

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Martina Daňhelová

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Radiační zátěž při zavádění centrálních intravenózních portů

Martina Daňhelová

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina Daňhelová**
Osobní číslo: **Z15274**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Název tématu: **Radiační zátěž při zavádění centrálních intravenózních portů**
Zadávající katedra: **Katedra informatiky, managementu a radiologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **CHARVÁT, Jiří. Žilní vstupy. Praha: Grada publishing, 2016. ISBN 978-70-247-56-21-9.**
2. **KRAJINA, Jiří a Jan H. PEREGRIN. Intervenční radiologie. Hradec Králové: Prepres aurius, 2005. ISBN 80-86703-08-8.**
3. **NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. Přehled anatomie. 2. dopl. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-246-1717-6.**
4. **ULLMANN, Vojtěch. Jaderná a radiační fyzika. Ostrava: Ostravská univerzita, 2009. ISBN 978-80-7368-669-7.**

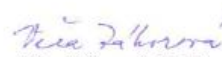
Vedoucí bakalářské práce: **MUDr. Vendelín Chovanec, Ph.D.**
Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. května 2018**


prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.
děkan

L.S.


Věra Záhorová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 26. února 2018

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 3. 5. 2018

Martina Daňhelová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu MUDr. Vendelínu Chovancovi Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, cenné rady, trpělivost a čas, které této práci věnoval. Dále děkuji slečně Lucii Pokorné za vypsání důležitých dat pro praktickou část mojí práce.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá radiační zátěží při zavádění centrálních intravenózních portů s využitím skiaskopie k určení přesné pozice konce katétru. V teoretické části je popsáno ionizující záření, jeho účinky na člověka, dále je popsána radiační ochrana. Další části se týkají anatomie žilního systému a rozdělení žilních vstupů se zaměřením na intravenózní porty. V praktické části je zpracován soubor pacientů, kteří podstoupili zavedení centrálního žilního portu na Angiointervenčním oddělení Radiologické kliniky FN Hradec Králové v období jednoho roku. Ze získaných dat byla vypočtena efektivní dávka a následně bylo provedeno porovnání v závislosti na pohlaví, věku, BMI, typu přístroje, operatérovi a diagnóze.

KLÍČOVÁ SLOVA

radiační zátěž, žilní port, radiační ochrana, program PCXMC, efektivní dávka, rtg záření

TITLE

Radiation exposure during implantation of central intravenous ports

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with radiation exposure during implantation of central intravenous ports. It is divided into two parts - theoretical and practical. In the first parts are described ionizing radiation, its effects on human body, radiation protection of the staff and the patients, anatomy of the vascular system and venous access including intravenous ports. Practical part of this bachelor thesis contains cohort of patients who underwent central venous port implantation at the Anio-interventional department of the Radiologic clinic of Faculty hospital in Hradec Kralove during one year period. The effective doses were calculated and subsequently evaluated. Comparison was made in sex, age, BMI of patients, diagnosis, devices are made in practical part. Overall evaluation is the last point of this thesis.

KEYWORDS

Radiation exposure, Venous port, Radiation protection, Software PCXMC, Effective dose, X rays

OBSAH

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod..... | 15 |
| I..... | 16 |
| 1 Ionizující ZářenÍ..... | 16 |
| 1.1 PřímO a nepřímO ionizující zářenÍ | 16 |
| 1.2 Ionizující zářenÍ a jeho zdroje | 16 |
| 1.2.1 Přirozené zdroje ionizujícího zářenÍ | 16 |
| 1.2.2 Umělé zdroje ionizujícího zářenÍ | 17 |
| 2 Rentgenové zářenÍ..... | 19 |
| 2.1 Brzdné rentgenové zářenÍ..... | 19 |
| 2.2 Charakteristické rentgenové zářenÍ | 19 |
| 2.3 Interakce rentgenového zářenÍ s hmotou..... | 20 |
| 3 Skiografie a skiaskopie | 21 |
| 3.1 Skiaskopie | 21 |
| 3.2 Rentgenový komplet pro angiografii a intervenční radiologii | 22 |
| 4 Biologické účinky ionizujícího zářenÍ | 25 |
| 4.1 Deterministické a stochastické účinky | 25 |
| 4.2 Deterministické účinky a jejich kategorie | 26 |
| 4.2.1 Akutní nemoc z ozářenÍ | 26 |
| 4.2.2 Akutní lokální poškození | 27 |
| 4.2.3 Katarakta | 27 |
| 4.2.4 Poškození fertility | 28 |
| 4.2.5 Poškození embrya nebo plodu | 28 |
| 5 Radiační ochrana..... | 29 |
| 5.1 Principy radiační ochrany | 29 |
| Princip zdůvodněnÍ | 29 |

| | | |
|-------|--------------------------------------------------------------|----|
| 5.2 | Způsoby radiační ochrany | 29 |
| 5.3 | Ochrana pacientů..... | 30 |
| 5.3.1 | Faktory ovlivňující zátěž pacienta ionizujícím zářením | 30 |
| 5.4 | Ochrana personálu před ionizujícím zářením | 31 |
| 6 | Anatomie cévního systému | 32 |
| 6.1 | Stavba cév | 32 |
| 6.1.1 | Arteriae – tepny | 32 |
| 6.1.2 | Vasa capillariae – Vlasečnice | 32 |
| 6.1.3 | Venae – Žíly..... | 32 |
| 6.2 | Žíly hlavy a krku | 33 |
| 6.3 | Žíly horní končetiny | 33 |
| 6.4 | Žíly dolní končetiny | 34 |
| 7 | Jednotlivé žilní vstupy | 35 |
| 7.1 | Dlouhodobé centrální žilní katétry..... | 35 |
| 7.1.1 | Dlouhodobé centrální žilní katétry a jejich typy..... | 35 |
| 7.1.2 | Zavedení dlouhodobého centrálního žilního katétru | 36 |
| 7.1.3 | Komplikace dlouhodobých centrálních žilních katétrů | 37 |
| 7.2 | Intravenózní porty | 38 |
| 7.2.1 | Implantace intravenózních portů | 39 |
| 7.2.2 | Příprava pacienta k implantaci intravenózního portu | 40 |
| 7.2.3 | Indikace k zavedení intravenózního portu | 40 |
| 7.2.4 | Kontraindikace k implantaci intravenózních portů..... | 41 |
| 7.2.5 | Komplikace při implantaci intravenózních portů | 41 |
| 8 | PCXMC | 43 |
| 9 | Veličiny užity v praktické části | 44 |
| 9.1 | Efektivní dávka | 44 |
| 9.2 | Kerma..... | 44 |

| | | |
|--------|----------------------------------------------------------|----|
| 9.3 | DAP..... | 44 |
| 9.4 | Skioskopický čas | 44 |
| II. | | 45 |
| 10 | Praktická část | 45 |
| 10.1 | Cíle výzkumu..... | 45 |
| 10.2 | Metodika výzkumu | 46 |
| 10.3 | Charakteristika souboru | 47 |
| 10.3.1 | Efektivní dávky v souboru | 47 |
| 10.3.2 | Efektivní dávky dle věku | 50 |
| 10.3.3 | Efektivní dávky dle BMI pacienta | 51 |
| 10.3.4 | Efektivní dávky dle přístroje..... | 54 |
| 10.3.5 | Efektivní dávky dle diagnózy | 56 |
| 10.3.6 | Efektivní dávka dle lékařů | 57 |
| 10.4 | Další parametry důležité z hlediska radiační zátěže..... | 59 |
| 11 | Diskuze | 60 |
| 12 | Závěr | 62 |
| 13 | Použitá literatura | 63 |
| 14 | Přílohy..... | 65 |

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázek 1 | Ultrazvukový přístroj CX 50 (Philips Medical System, Best, Holandsko) používaný k punkci centrální žíly | 21 |
| Obrázek 2 | Angiografický přístroj Allura Xper FD 20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)..... | 22 |
| Obrázek 3 | Ovladovna angiografického přístroje Allura Xper FD 20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)..... | 23 |
| Obrázek 4 | Philips Allura FD 20/20 (Philips Medical System, Best, Holandsko) | 23 |
| Obrázek 5 | Ovladovna angiografického přístroje Allura Xper FD 20/20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)..... | 24 |
| Obrázek 6 | Broviacův katétr s manžetou | 36 |
| Obrázek 7 | Vysokorychlostní CT/power port..... | 39 |
| Obrázek 8 | Připravený sterilní stolek k implantaci port systému | 42 |
| Obrázek 9 | Sál na angiointervenčním oddělení | 42 |
| Obrázek 10 | Dose report ze zavedení portu | 47 |
| Obrázek 11 | Závislosti efektivní dávky na věku..... | 50 |
| Obrázek 12 | Závislost efektivní dávky na BMI..... | 51 |
| Obrázek 13 | Krabicový graf efektivních dávek a diagnózy..... | 57 |
| Obrázek 14 | Krabicový graf efektivních dávek dle lékařů | 58 |
| Tabulka 1 | Efektivní dávka dle pohlaví | 48 |
| Tabulka 2 | Efektivní dávky pro celý soubor | 48 |
| Tabulka 3 | Efektivní dávky pro ženy | 49 |
| Tabulka 4 | Efektivní dávky pro muže..... | 49 |
| Tabulka 5 | Efektivní dávky pro pacienty s podváhou v celém souboru | 51 |
| Tabulka 6 | Efektivní dávka pro pacienty s normální vahou dle BMI v celém souboru | 52 |
| Tabulka 7 | Efektivní dávky pro pacienty s nadváhou a obezitou dle BMI v celém souboru ... | 52 |
| Tabulka 8 | Efektivní dávky pro ženy s podváhou dle BMI | 52 |
| Tabulka 9 | Efektivní dávky pro ženy s normální vahou dle BMI..... | 53 |
| Tabulka 10 | Efektivní dávky ženy s nadváhou dle BMI..... | 53 |
| Tabulka 11 | Efektivní dávky muže s podváhou dle BMI | 53 |
| Tabulka 12 | Efektivní dávky muže s normální vahou dle BMI..... | 53 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 13 Efektivní dávky pro muže s nadváhou a obezitou dle BMI..... | 54 |
| Tabulka 14 Efektivní dávky dle přístroje | 54 |
| Tabulka 15 Efektivní dávky dle přístroje č.1 | 55 |
| Tabulka 16 Efektivní dávky dle přístroje č.2..... | 55 |
| Tabulka 17 Efektivní dávky dle diagnóz pro celý soubor | 56 |
| Tabulka 18 Efektivní dávka dle lékařů | 58 |
| Tabulka 19 Průměr K, DAP a skiaskopický čas | 59 |
| Tabulka 20 DAP, K a skiaskopický čas na lékaře | 59 |

