,50 %) CVK. IJV dx v 5 (45,40 %) případech, IJV sin ve 3 (27,30 %) případech, SCV dx ve 2 (18,20 %) případech a SCV sin v 1 (9,10 %) případě. **4 vpíchy** byly zavedeny 4 (3,10 %) CVK. 3 (75,00 %) do IJV dx a 1 (25,00 %) do SCV dx. **5 vpíchy** byly zavedeny 3 (2,30 %) CVK z celkového počtu. 2 (66,70 %) CVK byly zavedeny do IJV dx a 1 (33,30 %) do FV dx. **8 vpíchy** byl zaveden 1 (0,80 %) CVK z celkového počtu do IJV dx. **15 vpíchy** byl zaveden 1 (0,80 %) CVK do FV dx z celkového počtu všech zavedených katétrů.

## 8.3 Stav hemokoagulace a hemostázy probandů

Tab. 17 Přehled antikoagulační terapie probandů

Antikoagulační terapie		Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
Chronická terapie (p.o.)	Kyselina acetylsalicylová 100 mg	23	17,70 %
	Warfarin 5 mg	11	8,50 %
	Eliquis 5 mg	1	0,80 %
Akutní terapie (i.v., s.c.)	Heparin 5 000 IU	9	6,90 %
	Heparin 7 000 IU	2	1,50 %
	Heparin 8 000 IU	1	0,80 %
	Heparin 10 000 IU	1	0,80 %
	Heparin 5 000 IU + Kardegic 500 mg	13	10,00 %
	Heparin 5 000 + Kardegic 250 mg	4	3,10 %
	LMWH	1	0,80 %
Kombinace (p.o., i.v.)	Warfarin, Heparin 5 000 IU + Kardegic 500 mg	2	1,50 %
Bez terapie	–	62	47,70 %
<b>Celkem</b>	–	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

p.o. – per orální užívání, i.v. – intravenosní podání, s.c. – subkutánní podání, IU – mezinárodní jednotka pro vyjádření množství

Chronickou per orální antikoagulační terapii užívalo 35 (26,90 %) probandů přijatých na koronární jednotku. *Kyselinu acetylsalicylovou* v množství 100 mg užívalo 23 (17,70 %) probandů. *Warfarin 5 mg* byl zaznamenán u 11 (8,50 %) probandů. Pouze 1 (0,80 %) proband užíval *Eliquis 5 mg*.

Akutní intravenosní a subkutánní antikoagulační terapie byla aplikovaná 31 (23,90 %) probandům před přijetím nebo při přijetí na koronární jednotku před kanylací CVK. *Heparin 5 000 IU* byl aplikován 9 (6,90 %) probandům. *Heparin 7 000 IU* byl podán 2 (1,50 %) probandům. 1 (0,80 %) probandovi bylo aplikováno *8 000 IU Heparinu*, stejně tak i *Heparin 10 000 IU* 1 (0,80 %) probandovi. Kombinaci *Heparin 5 000 IU + Kardegic 500 mg* byl aplikován 13 (10,00 %) probandům. *Heparin 5 000 IU + Kardegic 250 mg* byl aplikován u 4 (3,10 %) probandů.

1 (0,80 %) proband byl před kanylací CVK po aplikaci **LMWH** (nízkomolekulárního heparinu). Kombinace chronické perorální antikoagulační terapie a akutní intravenózní terapie byla zaznamenána u 2 (1,50 %) probandů (**Warfarin, Heparin 5 000 IU + Kardegic 500 mg**).

**Bez antikoagulační terapie** bylo 62 (47,70 %) probandů.

Tab. 18 Kategorizace probandů dle INR

INR	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>0,80 – 1,20</b>	58	44,60 %
<b>1,21 – 2,0</b>	52	40,00 %
<b>2,1 – 5,0</b>	14	10,80 %
<b>5,1 – 10,0</b>	3	2,30 %
<b>&gt;10,0</b>	3	2,30 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

V normálním referenčním rozmezí **INR 0,80 – 1,20** se nacházelo 58 (44,60 %) probandů. V rozmezí **1,21 – 2,0** bylo 52 (40,00 %) probandů. Zvýšené **INR 2,1 – 5,0** bylo zaznamenáno u 14 (10,80 %) probandů. 3 (2,30 %) probandi měli hodnotu **INR mezi 5,1 – 10,00**. **INR >10** bylo shledáno u 3 (2,30 %) probandů.

Tab. 19 Statistické zhodnocení hodnot INR

Proměnná	n	%	Min	Max	Průměr	Medián	Modus	Směr. odchylka
<b>INR</b>	130	100	0,9	11,1	1,83	1,23	1,04	1,87

n – absolutní počet, % - relativní četnost, min – minimum INR, max – maximum INR

Minimální hodnota INR byla 0,9 a maximální hodnota INR byla 11,1. Průměrná hodnota je 1,83. Tato hodnota se nachází nad horním hraničním intervalem pro normální referenční rozmezí této hodnoty. Medián je 1,23 a modus je 1,04.

Tab. 20 Kategorizace probandů dle aPTT

aPTT	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<b>21,2 – 36 s</b>	79	60,80 %
<b>36,1 – 46,7 s</b>	15	11,50 %
<b>46,8 – 179 s</b>	23	17,70 %
<b>&gt;180 s</b>	13	10,00 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Hodnoty aPTT jsou uváděny v jednotce času – sekunda. V normálním referenčním rozmezí hodnoty **aPTT 21,2 – 36** se nacházelo 79 ( 60,80 %) probandů. Zvýšené hodnoty **aPTT 36,1 – 46,7** byly shledány u 15 (11,50 %) probandů. U 36 (27,70 %) probandů z celkového počtu byla zaznamenána riziková hodnota aPTT, která byla zvýšena o 1,3násobek horního normálního referenčního intervalu (tj. >46,8). **aPTT v rozmezí 46,8 – 179** bylo u 23 (17,70 %) probandů. Hodnota **aPTT >180** byla shledána u 13 (10,00 %) probandů. Maximální měřitelná hodnota aPTT je 180. Přesahuje ji čas 180 sekund, nelze uvést reálnou hodnotu, protože není měřitelná.

Tab. 21 Statistické zhodnocení hodnot aPTT

Proměnná	n	%	Min	Max	Průměr	Medián	Modus	Směr. odchylka
<b>aPTT</b>	130	100	21,2	>180	39,02	32,8	28,3	21,27

n – absolutní počet, % - relativní četnost, min – minimum aPTT, max – maximum aPTT

Minimální získaná hodnota aPTT je 21,2 a maximální hodnota je >180. Průměrná hodnota aPTT je 39,02, která je lehce zvýšena o 3,02 nad horním referenčním intervalem. Medián je 32,8 a modus 28,3.

Tab. 22 Kategorizace probandů dle počtu trombocytů

TRB	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
<20*10 <sup>9</sup>	1	0,80 %
20-50*10 <sup>9</sup>	2	1,50 %
51-149*10 <sup>9</sup>	27	20,80 %
150-400*10 <sup>9</sup>	98	75,40 %
401-650*10 <sup>9</sup>	2	1,50 %
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>100,00 %</b>

Hodnoty trombocytů (TRB) jsou uvedeny v jednotce \*10<sup>9</sup>/l. Těžkou trombocytopenií s počtem **TRB pod <20\*10<sup>9</sup>** je ve výzkumném souboru 1 (0,80 %) proband. Středně těžká trombocytopenie s počtem TRB v rozmezí **20-50\*10<sup>9</sup>** je zaznamenána u 2 (1,50 %) probandů. Lehkou trombocytopenií trpí 27 (20,80 %) probandů s počtem **TRB 51-149\*10<sup>9</sup>**. Normální referenční rozmezí **TRB 150-400\*10<sup>9</sup>** je zastoupeno 98 (75,40 %) probandy. Trombocytózou trpí 2 (1,50 %) probandi s počtem TRB v rozmezí **401-650\*10<sup>9</sup>**.

Tab. 23 Statistické zhodnocení počtu trombocytů

Proměnná	n	%	Min	Max	Průměr	Medián	Modus	Směr. odchylka
<b>TRB</b>	130	100	17	650	217,25	218	193	90,85

n - absolutní počet, % - relativní četnost, min - minimum TRB, max - maximum TRB

Minimální počet TRB, který byl mezi probandy zaznamenán, je 17 a maximální zaznamenaný počet je 650. Průměrná hodnota TRB u probandů je 217,25, která odpovídá hodnotám normálního referenčního rozmezí pro TRB. Medián je 218 a modus 193.



## 8.4 Časné mechanické komplikace po zavedení CVK

Tab. 24 Mechanické komplikace dle lokalizace venosního přístupu

Komplikace	Četnost	Venózní přístupy						Celkem
		IJV dx	IJV sin	SCV dx	SCV sin	FV dx	FV sin	
Krvácení do podkoží	n	15	3	2	3	1	0	24
	%	62,20	12,50	8,30	12,50	4,20	0,00	68,60
Punkce arterie	n	3	0	0	0	1	0	4
	%	75,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	11,40
Malpozice katétru	n	2	0	0	1	0	0	3
	%	66,70	0,00	0,00	33,30	0,00	0,00	8,60
Pneumotorax	n	1	1	0	0	0	0	2
	%	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70
Hemotorax	n	0	0	0	1	0	0	1
	%	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	2,90
Arytmie	n	1	0	0	0	0	0	1
	%	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90
Celkem	n	22	4	2	5	2	0	35
	%	62,90	11,40	5,70	14,30	5,70	0,00	100,00

n – absolutní četnost, % - relativní četnost, dx – dextra, sin – sinistra, IJV – v. jugularis interna, SCV – v. subclavia, FV – v. femoralis

Ve výzkumném šetření bylo u 130 (100,00 %) zařazených probandů zaznamenáno celkem 35 (26,90 %) časně vzniklých mechanických komplikací po neplánovaném zavedení CVK. **Krvácení do podkoží** projevené hematodem v místě vpichu bylo zaznamenáno u 24 (68,60 %) probandů a je to nejčetněji zastoupená komplikace. K **punkci arterie** během kanylace CVK došlo u 5 (11,40 %) probandů. **Malpozice katétru** projevená nefunkčností katétru se vyskytla u 3 (8,60 %) probandů. **Pneumotorax** se vyskytl celkem u 2 (5,70 %) probandů jako komplikace po zavedení CVK do IJV dx a IJV sin. **Hemotorax** byl zaznamenán u 1 (2,90 %) probanda po kanylaci SCV sin. Ke krátkému běhu supraventrikulární **arytmie** došlo během kanylace IJV dx 1 (2,90 %) a po povytažení katétru došlo ke spontánní úpravě EKG rytmu.

Tab. 25 Terapie časných mechanických komplikací

Terapie	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
Konzervativní	25	71,40 %
Konzervativní – komprese	4	11,40 %
Chirurgická	2	5,70 %
Extrakce	3	8,60 %
Změna polohy	1	2,90 %
<b>Celkem</b>	<b>35</b>	<b>100,00 %</b>

U 35 (100,00 %) zaznamenaných časných mechanických komplikací byla zvolena nejčastěji **konzervativní terapie**, a to u 25 (71,40 %) probandů. Konzervativní terapie formou nutné **komprese místa vpichu** byla zvolena u 4 (11,40 %) probandů po punkci arterie. **Chirurgická terapie** byla zvolena u 2 (5,70 %) probandů s postkanylačním pneumotoraxem. **Malpozice katétru** projevená jeho dysfunkcí byla vyřešena jeho extrakcí u 3 (8,60 %) probandů. Změna polohy katétru, konkrétně jeho povytažení, bylo využito u 1 (2,90 %) probanda při krátkém běhu supraventrikulární arytmie při zavedení CVK do venosního řečiště.

## 9 Statistické zhodnocení hypotéz

**1H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi pohlavím a vznikem časných mechanických komplikací.

Tab. 26 Závislost pohlaví na vzniku časných mechanických komplikací

Pohlaví	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
Muži	n	21	62	83
	%	25,30	74,70	
Ženy	n	14	33	47
	%	29,80	70,20	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	100,00

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle pohlaví

Tabulka č. 26 zobrazuje výskyt komplikací dle pohlaví. U 21 mužů (25,30 %) se vyskytly komplikace. U 62 mužů (74,70 %) komplikace nenastaly. Ze 47 žen se vyskytly komplikace u 14 žen (29,80 %), 33 (70,20 %) bylo bez komplikací. Celkem se komplikace po zavedení CVK vyskytly u 35 probandů (26,90 %) ze 130 (100,00 %) zařazených. 95 (73,10 %) probandů bylo bez komplikací. Komplikace po zavedení CVK se nevyskytly ani u třetiny zařazených probandů.

Pomocí *Pearsonova chí-kvadrát testu* byla vypočítaná hodnota **p 0,580**.

### ZÁVĚR 1H0:

Získaná hodnota p 0,580 je vyšší než stanovená hladina významnosti 0,05. Na tomto základě je nulová hypotéza přijata. **Pohlaví nemá vliv na výskyt komplikací po zavedení CVK.** U obou pohlaví se komplikace vyskytly u méně než třetiny probandů.