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

| | |
|------------|--------------------------------------------------------------|
| ALARA | As low as reasonable achievable (filosofie snižování rizika) |
| APTT | Aktivovaný parciální tromboplastinový čas |
| BMI | Body Mass Index tzv. index tělesné hmotnosti |
| CŽK | Centrální žilní katétr |
| DNA | Deoxyribonukleová kyselina |
| F | French, jednotka pro zevní obvod cévek |
| FN | Fakultní nemocnice |
| FSD | Vzdálenost rentgenky od povrchu těla pacienta |
| Gy | Gray, jednotka absorbované dávky |
| INR | International normalised ratio |
| KeV | Kiloelektronvolt, jednotka energie a práce |
| K | Draslík |
| mAs | Miliampér sekunda, charakterizuje elektrické množství |
| PCXMC | Program pro výpočet efektivní dávky záření |
| PICC | Z periferie zaváděný centrální katétr |
| Rn | Radon |
| Rtg záření | Rentgenové záření |
| s | Sekunda |
| Sv | Sievert, jednotka efektivní dávky |
| Th | Thorium |
| U | Uran |
| UV | Ultrafialový |

UZ

Ultrazvuk

ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o problematice, která se týká radiační zátěže při zavádění centrálních intravenózních portů. Téma bylo vybráno z důvodu toho, že v českém písemnictví není dosud publikována žádná práce, ze které by bylo známo, jakou dávku obdrží pacienti při zavádění žilního vstupu. Tato problematika je stále více aktuální z důvodu toho, že přibývá pacientů zejména mladých, kteří mají zaveden daný dlouhodobý žilní vstup. Hlavním cílem práce je zjistit radiační zátěž při zavádění centrálních žilních portů na angiografických kompletech, které jsou vybaveny softwarem na snižování dávky záření. Dílčí cíle práce mají porovnat radiační zátěž (efektivní dávka, vzdušná kerma) dle pohlaví, věku pacienta, BMI, základní diagnózy, operátéra, přístroje, na kterém byl výkon proveden.

Teoretická část popisuje rtg záření, včetně ochrany před zářením, anatomii žilního systému, žilní vstupy se zaměřením na centrální žilní porty. Dlouhodobý žilní vstup zajištěn portem se standardně využívá u onkologických nemocných k cyklickému podání chemoterapie. Při jeho zavádění lze využít skiaskopie k přesnému určení pozice konce portu. Správná pozice je důležitá, protože má vliv na dlouhodobou správnou funkci portu.

Ve výzkumné části je zhodnocena radiační zátěž při zavedení centrálního žilního portu při využití UZ navigované punkce centrální žíly a skiaskopie k určení přesné pozice konce katétru centrálního intravenózního portu. Respondenti jsou pacienti, kteří podstoupili implantaci centrálního žilního portu na Angiointervenčním oddělení Radiologické kliniky Fakultní nemocnice v Hradci Králové v období od 1.1.2017 do 31.12.2017. Efektivní dávka byla vypočtena v programu PCXMC. Následně bylo provedeno porovnání efektivní dávky, DAP, AK mezi jednotlivými kategoriemi, které jsem si předem určila. Porovnávané kategorie zahrnují pohlaví, věk, BMI pacienta, základní diagnózu, přístroj, na kterém byla implantace provedena a operátéra provádějícího danou proceduru.

I.

1 IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

Ionizujícím zářením je nazváno záření, jehož kvanta mají tak vysokou energii, že jsou schopna vyrážet elektrony z obalu atomu a tím látku ionizovat. Pro běžné druhy fotonového záření (rtg a gama záření γ), elektronového (β), a α záření je považována energetická hranice ionizujícího záření bere energie 5keV. Ionizující záření se dělí na přímo ionizující (elektrony, protony, deuterony, částice α a těžké ionty) a nepřímo ionizující (rtg záření, gama a neutrony). [1,2]

1.1 Přímá a nepřímo ionizující záření

Ionizační účinky jsou společnou vlastností všech druhů ionizujícího záření. Konkrétní mechanismy interakce záření s hmotou jsou však pro každý druh záření jiné. Z tohoto hlediska je ionizující záření rozděleno do dvou skupin, přímo ionizující a nepřímo ionizující záření. [2]

Přímá ionizující záření

Jedná se o záření, jehož kvanta nesou elektrický náboj, proto přímo vyráží nebo vytrhávají Coulombovskými elektrickými silami elektrony z atomů. Do přímo ionizujícího záření patří α , β^- , β^+ a protonové záření p^+ . [2]

Nepřímá ionizující záření

Jeho kvanta nejsou elektricky nabitá, svoji kinetickou energii předají v látce nejprve nabitým částicím (spíše elektronům) a ty teprve svými přímými účinky na atomy látku ionizují. Do nepřímo ionizujícího záření patří zejména rentgenové záření a záření gama, dále také neutronové. [2]

1.2 Ionizující záření a jeho zdroje

Každý předmět, přístroj, látka nebo preparát, který je schopen emitovat ionizující záření se označuje jako zdroj ionizujícího záření, zkráceně zářič. Zdroje ionizujícího záření lze rozdělit dle několika kritérií, dle principu a mechanismu vzniku záření. [2]

1.2.1 Přírodní zdroje ionizujícího záření

Druhy přírodních zdrojů ionizujícího záření jsou rozděleny na dvě skupiny, a to na záření kosmické a na záření z přírodních radionuklidů. Kosmické záření je rozděleno do tří

složek – galaktické, sluneční a záření radiačních pásů Země (van Allenových pásů). Galaktické kosmické záření pochází z hlubokých oblastí vesmíru, skládá se z protonů, jader helia, těžších jader a prakticky všech prvků periodické soustavy a také elektronů. Sluneční kosmické záření pochází z erupcí, které vznikají na slunci a je tvořeno z velké části protony. Radiační pásy (van Allenovy) jsou tvořeny protony a elektrony zachycenými v magnetickém poli Země v určitých vzdálenostech od jejího povrchu. Vnější pás je ve vzdálenosti kolem 20 000 km a vnitřní pás ve vzdálenosti kolem 3 000 km. Přírodní radionuklidy jsou obsaženy v zemské kůře. Asi 30 z nich má poločas rozpadu větší než 10^9 roku. Nejvýznamnější jsou jen tři – ^{232}Th , ^{238}U a ^{40}K . Důležitý je také izotop ^{226}Ra , který je v trvalé rovnováze s ^{238}U , ze kterého vzniká plynný ^{222}Rn . [3,4]

1.2.2 Umělé zdroje ionizujícího záření

Radioaktivní zářič je zdroj, ve kterém ionizující záření (α , β , nebo gama, případně i neutronové záření) vzniká při radioaktivních přeměnách jader. Tyto typy zářičů jsou převážně využívány v radioterapii (např. cesiové, kobaltové zářiče, brachyoterapeutické zářiče), nebo také v nukleární medicíně (radiofarmaka pro terapii i diagnostiku). Dále se zdroje ionizujícího záření dělí na uzavřené a otevřené zářiče. [2,5]

Uzavřené zářiče

Vlastní zářivá látka je vzduchotěsně zapouzdřena v neradioaktivním obalu tak, že radioaktivní látka nemůže uniknout do okolí. [2,5]

Otevřené zářiče

Vlastní zářivá látka je volně přístupná k manipulaci, jedná se především o radioaktivní roztoky, plyny a prášky. Při této manipulaci s otevřenými zářiči hrozí možnost nežádoucího uvolnění radioaktivní látky do okolního prostředí. Dochází zde k riziku radioaktivní kontaminace osob a životního prostředí nebo pracovního. [2,5]

Elektronické zdroje ionizujícího záření

Spadají do kategorie uzavřených zářičů, jelikož se jedná o látku, která je zapouzdřena. Elektronické zdroje, v nichž záření vzniká v důsledku elektromagnetického urychlování nabitých částic. Jde především o rentgenové trubice, které produkují brzdné rtg záření a urychlovače částic. U urychlovačů částic se jedná především buď o primární záření (svazky urychlovaných částic – protony a elektrony) nebo o sekundární záření, to vzniká interakcí primárního svazku s terčíkem. Speciální kategorií je synchrotronové záření

a elektromagnetické, které je generováno v urychlovačích elektronů a neutronové záření, které je vytvářeno v neutronových generátorech. Záření, které je produkováno v urychlovačích se kromě výzkumu v jaderné fyzice používá také pro výrobu umělých radionuklidů nebo v radioterapii. [5,6]

2 RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ

Záření X, neboli také rentgenové záření je elektromagnetické záření o krátké vlnové délce v rozmezí od $10^9 - 10^{13}$ m. Rentgenové záření je vyzařováno ve formě kvant (fotonů), která mají energii 5 keV – 200 keV. Vzniká v rentgenové trubici zabrzděním rychle letících elektronů v těžkých kovech. Rozlišují se dva druhy rentgenového záření – brzdné a charakteristické záření. [5,7]

2.1 Brzdné rentgenové záření

Brzdné rtg záření, které je produkováno rentgenkou a má spojité spektrum se pohybuje v energiích, které jsou blízké nule až k maximální energii dané téměř hodnotou anodového napětí. Energie brzdného rentgenového záření je závislá na energii rychlosti, s jakou dochází k zabrzdění elektronů při dopadu na povrch anody. Každý elektron pronikne různě hluboko do atomů materiálu anody, tím se vyzařují různé vlnové délky, nebo energie fotonů. Elektrony, které se opakovanými rozptyly na vnějších elektronových slupkách atomů materiálu anody „měkce“ zabrzdí, vysílají řadu fotonů brzdného (i charakteristického) záření o nízké energii. Některé z elektronů spadají do měkkého rtg záření, jiné zase do oblasti UV a viditelného světla. Čím elektrony hlouběji proniknou blíže k jádru atomů anody, tím rychleji se intenzivními Coulombovskými silami mění jejich vektor rychlosti a tím tvrdší brzdné rtg záření bude produkováno. Různá míra brždění elektronů vyvolává směs záření o různých vlnových délkách či energiích fotonů. Výsledkem je spojité spektrum brzdného záření. V tomto spektru jsou nejvíce zastoupeny fotony rtg záření o nízkých energiích. Malé procento koncové části spektra odpovídá vysokým energiím, které jsou blízké energii dopadajících elektronů, které jsou dány vysokým napětím mezi katodou a anodou rentgenky. [5,7]

2.2 Charakteristické rentgenové záření

Kromě brzdného rtg záření je vyzařováno také menší množství charakteristického rtg záření, které má čárové spektrum. Energie charakteristického rtg záření není závislá na anodovém napětí, ale je dána materiálem anody. Charakteristické rtg záření vzniká díky dvěma procesům:

Přímý proces impaktního fotoelektrického jevu na vnitřních energetických hladinách elektronového obalu v atomech materiálu anody, kdy rychlé elektrony pronikají k jádru atomů a vyrážejí vázané elektrony z vrstev K a L. Při seskoku elektronů z vrstvy L na vrstvu K,

případně z vrstvy M na L se poté rozdíl energií vyzařuje ve formě fotonů elektromagnetického záření – charakteristického rtg záření. [7]

Nepřímý proces fotoelektrické absorpce brzdného záření. Brzdné rtg záření, které vzniká při zabrzdění urychlených elektronů, interaguje s dalšími atomy uvnitř materiálu anody, mimo jiné fotonovým fotoefektem. Fotonový fotoelektrický jev vyrazí elektrony z vnitřních vrstev, za následného přeskočení elektronů a emise charakteristického rtg záření (podobně jako v předchozím případě). [5,7]

2.3 Interakce rentgenového záření s hmotou

Rentgenové záření a gama záření může s hmotou (na fyzikální úrovni) interagovat mnoha způsoby. Ovšem vzhledem k energiím fotonů rtg záření, které jsou používány v radiodiagnostice a nukleární medicíně (20 – 510 keV) přichází v úvahu hlavně dva procesy – fotoelektrický jev a Comptonův rozptyl. [2,5]

U fotoelektrického jevu foton gama předá veškerou svou energii elektronu, který je vázán na jedné z vnitřních slupek elektronového obalu atomu a tím je elektron z elektronového obalu poté uvolněn a prázdné místo je obsazeno elektronem z vyšších slupek. Přebytečná energie při přechodu elektronu se poté uvolní ve formě fotonu – většinou fotonu charakteristického rtg záření. Tento foton má velmi malou energii, díky tomu je absorbován v okolním materiálu. Uvolněný fotoelektron se dále pohybuje hmotou a způsobuje podél své dráhy další excitace a ionizace. Díky rostoucí energii gama záření se zmenšuje pravděpodobnost efektu, ovšem roste s protonovým číslem materiálu. Projevuje se tedy u fotonů s nižší energií a u látek s vysokým protonovým číslem. [2,5]

Při Comptonově rozptylu foton vzájemně působí s elektronem, který je slabě vázán nebo je volný. Foton interaguje s elektronem na vnější slupce elektronového obalu a předá mu pouze část své energie. Z valenční vrstvy se uvolní elektron, který získá část energie primárního fotonu ve formě kinetické energie. Foton, který je rozptýlený pokračuje v pohybu, ovšem v rozdílném směru a s nižší energií než má primární foton. Děj se může několikrát opakovat, až foton ztratí tolik energie, že převládá jeho zahlcení fotoelektrickým jevem. [2,5]

3 SKIAGRAFIE A SKIASKOPIE

Rentgenová vyšetření rozlišujeme na skiagrafická, kdy se jedná o statické snímky nálezů. Pokud se jedná o dynamické studie, pak se jedná o vyšetření pomocí skiaskopického přístroje. U skiagrafických vyšetření je obraz vytvořen na filmu buď přímým působením rentgenového svazku nebo přes použitou stínící fólii, která je umístěna na kazetě a je v přímém kontaktu s filmem. [8]

Skioskopická vyšetření umožňují studium dynamických jevů, při kterých je kontinuální obrazová informace vytvářena dopadem rentgenového záření na plochý panel zesilovače obrazu, který je spojen s monitorem. [8]

3.1 Skiaskopie

Technika zavádění portkatétrů za pomoci ultrasonografie a skiaskopie je pro všechny pacienty velmi šetrná metoda, která snižuje procedurální rizika. Ultrazvuková navigace snižuje počet vpichů při kanylaci a zvyšuje také úspěšnost hlavně prvního vpichu. Skiaskopická navigace umožňuje přesné naměřené délky katétru u jednotlivých pacientů dle tělesné konstituce. Dále se přes skiaskopickou navigaci kontroluje pozice zaváděného vodiče a katétru. Díky tomu se eliminuje necílené stočení zaváděného katétru. [9]



Obrázek 1 Ultrazvukový přístroj CX 50 (Philips Medical System, Best, Holandsko) používaný k punkci centrální žíly

3.2 Rentgenový komplet pro angiografii a intervenční radiologii

Angiografické přístroje lze rozdělit do tří kategorií:

1. Angiografický přístroj specializovaný s plnými funkcemi – (1 nebo 2 projekce, zesilovač či plochý panel pro periferní intervence 40 cm). Minimální provoz se předpokládá 1000 sezení za 1 rok. [10]
2. Víceúčelový přístroj s C ramenem, který je určen pro menší nemocnice.
3. Nezávislé C rameno pro operační sály cévní chirurgie, traumatologie, neurochirurgie, pro implantaci kardiostimulátorů. Pokud obsahuje zesilovač 40 cm, je možné ho používat na implantaci stentgraftu. [10]

Typ rentgenového kompletu pro intervenční radiologii a angiografii je volen vždy pro specifický provoz a také s ohledem na předpokládanou dobu použití. [10]



Obrázek 2 Angiografický přístroj Allura Xper FD 20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)



Obrázek 3 Ovladovna angiografického přístroje Allura Xper FD 20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)



Obrázek 4 Philips Allura FD 20/20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)



Obrázek 5 Ovladovna angiografického přístroje Allura Xper FD 20/20 (Philips Medical System, Best, Holandsko)

4 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Účinky ionizujícího záření se mohou projevit ve větší nebo menší míře u všech druhů živých organismů. Většinou se jedná o negativní účinky ionizujícího záření. Jsou však známy případy, kdy ionizující záření vyvolá v živém organismu pozitivní změnu. Účinky na buňku se rozdělují na přímé a nepřímé. Přímým účinkem je myšlena změna biologicky důležité makromolekuly přímým zásahem částic ionizujícího záření nebo také sekundárním elektronem při ozařování rentgenovým nebo gama zářením. Nepřímý účinek souvisí s radiolýzou vody a jde především o změny, které jsou způsobeny radikály. Radikály jsou částice, které mají lichý počet elektronů. Protože elektrony dávají přednost vzájemnému párování, činí jeden nespárovaný elektron vysoce reaktivním. Nepřímým účinkem se také vysvětluje kyslíkový efekt, při kterém se zvětší účinek záření, pokud je v buněčné tekutině rozpuštěn kyslík. Kyslíkový efekt je způsoben díky větší koncentraci radikálů v buňce. [11,12]

Dále se účinky ionizujícího záření dají rozdělit dle úrovní molekulárních, buněčných, tkáňových a úrovně organismu. Na molekulární úrovni probíhá radiační poškození v jádře buňky, kde se nachází molekula DNA, jejíž poškození je příčinou vzniku radiačních efektů. Dále se může poškození DNA projevit na úrovni buněčné, a to buď úplnou ztrátou životních funkcí buňky, neschopností buňky se dělit nebo také změnou genetické informace buňky (tzv. mutací). Na úrovni tkáňové jsou fatálně poškozené buňky odstraněny a nahrazeny depopulací nebo může při jejich velkém množství docházet ke ztrátě funkčnosti tkáně jako celku. Dále na úrovni organismu se buněčné mutace uskutečňují jako genetické a somatické změny. Genetické změny se týkají zejména zárodečných žláz a přenášejí se do dalších generací a jsou také odpovědné za genetické účinky. Projevují se poruchami ve vývoji lidského plodu. Somatické změny se týkají zejména (nezárodečných) ostatních tkání a orgánů. Důsledky somatických změn se poté projevují u jejich nositele, přímo v ozářené tkáni. Somatické mutace jsou také příčinou nádorových onemocnění. [2,12]

4.1 Deterministické a stochastické účinky

Z hlediska dávky a účinku záření rozlišují se radiobiologické účinky deterministické (nestochastické) a stochastické. Deterministické účinky začínají již v buňkách a ovlivňují tkáň. Patří sem zejména akutní nemoc z ozáření, katarakta a sterilita. Tyto účinky jsou vyznačeny tím, že vznikají až poté, jestli dávka záření překročí určitý práh (někdy jsou účinky

nazývány jako prahové). Práh je různý z různých tkání. S rostoucí dávkou nad prahem stoupá i procento jedinců, kteří jsou poškozeni a také závažnost poškození. Deterministické účinky vznikají krátce po ozáření, v průběhu několika dnů až týdnů. Proto jsou tyto účinky charakterizovány jako časně. [2,12]

U stochastických účinků může již jediná ionizace způsobit poškození molekuly DNA. Předpokládá se, že u stochastických účinků neexistuje dávkový práh. Mezi stochastické účinky patří genetické účinky a vznik zhoubných nádorů. Stochastické účinky jsou tedy charakterizovány tím, že nemají dávkový práh a s každým dalším zvýšením dávky se zvyšuje i pravděpodobnost vzniku těchto účinků. Frekvence výskytu stochastických účinků závisí na velikosti dávky, avšak závažnost těchto účinků není závislá na dávce. Účinek opakovaných dávek je kumulativní, stochastické účinky spojené s jednotlivými dávkami obdrženy v různých časech se sčítají. [1,12]

4.2 Deterministické účinky a jejich kategorie

4.2.1 Akutní nemoc z ozáření

Rozvíjí se po jednorázovém ozáření celého těla nebo jeho převážné části vyšší dávkou záření. Akutní nemoc z ozáření je klasifikována do tří stádií v závislosti na výši dávky.