**2H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi hodnotou BMI a vznikem časných mechanických komplikací.

**Tab. 27** Závislost hodnot BMI na vzniku časných mechanických komplikací

BMI	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
<18,5	n	0	2	2
	%	0,00	100,00	
18,51 - 24,9	n	9	17	26
	%	34,60	65,40	
25,0 - 29,9	n	14	30	44
	%	31,80	68,20	
30,0 - 34,9	n	5	21	26
	%	19,20	80,80	
35,0 - 39,9	n	2	15	17
	%	11,80	88,20	
≥40	n	5	10	15
	%	33,30	66,70	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	100,00

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % - relativní četnost výskytu komplikací  
ve skupině probandů dle BMI

Ve skupině s BMI < 18,5 byli zařazeni 2 probandi. Ani u jednoho z nich se komplikace neobjevily. U 9 probandů (34,60 %) s BMI v rozmezí 18,51-24,9 se komplikace vyskytly. Naopak 17 probandů (64,40 %) bylo bez komplikací. Právě v této skupině je podíl probandů s komplikacemi nejvyšší. Komplikace se objevily u více než třetiny probandů, stejně tomu tak je i ve skupině probandů s BMI od 25- 29,9. Ve skupině probandů s BMI v rozmezí 30-34,9 se komplikace vyskytly méně, a to pouze u 5 (19,20 %) probandů. U probandů s BMI 35-39,9 bylo bez komplikací dokonce 88,80 % probandů oproti 11,80 % s projevenými komplikacemi. V poslední skupině, kdy se hodnoty BMI pohybují nad hranicí ≥ 40, je poměr probandů s komplikacemi

33,3 % vůči 66,70 % bez komplikací. Je zřejmé, že podíl probandů s komplikacemi po zavedení CVK klesá s rostoucím BMI.

Pro testování hypotézy byl zvolen *Personův chí - kvadrát test* se získanou hodnotou **p 0,400**. Vzhledem k tomu, že některé skupiny jsou zastoupeny četnostmi menší než 5, závěr o hypotéze nevytváříme dle signifikance Pearsonova chí-kvadrát testu, ale dle signifikance *Fisherova exaktního testu*, kdy je hodnota **p 0,433**.

**ZÁVĚR 2H0:**

Získaná hodnota p 0,433 pomocí Fisherova exaktního testu je vyšší než stanovená hladina významnosti 0,05. Na tomto základě je nulová hypotéza přijata. **Výskyt komplikací po zavedení CVK je nezávislý na hodnotě BMI.**

**3H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi stavem vědomí (hodnoceném GCS) během zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

**Tab. 28** Závislost stavu vědomí na vzniku časných mechanických komplikací

GSC	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
15-13	n	11	37	48
	%	22,90	77,10	
12-9	n	8	12	20
	%	40,00	60,00	
8-3	n	16	46	62
	%	25,80	74,20	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % - relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle hodnoty GSC

U probandů s hodnotami GSC 15–13 (bez poruchy vědomí) bylo bez komplikací 77,10 % (37) probandů vůči 22,90 % (11) probandů s komplikacemi. U probandů s lehkou formou poruchy vědomí, klasifikující GCS 12-9, bylo bez komplikací 60,00 %

probandů. V poslední a zároveň nejpočetnější skupině, kdy se hodnoty GCS pohybují v rozmezí 8-3, byly shledány komplikace u 16 (45,70 %) probandů.

**ZÁVĚR 3H0:**

Pro testování hypotézy o nezávislosti stavu vědomí na vzniku časných mechanických komplikací po zavedení CVK byl použit *Pearsonův chí-kvadrát test*. Získaná hodnota **p 0,338** je vyšší než stanovená hladina významnosti. Nulová hypotéza je přijata. **Výskyt časných mechanických komplikací po zavedení CVK není závislý na stavu vědomí.**

**4H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi zvolenou lokalizací venózního přístupu a vznikem časných mechanických komplikací.

**Tab. 29** Závislost lokalizace venózního přístupu na vzniku časných mechanických komplikací

Venózní přístup	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
IJV	n	25	58	83
	%	30,10	69,90	
SCV	n	8	32	40
	%	20,00	80,00	
FV	n	2	5	7
	%	28,60	71,40	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	100,00

n - absolutní četnost výskytu komplikací, % - relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle zvolené lokalizace CVK

Nejvíce CVK bylo zavedeno via IJV. Z 83 probandů bylo 58 (69,70 %) bez komplikací. Ve skupině probandů s CVK zavedeným via SCV je bez komplikací 80,00 % probandů. 71,40 % probandů bylo bez komplikací po zavedení CVK z FV.

**ZÁVĚR 4H0:**

Čtvrtá hypotéza testovala závislost mezi zvoleným venózním přístupem a výskytem komplikací. Pomocí *Pearsonova chí – kvadrát testu* byla získána hodnota  $p = 0,463$ . Hodnota  $p$  je vyšší než stanovaná hladina významnosti. Nulová hypotéza je přijata. **Lokalizace venózního přístupu nemá vliv na vznik časných mechanických komplikací.**

**5H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi polohou pacienta během zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

**Tab. 30** Závislost polohy pacienta během kanylace CVK a vzniku časných mechanických komplikací

Poloha	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
Vleže	n	27	70	97
	%	27,80	73,70	
Polosedě	n	6	23	29
	%	20,70	79,30	
Vsedě	n	2	0	2
	%	100,00	0,00	
Trendelenburgova	n	0	1	1
	%	0,00	100,00	
Na boku	n	0	1	1
	%	0,00	100,00	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle polohy při kanylaci CVK

Celkem bylo zaznamenáno 5 poloh, ve kterých se probandi nacházeli při kanylaci CVK. Nejvíce zastoupené jsou polohy vleže a v polosedě. 23 (79,30 %) probandů bylo po kanylaci v polosedě bez komplikací. Vleže se nevyskytly komplikace u 70 (72,20 %) probandů. Ve skupině probandů, kdy se CVK zaváděl v poloze na boku a v Trendelenburgově poloze, se komplikace nevyskytly ani u jednoho probanda. Nutno dodat, že četností zastoupení těchto poloh je vždy po jednom probandu. Opačná

situace nastává u probandů, kterým byl CVK zaveden vsedě. Vsedě byl CVK zaveden u 2 probandů, a u obou se projevil časné mechanické komplikace.

**Závěr 5H0:**

Nulovou hypotézu o nezávislosti polohy během zavádění CVK přijímáme. I přesto, že vsedě byl výskyt časných mechanických komplikací u všech probandů, tj. u 2 osob z celkového počtu 130 respondentů, představuje to pouze 1,50 %. Hodnota  $p$  získaná *Pearsonovým chí-kvadrát testem* **0,148** je vyšší než stanovená hladina významnosti. Poloha během zavádění CVK nemá vliv na výskyt časných mechanických komplikací.

**6H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi zaváděním CVK bez ultrazvukové kontroly a vznikem časných mechanických komplikací.

**Tab. 31** Závislost ultrazvukové kontroly během kanylace CVK a vzniku časných mechanických komplikací

Ultrazvuková kontrola	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
Ano	n	25	67	92
	%	27,20	72,80	
Ne	n	10	28	38
	%	26,30	73,70	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	100,00

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle využití ultrazvukové kontroly

Tabulka č. 31 zobrazuje výskyt časných mechanických komplikací po zavedení CVK dle ultrazvukové kontroly. U 92 probandů byla ultrazvuková kontrola využita. Z toho bylo 72,80 % probandů bez komplikací. Ke komplikacím došlo jen u 27,20 % probandů. Landmark metodou, tedy bez ultrazvukové kontroly, byl zaveden CVK u 38 probandů (29,20 % z celkového počtu zařazených probandů). Komplikace se po zavedení vyskytly u 10 probandů (26,30 %). Bez komplikací bylo 73,70 % probandů.



**Závěr 6H0:**

Šestá hypotéza byla testována pomocí *Pearsonova chí-kvadrát testu*. Získaná p hodnota **0,920** je nad stanovenou hladinou významnosti. Nulovou hypotézu o nezávislosti zavádění CVK bez ultrazvukové kontroly přijímáme. **Kanylace bez ultrazvukové kontroly nemá vliv na výskyt časných mechanických komplikací po zavedení CVK.**

**7H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi počtem vpichů při zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.

**Tab. 32** Závislost počtu vpichů na vzniku časných mechanických komplikací

Počet vpichů	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
1-2	n	24	86	110
	%	21,80	78,20	
3-4	n	7	8	15
	%	46,70	53,30	
5 a více	n	4	1	5
	%	80,00	20,00	
Celkem	n	35	95	130
	%	26,90	73,10	100,00

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle počtů vpichů

Hypotéza testuje závislost mezi počtem vpichů a výskytem komplikací. Počet vpichů je rozdělen do intervalů 1-2, 3-4 a více jak 5. Ve skupině probandů s nejmenším počtem vpichů je 86 (78,20 %) probandů bez komplikací. Komplikace se vyskytly u 24 (21,80 %) probandů. Celkový počet probandů v této skupině je 110 (84,60 %) z celkového počtu probandů ve výzkumném souboru. U probandů, kterým byl CVK zaveden 3-4 vpichy, hlásilo komplikace 7(46,70 %) a bez komplikací bylo 8 (53,80 %) probandů. Ve skupině probandů s 5 a více vpichy se komplikace vyskytly u 80,00 % probandů.

**Závěr 7H0:**

Hypotéza byla testována pomocí *Fisherova exaktního testu*. Získaná hodnota **p 0,003** je nižší než stanovená hladina významnosti. Nulová hypotéza je zamítnuta. **Počet vpichů během zavádění CVK má vliv na vznik časných mechanických komplikací.**

**8H0:** Nebude statisticky významná závislost mezi stavem hemostázy a hemokoagulace (definovanými hodnotami INR, aPTT a počtem TRB) a vznikem časných krvácivých komplikací po zavedení CVK.

Tab. 33 Výskyt krvácivých komplikací dle hodnot INR

Hodnoty INR	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
0,8-1,2	n	6	52	58
	%	10,30	89,70	
	$\Delta$	-2,9	2,9	
1,21-2	n	15	37	52
	%	28,80	71,20	
	$\Delta$	1,5	-1,5	
2,1-5	n	4	10	14
	%	28,60	71,40	
	$\Delta$	0,6	-0,6	
5,1-10	n	1	1	2
	%	50,00	50,00	
	$\Delta$	0,9	-0,9	
>10	n	3	1	4
	%	75,00	25,00	
	$\Delta$	2,6	-2,6	
Celkem	n	29	101	130
	%	22,30	77,70	100,00

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle hodnoty INR,  $\Delta$  – adjustované reziduum

Tabulka č. 33 zobrazuje výskyt komplikací dle hodnot INR. Nejpočetněji je zastoupena skupina s hodnotami INR ve fyziologickém rozmezí 0,8 – 1,2. Celkem bylo ve fyziologickém referenčním intervalu 58 probandů. U 6 (10,30 %) probandů se komplikace vyskytly, 52 (89,70 %) bylo bez krvácivých komplikací. Podobné výsledky jsou i ve skupině s INR v rozmezí 1,21 – 2 a 2,1 -5. 71,20 % probandů ve skupině s INR v rozmezí 1,21 – 2 bylo bez komplikací. Krvácivé komplikace v tomto rozmezí byly zaznamenány u 28,80 %. V intervalu INR 2,1 – 5 bylo bez komplikací 71,40 % ku 28,60 % probandů s výskytem krvácivých komplikací. Opačná situace je ve skupině probandů s INR > 10. V této skupině se vyskytly krvácivé komplikace až u 75,00 % probandů.

**Závěr 8H0<sup>1</sup>:**

Pro testování hypotézy byl zvolen *Fisherův exaktní test* se získanou exaktní signifikancí **0,004**. Nulová hypotéza je zamítnuta. **Hodnoty INR mají vliv na výskyt krvácivých komplikací po zavedení CVK**. Pro určení významných rozdílů, je potřebná hodnota adjustovaného rezidua ( $\Delta$ ). Hodnoty mimo interval -1,96 až 1,96 představují rozdíly. Rozdíly jsou jak v první, tak v poslední skupině probandů.

Tab. 34 Výskyt krvácivých komplikací dle hodnot aPTT

Hodnoty aPTT	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
21,2-36	n	9	70	79
	%	11,40	88,60	
	$\Delta$	-3,7	3,7	
36,1 - 46,7	n	5	10	15
	%	33,30	66,70	
	$\Delta$	1,1	-1,1	
46,8 - 179	n	10	13	23
	%	42,50	56,50	
	$\Delta$	2,7	-2,7	
>180	n	5	8	13
	%	38,50	61,50	
	$\Delta$	1,5	-1,5	
Celkem	n	29	101	130
	%	22,30	77,70	100,00

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle hodnoty aPTT,  $\Delta$  – adjustované reziduum

Předposlední hypotéza zkoumá vztah mezi hodnotami aPTT a výskytem krvácivých komplikací. Ve fyziologickém rozmezí hodnot aPTT nebyly shledány komplikace u 70 (88,60 %) probandů. Ve skupině probandů s lehce zvýšenou hodnotou aPTT se komplikace nevyskytly u 10 (66,70 %) probandů. Nejvyšší vyrovnanost je ve skupině probandů, kdy je hodnota aPTT nad horním referenčním intervalem a je tak považována za rizikovou (aPTT 46,8 – 179). Krvácivé komplikace se v této skupině nevyskytly u 13 (56,50 %) probandů. Podíl lidí bez výskytu krvácivých komplikací ve skupině probandů s hodnotou aPTT > 180 je 61,50 %.