Prvním stádiem je hematologická dřevňová forma – k té dochází po celotělové expozici dávkou asi 2 – 10 Gy. Projevuje se apatií, skleslostí, bolestí hlavy, nauzeou, dehydratací a zvýšenou teplotou. Po několika dnech se projeví vlastní onemocnění pomocí sepse, krvácení do sliznice a orofaryngeálním syndromem. Tyto změny jsou dány likvidací významné části dělicích se prekurzorů v systému krvetvorby. Nejcitlivější z bílých krvinek jsou lymfocyty. Pokud dávka záření není příliš velká, nastupuje po 6 – 8 týdnech postupně pomalé zlepšování stavu. Krvetvorné orgány se repopulují ze zachovalé části kmenových buněk. [12]

Dalším druhým stádiem je střevní (gastrointestinální) forma akutní nemoci z ozáření. Projevuje se při celotělové dávce, která je vyšší než 10 Gy. Je charakterizována výraznějšími časnými příznaky. Obvykle 4. – 7. den po ozáření vznikají závažné potíže jako například krvavé průjmy, příznaky ileu nebo střevní perforace. Jedná se o nekrózu buněk střevní výstelky s obnažením povrchu střeva a výraznou poruchou vodního a minerálního hospodářství. Pokud postižený přežije 7 – 10 dnů, projeví se dále příznaky poškození krvetvorných orgánů. [12]

Třetím stádiem je neuropsychická forma nemoci. Dávky kolem 20 Gy vyznačují příznaky časného období a jsou tak zdůrazněny, že se dostaví metabolický rozvrat, srdeční selhání a také kóma. Při dávkách vyšších než 50 Gy nastupují prodromální příznaky, které přechází v psychickou dezorientaci, zmatení, křeče, bezvědomí a smrt. [12]

4.2.2 Akutní lokální poškození

K akutnímu lokálnímu poškození může docházet při radiačních nehodách se zdroji externího záření (např. rentgenový přístroj nebo ozařovač v radioterapii), nebo také vnitřní kontaminací (např. otevřeným zářičem). V případě, že byl zdroj blízko u povrchu těla, nebo také v přímém kontaktu, dávka v kůži je podstatně vyšší než kterékoliv jiné současně ozářené části těla. Rozlišují se tři stupně akutního lokálního poškození:

1. stupeň (erytematózní dermatitida) – rozvíjí se po dávce v kůži 2 – 4 Gy. Po bezpříznakovém období latence (kolem 2 – 4 týdnů) se objeví poté zarudnutí spojené se zánětem. [1]

2. stupeň (deskvamativní dermatitida) – rozvíjí se po ozáření dávkou vyšší než 20 Gy. V prvních hodinách po ozáření se objevuje erytém, poté erytém ustupuje a nastává klidové období (tzv. latence). Latence trvá kolem 2 – 3 týdnů, poté se rozvíjí plné příznaky (např. pozdní erytém – prosáknutí a zduření i hlubších vrstev kůže se vznikem puchýřů). [1]

3. stupeň (nekrotická forma dermatitidy) – rozvíjí se po dávce vyšší než 50 Gy. Postiženy jsou zejména hlubší vrstvy kůže, vznikají vředy v důsledku cévních změn a infekce. Vředy, které jsou hlubší se hůře hojí především díky následkům cévních změn v okolí, které mohou ovlivnit i životnost hlouběji uložených tkání (např. svalstva a kostí). Po zhojení se v důsledku degenerativních změn rozvíjí pozdní druhotný vřed, který už ovšem vyžaduje plasticko – chirurgický výkon. [1]

Mezi deterministické účinky patří i nenádorové pozdní poškození. Jde o chronickou radiační dermatitidu, která může vzniknout při dlouhodobém ozařování při práci se zdroji ionizujícího záření. Prahová dávka pro toto onemocnění se pohybuje v rozmezí od 30 – 50 Gy. [1]

4.2.3 Katarakta

Dalším onemocněním, které může vznikat je katarakta. Katarakta neboli zákal oční čočky může vznikat po jednorázovém ozáření dávkou 1,5 – 2 Gy nebo také po dlouhodobé profesionální expozici s prahovými dávkami kolem 2 – 4 Gy. [1]

4.2.4 Poškození fertility

Vícenáchylnější na dočasné poškození fertility jsou muži než ženy. Dochází u nich k poškození již při nižších dávkách záření. Přechodná oligospermie byla pozorována už při dávkách 0,1 – 0,3 Gy. Trvalá sterilita nastává u dávek nad 3 Gy. U žen je způsobena sterilita při dávkách 2,5 – 8 Gy. [1]

4.2.5 Poškození embrya nebo plodu

Závažnost poškození embrya závisí na absorbované dávce a také na uplynulé době od oplodnění, v níž došlo k ozáření. Pokud dochází k ozáření v prvních dvou týdnech gravidity je zasazení zárodku v důsledku jeho poškození nepravděpodobná a nebo dochází k jeho smrti. Při dávkách v plodu vyšších jak 0,1 Gy v období od 3. do 8. týdnu se mohou vyskytnout malformace, abnormality, katarakta nebo také zpomalení růstu. Při ozáření v období od 8. do 15. týdne po početí dávkou v plodu 1 Gy dochází ke snížení IQ narozeného jedince až o 30 bodů. Pokud se překročí dávka 0,3 Gy může vzniknout závažná mentální retardace. [1]

5 RADIAČNÍ OCHRANA

5.1 Principy radiační ochrany

Princip zdůvodnění – Při činnosti, která vede k ionizujícímu ozáření je nutno zajistit, aby bylo toto ozáření odůvodněno přínosem, který vyváží rizika, vznikající při této radiační činnosti. [8]

Princip optimalizace – Využívá se zejména při činnostech, která doprovází ozáření. Je tedy nutné dodržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby riziko škodlivých účinků bylo optimálně nízké, tak jak jen je rozumně možné dosáhnout z technických a ekonomických hledisek. Tento princip je často nazýván ALARA („As Low As Reasonably Achievable“). [8]

Princip bezpečnosti zdrojů – Zdroje ionizujícího záření musí být zabezpečeny tak, aby nad nimi nemohlo dojít ke kontaminaci prostředí a k nekontrolovanému ozáření. Princip bezpečnosti zdrojů zahrnuje také i opatření proti odcizení, ztrátě nebo přístupu k nim nepovolaným osobám. Zahrnuta je i technická bezpečnost a dobrý technický stav zdrojů. [8]

Princip limitování – Při činnostech s ionizujícím zářením je důležité omezit ozáření osob tak, aby celková dávka nepřesahovala v součtu stanovené limity. Ovšem tento princip neplatí pro tzv. „lékařské ozáření“ (tzn. ozáření pacienta v rámci léčby nebo diagnostiky nemoci). Rozlišují se tedy obecné limity, dále limity pro radiační pracovníky a také limity pro studenty. [8,12]

5.2 Způsoby radiační ochrany

Ochrana časem – Absorbovaná dávka záření je přímo úměrná době expozice po kterou se nacházíme v poli záření. Dávku záření můžeme snížit zkrácením doby pobytu v exponovaném místě. Pokud není přítomnost pracovníků nutná, není potřeba se zbytečně dlouho zdržovat v blízkosti pole záření. [1,12]

Ochrana vzdáleností – Pokud se zvětší vzdálenost od zdroje na dvojnásobek, dávka klesne s druhou mocninou vzdálenosti tj. na jednu čtvrtinu. Je nutné se zdržovat co nejdále od zdrojů ionizujícího záření. [1,12]

Ochrana stíněním – Ochrana stíněním je realizována tím, že se mezi pracovníka a zdroj záření umístí vrstva, která je absorbující záření. Díky ní je svazek záření zeslaben a dávka podstatně snížena. [1,12]

5.3 Ochrana pacientů

Základním principem ochrany pacientů v radiodiagnostice je dodržování již zmíněných principů odůvodnění a optimalizace tzv. ALARA. Jedná se o snahu snížit dávku pacienta při zachování potřebné diagnostické kvality obrazu. Při intervenčních výkonech dochází k výrazné radiační zátěži pacientů. Důležitá je snaha snížit radiační zátěž, jak je jen možné na přijatelnou mez. Hlavním cílem je zabránit vzniku deterministickým účinkům a omezit účinky stochastické na minimum. Radiační zátěž pacientů při intervenčních výkonech je závislá na mnoha faktorech, některé z nich lze ovlivnit. Další důležitou součástí radiační ochrany pacienta je také optimální nastavení vyšetřovací jednotky. [1,10]

5.3.1 Faktory ovlivňující zátěž pacienta ionizujícím zářením

Napětí – S vyšším napětím roste také pronikavost záření. Snížení radiační zátěže pacienta lze dosáhnout zvýšením napětí na rentgence a snížením proudu. To má za následek větší pronikavost a současné snížení počtu fotonů. [1,10]

Elektrické množství – S nárůstem elektrického množství (mAs) se zvyšuje lineárně množství vyprodukovaných fotonů rtg záření, tím se zvyšuje i dávka v těle pacienta. Elektrické množství je odvozeno z expozičního času (s) a také hodnoty proudu (mA). Dávka je lineárně závislá na proudu rentgenky. [1,10]

Vzdálenost ohniska rentgenky od povrchu těla pacienta (FSD) – Dávkový příkon klesá se vzdáleností od ohniska rentgenky. Čím více je tato vzdálenost větší, tím je dávka záření v kůži pacienta nižší. [1,10]

Velikost ozařovaného pole – S velikostí ozařovaného pole roste nejen radiační zátěž pacienta, ale roste také množství sekundárního záření, které zvyšuje radiační zátěž pracovníků. Zmenšení ozařovaného pole je jedno z nejdůležitějších metod ve snížení radiační zátěže pacienta. [1,2]

Filtrace – Jedná se především o zeslabení nízkoenergetického záření, které se podílí pouze na zvýšení dávky pacienta, k tvorbě obrazu ale nepřispívá. Se zvýšenou filtrací klesá dávka v kůži pacienta a dávka v hloubce těla je redukována méně. [1,10]

Vybavení přístroje – Moderní vybavení přístroje a technologie také vedou ke snížení radiační zátěže pacienta. (např. pulzní skiaskopie, automatická filtrace primárního svazku záření, digitální zoom, ploché detektory). [1,10]