**Závěr 8H0<sup>2</sup>:**

Stejně jako v předešlém případě **nulovou hypotézu o nezávislosti zamítáme**. Stav koagulace definovaný hodnotou aPTT má vliv na výskyt krvácivých komplikací po zavedení CVK. Získaná hodnota **p 0,001** pomocí *Fisherova exaktního testu* je menší než stanovená hladina významnosti.

Tab. 35 Výskyt krvácivých komplikací dle počtu TRB

Hodnoty TRB	Četnost	Výskyt komplikací		Celkem
		Ano	Ne	
>20	n	1	0	1
	%	100,00	0,00	
21-50	n	1	1	2
	%	50,00	50,00	
51-150	n	6	22	28
	%	21,40	78,60	
151-400	n	20	77	97
	%	20,60	79,40	
401-650	n	1	1	2
	%	50,00	50,00	
Celkem	n	29	101	130
	%	22,30	77,70	

n – absolutní četnost výskytu komplikací, % – relativní četnost výskytu komplikací ve skupině probandů dle počtu trombocytů. Hodnoty trombocytů (TRB) jsou uvedeny v jednotce \*10<sup>9</sup>/l.

Poslední hypotéza se zabývá vztahem mezi počtem trombocytů a výskytem krvácivých komplikací po zavedení CVK. Těžká trombocytopenie s hodnotou trombocytů < 20 se vyskytla u 1 probanda, který měl po zavedení krvácivé komplikace. Početněji je zastoupena skupina s počtem trombocytů v rozmezí 51-150. Středně těžkou trombocytopenií trpěli 2 probandi. Poměr komplikací a stavu bez komplikací po zavedení CVK je 1:1. Stejně zastoupení i poměr výskytu je i ve skupině probandů s počtem trombocytů v rozmezí 401-650, zde se jedná naopak o trombocytózu. Ve skupině probandů s lehkou trombocytopenií 51-150 je bez komplikací

22 (78,60 %) probandů. Ještě vyšší podíl probandů bez krvácivých komplikací je ve skupině definované fyziologickým počtem trombocytů 151-400. Zde bylo bez komplikací 77 (79,40 %) probandů po zavedení CVK.

**Závěr 8H0<sup>3</sup>:**

Získaná p hodnota zvoleného *Fisherova exaktního testu* **0,178** je vyšší než stanovená hladina významnosti. Nulová hypotéza je přijata. **Počet trombocytů nemá ve výzkumném souboru vliv na výskyt krvácivých komplikací po zavedení CVK.**

## 10 Diskuze

Diplomová práce se zabývá sledováním a analýzou vzniku časných mechanických komplikací po zavedení CVK na koronární jednotce krajské nemocnice. Zavedení CVK patří mezi základní intervence při poskytování intenzivní péče a je tak její nedílnou součástí. Celkem bylo ve sledovaném období zavedeno 130 CVK. U 35 probandů (26,90 %) došlo po zavedení CVK ke vzniku časných mechanických komplikací, z toho 29 (22,30 %) probandů mělo podobu krvácivých komplikací. 95 (73,10 %) probandů, bylo po zavedení CVK bez jakýchkoliv komplikací. Cílem práce bylo ověřit, které z rizikových faktorů nejvíce ovlivňují vznik časných mechanických komplikací po zavedení CVK. Celkem bylo stanoveno 8 hypotéz, z toho jedna byla vícečetná. Diskutovány budou výsledky 4 testovaných hypotéz.

### **4H0: Nebude statisticky významná závislost mezi zvolenou lokalizací venózního přístupu a vznikem časných mechanických komplikací.**

IJV patří mezi nejčastěji zvolené venózní přístupy pro kanylaci CVK.<sup>[7,13]</sup> S tímto tvrzením se shodují. CVK via IJV byl ve výzkumném souboru zaveden u 83 (63,90 %) probandů. Závislost lokalizace CVK na vzniku časných mechanických komplikací po zavedení CVK testovala hypotéza č. 4. Statistická závislost se ve výzkumném souboru nepotvrdila. Lokalizace CVK nemá vliv na vznik časných mechanických komplikací ( $p=0,463$ ). S tímto zjištěním se neshodují s mnoha autory.

Eisen et al (2006) ve své studii uvádí, že při kanylaci SCV bylo zaznamenáno výrazně více časných mechanických komplikací než při kanylaci IJV nebo FV. Při kanylaci SCV byl zaznamenán výskyt komplikací u 39,00 %, při IJV u 33,00 % a při FV u 24,00 %.<sup>[42]</sup> Ve výzkumném souboru byly komplikace po zavedení CVK u probandů při kanylaci SCV zaznamenány u 20,00 %, při IJV u 30,10 % a při FV u 28,60 %. Největší rozdíl ve výskytu komplikací mezi mým výzkumným souborem a souborem Eisen et al (2006) je u CVK zavedeného via SCV, a to 8,90 %. Výskyt komplikací u IJV a FV je obdobný. Dle Hideman et al (2017) je výskyt časných mechanických komplikací u SCV daleko také daleko vyšší než u IJV (21,40 % vs 7,80 %).<sup>[43]</sup> Riziko pneumotoraxu je při kanylaci SCV výrazně zvýšeno, než při kanylaci IJV či FV, uvádí Björkander et al (2018).<sup>[27]</sup> Sazdov et al (2017) zmiňuje, že pneumotorax je nejčastější komplikací při kanylaci SCV.<sup>[44]</sup> V mém výzkumném souboru byl pneumotorax zaznamenán dvakrát (5,72 %). Ani jednou při kanylaci SCV, ale oba při kanylaci CVK via IJV. Pro IJV a FV popisuje jako nejčastější komplikaci arteriální punkci.<sup>[44]</sup> V mém výzkumném souboru patřilo mezi nejčastější komplikace při kanylaci IJV a i zbylých ostatních (SCV a FV) krvácení do podkoží, a to v 68,60 % případech. Punkce arterie byla zaznamenána jako druhá nejčastější komplikace celkem čtyřikrát (11,40 %), z toho třikrát u IJV a jednou u FV.<sup>[27,42-44]</sup>

Lokalizace venózního přístupu CVK má vliv na výskyt časných mechanických komplikací dle výše uvedených autorů.

### **6H0: Nebude statisticky významná závislost mezi zaváděním CVK bez ultrazvukové kontroly a vznikem časných mechanických komplikací.**

Hypotéza testovala závislost vzniku časných mechanických komplikací po zavedení CVK bez ultrazvukové kontroly. Ve výzkumném souboru byl CVK pod ultrazvukovou kontrolou zaveden u 70,80 % probandů. Bez ultrazvukové kontroly neboli Landmark metodou byl CVK zaveden u 29,20 %. Při ultrazvukové kontrole se časné mechanické komplikace objevily u 27,20 %, při Landmark metodě u 26,30 %. Procentuální výskyt komplikací je u obou skupin obdobný. Ve studii Sazdov et al (2017) se časné mechanické komplikace při Landmark metodě objevily u 14,50 % a při kontrolované kanylaci CVK ultrazvukem u 4,00 %.<sup>[44]</sup> Zde je vidět daleko větší rozdíl mezi podílem vzniklých komplikací. Ve studii Björkander et al (2018) byla ultrazvuková kontrola během zavádění CVK využita u 49,00 % probandů.<sup>[27]</sup> Brass et al (2015) v systematickém přehledu uvádí, že při použití ultrazvukové kontroly se redukuje vznik časných mechanických komplikací po zavedení CVK o 71,00 %, riziko arteriální punkce během kanylace o 72,00 %, zkracuje se čas úspěšného zavedení o 30,5 s a snižuje počet vpichů potřebných pro úspěšnou kanylaci venózního řečiště. Při kanylaci SCV pod ultrazvukovou kontrolou je riziko nechtěné arteriální punkce sníženo o 79,00 % a vznik hematomu o 74,00 % při srovnání s kanylací CVK Landmark metodou.<sup>[45]</sup> Ultrazvuková kontrola snížila vznik komplikací i ve studii Shin et al (2019). Při kanylaci IJV byly komplikace zaznamenány pouze u 0,1 % a při kanylaci SCV u 0,7 %. Mimo jiné, úspěšnost prvního vpichu při ultrazvukové kontrole je velmi úspěšná, u IJV v 98,40 % a u SCV v 95,9 %. I přesto, že je ultrazvuková kontrola během kanylace SCV velmi obtížná, v porovnání s přístupem z IJV či FV,<sup>[13]</sup> Shin et al (2019) ultrazvukovou kontrolu použili při všech kanylacích SCV.<sup>[46]</sup> Sazdov et al (2017) prezentuje, že v jeho výzkumném souboru patřil přístup z SCV mezi nejčastější, který byl kanylován Landmark metodou v 45,50 % případech.<sup>[44]</sup> V mém výzkumném souboru je to obdobné. Přístup via SCV byl také nejčastěji kanylován Landmark metodou, a to v 65,00 % ze všech CVK zavedených z SCV, a v 20,00 % z celkového počtu zavedených CVK.<sup>[13,27,42,44-46]</sup>

V mém výzkumném souboru se nepotvrdila statistická závislost mezi zaváděním CVK bez ultrazvukové kontroly a následným vznikem časných mechanických komplikací, hodnota ( $p = 0,920$ ). S tímto zjištěním se shodují s Björkander et al (2018), který na základě hodnoty ( $p = 0,8$ ) nepřijal tvrzení, že by zavádění CVK pod ultrazvukovou kontrolou v jeho výzkumném souboru snižovalo výskyt časných mechanických komplikací.<sup>[27]</sup>



**7H0: Nebude statisticky významná závislost mezi počtem vpichů při zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací.**

Závislost počtu vpichů pro úspěšné zavedení CVK a následný vznik časných mechanických komplikací testovala **hypotéza 7H0**.

Počet vpichů potřebných pro úspěšnou kanylaci centrálního venózního řečiště a inserce CVK je závislý na několika faktorech, jak ze strany pacienta, tak faktorů klinických a typu zvoleného CVK.<sup>[30]</sup> Nulovou hypotézu o nezávislosti počtů vpichů na vzniku časných mechanických komplikací jsem na výzkumném souboru testovala a následně zamítla. S rostoucím počtem vpichů se zvyšuje počet výskytu časných mechanických komplikací. Při kanylaci CVK, ke kterému bylo zapotřebí provést 1–2 vpichy hlásilo komplikace 21,80 % probandů. Oproti tomu při kanylaci CVK 5 a více vpichy, se komplikace objevily u 80,00 % probandů.

Tsotsolis et al (2015) ve své studii uvádí, že riziko vzniku časných mechanických komplikací se zvyšuje až 10krát při dvou a více vpiších.<sup>[30]</sup> Počet vpichů jako rizikový faktor byl vytyčen a sledován i v prospektivní kontrolované multicentrické observační studii Adriana et al (2019).<sup>[26]</sup> Björkander et al (2018) se v retrospektivní multicentrické studii zabývá rizikovými faktory a incidencí časných mechanických komplikací po zavedení CVK. Více jak 2 vpichy potřebné pro zavedení CVK jsou pro vznik komplikací rizikové. Při každém průchodu jehlou kůží, podkožím a cévní stěnou dochází k traumatu okolní tkáně a zvyšuje se tak i riziko náhodné arteriální punkce. Arteriální punkci ovšem nepovažuje za komplikaci, ale jako významný rizikový faktor, který se podílí na vzniku časných mechanických komplikací jako je krvácení 2.-4. stupně a pneumotorax.<sup>[27]</sup>

**8H0: Nebude statisticky významná závislost mezi stavem hemostázy a hemokoagulace (definovanými hodnotami INR, aPTT a počtem TRB) a vznikem časných krvácivých komplikací po zavedení CVK.**

Poslední testovanou hypotézou byla vícečetná hypotéza, která ověřovala statistickou závislost stavu hemostázy a hemokoagulace na vzniku časných krvácivých komplikací po zavedení CVK. Hypotéza o závislosti stavu hemostázy a hemokoagulace byla rozdělena do dílčích hypotéz dle hodnoty, která byla testovaná ve vztahu se vznikem krvácivých komplikací. Björkander et al (2018) a Kander et al (2013) považují pacienty za koagulopatické při hodnotách INR > 1,8, aPTT > 45 s a při počtu trombocytů < 50\*10<sup>9</sup>. Společnost intervenčních radiologů (2018) uvádí, že při kanylaci CVK je bezpečná hodnota INR 2 za předpokladu dostatečného množství trombocytů, tj. 50 \*10<sup>9</sup>/l.<sup>[8,27,47]</sup>

Ve výzkumném souboru se nacházeli převážně probandi s kardiologickou diagnózou, kterým byla aplikovaná akutní antikoagulační terapie (i.v., s.c.) v podobě Heparinu, Kardegicu nebo nízkomolekulárního heparinu (LMWH) nebo byli probandi

chronickými uživateli perorální antikoagulační terapie kyselinou acetylsalicylovou, Warfarinem či léčivý ze skupiny nových perorálních antikoagulancií (NOAC) – Eliquis (apixaban).

Celkem bylo ve výzkumném souboru 52,30 % probandů se systémovou antikoagulační terapií, bez antikoagulační terapie bylo 47,70 % probandů. Krvácivé komplikace 1. a 2. stupně dle (Common Terminology Criteria for Adverse Events, Version 5.0)<sup>[26]</sup> se po zavedení CVK objevily u 22,30 % probandů. Krvácení 3. stupně, charakterizované výskytem hemotoraxu s konzervativní terapií bylo shledáno v 1 případě ze všech zjištěných krvácivých komplikací, a to v 3,45 %. Ve studii Björkander et al (2018) se krvácivé komplikace 1. a 2. stupně vyskytly u 0,80 %, z toho 0,20 % bylo klasifikováno jako krvácení 3. a 4. stupně.<sup>[27]</sup> Kander et al (2013) ve své studii uvádí výskyt krvácivých komplikací 1. a 2. stupně u 0,90 %. Výskyt krvácivých komplikací 3. a 4. stupně nebyl zaznamenán. Nízký výskyt krvácivých komplikací se pravděpodobně odráží od včasné detekce koagulopatických pacientů a jejich následné terapie. Celkem bylo shledáno 204 (11,78 %) koagulopatických pacientů (INR >1,8, aPTT > 45 s, TRB < 50\*10<sup>9</sup>/l). Z toho bylo u 89,00 % pacientů s trombocytopenií (TRB < 50\*10<sup>9</sup>/l) aplikováno 1 hodinu před kanylací CVK 1 či více transfuzních jednotek trombocytů. 8,00 % pacientů z prodlouženým časem aPTT obdrželo před výkonem čerstvě mraženou plazmu. 2 ze 36 pacientů se zvýšenou hodnotou INR > 1,8 byl aplikován protrombinový komplex.<sup>[47]</sup> Substituce hemokoagulačních faktorů a korekce hemostázy u koagulopatických pacientů před zaváděním CVK je doporučována a uváděna i v klinických guadlines SSAI (2014).<sup>[14,22,38]</sup>

Přesto, že je korekce a substituce u koagulopatických doporučována, v případě probanda z mého výzkumného souboru, u kterého došlo po zavedení CVK ke vzniku krvácení 3. stupně s následným rozvojem hemotoraxu, provedena nebyla. Hodnota INR 9,31 velmi výrazně přesahovala fyziologické rozmezí, hodnota aPTT byla > 180 s a počet trombocytů 193 se nacházel ve fyziologickém rozpětí. Pacient byl přijímán na koronární jednotku s diagnózou kardiogenního šoku na podkladě akutního infarktu myokardu a bylo zapotřebí rychlé zajištění CVK pro aplikaci hemodynamické podpory katecholaminy, následné farmakoterapie a pro krevní odběry. Z důvodu šokového stavu a centralizace oběhu nebylo možné provést krevní odběry před kanylací z periferní žíly ani z arterie. Odběry provedeny až po zavedení CVK, kde byly zjištěny výrazně zvýšené hodnoty INR a aPTT, po kombinaci chronické antikoagulační perorální terapie Warfarinem a intravenózní aplikace 5 000 IU Heparinu a 500 mg Kardegicu v přednemocniční péči. K rozvoji hematomu v místě vpichu došlo bezprostředně po kanylaci a po 24 hodinách byl na kontrolním rentgenovém snímku rozpoznán hemotorax s následnou konzervativní terapií. Kardiologičtí pacienti velmi často vyžadují specifickou antikoagulační léčbu a stávají se tak více rizikovými než pacienti bez antikoagulační terapie. Procentuální výskyt krvácivých komplikací po zavedení CVK může být zvýšený z tohoto důvodu, oproti výsledkům Björkander et

al (2018), který sledoval výskyt komplikací v pěti švédských nemocnicích a Kander et al (2013) v jedné švédské nemocnici na oddělení intenzivní a perioperační péče. [27, 47]

### **8H0<sup>1</sup>: Nebude statická závislost mezi hodnotou INR a vznikem časných krvácivých komplikací po zavedení CVK.**

Zvýšená hodnota INR (neboli prodloužení protrombinového času) může být ovlivněno nedostatkem vitamínu K, warfarinovou terapií, nedostatečnou syntézou VII faktoru při jaterním onemocnění nebo při jeho zvýšené spotřebě při diseminované intravaskulární koagulopatii. U pacientů se zvýšenou hodnotou INR se doporučuje substituce koagulačních faktorů, například podáním protrombinového komplexu nebo aplikace vitamínu K. [14,38,47]

Ve výzkumném souboru se ve fyziologickém rozmezí hodnot INR 0,8 – 1,2 nacházelo 58 (44,62 %) probandů, z toho se krvácivé komplikace 1. a 2. stupně po zavedení CVK vyskytly u 10,30 % probandů. U probandů s rizikovým INR > 2 se krvácivé komplikace objevily v 31,00 %. U 1 probanda se zvýšeným INR 9,31 se po zavedení CVK objevila krvácivá komplikace 3. stupně – hemotorax s následnou konzervativní terapií. Hypotéza o statistické nezávislosti hodnot byla zamítnuta. Hodnoty INR mají vliv na výskyt časných krvácivých komplikací po zavedení CVK. Se zjištěním se shodují s Kander et al (2013), Weerdt et al (2017), Frykholm et al (2014), Björkander et al (2018). [13,27,38,47]

### **8H0<sup>2</sup>: Nebude statická závislost mezi hodnotou aPTT a vznikem časných krvácivých komplikací po zavedení CVK.**

Za rizikovou hodnotu pro vznik krvácivých komplikací se považuje hodnota zvýšená o 1,3násobek horního referenčního rozmezí fyziologické hodnoty 21–36 s. [47] Dle autorů se riziková hodnota aPTT liší v řádu sekund, Björkander et al (2018) uvádí za rizikovou hodnotu aPTT > 43 s, Kander et al (2013) aPTT > 45 s a Frykholm et al (2014) aPTT > 46,8 s. Pro korekci zvýšeného aPTT se doporučuje před kanylací CVK podání čerstvě mražené plazmy. [13,27,38,42] Ve výzkumném souboru jsou hodnoty aPTT kategorizovány dle referenčního rozmezí dle Frykholma et al (2014). Ve výzkumném souboru byla rizikově zvýšená hodnota aPTT > 46,8 shledána u 27,70 % probandů. Jednalo se především o probandy, kterým byl v přednemocniční péči aplikován intravenózně Heparin z důvodu akutního infarktu myokardu. Výskyt krvácivých komplikací se prokazatelně odvíjí od zvýšené hodnoty aPTT ( $p=0,001$ ). Přesto, že je u pacientů se zvýšenou hodnotou aPTT doporučována před výkonem aplikace čerstvě mražené plazmy, ani u jednoho probanda v mém výzkumném souboru k aplikaci nedošlo. Ve studii Kander et al (2013) byla před zavedením CVK aplikována čerstvě mražená plazma u 6 pacientů, u kterých se hodnota aPTT pohybovala v rozmezí 52–156 s. [47]

### **8H03: Nebude statická závislost mezi hodnotou TRB a vznikem časných krvácivých komplikací po zavedení CVK.**

Počet trombocytů patří mezi základní vyšetřovací parametry při identifikaci stavu hemostázy a hemokoagulace. Trombocytopenie je definovaná sníženým počtem trombocytů oproti fyziologické hladině 151–400\*10<sup>9</sup>/l. Za rizikový se považuje jejich snížený počet < 50\*10<sup>9</sup>/l. [6,13,27,38,47] V případě zjištění těžké trombocytopenie, je dle uvážení lékaře možné aplikovat transfuzní destičkovou terapii s docílením počtu trombocytů alespoň 20 \* 10<sup>9</sup>/l. [8] Hypotézu o nezávislosti počtu trombocytů ve svém výzkumném souboru přijímám. Neprokázala se závislost počtu trombocytů na vzniku krvácivých komplikací. Při vzniku krvácivé komplikace 3. stupně (hemotoraxu) byl počet TRB 193 ve fyziologickém rozmezí. Přestože mnoho autorů uvádí snížený počet trombocytů < 50\*10<sup>9</sup>/l za rizikový pro vznik krvácivých komplikací po zavedení CVK, tak v jejich provedených studiích nebyl přijat jako signifikantní.[6,13,27,38,47] Pouze Zeidler et al (2011) uvádí, že hodnota trombocytů < 20\*10<sup>9</sup>/l měla vliv na výskyt krvácivých komplikací. [48]

Hemosubstituce je při identifikaci rizikových hodnot před zavedením CVK doporučována nejen v klinických guidlines, které byly publikované ve Švédsku (2014).[8,13,38,42] Té je možné před zavedením CVK docílit v případě, že se jedná o plánované zavedení a jsou známy všechny potřebné laboratorní hodnoty. U probandů zaražených do výzkumného souboru se téměř vždy jednalo o emergentní zajištění CVK při příjmu na koronární jednotku bez předchozích laboratorních odběrů krve. Ze všech zaražených probandů mělo 86,20 % kardiologickou diagnózu. 13,80 % probandů s interní diagnózou bylo hospitalizováno na koronární jednotce z důvodu reorganizace intenzivní péče z důvodu covid pandemie. Pro kardiologické pacienty je specifická především antikoagulační terapie, která byla při příjmu na koronární jednotku shledána u 52,30 % probandů. Ať už se jednalo o chronickou perorální antikoagulační terapii, nebo akutní intravenózní terapii aplikovanou v přednemocniční péči, má to vždy vliv na hodnoty hemokoagulace a hemostázy. Přesto, že při přijetí můžeme na základě získaných informací o pacientovi předpokládat, že hodnoty INR a aPTT mohou být zvýšené na základě chronické nebo akutní antikoagulační terapie, rutinně se korekce hemokoagulačního stavu před emergentní kanylací CVK neprovádí. Hodnoty INR, aPTT a TRB jsou ve většině případů známy až po zavedení CVK. Na jednotce, kde probíhal výzkum, není možné bed-side vyšetření těchto parametrů. Tato situace odpovídá tomu, že nejčastěji zaznamenanou časnou mechanickou komplikací je krvácení do podkoží 1. a 2. stupně u 22,30 % a v jednom případě krvácení 3. stupně. Benefit z emergentního zajištění CVK je pro pacienta větší než riziko vzniku krvácivých komplikací.

## 11 Doporučení pro klinickou praxi

CVK je nedílnou součástí při poskytování intenzivní péče. Výzkumné šetření diplomové práce se zabývalo identifikací a verifikací možných rizikových faktorů pro vznik časných mechanických komplikací po zavedení CVK.

Ve výzkumném souboru byl nejčastěji volen přístup via IJV u 63,90 % probandů. CVK zavedený cestou IJV je považován za nejbezpečnější a měl by být upřednostňován před kanylací SCV či FV. Přesto, že se ve výzkumném souboru nepotvrdila závislost mezi zvolenou lokalizací CVK a vznikem časných mechanických komplikací, preference IJV přístupu je doporučována klinickými guidelines.<sup>[13,37,38,42,43,46]</sup>

Počet vpichů potřebných pro úspěšnou inzerci katétru se ve výzkumném souboru pohyboval mezi 1–15 vpichy. Byla potvrzena statistická závislost mezi počtem vpichů a vznikem komplikací. Riziko vzniku komplikací je spojováno již při dvou a více vpiších. S redukcí počtu vpichů by mohlo dojít ke zvýšení podílu pacientů bez projevů časných mechanických komplikací po zavedení CVK. <sup>[27,30]</sup> Jednou z možností, jak je možné snížit počet vpichů při kanylaci CVK, je využití ultrazvukové kontroly během zavádění.

Díky ultrazvuku je možné dobře rozlišit anatomické struktury jako například vény a artérie nebo okolní přilehlé tkáně. Použití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK snižuje výskyt časných mechanických komplikací po jeho zavedení. Ultrazvuková kontrola byla ve výzkumném souboru použita u 70,80 % probandů. Landmark metoda, (zavádění bez ultrazvukové kontroly) byla zaznamenána u 29,20 % probandů při kanylaci CVK. Přesto, že se vliv ultrazvukové kontroly během zavádění CVK na vzniku časných mechanických komplikací ve výzkumném souboru nepotvrdil, její využívání je při kanylaci CVK v klinickými guidelines a ve výsledcích mnoha studií doporučováno.<sup>[13,37,42,44-46]</sup>

Výskyt krvácivých komplikací po zavedení CVK byl zaznamenán u 22,30 % probandů. Riziko vzniku krvácivých komplikací je úzce spjato se zvýšenými hodnotami koagulačních parametrů (INR, aPTT) a sníženým počtem TRB. Tyto hodnoty byly u pacientů ve výzkumném souboru ovlivněny zejména antikoagulační terapií, ať už chronicky perorálně užívanou, nebo akutně intravenózně aplikovanou. Před plánovaným zaváděním CVK je při identifikaci zvýšených hodnot INR, aPTT a sníženém počtu TRB doporučováno provést jejich korekci a substituci. <sup>[8,13,38,42,47,48]</sup> Na koronární jednotce velmi často dochází k nutnosti emergentního zavedení CVK při příjmu pacienta bez výsledků hemokoagulačních parametrů. K dispozici jsou pouze informace o případné antikoagulační léčbě aplikované v přednemocniční péči. Možným řešením by mohl být bed-side monitoring hemokoagulačního stavu – tromboelastografie. Včasné by tak mohlo dojít k identifikaci možných rizikových faktorů a následně by byly zvoleny takové postupy, které by mohly redukovat vznik časných krvácivých komplikací po zavedení CVK. Uvědomuji si, že finanční náklady analyzátoru jsou vysoké a míra využitelnosti by byla jistě vyšší například na odděleních urgentního příjmu nebo ARO.