5.4 Ochrana personálu před ionizujícím zářením

V první řadě k ochraně personálu patří zejména dodržování zásad a předpisů. Patří sem ale také i stavební úpravy vyšetřoven a technické podmínky zdrojů ionizujícího záření. Ošetřující personál je také ohrožen tzv. sekundárním zářením, která vychází z těla pacienta. Velikost dávky sekundárního záření se snižuje s velikostí ozařovaného pole. Uplatňuje se zde hlavně ochrana časem, vzdáleností a stíněním. Při angiografických vyšetřeních jsou lékař a další pracovníci povinni používat ochranné límce a zástěry, které jsou vyrobeny z plastického materiálu s přísadou olova se stínící hodnotou 0,25 mm, 0,35 mm nebo 0,5 mm olova. K ochraně očí se používají brýle s olovnatým sklem, hodnota olova je okolo 0,5 mm. Brýle absorbují až 70 % sekundárního záření. Díky jejich používání se předchází vzniku radiační katarakty. Do ochrany stíněním patří také zejména mobilní zástěny, ochranné závěsy, které jsou upevněny na vyšetřovacím stole, stropní závěsy s olovnatým sklem. Angiografický přístroj s pohyblivým C ramenem je vybaven horní a dolní přídatnou clonou, (horní clona je vyrobena z průhledného plexiskla a dolní clona má podobu závěsu z olovnaté gumy). Horní clona dokáže zachytit až 95 % sekundárního záření. Dále se používají ochranné rukavice, které jsou určeny zejména na provádění výkonu v blízkosti svazku záření. Důležité je vymezení svazku záření jen na vyšetřovanou oblast, jelikož hlavním zdrojem ozáření radiačních pracovníků, kteří se nachází ve vyšetřovací místnosti jsou rozptýlené fotony, které vznikají při Comptonově rozptylu primárního záření v těle pacienta. Díky vymezení svazku záření se sníží nejen radiační zátěž pacienta ale také personálu. Dále skiaskopický čas musí být co nejkratší a od vyšetřovaného pacienta si zachovávat odstup. Dalším hlavním opatřením radiační ochrany personálu je také osobní dozimetrie a pravidelné proškolení personálu. [10]

6 ANATOMIE CÉVNÍHO SYSTÉMU

6.1 Stavba cév

Cévní stěny odpovídají svou stavbou funkčním nárokům jednotlivých úseků cévního řečiště. K těmto jednotlivým úsekům patří tepny – arteriae, které se dále větví do tenčích tepének – arteriolae a ty přechází do vlásečnic – vasa capillare. Kapiláry pokračují jako nejtenčí žíly, které se nazývají venuly a ty se dále sbírají v žíly – venae. [13]

6.1.1 Arteriae – tepny

Tepny odpovídají tvaru trubice, která je složená ze tří vrstev. Vnitřní vrstva – tunica intima, střední vrstva – tunica media a zevní vrstva – tunica externa. Výstelka vnitřní vrstvy tepen je tvořena jednou vrstvou plochých endotelových buněk, pod kterými jsou uložena elastická a kolagenní vlákna. Mezi vnitřní a střední vrstvou jsou elastická vlákna, která mezi těmito dvěma vrstvami vytváří blanku. Hlavní funkcí endotelových buněk je zábrana srážení krve na jejich povrchu. Střední vrstva je nejsilnější stěnou tepny. Ta se skládá ze spirálně uložených hladkých svalových buněk. Zevní vrstva je tvořena taktéž kolagenními a elastickými vlákny, která jsou uložena v okolí řídkého vaziva. [13,14]

6.1.2 Vasa capillariae – Vlasečnice

Malé tepny – arterioly, které jsou před přechodem do krevních kapilár změněny na arterioly terminální, a jejich boční větve přechází do vlásečnic – kapilár. Přechod mezi terminální arterioulou a kapilárou často obsahuje prekapilární sfinkter, který je tvořen spirálně uspořádanými hladkými svalovými buňkami. Díky kontrakci či dilataci sfinkterů je regulována krev a její průtok kapilárním řečištěm. Kapiláry, které jsou spolu spojeny tvoří tzv. kapilární síť. Kapiláry svou funkcí představují styčnou plochu mezi krví a tkání. Na úrovni kapilár probíhá obousměrná výměna látek a také přesun kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví a tkáněmi. [13,14]

6.1.3 Venae – Žíly

Z kapilár postupuje krev do postkapilárních venul. Ty se dále sbírají do venul a následně do vén, a z vén do dvou velkých sběrných žil – vena cava superior a inferior. Postkapilární venuly – nejtenčí žilky, které se sbírají z kapilár jsou vystlány endotelovou výstelkou. Malé žilky – venuly, mají stejně jako větší sběrací žíly, vytvořeny tři vrstvy stěny – tunica intima, media a adventitia. Vazivová a svalová složka větších žil je obsažena ve střední

vrstvě – tunica media. Větší část žil také obsahuje párové a nepárové chlopně, které usměrňují tok krve k srdci. Tyto chlopně ovšem chybí v horní a dolní duté žíle, v žilách páteře a ve většině žil mozku. Tepny a žíly probíhají z větší části spolu a jsou uloženy ve vazivu. Do vaziva přechází vazivová vlákna z vnější vrstvy cév. Díky tomuto mechanismu je umožněna fixace cév v tkáních. Žilní systém se liší od tepenného nejen svou stavbou, ale i funkcí. Strukturou jsou žíly podobné tepnám. Mají ovšem tenčí a tvárnější stěny, které mají ve své stavbě méně svalových vláken. [13,14]

6.2 Žíly hlavy a krku

Vena cava superior – horní dutá žíla je silnou žilou, která nemá chlopně. Vzniká soutokem vena brachiocephalica dextra et sinistra – hlavopážní žíly pravé a levé. Prochází v horní části hrudníku a ústí do pravého atria srdce – pravé síně srdce. Venae brachiocephalicae – hlavopážní žíly (pravá a levá) vznikají díky soutoku vena jugularis interna – vnitřní jugulární žíly a vena subclavia – podklíčkové žíly. Hlavopážní žíly sbírají krev z hlavy, krku a horní končetiny. Vena jugularis interna – vnitřní jugulární žíla odvádí krev z krku, hlavy a mozku. V okolí krku postupuje směrem dolů v krčním nervově cévním svazku spolu s arteria carotis interna – vnitřní krkavice a nervus vagus – bloudivý nerv. Probíhá pod klíční kostí a při spojení s podklíčkovou žílou vytváří již zmíněnou hlavopážní žílu. Vena subclavia je pokračováním sběrné žíly paže – vena axillaris. Podklíčková žíla probíhá od prvního žebra až k soutoku s vnitřní jugulární žílou. Vena axillaris vzniká soutokem dvou vv. brachiales – pažních žil. Prochází od dolního okraje musculus pectoralis major – velký prsní sval až po zevní okraj prvního žebra. Je to hlavní žíla odvádějící krev z horní končetiny. [14]

6.3 Žíly horní končetiny

Žíly na končetině jsou rozděleny na povrchové (podkožní) a hluboké (žíly, které probíhají mezi svaly podél tepen). Oba systémy jsou propojeny a zároveň obsahují chlopně, kterých je spíše více v hlubokých žilách, které probíhají podél tepen. Povrchové žíly horní končetiny jdou od prstů a jsou propojeny v síť jemných žil, které přechází na hřbetní stranu ruky. Z této sítě se na zevní straně předloktí formuje vena cephalica – hlavová žíla. Vena cephalica pokračuje do fossa cubiti. Po zevní straně přejde pod klíčkem, kde se zanořuje do hloubky a tím se vlévá do vena axillari. Na vnitřní straně ruky z rete venosum dorsum manus – dorzální venózní síť začíná vena basilica – královská žíla, která pokračuje na ventromediální stranu a uprostřed paže postupuje do hloubky. Vena basilica zanořena do hloubky jde pod fascii paže a vlévá se do vena brachialis. Tyto dvě povrchové žíly

se v oblasti jamky loketního kloubu spojují žilními spojkami. Žíly tohoto typu (povrchové žíly) jsou pod kůží viditelné a také dobře hmatatelné. Díky tomu jsou místem intarvenózního podání léků. Hluboké žíly horní končetiny jsou svým průběhem a přítoky shodné s tepnami, nesou taktéž jejich názvy. Ve většině jsou zdvojené. [14]

6.4 Žíly dolní končetiny

Žíly dolních končetin se dělí taktéž na povrchové žíly, které probíhají v podkoží a hluboké, které jsou uloženy pod fascií mezi svaly a probíhají spolu s tepnami. Z hřbetu nohy – dorsum pedis a dorzální plochy prstů je krev odváděna do povrchových žil. Povrchové žíly začínají po stranách prstů nohy. Tyto žíly se spojují na hřbetu nohy a vytváří jemnou žilní síť, do které přechází i žíly z celého chodidla. Vena saphena parva vystupuje na malíkové straně nohy ze sítě jemných žil a probíhá za zevním kotníkem a poté středem zadní strany lýtky. Vena saphena parva se vlévá do vena poplitea. Vena saphena magna vystupuje ze sítě žil při palcovém okraji nohy a ve svém začátku je uložena před vnitřním kotníkem a postupuje v podkoží po ventromediální straně bérce ke kolenu a dále pokračuje na stehno, kde se zanořuje a ústí pod femorální fascií do vena femoralis – stehenní žíly. Vena femoralis vede nejdříve vůči arterii posterolaterálně, dále se postupně přetáčí mediálně přes dorzální stranu tepny. Vena iliaca externa – zevní pánevní žíla je pokračováním stehenní žíly, společným spojením s vena iliaca interna vytváří vena iliaca communis. Hluboké žíly dolních končetin jsou ve většině zdvojené a probíhají společně s tepnami dolní končetiny. Názvům tepen dolních končetin odpovídají názvy žil, které s nimi společně probíhají. [14]

7 JEDNOTLIVÉ ŽILNÍ VSTUPY

Díky stále se rozvíjející možnosti chemoterapie u onkologických pacientů a současný nárůst onkologických onemocnění vede k nárůstu potřeby zajištění dlouhodobého žilního přístupu. Počty pacientů, kteří vyžadují aplikaci cytostatik stále stoupají. Cévní přístupy provází pacienta celou onkologickou léčbou. Daná léčba často vede postupně ke sklerotizaci a trombózám periferních žil a také jejich vyčerpání. Trombózy a fibrotizace znemožňují podávání dalších léků. Žilní vstupy se rozdělují dle umístění konce vstupu a to na periferní (např. periferní kanyla, midline) a na centrální (PICC, centrální žilní katétr, port). Dále se rozdělují dle délky využití na krátkodobé (periferní kanyla, netunelizovaný centrální katétr), střednědobé (midline, PICC) a dlouhodobé (tunelizovaný centrální katétr, port). [15]