## 12 Závěr

Diplomová práce se zabývala vznikem časných mechanických komplikací po zavedení CVK u pacientů hospitalizovaných na koronární jednotce po dobu 13 měsíců. Cílem práce bylo identifikovat a verifikovat rizikové faktory vyskytující se u pacientů v době před a během zavádění CVK a ověřit jejich závislost při vzniku komplikací. Námětem tématu diplomové práce se stala aktuální situace na pracovišti, kdy byl zaznamenán vyšší výskyt časných mechanických komplikací po zavedení CVK. Ve sledovaném období bylo zavedeno 130 CVK, z toho u 35 (26,90 %) pacientů došlo k rozvoji časných mechanických komplikací. Krvácivé komplikace 1.-3. stupně byly shledány u 22,30 %.

Statistická závislost mezi rizikovými faktory a vznikem časných mechanických komplikací se ve výzkumném souboru potvrdila jen u některých. Závislost se potvrdila mezi počtem vpichů a výskytem komplikací, zvýšenou hodnotou INR a aPTT a výskytem komplikací. Lokalizace zvoleného venózního přístupu ve výzkumném souboru neměla vliv na výskyt časných mechanických komplikací. Překvapivým zjištěním je, že se nepotvrdila statistická závislost mezi zajištěním CVK bez ultrazvukové kontroly a vznikem časných mechanických komplikací. Landmark metodou zavedený CVK byl u 29,20% a pod ultrazvukovou kontrolou u 70,80 %. Přesto, že je kontrolované zavádění preferováno a doporučováno klinickými guidelines, mohl by být ultrazvuk při zavádění CVK používán více. Využití ultrazvuku při zavádění CVK by mohlo redukovat počet potřebných vpichů pro úspěšné zavedení a traumatizaci anatomických struktur.

Staticky není významný ani vliv pohlaví na vzniku časných mechanických komplikací. Velmi často uváděným rizikovým faktorem je i zvýšená hodnota BMI. 78,50 % zařazených probandů trpí jednou z forem nadváhy (nadváha a obezita 1.-3. stupně). Nadváha či obezita mohou znesnadňovat zavádění CVK a viditelnost anatomických struktur při ultrazvukovém zavádění. Statistická závislost mezi hodnotou BMI a vznikem časných mechanických komplikací se ve výzkumném souboru nepotvrdila.

CVK byl zaváděn jak u pacientů při plném vědomí, tak při jeho lehké poruše či v bezvědomí na umělé plicní ventilaci. 47,70 % CVK bylo zavedeno u pacientů v bezvědomí napojených na umělou plicní ventilaci. S lehkou formou poruchy vědomí bylo shledáno 15,40 % a při plném vědomí bez jeho poruchy bylo 36,90 %. Ani stav vědomí, které bylo hodnoceno stupnicí GCS, nebyl statisticky významný pro vznik časných mechanických komplikací.

Poloha pacienta během zavádění CVK se odvíjí dle zvoleného přístupového místa do venózního řečiště a v neposlední řadě i podle aktuálního zdravotního stavu a projevující se symptologií. CVK byl u probandů ve výzkumném souboru zaváděn v celkem 5 polohách. Pro kanylaci IJV a SCV je doporučována Trendelenburgova poloha.<sup>[6,7,18]</sup> Trendelenburgova poloha byla během kanylace CVK zaznamenána pouze v 1 případě ze 130 ( 0,80 %) při kanylaci SCV. Nejčastěji zvolenou polohou při zavádění

CVK byla poloha vleže shledaná u 74,60 %. V polosedě bylo zavedeno 22,30 % CVK. Polosed byl typický především pro pacienty, kteří byli přijímáni na koronární jednotku se srdečním selháním s projevující se symptomatologií plicního edému a výraznou dušností. Při tomto stavu je uvedení pacienta do polohy vleže nebo případně do Trendelenburgovy polohy pro pacienta velmi rizikové a nepříjemné. Proto došlo ke kanylaci CVK i ve 2 případech vsedě (1,60 %). Bohužel obě tyto kanylace byly spojeny se vznikem časných mechanických komplikací. I přesto, že CVK byl kanylován celkem v 5 různých polohách a doporučovaná poloha pro kanylaci CVK via IJV a SCV byla shledána pouze u jednoho probanda, se statická závislost mezi polohou pacienta během kanylace CVK a vznikem časných mechanických komplikací po zavedení nepotvrdila.

Statistická závislost mezi rizikovými faktory před a během zavádění CVK a vznikem časných mechanických komplikací se ve výzkumném souboru potvrdila jen mezi počtem vpichů potřebných pro úspěšnou inzerci CVK a zvýšenými hodnotami INR a aPTT.

Výstupem diplomové práce je návrh odborného článku k následné publikaci v recenzovaném odborném časopise. Návrh článku byl zpracován dle pokynů odborného časopisu. Návrh článku je vložen do příloh práce (příloha C).



## Použité zdroje

1. Maňásek V. Historie – přelomové okamžiky ve vývoji žilní kanylace [History moments of venous catheterisation]. In: Charvát J. *Žilní vstupy – dlouhodobé a střednědobé* [Venous acces – medium and long term]. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.;2016: 17-20
2. Krajina A. Historie katetrizačních technik ve 20. století [History of catheterisation technique in the 20<sup>th</sup> century]. *Ces radiol.* 2014;68(2):97-106
3. Aubaniac R. Subclavian intravenous injection: advantages and technic. *Presse Med.* 1952; 60:1456
4. Zadák Z, Havel E, et al. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství* [Intensive medicine on the principles of internal medicine]. Praha, Czechia; Grada Publishing, a.s.; 2007
5. Charvát J. Žilní vstupy v intenzivní medicíně [Venous acces in the intensive medicine]. In: Drábková J. *Anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicína* [Anesthesiology and resuscitation and intensive medicine] 63(3). Praha, Czechia; Národní lékařská knihovna;2016; 6–19. [http://kramerius.medvik.cz/search/i.jsp?pid=uuid:MED00011085-4d5ef15e-e10d4227-b08f-ec78f2c730f3#periodical-periodicalvolumeperiodicalitempage\\_uuid:891a1157-c61b-478a-92d3076b2c9c1b8f](http://kramerius.medvik.cz/search/i.jsp?pid=uuid:MED00011085-4d5ef15e-e10d4227-b08f-ec78f2c730f3#periodical-periodicalvolumeperiodicalitempage_uuid:891a1157-c61b-478a-92d3076b2c9c1b8f). Accessed February 11, 2020
6. Ševčík P, Matějovič M, Černý V, Cvachovec K, Chytra I, et al. *Intenzivní medicína* [Intensive medicine]. Praha, Czechia; Galén; 2014
7. Vilímová P, Nováková E, Jankovcová K. Zajištění invazivních vstupů v intenzivní péči [Invasive accesse in the intensive care]. In: Bartůněk P, Jurásková D, Heczková J, Nalos D, et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče* [Selected chapters from intensive care]. Praha, Czechia; Grada; 2016:161-164
8. Lee A.K, Ramaswamy S.R. Intravascular acces devices from an interventional radiology perspective: indications, implantation techniques, and optimizing patency. *Transufusion.* 2018;58;549-557. doi:10.1111/trf.14501. Accessed March 27, 2020.
9. Chung HY, Beheshti MV. Principles of non-tunneled central venous access. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2011;14(4):186-191. doi: 10.1053/j.tvir.2011.05.005 . Accessed March 27,2020.
10. Patel IJ, Davison JC, Nikolic B, at al. Addendum of newer anticoagulants to the SIR consensus guadlines. *J Vasc Interv Radiol.* 2013;24:641-645. doi:10.1016/j.jvir.2012.12.007 Accessed March 27,2020.



11. Heberlein W. Principles of tunneled cuffed catheter placement. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2011;14 (4):192-197. doi: 10.1053/j.tvir.2011.05.008. Accessed March 27, 2020.
12. Chand R, Sertic M, Nemeč R, Tomlin K, Connolly B. Use of vascular ports for long-term apheresis in children. *J Vasc Interv radiol.*2015;26;(11);1669-1672. doi: 10.1016/j.jvir.2015.05.023. Accessed March 30, 2020.
13. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld, Larsson A.T, Lindgren S, at al. Clinical quadlines on central venous catheterisation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014; 58: 508-524. doi:10.1111/aas.12295. Accessed February 20,2020
14. Pittinuti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: Central Venous Catheters (access, care, diagnosis and therapy of complication) *Clin. Nutr.* 2009, 28(4): 365-377 DOI: 10.1016/j.clnu.2009.03.015. ISBN 10.1016/j.clnu.2009.03.015. Accessed February 17, 2020
15. Maňásek V. Materiálové vlastnosti katétrů [Material properties of catheters] In: Charvát J. Žilní vstupy – dlouhodobé a střednědobé [Venous acces – medium and long term]. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.;2016: 34-37
16. Křikava I, Ševčík P. Možnosti antimikrobiální ochrany centrálních venosních vstupů [Antimicrobial protection options in central venous catheters]. *Anest intenziv Med.* 2008;(4)210217.https://www.prolekare.cz/casopisy/anesteziologie-intenzivni-medicina/2008-4/moznosti-antimikrobiani-ochrany-centralnich-zilnich-katetru-695. Accessed March 25, 2020.
17. Pokorná A, Komínková A, Siková A. *Ošetřovatelské postupy založené na důkazech 2. díl* [Evidence-based nursing procedures Part 2]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2014
18. Siddiq A, Vachharajani TJ. How Can the Complications of Central Venous Catheters Be Reduce? *Seminars in Dialysis.* 2016;29:3:189-191. doi: 10.1111/sdi.12473. Accessed April 8, 2020.
19. Lisová K. Ošetřování střednědobých a dlouhodobých cévních vstupů [Treatment of medium and long-term vascular access]. In: Charvát J. *Žilní vstupy – dlouhodobé a střednědobé* [Venous acces – medium and long term]. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.;2016: 122-131
20. Zoubková R. *Zajištění vstupu do krevního oběhu* [Access to the bloodstream]. Ostrava, Czechia: Ostravská univerzita v Ostravě; 2012
21. Česká hematologické společnost ČLS JEP. Doporučená referenční rozmezí pro koagulační stanovení – děti + dospělí [Recommended reference ranges for coagulation determinations - children + adults]. 2018; 1. [http://www.hematology.cz/doporuceni/laboratorni\\_sekce/files/referencni\\_](http://www.hematology.cz/doporuceni/laboratorni_sekce/files/referencni_)

- meze/Doporuceni\_LS\_CHS\_CLS\_JEP-Referencni\_meze-koagulace\_v7.pdf.  
Accessed August 27, 2020.
22. Hemilton H. Patient examination and assesment: choice of devices. In: Hemilton H, Bodenham A. *Central Venous Catheters*. Chichester. United Kingdom: Jonh Wiley &sons, Ltd;2009:34-56.
  23. Chovanec V. Využití ultrazvuku při kanylaci [Ultrasound guided catheterizaton]. In: Charvát J. *Žilní vstupy – dlouhodobé a střednědobé* [Venous acces – medium and long term]. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.;2016: 49-60
  24. Katrancioglu N. Unusual mechanical complications of central venous catheterization. *Saudi Med J*. 2019;40(3):287-291.
  25. Charvát J. Umístění distálního konce katétru a jeho význam [Optimal catheter tip positioning and its signifkance]. In: Charvát J. *Žilní vstupy – dlouhodobé a střednědobé* [Venous acces – medium and long term]. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.;2016: 61-65
  26. Adrian M, Borgquist O, Bentzer P, at al. Research protocol for mechanical complications after central venous catheterisation: a prospective controlled multicentre observational study to determine incidence and risk factors of mechanical complications within 24 hours after cannulation. *BMJ Open*. 2019;9:e029301.doi:10.1136/bmjopen-2019-029301. Accesed August 17, 2020.
  27. Björkander M, Bentzer P, Schött U, Broman ME, Kander T. Mechanical complications of central venous catheter insertions: A retrospective multicenter study of incidence and risks. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2019;63:61–68. doi.org/10.1111/aas.13214. Accesed August 18, 2020.
  28. Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:976-81. doi: 10.1016/j.jvir.2010.03.006. Accessed August 19,2020.
  29. Momiy J, Vasquez J. Iatrogenic vertebral artery pseudoaneurysm due to central venous catheterization. *Bayl Univ Med Cent*. 2011;24(2):96-100.doi:10.1080/08998280.2011.11928692. Accessed August 20 ,2020.
  30. Tsotsolis N, Tsirgogianni K, Kioumis I, et al. Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. *Ann Transl Med*. 2015;3(3):40. doi:10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.11. Accessed August 17, 2020.
  31. Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, et al. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT--initial experience. *Radiology*. 2002; 225:210-4. 10.1148/radiol.2251011102. Accessed August 26, 2020.

32. Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C. Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis. *Chest*. 2012; 141:703-8. doi:10.1378/chest.11-0131. Accessed August 26, 2020.
33. Smolka V, Cihlář F. Ošetření poranění podklíčkové tepny v souvislosti s chybným zavedením centrálního žilního katétru či hemodialyzační kanyly [Treatment of subclavian artery injury in connection with incorrect insertion of a central venous catheter or hemodialysis cannula]. *Anest intenziv Med*. 2019;30(2):90-91.
34. Hadid T, Hernandez M, Zeni A, Jain N. Pinch-off syndrome: a rare and serious complication of central venous catheters. *BMJ Case Rep* 2020;13:e233779. doi:10.1136/bcr-2019-233779. Accessed August 20, 2020.
35. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011; 24:1291-318. doi: 10.1016/j.echo.2011.09.021. Accessed August 25, 2020.
36. Kusminsky R.E. Complications of central venous catheterization. *J Am Coll Surg*. 2007;204:681-696. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.01.039. Accessed August 25, 2020.
37. American Society of Anesthesiologists. Practical Guidelines for Central Venous Access 2020. *Anesthesiology* 2020;132:8-43. doi: 10.1097/ALN.0000000000002864. Accessed August 27, 2020.
38. Weerdt EK, Biemond BJ, Baake B, et al. Central venous catheter placement in coagulopathic patients: risk factors and incidence of bleeding complications. *Transfusion*. 2017; 57:2512-2525. doi:10.1111/trf.14248. Accessed August 28, 2020.
39. Sazdov D, Srceva MJ, Todorova ZN. Comparative analysis of ultrasound guided central venous catheterization compared to blind catheterization. *Sec.of Med. Sci*. 2017; 38(2):107-114. doi: 10.1515/prilozi-2017-0028. Accessed August 28, 2020
40. Goossens GA. Flushing and locking of venous catheters: available evidence and evidence deficit. *Nurs Res Pract*. 2015; 2015:985686. doi: 10.1155/2015/985686. Accessed August 28, 2020.
41. Sona C, Prentice D, Schallom L. National survey of central venous catheter flushing in the intensive care unit. *Crit Care Nurse*. 2012;32:e12-9. doi: 10.4037/ccn2012296. Accessed August 28, 2020.

42. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, et al. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med.* 2006;21:40-46. doi: <https://doi.org/10.1177/0885066605280884>. Accessed April 8, 2021.
43. Heidemann L, Nathani N, Sagana R, et al. A Contemporary Assessment of Mechanical Complication Rates and Trainee Perceptions of Central Venous Catheter Insertion. *J Hosp. Med.* 2017;12:8:646-651. doi:10.12788/jhm.2784. Accessed April 8, 2021.
44. Szdov D, Srceva MJ, Todorova ZN. Comparative analysis of ultrasound guided central venous catheterization compared to blind catheterization. *Sec. of Med. Sci.* 2017;38:109-112. doi:10.1515/prilozi-2017-0028. Accessed April 8, 2021.
45. Brass P, Helmich M, Koodziej L, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;1: CD011447. doi: 10.1002/14651858.CD011447. Accessed April 8, 2021.
46. Shin HJ, Na HS, Koh WU, et al. Complications in internal jugular vs subclavian ultrasound-guided central venous catheterization: a comparative randomized trial. *Intensive Care Med.* 2019;45:968-976. doi:10.1007/s00134-019-05651-9. Accessed April 8, 2021.
47. Kander T, Frigyesi A, Kjeldsen-Kragh J, et al. Bleeding complications after central line insertions: relevance of pre-procedure coagulation test and institutional transfusion policy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2013;57:573-579. doi: 10.1111/aas. 12075. Accessed April 5, 2021
48. Zeidler K, Arn K, Senn O, et al. Optimal pre-procedural platelet transfusion threshold for central venous catheter insertions in patients with thrombocytopenia. *Transfusion.* 2011;51:2269-2276. doi: 10.1111/j.1537-2995.2011.03147.x. Accessed April 8, 2021.

Příloha A Central Line Insertions Checklist

Central Line Insertion Standard Work & Safety (Bundle) Checklist for OR and CCU

Date: \_\_\_\_\_ Start Time: \_\_\_\_\_ End Time: \_\_\_\_\_

Procedure Operator: \_\_\_\_\_ Person Completing Form: \_\_\_\_\_

Catheter Type:  Central Venous  PA/Swan-Ganz™

French Size of catheter: \_\_\_\_\_ Catheter lot number: \_\_\_\_\_

Number of Lumens:  1  2  3  4

Insertion Site:  Jugular  Upper Arm  Subclavian  Femoral

Side of Body:  Left  Right  Bilateral

Clinical Setting:  Elective  Emergent

1. Consent form complete and in chart	Exception: Emergent procedure	<input type="checkbox"/>
2. Patient's Allergy Assessed (especially to Lidocaine or Heparin)		<input type="checkbox"/>
3. Patient's Latex Allergy Assessed (modify supplies)		<input type="checkbox"/>
4. Hand Hygiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>Operator and Assistant cleanse hands (ASB, if not witnessed)</li> </ul>		<input type="checkbox"/>
5. Optimal Catheter Site Selection: <ul style="list-style-type: none"> <li>In adults, Consider Upper Body Site</li> <li>Check / explain why femoral site used: _____</li> </ul>		<input type="checkbox"/>
6. Pre-procedure Ultrasound Check of internal jugular location and patency (ILU) <ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomy - distorted, prior surgery/ind. Scar</li> <li>Chest wall infection or burn</li> <li>Coagulopathy</li> <li>ECG/ECG/ECG</li> <li>Emergency / CPR</li> <li>Pneumothorax / PE</li> </ul>	OR Exceptions checked to left	<input type="checkbox"/> OR <input type="checkbox"/> DRY <input type="checkbox"/> WET
7. Skin Prep Performed (Skin Antisepsis): <ul style="list-style-type: none"> <li>Chloraprep 10.6 ml applicator used</li> <li>Double cleanse (normal, unbroken skin): 30 second scrub + 30 second dry time</li> <li>Wet technique (abnormal or broken skin): 2 minute scrub + 1 minute dry time</li> </ul>		<input type="checkbox"/> DRY <input type="checkbox"/> WET
8. MAXIMUM Sterile Barriers: <ul style="list-style-type: none"> <li>Operator wearing hat, mask, sterile gloves, and sterile gown</li> <li>Others in room wearing hats and masks, (except patient)</li> <li>Patient's body covered by sterile drapes</li> </ul>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9. Procedural "Time out" performed: <ul style="list-style-type: none"> <li>Patient ID X 2</li> <li>Procedure to be performed has been announced</li> <li>Insertion site marked</li> <li>Patient positioned correctly for procedure (Supine or Trendelenburg)</li> <li>Assembled equipment/supplies including venous confirmation method verified</li> <li>Labels on all medication &amp; syringes are verified</li> </ul>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

BEFORE

10. Ultrasound Guidance Used for Elective Internal Jugular Insertions (sterile probe cover in place) <ul style="list-style-type: none"> <li>Used for LU</li> <li>Not used</li> <li>Other (specify): _____</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Used for LU <input type="checkbox"/> Not used <input type="checkbox"/> Other (specify): _____
11. Confirmation of Venous Placement of Access Needle or Catheter. (do not rely on blood color or presence/absence of pulsatile flow for confirming that the catheter or thin-wall needle resides in the vein) <ul style="list-style-type: none"> <li>Manometry</li> <li>Ultrasound</li> <li>Transducer</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Manometry <input type="checkbox"/> Ultrasound <input type="checkbox"/> Transducer
12. Confirmation of Venous Placement of the Wire: <ul style="list-style-type: none"> <li>Access catheter easily in vein &amp; confirmed (catheter-over needle technique)</li> <li>Access via thin-wall needle (confirmation of wire recommended) or ambiguous catheter or wire placement when using catheter-over-the-needle technique</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Not Needed <input type="checkbox"/> Ultrasound <input type="checkbox"/> TEE <input type="checkbox"/> Fluoroscopy <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> Manometry <input type="checkbox"/> Transducer <input type="checkbox"/> Contrast-enhanced ultrasound
13. Confirmation of Final Catheter in Venous System Prior to Use.	
14. Final steps: <ul style="list-style-type: none"> <li>Verify guidewire not retained</li> <li>Type and Dosage (ml / units) of Flush: _____</li> <li>Catheter Caps Placed on Lumens</li> <li>Tip position confirmation:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluoroscopy</li> <li>Contrast although ordered</li> <li>Catheter Secured / Sutured in place</li> </ul> </li> </ul>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

DURING

15. Transparent Bio-occlusive dressing applied	<input type="checkbox"/>
16. Sterile Technique Maintained when applying dressing	<input type="checkbox"/>
17. Dressing Dated	<input type="checkbox"/>
18. Confirm Final Location of Catheter Tip <ul style="list-style-type: none"> <li>CXR</li> <li>Fluoroscopy</li> <li>Continuous ECG</li> <li>Transbrachial ultrasound</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
19. After tip location confirmed, "Approved for use" Written on Dressing	<input type="checkbox"/>
20. Central line (maintenance) Order Placed	<input type="checkbox"/>

AFTER

Comments: \_\_\_\_\_

Tip location: \_\_\_\_\_

## Příloha B Záznamový arch

MUNI  
MEDZáznamový arch č.; .....  
Identifikační číslo; .....  
Datum; .....MUNI  
MEDZáznamový arch č.; .....  
Identifikační číslo; .....  
Datum; .....

## Záznamový arch – Komplikace po emergentním zavedení CŽK

1. Demografické údaje				
Pohlaví		Věk		
Konstituce (BMI)	Váha	Výška	BMI	
2. Před zavedením				
Antiagulační terapie				
Hodnoty koagulace	INR	APTT	TRB	
Základní diagnóza				
Důvod zavedení CŽK				
Stav vědomí (GCS)				
3. Během zavedení				
Spolupráce pacienta				
Poloha pacienta				
UZ kontrola				
Typ katétru				
Kolík vpichů				
Punkce arterie				
4. Po zavedení výskyt časných komplikací				
Subjektivně pociťuje / nepociťuje příznaky komplikací / UPV				
Pneumothorax				
Podkožní emfyzém				
Hemothorax				
Srdeční arytmie				
Vzduchová embolie				
Dysfunkce/malpozice				
Krvácení do podkoží				
Perforace žilní stěny				

5. Terapie komplikací				
Konzervativní				
Chirurgická	Drén		Doba	
	Ak. sání		Spád	

Poznámky:

## Příloha C Návrh článku

### Výskyt časných mechanických komplikací po zavedení centrálního venózního katétru

Červinková L.<sup>1,2</sup>, Šenkyříková M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Koronární jednotka, Pardubická nemocnice

<sup>2</sup> Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra ošetrovatelství a porodní asistence

#### Souhrn/Abstrakt:

**Cíl studie:** Cílem této studie bylo identifikovat rizikové faktory a ověřit jejich vliv na vznik časných mechanických komplikací po zavedení centrálního venózního katétru.

**Typ studie:** prospektivní, observační

**Typ pracoviště:** Koronární jednotka krajské nemocnice

**Materiál a metoda:** V období od 1.12.2019 - 31.12.2020 bylo sledováno zavádění CVK a výskyt časných mechanických komplikací po jeho zavedení. Získaná data byla zaznamenávána do záznamového archu vlastní konstrukce.

**Výsledky:** Ve sledovaném období bylo zavedeno celkem 130 CVK. Výskyt časných mechanických komplikací po zavedení byl zaznamenán u 26,90 %. Ultrazvuková kontrola během kanylace venózního řečiště byla zvolená u 70,80 %. Landmark metodou byl CVK zaveden u 29,20 %. Jedním až dvěma vpichy byl CVK úspěšně zaveden u 84,60 %. Více jak tři vpichy byly potřeba provést u 15,40 %. Počet vpichů jako rizikový faktor pro vznik komplikací byl přijat ( $p=0,003$ ). U 52,30 % byla před inzercí CVK zaznamenána systémová antikoagulační terapie. Krvácivé komplikace se po zavedení vyskytly u 22,30 %. Zvýšené hodnoty INR ( $p=0,004$ ) a aPTT ( $p=0,001$ ) jsou rizikovými pro vznik krvácivých komplikací po zavedení CVK. Vliv sníženého počtu trombocytů se na výskytu komplikací neprokázal ( $p=0,178$ ).

**Závěr:** Ultrazvuková kontrola by mohla být při kanylaci CVK využívána více. Mohlo by tím dojít i k redukci počtu vpichů potřebných pro úspěšnou inzerci. Včasná korekce a hemosubstituce koagulopatických pacientů by mohla zredukovat výskyt krvácivých komplikací.

**Klíčová slova:** centrální venózní katétr, časné mechanické komplikace, ultrazvuková kontrola, Landmark metoda, rizikové faktory, koagulopatie

## **Incidence of early mechanical complications after insertion central venous catheter**

### **Summary:**

**Key words:** central venous catheter, early mechanical complications, ultrasound guided, landmark method, risk factors, coagulopathy

**Objective:** The aim of this study was to identify risk factors and verify their influence on the occurrence of early mechanical complications after insertion of a central venous catheter (CVC).

**Design:** prospective and observational study

**Material and Methods:** During the period 1.12.2019 - 31.12.2020 were monitored insertion of CVC and occurrence of early mechanical complications after insertion of CVC. The acquire date was wrote to the record sheet of own design.