7.1 Dlouhodobé centrální žilní katétry

Dlouhodobé centrální žilní katétry se používají v situacích, kdy je potřeba dlouhodobého přístupu do centrálního řečiště. Dlouhodobé centrální žilní katétry se liší od běžných katétrů tím, že jsou tunelizovány a také, že jsou opatřeny manžetou, která je po výkonu umístěna v podkoží tunelu. Manžeta po uplynutí dvou nebo tří týdnů prorůstá vazivem a díky tomu zajišťuje fixaci katétru. Zároveň také brání vstupu infekce, která může být zavlečena do krevního řečiště. [15]

7.1.1 Dlouhodobé centrální žilní katétry a jejich typy

Dlouhodobé centrální žilní katétry jsou rozděleny na jednocestné a dvoucestné. Pro pacienty v ambulantní péči se využívají spíše jednocestné katétry například – Broviacův, Hickmanův nebo také Hohnův katétr, které mají průměr 4 – 6 Fr. Pro hospitalizované pacienty je výhodnější spíše dvoucestný katétr, díky kterému se umožňuje aplikovat separátně léky, které není vhodné podávat společně. Dvoucestné katétry také umožňují odběr krve. To platí zejména u pacientů, kteří mají špatný stav krevního řečiště. Již zmíněné katétry jsou většinou vyrobeny ze silikonu nebo polyuretanu. Dlouhodobé katétry, které jsou dvoucestné a tunelizované se využívají také pro hemodialýzu tzv. permanentní dialyzační katétry. Tento katétr má obvykle průměr 12 – 14 Fr. U dialyzačních katétrů mohou nastat problémy s recirkulací. Jedná se o nedostatečně funkční cestu, kterou má krev přitékat do dialyzačního přístroje. Tento problém vedl ke snaze upravit distální konec katétru tak, aby byla recirkulace omezena. V současné době je k dispozici mnoho typů dlouhodobých dialyzačních katétrů. Jeden z těchto katétrů má distální konec rozdělen na dvě části. To vede

k oddálení vtokové a výtokové části katétru. Jiné katétrů jsou modifikovány jinak, a to tak, že vtoková a výtoková cesta je od sebe oddálena až na 8 cm. Katétrů pro hemodialýzu jsou vyráběny z polyuretanu, který je pevnější než silikon. Již zmíněné katétrů mohou mít odpojitelny zevny kónus. Výhodou odpojitelného kónu je to, že když je mechanicky kónus poškozen, je možné ho vyměnit a katétr ponechat v žíle. Naopak nevýhodou je to, že tyto typy katétrů jsou dražší. [15]



Obrázek 6 Broviacův katétr s manžetou

7.1.2 Zavedení dlouhodobého centrálního žilního katétru

Při zavádění dlouhodobého centrálního žilního katétru je nutné minimalizovat komplikace, které by mohly vzniknout při implantaci a následně při používání. Před samotným výkonem je nutné zjistit anamnézu předchozích žilních vstupů, provést také fyzikální vyšetření dané oblasti předpokládaného zavedení katétru. Rovněž je důležité ultrazvukové vyšetření žil, které je plánováno kanylovat. Ultrasonografické vyšetření žil včetně následné přímé navigace punkce je v současnosti doporučováno jako standard společností pro porty a permanentní katétrů (informuje o tom webová stránka www.sppk.eu). Dále se provádí vyšetření koagulace APTT a INR a vyšetření krevního obrazu, kde je důležitý počet trombocytů. Dříve byl

dlouhodobý centrální žilní katétr zaváděn tzv. chirurgicky s využitím preparace příslušné žíly. Dnes je tato cesta nahrazena perkutánním zavedením katétrů, která se provádí pomocí Seldingerovy metody nebo s její modifikací, při které se využívá trhací pouzdro (peel away sheath). Pomocí této metody se zavádí centrální žilní katétr nejčastěji do vnitřní jugulární žíly nebo podklíčkové žíly. Díky sonografické navigaci dochází k větší úspěšnosti provedených kanylaci. Snížením počtu vpichů při kanylaci žíly je také redukováno riziko vzniku hematomu, pneumothoraxu a hemothoraxu. Při zavádění dlouhodobého centrální žilní katétru se využívá skiaskopická nebo EKG navigace pro správné umístění distálního konce katétru. [15]

Vlastní výkon je zahájen přípravou sterilního pole, které zahrnuje opakovanou dezinfekci dané oblasti, kde bude katétr zaveden a zarouškováním celého pacienta. Pacientovi je aplikována lokální anestezie a pak pod UZ navigaci je kanylována příslušná žíla. Přes je zaváděn vodič. Po vodiči je zaváděn nejprve dilatátor, poté trhací pouzdro (sheath), přes které je umístěn vlastní katétr do centrální žíly. Trhací pouzdro je poté odstraněno. Další částí výkonu je tunelizace katétru. Katétr je vedena podkožím na přední stranu hrudníku, od místa, kde byl katétr zaveden do centrální žíly. Je důležité zajistit, aby část katétru byla po jeho výstupu z těla dostatečně dlouhá. Díky tomu pacient nebo ošetřující personál mohou snadno napojit infuzi na zevní kónus katétru. U katétru s neodpojitelným kónusem na jeho proximálním konci je tunelizace prováděna od místa vstupu do kůže na přední stranu hrudníku až k místu vpichu do žíly. V případě katétru s odpojitelným kónusem se tunelizace provádí od místa vpichu do žíly k místu, kde vystupuje z kůže ven. Tunelizace je prováděna tak, aby manžeta byla umístěna asi 3 – 5 cm v podkoží od výstupu katétru navenek. Na samotném konci výkonu musí být prováděno správné propláchnutí a ošetření katétru. Dále je po výkonu proveden rentgen srdce a plic, který ukáže vyloučení komplikací, které mohou souviset s výkonem a současně prokazuje správné uložení katétru. Snímek hrudníku není prováděn na pracovištích, kde je katétr zaváděn pod sonografickou a skiaskopickou nebo EKG kontrolou, protože nepřináší žádné další informace a pacient by byl zbytečně zatížen dalším zářením. [15]

7.1.3 Komplikace dlouhodobých centrálních žilních katétrů

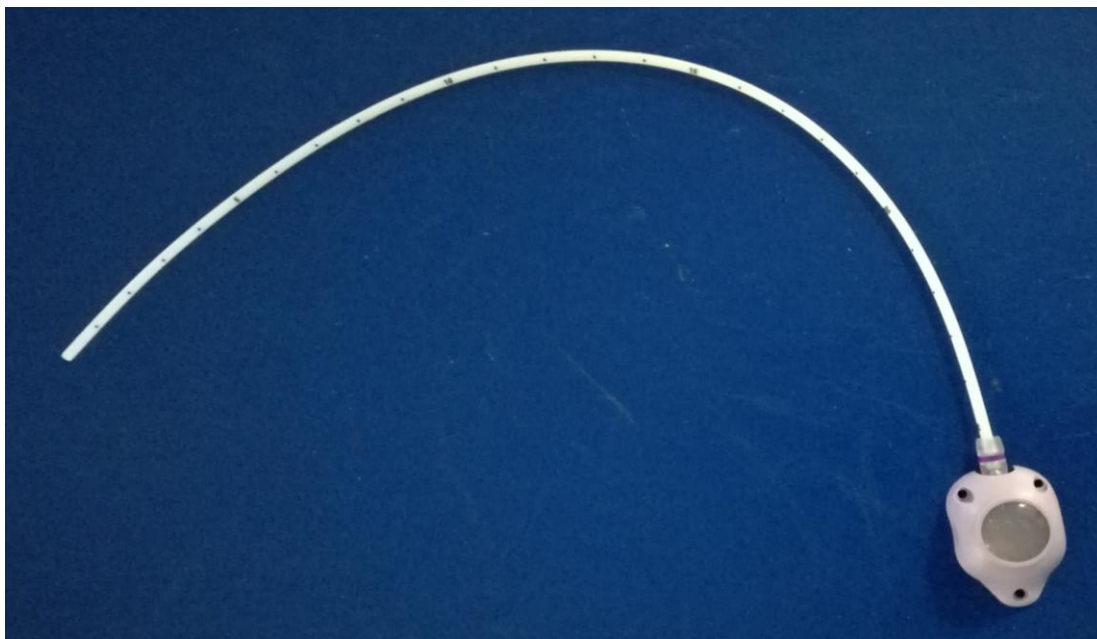
Komplikace dlouhodobého centrálního žilního katétru mohou souviset se zavedením katétru tzv. procedurální anebo s jeho používáním postprocedurální.

Komplikace spojené se zavedením dlouhodobého centrálního vstupu – může představovat pneumothorax, hemothorax, vzduchovou embolii, punkce tepny, hematoma, srdeční arytmií nebo poranění brachiálního plexu.