**Results:** During the monitored period were cannulation 130 of CVCs. The incidence of early mechanical complication after insertion was recorded in 26,90 %. Ultrasound control during cannulation was chosen at 70,80 %. By the Landmark method was cannulation 29,20 % CVCs. With one to two needle passes require for successful insertion of CVC was 84,60 %. More than three needle passes were needed in 15,40 %. The number of needle passes was accepted as a risk factor for complications ( $p=0,003$ ). Systematic anticoagulant therapy was reported in 52,30 % before insertion of CVC. Bleeding complications after insertion was in 22,30%. Elevated value of INR ( $p=0,004$ ) and aPTT ( $p=0,001$ ) are risky for bleeding complications after CVC insertions. The effect of decreased platelet count on the incidence of complication was not demonstrated ( $p=0,178$ ).

**Conclusion:** Ultrasound control could be used more during the CVC cannulation. This could also reduce of number of needle passes require for successful insertion. Early correction and hemosubstitution of coagulopathic patients could be reduce the incidence of bleeding complications



## Úvod

Centrální venózní katétr (CVK) je nedílnou součástí při poskytování intenzivní péče. Zajišťuje spolehlivý přístup do venózního řečiště pro intravenózní farmakoterapii, volumoterapii, parenterální nutrici, hemodynamický monitoring, případně přístup pro transvenózní kardiostimulaci. Přesto, že je dnes kanylace centrálního venózního řečiště rutinním výkonem, výskyt komplikací po zavedení není zcela zanedbatelný. K výskytu časných mechanických komplikací dochází nejčastěji do 72 hodin po zavedení CVK.<sup>[1]</sup> Mechanické komplikace jsou dle závažnosti rozděleny na minoritní a majoritní.<sup>[2]</sup> Mezi minoritní komplikace patří krvácení 1.-2. stupně dle Common Terminology Criteria for Adverse Events (version 5.0) dále jen (CTCAE),<sup>[3]</sup> srdeční arytmie 1.-2. stupně dle CTCAE, arteriální punkce, poškození nervové tkáně s příznaky, které nepřetrvávají více než 72 hodin, neúspěšná katetrizace, malpozice a dysfunkce katétru. Za majoritní komplikace je považováno krvácení 3. – 4. stupně a srdeční arytmie 3.-4. stupně dle CTCAE, poškození nervové tkáně s přetrvávajícími příznaky více jak 72 hodin a pneumotorax.<sup>[1,2,3]</sup>

Výskyt časných mechanických komplikací po zavedení CVK může být do značné míry ovlivněn přítomností rizikových faktorů. Mezi rizikové ze strany pacienta patří jeho základní onemocnění s přítomností dalších komorbidit, například plicního emfyzému či chronické obstrukční bronchopneumonie. Anatomické predispozice jsou ovlivněny abnormální tělesnou hmotností – zvýšené či snížené hodnoty BMI. Změny anatomických struktur se mohou vyskytnout i po předchozích operacích, traumatech, radioterapii či předešlé kanylaci v oblasti.<sup>[1,2,4]</sup> Významným rizikovým faktorem je koagulopatie. Ta je definovaná zvýšenou hodnotou aPTT > 46,8 s (1,3 násobek horního referenčního rozmezí), zvýšeným INR > 2 a sníženým počtem trombocytů (TRB) < 50\*10<sup>9</sup>/l.<sup>[1,5]</sup> Vliv na vznik časných mechanických komplikací má i lokalizace zvoleného venózního přístupu – v. jugularis interna (IJV), v. subclavia (SCV) nebo v. femoralis (FV) a velikost katétru.<sup>[1,2,4]</sup> Vznik komplikací po kanylaci CVK může být ovlivněn i klinickými faktory. Využití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK a počet vpichů potřebných pro úspěšnou inzerci CVK do venózního řečiště výrazně ovlivňuje vznik časných mechanických komplikací. Emergentní zavedení katétru může být oproti plánovanému zavádění s řádnou přípravou pacienta rizikové.<sup>[1,2,4]</sup>

Cílem práce bylo identifikovat a verifikovat vybrané rizikové faktory a jejich vliv na vznik časných mechanických komplikací po zavedení CVK u kardiologických pacientů.

## Soubor a metoda

V období 1.12.2019 – 31.12.2020 byla na Koronární jednotce Pardubické nemocnice sledována kanylace centrálních venózních katétrů a následně výskyt časných mechanických komplikací po jejich zavedení. Byla získávána sociodemografická data o pacientech, o zdravotním stavu před zavedením, o průběhu kanylace

a v postkanylačním období data o výskytu časných mechanických komplikací. Získaná data byla zaznamenávána do záznamového archu vlastní konstrukce. Konstrukce archu byla inspirovaná Central Line Insertions Checklist (2020), vytvořeným Americkou společností anesteziologů a je prezentovaný v nejnovějších praktických guidlines pro centrální venosní přístupy.[6] Pro statistickou analýzu byl zvolen program SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) s využitím Pearsonova chí-kvadrát testu a Fisherova exaktního testu. Testování hypotéz probíhalo na stanovené hladině významnosti  $\alpha$  0,05.

## Výsledky

Ve sledovaném období bylo na koronární jednotce u dospělých pacientů starších 18 let zavedeno 130 CVK. CVK via IJV byl zaveden u 63,80 %, SCV 30,80 % a FV 5,40 %. Časné mechanické komplikace se po zavedení CVK vyskytly celkem u 26,90 % pacientů. Konkrétně byly zaznamenány tyto časné mechanické komplikace: krvácení do podkoží 1. – 2. stupně s tvorbou hematomu u 24 (68,60 %), punkce arterie 4 (11,40 %), malpozice katétru 3 (8,60 %), pneumotorax 2 (5,70 %), hemotorax 1 (2,90 %) a krátký běh supraventrikulární arytmie se spontánní úpravou do 2 minut 1 (2,90 %). Výskyt těchto komplikací dle lokalizace venózního přístupu byl u IJV 30,10 %, u SCV 20,00 % a u FV 28,60 %. Výskyt časných mechanických komplikací dle zvoleného venózního přístupu zobrazuje tabulka č. 1. Statistická závislost se mezi zvolenou lokalizací venózního přístupu a výskytem komplikací nepotvrdila ( $p=0,463$ ).

Ultrazvuková kontrola byla během kanylace CVK zvolena u 70,80 %. Komplikace se po ultrazvukem kontrolovaném zavádění vyskytly u 27,20 %. Landmark metodou bylo zavedeno 29,20 % CVK s následným výskytem komplikací u 26,30 % (tabulka č.2). Kanylace CVK bez ultrazvukové kontroly neboli Landmark metodou se ve výzkumném souboru nepotvrdila jako statisticky významná při vzniku časných mechanických komplikací po zavedení ( $p=0,920$ ). Využitelnost ultrazvukově kontrolovaného zavádění vůči Landmark metodě je graficky znázorněno v grafu č.1.

Počet vpichů potřebných pro úspěšnou inzerci CVK do venózního řečiště se pohyboval mezi 1–15 vpichy. 1-2 vpichy bylo zavedeno 84,60 % CVK a z toho se komplikace po zavedení vyskytly u 21,80 %. 3-4 vpichy byly potřeba při kanylaci 11,50 % CVK a komplikace byly shledány u 46,70 %. Potřeba 5 a více vpichů pro úspěšnou inzerci CVK byla zaznamenána u 3,90 % kanylací, ze kterých se vyskytly komplikace u 80,00 % pacientů. Statistická závislost mezi počtem vpichů a výskytem časných mechanických komplikací se potvrdila ( $p=0,003$ ) (tab. č 3).

Pro většinu kardiologických pacientů je specifická antikoagulační terapie. Ve výzkumném souboru bylo identifikováno 52,30 % pacientů se systémovou antikoagulační terapií před kanylací CVK. Rizikově zvýšená hodnota INR > 2 byla shledána u 15,40 %. Krvácivé komplikace se pak objevily u 40,00 %. Riziková hodnota aPTT > 46,8 s byla shledána u 27,70 % s následným výskytem krvácivých komplikací u 41,70 %. Statistická závislost mezi zvýšenými hodnotami INR a aPTT se signifikancí

( $p=0,004$ ) a ( $p=0,001$ ) a výskytem krvácivých komplikací po zavedení byla potvrzena. Riziková trombocytopenie s počtem TRB  $< 50 \cdot 10^9/l$  byla zaznamenána pouze u 2,30 %. Ve výzkumném souboru se neprokázal vliv sníženého počtu trombocytů při vzniku krvácivých komplikací ( $p=0,178$ ). Při vzniku krvácivé komplikace 3. stupně (hemotoraxu) byl počet TRB (193) ve fyziologickém rozmezí.

## Diskuze

IJV patří mezi nejčastěji volené venózní přístupy pro kanylaci CVK a je považován za jeden z nejbezpečnějších.<sup>[7]</sup> Ve výzkumném souboru byl CVK via IJV také zaváděn nejčastěji, a to u 63,80 %. Výskyt časných mechanických komplikací při kanylaci IJV byl zaznamenán u 30,10 %. Kanylace SCV byla zvolena u 30,80 % a je považována za rizikovou pro vznik časných mechanických komplikací, zejména pneumotoraxu.<sup>[1,8]</sup> Komplikace se vyskytly u 20,00 %. Pneumotorax jako komplikace po zavedení CVK se vyskytl celkem dvakrát (5,70 %), ale v obou případech při kanylaci IJV nikoliv SCV. Výskyt komplikací při kanylaci SCV je daleko vyšší i ve studii Heidemana et al (2017), který zaznamenal u SCV komplikace v 21,40 % než u IJV v 7,80 %.<sup>[8]</sup> Nejčastěji uváděnými komplikacemi pro přístupy IJV a FV je arteriální punkce.<sup>[9]</sup> Ta byla zaznamenána celkem čtyřikrát (11,40 %), z toho třikrát u IJV a jednou u FV. Ve výzkumném souboru patřilo mezi nejčastější komplikace krvácení do podkoží 1.- 2. stupně zaznamenané v 68,60 % případech. Nejméně využívaným venózním přístupem byl přístup z FV, pouze u 5,40 %. Komplikace se při kanylaci FV vyskytly u 28,60 %. Přesto, že většina autorů uvádí spojitost mezi lokalizací venózního přístupu a výskytem časných mechanických komplikací, ve výzkumném souboru se tato závislost nepotvrdila. Dokonce výskyt časných mechanických komplikací byl při kanylaci IJV vyšší než u SCV (30,10 % vs 20,00 %).

Využití ultrazvukové kontroly během kanylace centrálního venózního řečiště snižuje riziko vzniku časných mechanických komplikací o 71,00 %, nechtěnou arteriální punkci o 72,00 %, počet potřebných vpichů a zkracuje se čas úspěšného zavedení o 30,5 s.<sup>[10]</sup> Pod ultrazvukovou kontrolou bylo zavedeno 70,80 % CVK. Landmark metoda byla využita u 29,20 %. Při ultrazvukově kontrolované kanylaci se komplikace vyskytly u 27,20 %, při Landmark metodě u 26,30 %. Procentuální výskyt vzniklých komplikací je u obou skupin obdobný. Pod ultrazvukovou kontrolou byla nejčastěji kanylovaná IJV, a to v 90,40 %. Více rizikový přístup via SCV byl pod ultrazvukovou kontrolou kanylován u pouhých 35,00 % oproti 65,00 % kanylovaných Landmark metodou. Stejně tak i ve studii Sazdova et al (2017) patřil přístup via SCV mezi nejčastěji kanylované Landmark metodou, a to v 45,50 % případech. U FV byl ultrazvuk využit u 42,90 % vs 57,10 % Landmark metodou. Přesto, že je ultrazvuková kontrola během kanylace doporučována, její využití by mohlo být větší. Závislost mezi zaváděním CVK Landmark metodou a výskytem časných mechanických komplikací se ovšem ve výzkumném souboru nepotvrdila ( $p=0,920$ ).

Riziko vzniku mechanických komplikací se zvyšuje při dvou a více vpíších až 10krát. Počet potřebných vpichů během kanylace centrálního venózního řečiště pro úspěšnou inzerci katétru je ovlivněn několika faktory jak ze strany pacienta, tak faktorů klinických a od typu zvoleného CVK. [1,2,4] I ve výzkumném souboru se s rostoucím počtem vpichů zvyšoval podíl pacientů s výskytem komplikací. U pacientů s CVK zavedeným 5 a více vpichy se komplikace vyskytly až u 80,00 %. Mezi možné faktory, které mohly ovlivnit počet vpichů ve výzkumném souboru, patřila poloha pacienta během kanylace, nevyužití ultrazvukové kontroly během kanylace a spolupráce a tělesná konstituce pacienta. Celkem bylo shledáno 5 poloh, ve kterých se CVK zaváděl (vleže, polosedě, vsedě, Trendelenburgově poloze a na boku). U 29,90 % pacientů nebyla během kanylace použita ultrazvuková kontrola. U pacientů s poruchou vědomí, klasifikované GCS, bylo zavedeno 63,10 % CVK. S lehkou formou poruchy vědomí (GSC 12-9) byl CVK zaveden u 15,40 %, u těžké formy poruchy vědomí u 47,70 %. Tělesná konstituce pacientů byla hodnocena dle BMI. Zvýšené hodnoty BMI (24,9 a více) byly shledány u 78,50% pacientů. Hypotéza o závislosti počtu vpichů a následným výskytem časných mechanických komplikací byla potvrzena.