Komplikace spojené s užíváním dlouhodobého centrálního vstupu – může být například infekční komplikace, trombóza žíly ve které je zaveden, uzávěr katétru, dislokace katétru nebo také ruptura katétru a jeho migrace. [15]

7.2 Intravenózní porty

Intravenózní porty patří mezi dlouhodobé žilní vstupy. Implantují se nejčastěji u onkologických pacientů na základě indikace klinického onkologa. Dalšími indikacemi jsou aplikace parenterální výživy, krevních derivátů nebo jakékoliv léčby, kterou je nutno podat do žilního systému. Intravenózní porty se používají také u pacientů, u kterých je potřeba podat léčivo nepravidelně či nepředvídatelně při neodkladných stavech, které ohrožují život pacienta. Významně také zkvalitňují život onkologických pacientů, umožňují bezpečné používání žilního přístupu pro opakované aplikace chemoterapie a dalších léčiv. Intravenózní porty jsou označovány jako jednoduchý systém, který je složen z portu a katétru. Někdy se označují společným názvem port katétr nebo port systém. Můžeme je rozdělit dle několika kritérií – dle lokalizace portové komůrky, (centrální nebo periferní) dle typu použitého materiálu (plastové, kovové, keramické nebo kombinované) a dle počtu komůrek (jednokomorové nebo dvoukomorové), dle možnosti podání kontrastní látky vysokou rychlostí (tzv. vysokorychlostní – CT, power port a standardní – klasické, které neumožňují podání k.l. vysokou rychlostí. [15]



Obrázek 7 Vysokorychlostní CT/power port

7.2.1 Implantace intravenózních portů

Implantace intravenózního portu je velmi propracovaná a bezpečná. Technika zavedení se rozlišuje na perkutánní a chirurgickou a je velmi podobná zavádění tunelizovaných centrálních katétrů. V dnešní době převládá spíše perkutánní technika zavedení s využitím sonografické navigace při punkci centrální žíly. Samotná implantace spočívá v několika krocích. [15]

- 1) Provedení UZ před výkonem a výběr průchodní žíly.
- 2) Příprava sterilního pole
- 3) Kanylace centrální žíly nejlépe pod UZ kontrolou probíhající v reálném čase
- 4) Zavedení vodiče do jehly a následné vytažení jehly
- 5) Vytvoření podkožní kapsy, která je většinou umístěna na přední straně prsního svalu. Kapsa je nejčastěji lokalizována v podklíčkové oblasti zhruba 6 – 8 cm pod klíčkem. Správně by měl být port uložen 0,5 – 1 cm pod kůží, velikost kapsy se volí dle velikosti portu. Měla by být přibližně stejně velká. [15]
- 6) Tunelizace katétru, naměření správné délky katétru s využitím skiaskopie nebo intrakraniálního EKG. Pokud je katétr správně lokalizován, jeho funkce je bez komplikací. Konec katétru by měl být uložen v úrovni vyústění horní duté žíly do pravé

síně (tzv. kavoatriální junkce) nebo těsně v pravé síni. Pokud je špička katétru uložena mimo tuto lokalizaci, mohou díky tomu vzniknout komplikace zejména trombotické. [15]

7) Napojení katétru a komůrky portu s následným vložením komůrky do kapsy, fixací komůrky a zašití rány. Fixace portu je vhodná i jako prevence před možnou rotací v podkožní kapse. Porty se fixují ve dvou bodech. [15]

8) Ověření průchodnosti a polohy portu – Ověření průchodnosti portu je zjištěno aspirací krve a aplikací fyziologického roztoku. Tím také zjistíme i jeho funkčnost. Jestliže je při zavádění používána skiaskopie, může se provést angiografie portu, při které se do systému aplikuje jodová kontrastní látka. [15]

9) Aplikace zátky – proplachu, při zavedení katétru do krevního řečiště je možné, že se vytvoří trombus a následná neprůchodnost žilního systému. Z toho důvodu je využívána heparinová zátka, která zajišťuje dlouhodobé zachování průchodnosti a funkčnosti systému. Ve většině se podává heparinovaný roztok, který je složen z heparinu a fyziologického roztoku, většinou o objemu 5 ml. Každé pracoviště má definovanou heparinovou zátku svým vnitřním předpisem. Nejdůležitější prevence vzniku uzávěru katétru se považuje správná technika proplachu. [15]

7.2.2 Příprava pacienta k implantaci intravenózního portu

Před samotným výkonem je nutné, aby bylo provedeno základní koagulační vyšetření a aby bylo provedeno zhodnocení krevního obrazu. Důležitá je informovanost lékařů o aktuálních hemokoagulačních parametrech z důvodu možného krvácení, které může nastat během výkonu. Vyšetření je nezbytné zvláště u hematologických pacientů. Výkon je prováděn v lokální anestezii. U dětí a anxiózních pacientů je vhodné použít i analgosedaci nebo celkovou anestezii. Po výkonu je pacient pozorován 1 – 2 hodiny. Výkon bez komplikací trvá zhruba 20 minut, kožní stehy jsou extrahovány za 7 – 10 dní. [15]

7.2.3 Indikace k zavedení intravenózního portu

Mezi nejčastější indikace k zavedení intravenózního portu patří – aplikace chemoterapie u onkologických pacientů, léčba chronické bolesti, zajištění dlouhodobé parenterální výživy, aplikace krevních derivátů, také možnost odběru krve a zajištění trvalého přístupu u neodkladné terapie nebo léčba HIV pozitivních pacientů. [15]

7.2.4 Kontraindikace k implantaci intravenózních portů

Kontraindikace jsou rozdělovány na absolutní a relativní. Při rozhodování o implantaci portu je brán v úvahu celkový klinický stav pacienta. Mezi absolutní kontraindikace patří bakterie, septické stavy, nesnášenlivost materiálů, ze kterých jsou porty vyrobeny. Do relativních kontraindikací je řazena monstrózní obezita, těžká trombocytopenie, psychická intolerance cizího materiálu, které je implantováno do těla, nebo také sociální nepřizpůsobivost. [15]

7.2.5 Komplikace při implantaci intravenózních portů

Komplikace při implantaci intravenózních portů jsou rozděleny na perioperační, časné a pozdní.

1. Perioperační (procedurální) komplikace – vznikající při zavádění intravenózního portu. Vzniknout může srdeční arytmie, která je způsobená drážděním srdečních oddílů (nejčastěji pravé síně) vodičem. Díky vlivu anatomické predispozice nebo také při špatném technickém postupu mohou vzniknout poranění, která jsou spojena s velkými cévami, srdce, nebo také s poraněním nervů. Dané komplikace minimalizuje využití UZ navigované punkce žíly. [15]
2. Postprocedurální časné komplikace – Mezi tyto komplikace je řazena infekce, hematom, serom v místě komůrky. Žilní trombóza, neprůchodnost systému vlivem nesprávného ošetření, zanedbání obnovy heparinové zátky. [15]
3. Postprocedurální pozdní komplikace – Do pozdních komplikací je řazena lokální nebo systémová infekce, ruptura katétru, jeho odlomení a embolizace, fibrinové pouzdro, nekrózy kůže neboli dekubit, který nejčastěji vzniká nad komůrkou pokud nemocný výrazně zhubne. [15]



Obrázek 8 Připravený sterilní stůl k implantaci port systému



Obrázek 9 Sál na angiointervenčním oddělení

8 PCXMC

PCXMC je program, který slouží pro výpočet orgánových efektivních dávek pacienta při lékařských rentgenových vyšetřeních, využívající metodu „Monte Carlo“. Program dokáže vypočítat efektivní dávku pomocí starých i nových váhových faktorů. Anatomická data, jsou založena na matematickém modelu fantomu, který zohledňuje věk pacienta (novorozeně 1, 5, 10, 15 let a dospělý pacient), výšku a váhu, a 29 tkání a orgánů (prsí žlázy, aktivní kostní dřeň, mozek, dýchací cesty, srdce, žlučník, játra, ledviny, plíce, lymfatické uzliny, jícen, vaječníky, nadledvinky, tračník, sval, ústní sliznice, slinivka břišní, prostata, slinné žlázy, slezina, kost, kůže, tenké střevo, žaludek, brzlík, varlata, močový měchýř, děloha, štítná žláza). Program PCXMC umožňuje nastavení hodnot rtg záření (napětí), a dalších vyšetřovacích podmínek radiografie a skiaskopie. Metoda „Monte Carlo“ je založena na pravděpodobnostní matematické simulaci na základě interakcí mezi fotony a hmotou. Fotony jsou emitovány ze zdroje do prostorového úhlu, který je definován ohniskovou vzdáleností a rozměry ozařovaného pole. Na to následuje náhodná interakce fotonů s fantomem dle pravděpodobnosti rozdělení fyzikálních procesů, které mohou nastat – např. fotoelektrický jev a Comptonův rozptyl. Program PCXMC počítá pouze s fotony, které obsahují energie do 150 keV, ostatní interakce nejsou zohledněny. Vypočtené orgánové dávky mohou být použity pro posouzení rizika vzniku nádorových onemocnění, které mohou být způsobeny ozářením. [16,17]

9 VELIČINY UŽITY V PRAKTICKÉ ČÁSTI

9.1 Efektivní dávka

Efektivní dávky – (D_{ef}) je součet vážených středních hodnot ekvivalentních dávek v tkáních nebo orgánech lidského těla. Efektivní dávka se vypočte tedy pomocí příspěvků ekvivalentních orgánových dávek H_T všech jednotlivých ozářených tkání. Při výpočtu se každá orgánová ekvivalentní dávka H_T vynásobí tkáňovým váhovým faktorem W_T , který vyjadřuje příspěvek poškození právě toho konkrétního orgánu nebo tkáně k poškození celého těla a je vyvolán účinky rovnoměrného celotělového ozáření. Výhoda efektivní dávky spočívá v tom, že dokáže vyjádřit radiační zátěž jediným číslem (jednotka Sv – Sievert). Efektivní dávka je veličina, která hodnotí míru zdravotního rizika u člověka, který byl vystaven záření. [12]

9.2 Kerma

Kerma (K), což je z anglického překladu – kinetická energie uvolněná v materiálu. Kerma se bere jako součet počátečních kinetických energií všech nabitých částic, které jsou uvolněny v důsledku interakce částic ionizujícího záření v objemu látky o hmotnosti m . Dále záleží k jaké látce se kerma vztahuje (např. kerma ve vzduchu, nebo kerma v tkáni). Kerma prostřednictvím interakcí s látkovým prostředím spíše vyjadřuje vlastnosti svazku záření. Ovšem pokud je kerma ve vzduchu, může být použita k určování množství „vydatnosti“ zdrojů záření. [12]

9.3 DAP

DAP (v angličtině Dose Area Product), poukazuje na pravděpodobnost vzniku biologických stochastických účinků, která je úměrná absorbované radiační dávce (mGy) a také velikosti ozářené oblasti (cm^3). Jedná se o součin absorbované dávky D a plochy S . [12]

9.4 Skiaskopický čas

Skiaskopický čas slouží k určení doby skiaskopie. V současnosti skiaskopie instalovaná v angiografických přístrojích pracuje v pulzním režimu a počet pulzů za vteřinu lze měnit. Jednotkou je sekunda nebo minuta. [10]

II.