Koagulopatie je výrazným rizikovým faktorem ovlivňujícím vznik krvácivých komplikací. Ve výzkumném souboru bylo 52,30 % pacientů se systémovou antikoagulační terapií. Koagulopatie byla shledána u 45,40 % (INR >2 , aPTT > 46,8 s a TRB < 50\*109/l ). Krvácivé komplikace 1. – 2. stupně se po zavedení objevily u 22,30 %. Krvácení 3. stupně charakterizované výskytem hemotoraxu s konzervativní terapií bylo shledáno v jednom případě (3,45 %). Výrazně nižší výskyt krvácivých komplikací byl shledán ve studii Björkander et al (2018), kdy se krvácení 1. -2. stupně vyskytlo pouze v 0,80 %, z toho bylo 0,20 % klasifikováno jako krvácení 3.-4. stupně.[1] Obdobně nízký výskyt komplikací uvádí i Kander et al (2013), a to 0,90 % pro krvácení 1.-2. stupně. Krvácivé komplikace vyšších stupňů nebyly zaznamenány. Nízký výskyt krvácivých komplikací po zavedení CVK se pravděpodobně odráží od včasné detekce koagulopatických pacientů a jejich následné terapie. Celkem bylo ve studii Kander et al (2013) detekováno 204 (11,78 %) koagulopatických pacientů (INR >1,8, aPTT > 45 s, TRB < 50\*109/l). Z toho bylo u 89,00 % pacientů s trombocytopenií (TRB < 50\*109/l) aplikováno 1 hodinu před kanylací CVK 1 či více transfuzních jednotek trombocytů. 8,00 % pacientů z prodlouženým časem aPTT obdrželo před výkonem čerstvě mraženou plazmu. 2 ze 36 pacientů se zvýšenou hodnotou INR > 1,8 byl aplikován protrombinový komplex. Substituce hemokoagulačních faktorů a korekce hemostázy u koagulopatických pacientů před zaváděním CVK je doporučována a uváděna i v klinických guidelines SSAI (2014).[5,7,11,12] Realizace těchto doporučení závisí na včasné identifikaci rizikových hodnot (INR, aPTT a TRB) před zavedením CVK. Tyto hodnoty jsou často u kardiologických pacientů ovlivněny buď chronickou perorální nebo akutně aplikovanou intravenózní antikoagulační terapií v přednemocniční péči. Na koronární jednotce velmi často dochází k emergentnímu zavedení CVK, ale bohužel není možné provedení bed-side vyšetření

těchto parametrů při příjmu pacienta. Vyšetření koagulačních parametrů podléhá statimovým laboratorním metodám s výsledkem do 60 minut. Na základě obdržených informací se může pouze předpokládat zvýšení hodnot. Hemosubstituce a korekce koagulopatických pacientů se tak před zavedením CVK neprovádí.

### Závěr

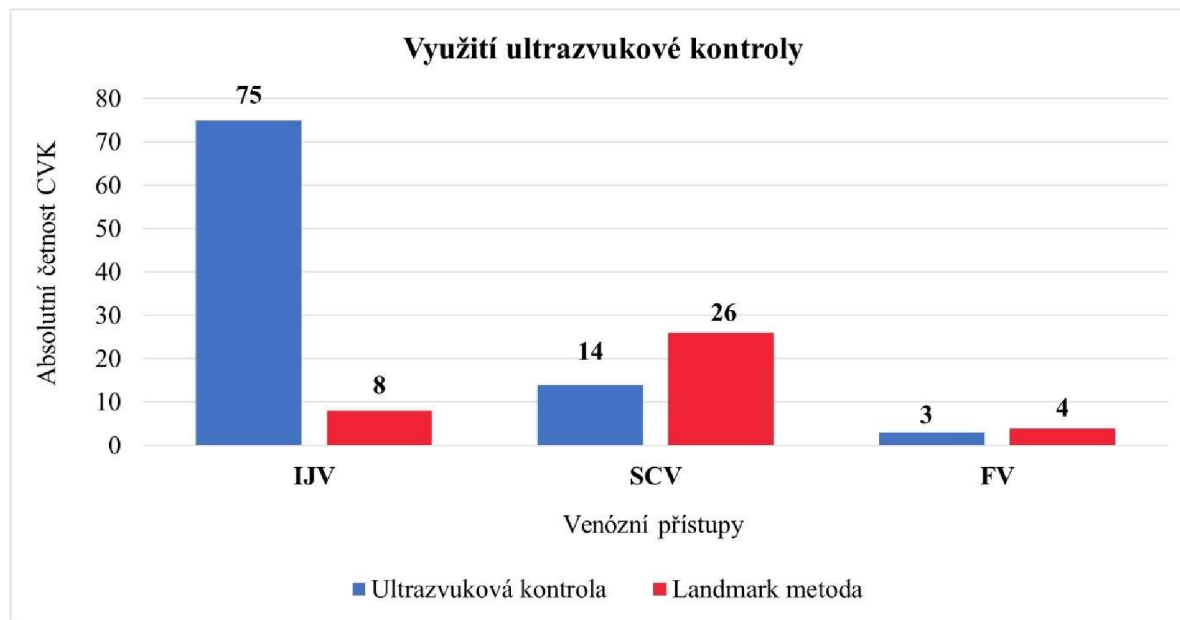
Přesto, že kanylace centrálního venózního řečiště patří dnes mezi základní intervence intenzivní péče, výskyt komplikací ve výzkumném souboru nebyl zcela sporadický. Časné mechanické komplikace se po zavedení CVK vyskytly u 26,90 %, krvácivé komplikace u 22,30 %. Závislost mezi rizikovými faktory a mechanickými komplikacemi se u pacientů ve výzkumném souboru potvrdila mezi počtem vpichů a zvýšenými hodnotami INR a aPTT. Překvapivým zjištěním bylo, že se neprokázala závislost mezi kanylací Landmark metodou a časnými mechanickými komplikacemi. 29,20 % kanylací bylo provedeno bez ultrazvukové kontroly. Počet vpichů potřebný pro úspěšnou inzerci katétru do venózního řečiště se pohyboval mezi 1-15 vpichy. Toto je velmi výrazný rizikový faktor a je zapotřebí počet vpichů během kanylace zredukovat. To by mohlo být docíleno častějším využitím ultrazvukové kontroly během kanylace. Bed-side analyzátořem by mohlo dojít k včasné identifikaci rizikových hodnot INR, aPTT a sníženého počtu TRB a mohla by být zahájena časná hemosubstituce a korekce koagulopatie. Uvědomuji si, že finanční náklady na pořízení tromboelastografického analyzátořu jsou vysoké a míra využitelnosti by byla zdaleka vyšší na oddělení urgentního příjmu nebo ARO.

### Literatura

1. Björkander M, Bentzer P, Schött U, Broman ME, Kander T. Mechanical complications of central venous catheter insertions: A retrospective multicenter study of incidence and risks. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2019;63:61– 68. doi.org/10.1111/aas.13214.
2. Adrian M, Borgquist O, Bentzer P, Akeson J, Spangfors M, Wringstad J at al. Research protocol for mechanical complications after central venous catheterisation: a prospective controlled multicentre observational study to determine incidence and risk factors of mechanical complications within 24 hours after cannulation. *BMJ Open.* 2019;9:e029301.doi:10.1136/bmjopen-2019-029301.
3. Cancer Institute N. Common terminology criteria for adverse events (CTCAE) common terminology criteria for adverse (CTCAE) v5.0.2017.
4. Tsotsolis N, Tsirgogianni K, Kioumis I, Pitsiou G, Baka S, Papaiwannou A et al. Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion. *Ann Transl Med.* 2015;3(3):40. doi:10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.11

5. Lee A.K, Ramaswamy S.R. Intravascular acces devices from an interventional radio-logy perspective: indications, implantation techniques, and optimizing patency. *Transfusion*. 2018;58;549-557. doi:10.1111/trf.14501.
6. American Society of Anesthesiologists. Practical Guadlines for Central Venous Access 2020. *Anesthesiology* 2020;132:8-43. doi: 10.1097/ALN.0000000000002864.
7. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld, Larsson A.T, Lindgren S, at al. Clinical quadli-nes on central venous catheterisation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014; 58: 508-524. doi:10.1111/aas.12295.
8. Heidemann L, Nathani N, Sagana R, Chopra V, Heung M. A Contemporary Assessment of Mechanical Complication Rates and Trainee Perceptions of Central Venous Catheter Insertion. *J Hosp. Med*. 2017;12:8:646-651. doi:10.12788/jhm.2784.
9. Sazdov D, Srceva MJ, Todorova ZN. Comparative analysis of ultrasound guided cen-tral venous catheterization compared to blind catheterization. *Sec. of Med. Sci*. 2017;38;109-112. doi:10.1515/prilozi-2017-0028.
10. Brass P, Helmich M, Koodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Data-base Syst Rev*. 2015;1: CD011447. doi: 10.1002/14651858.CD011447.
11. Kander T, Frigyesi A, Kjeldsen-Kragh J, Karlsson H, Rolander F, Schött U. Bleeding complications after cetral line insertions: relevance of pre-procedure coagulation test and institutional transfusion policy. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2013;57:573-579. doi: 10.1111/aas. 12075.
12. Weerdt EK, Biemond BJ, Baake B, Vermin B, Binnekade JM, Lienden KP, et al. Central venous catheter placement in coagulopatic patients: risk factors and incidence of ble-eding complications. *Transfusion*. 2017; 57:2512-2525. doi:10.1111/trf.14248.

## Přílohy článku



Graf 1 Využití ultrazvukové kontroly během kanylace CVK

Tabulka 1 Výskyt časných mechanických komplikací dle lokalizace venózního přístupu

Venózní přístup	Výskyt komplikací		Celkem
	Ano	Ne	
IJV	25 (30,10 %)	58 (69,90 %)	83
SCV	8 (20,00 %)	32 (80,00 %)	40
FV	2 (28,60 %)	5 (71,40 %)	7
<b>Celkem</b>	<b>35 (26,90 %)</b>	<b>95 (73,10 %)</b>	<b>130</b>

Tabulka 2 Výskyt časných mechanických komplikací dle využití ultrazvukové kontroly

Ultrazvuková kontrola	Výskyt komplikací		Celkem
	Ano	Ne	
<b>Ano</b>	25 (27,20 %)	67 (72,80 %)	<b>92</b>
<b>Ne</b>	10 (26,30 %)	28 (73,70 %)	<b>38</b>
<b>Celkem</b>	<b>35 (26,90 %)</b>	<b>95 (73,10 %)</b>	<b>130</b>

Tabulka 3 Výskyt časných mechanických komplikací dle počtu vpichů

Počet vpichů	Výskyt komplikací		Celkem
	Ano	Ne	
<b>1-2</b>	24 (21,80 %)	86 (78,20 %)	<b>110</b>
<b>3-4</b>	7 (46,70 %)	8 (53,30 %)	<b>15</b>
<b>5 a více</b>	4 (80,00 %)	1 (20,00 %)	<b>5</b>
<b>Celkem</b>	<b>35</b>	<b>95</b>	<b>130</b>
	<b>26,90</b>	<b>73,10</b>	<b>100,00</b>

Tabulka 4 Výskyt krvácivých komplikací dle hodnot INR

Hodnoty INR	Výskyt komplikací		Celkem
	Ano	Ne	
<b>0,8-1,2</b>	6 (10,30 %)	52 (89,70 %)	<b>58</b>
<b>1,21-2</b>	15 (28,80 %)	37 (71,20 %)	<b>52</b>
<b>2,1-5</b>	4 (28,60 %)	10 (71,40 %)	<b>14</b>
<b>5,1-10</b>	1 (50,00 %)	1 (50,00 %)	<b>2</b>
<b>&gt;10</b>	3 (75,00 %)	1 (25,00 %)	<b>4</b>
<b>Celkem</b>	<b>29</b>	<b>101</b>	<b>130</b>
	<b>22,30</b>	<b>77,70</b>	<b>100,00</b>



Tabulka 5 Výskyt krvácivých komplikací dle hodnot aPTT

Hodnoty aPTT	Výskyt komplikací		Celkem
	Ano	Ne	
21,2-36	9 (11,40 %)	70 (88,60 %)	79
36,1 - 46,7	5 (33,30 %)	10 (66,70 %)	15
46,8 - 179	10 (42,50 %)	13 (56,50 %)	23
>180	5 (38,50 %)	8 (61,50 %)	13
Celkem	29	101	130
	22,30	77,70	100,00

Tabulka 6 Výskyt krvácivých komplikací dle počtu TRB

Hodnoty TRB	Výskyt komplikací		Celkem
	Ano	Ne	
>20	1 (100,00 %)	0 (0,00 %)	1
21-50	1 (50,00 %)	1 (50,00 %)	2
51-150	6 (21,40 %)	22 (78,60 %)	28
151-400	20 (20,60 %)	77 (79,40 %)	97
401-650	1 (50,00 %)	1 (50,00 %)	2
Celkem	29	101	130
	22,30	77,70	100,00