10 PRAKTICKÁ ČÁST

Sběr dat pro výpočet efektivních dávek proběhl ve Fakultní nemocnici Hradec Králové na Angiointervenčním oddělení Radiologické kliniky od 1. 1 do 31. 12 2017. Respondenti byli pacienti, kteří podstoupili implantaci centrálního intravenózního portu, celkem bylo 423 pacientů. Výkony probíhaly na angiografických kompletech a parametry pro výpočet dávky byly vypsány z dávkových zpráv (dose reports) daných přístrojů. Efektivní dávky záření byly vypočteny pomocí programu PCXMC. Hlavními parametry pro výpočet efektivní dávky byl věk, výška, váha pacienta, napětí, DAP, SID (skin image distance) a FSD (focus skin distance). Vypočtené efektivní dávky záření byly porovnány mezi pohlavím, věkem, BMI pacienta, přístroji a diagnózami a lékaři.

10.1 Cíle výzkumu

Hlavní cíl: Zjistit radiační zátěž při zavádění centrálních žilních portů na radiologickém pracovišti, kde se provádějí cévní intervence a porty jsou zaváděny s využitím skioskopie a UZ navigované punkce žíly.

Cíl č.1: Zjistit radiační zátěž charakterizovanou DAP, kermou a skioskopickým časem.

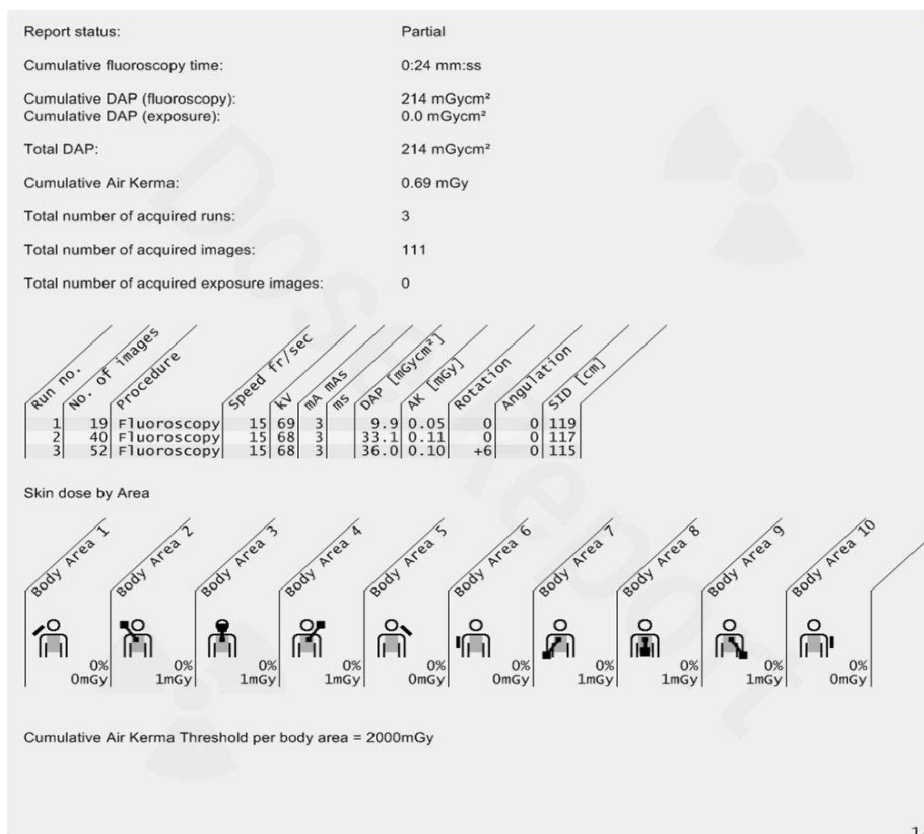
Cíl č.2: Vypočítat efektivní dávku pacienta, kterou dostal v průběhu zavedení centrálního žilního portu.

Cíl č.3: Porovnat zjištěnou a vypočtenou radiační zátěž v závislosti na pohlaví, věku, BMI, základní diagnózy, operatérovi a přístroji, na kterém byl výkon proveden.

10.2 Metodika výzkumu

Pro získání dat byly využity tzv. dávkové zprávy (dose report), které jsou u každého výkonu prováděném na angiografickém přístroji Allura Xper FD 20 nebo FD 20/20 (Philips Medical System, Best, Holandsko). Daná dávková zpráva obsahuje kromě jiného DAP, kerma a skiaskopický čas a použitý typ přístroje. Následně ze žádanky na zavedení centrálního žilního portu byly doplněny údaje jako pohlaví, věk, BMI, základní diagnóza. Z popisu výkonu byl zjištěn operatér. Zpracován byl soubor pacientů, kteří podstoupili zavedení centrálního žilního portu na angiointervenčním oddělení Radiologické kliniky FN Hradec Králové v období od 1.1.2017 do 31.12.2017. Výkony byly provedeny na jednorprojekčním angiografickém přístroji Allura Xper FD 20 (Philips Medical System, Best, Holandsko) a dvouprojekčním přístroji Allura Xper FD 20/20 (Philips Medical System, Best, Holandsko). Oba komplety jsou vybavené programem na snižování dávky ClarityIQ (Philips, Medical System, Best, Holandsko). Při výkonu se používala pouze jedna projekce.

U každého pacienta byla vypočtena efektivní dávka programem PCXMC využívajícím metodu Monte Carlo. Z vypočtené efektivní dávky bylo zjištěno minimum, maximum, medián, průměr, směrodatná odchylka a kvantily. Pro konkrétní kategorii byla dále vypočítána četnost, kumulativní četnost a relativní četnost. Efektivní dávky záření jsou rozděleny do kategorií, ve kterých se nachází buď graf nebo tabulka a je porovnávána efektivní dávka záření s danou kategorií. Následně jsou zpracovány parametry, které se objevují v zahraniční literatuře jako je DAP, kerma a skiaskopický čas.



Obrázek 10 Dose report ze zavedení portu

10.3 Charakteristika souboru

Implantaci centrálního žilního portu na daném pracovišti podstoupilo 423 pacientů v průběhu jednoho roku (od 1.1.2017 do 31.12.2017). Jednalo se o 256 žen a 167 mužů. Věk se pohyboval v rozmezí od 25,0 do 89,0 let s mediánem 63,0 let a průměrem 61,1 let. Muži byli průměrného věku 60,9 let, medián 63,5 let, nejmladšímu bylo 25 let a nejstaršímu 89 let. V podskupině žen byl průměr 61,2 let s mediánem 63 let, nejmladší pacientce bylo 26 let a nejstarší 84 let.

10.3.1 Efektivní dávky v souboru

Následující tabulka (tabulka 1) ukazuje souhrn efektivních dávek (mSv) dle pohlaví. Z tabulky lze vidět, že průměrná efektivní dávka na pacienta při zavedení centrálního žilního portu je 0,07 mSv, což odpovídá jednomu snímku lebky na rentgenu, medián celkového souboru je 0,04 mSv. Dále jde vidět, že ženy (průměr 0,06, mSv medián 0,07 mSv) mají nižší zátěž než muži (průměr 0,09 mSv, medián 0,05 mSv). Celkově je pacientů 423 a maximum efektivní dávky je u mužů a je 1,36 mSv. U daného pacienta byl port zaveden

u komplikovaného pacienta s uzávěrem centrální žíly s nutností provedení balónkové dilatace při výkonu.

Tabulka 1 Efektivní dávka dle pohlaví

| Pohlaví | Efektivní dávky (mSv) dle pohlaví | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|--------|----------|
| | Průměr | Počet (N) | Min. | Max. | Sm. odch. | 25. kvan. | medián | 75.kvan. |
| Ženy | 0,062 | 256 | 0,002 | 0,620 | 0,073 | 0,017 | 0,038 | 0,077 |
| Muži | 0,092 | 167 | 0,003 | 1,361 | 0,137 | 0,027 | 0,053 | 0,102 |
| Všichni | 0,074 | 423 | 0,002 | 1,361 | 0,104 | 0,019 | 0,044 | 0,089 |

Tabulka č. 2, poukazuje na četnosti efektivních dávek v jednotlivých skupinách. Dávka byla rozdělena do jednotlivých skupin po 0,05 mSv, z toho důvodu, aby bylo zřetelné kolik pacientů se v jaké skupině vyskytuje. Nejvíce pacientů (54,8 %) je ve skupině s dávkou do 0,05 mSv. Ve skupině s dávkou 0,11 – 0,15 mSv je 24,3 % nemocných.

Tabulka 2 Efektivní dávky pro celý soubor

| Efektivní dávky (mSv) | Efektivní dávky pro celý soubor (mSv) | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|
| | Četnost | Kumulativní (četnost) | Rel. četnost | Kumulativní (rel. četnost) |
| <0,05 | 232 | 232 | 54,85 | 54,85 |
| 0,06 – 0,10 | 103 | 335 | 24,35 | 79,19 |
| 0,11 – 0,15 | 41 | 376 | 9,69 | 88,88 |
| 0,16 – 0,20 | 15 | 391 | 3,55 | 92,44 |
| 0,21 – 0,25 | 8 | 399 | 1,89 | 94,33 |
| 0,26 – 0,30 | 11 | 410 | 2,60 | 96,93 |
| 0,31 – 0,35 | 7 | 417 | 1,65 | 98,58 |
| 0,36 – 0,40 | 0 | 417 | 0,00 | 98,58 |
| 0,41 – 0,45 | 1 | 418 | 0,24 | 98,82 |
| 0,46 – 0,50 | 1 | 419 | 0,24 | 99,05 |
| >0,50 | 4 | 423 | 0,94 | 100,00 |

Další tabulka (tabulka 3) obsahuje efektivní dávky jen pro ženy. Z tabulky je patrné, že nejvíce žen (60,6 %) mělo dávku do 0,05 mSv.

Tabulka 3 Efektivní dávky pro ženy

| Dávky | Ženy – Efektivní dávky (mSv) | | | |
|---------------|------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|
| | Četnost | Kumulativní (četnost) | Rel. četnost | Kumulativní (rel. četnost) |
| <0, 05 | 155 | 155 | 60, 55 | 60, 55 |
| 0, 06 – 0, 10 | 57 | 212 | 22, 26 | 82, 81 |
| 0, 11 – 0, 15 | 23 | 235 | 8, 98 | 91, 79 |
| 0, 16 – 0, 20 | 7 | 242 | 2, 73 | 94, 53 |
| 0, 21 – 0, 25 | 5 | 247 | 1, 95 | 96, 48 |
| 0, 26 – 0, 30 | 5 | 252 | 1, 95 | 98, 44 |
| 0, 31 – 0, 35 | 2 | 254 | 0, 78 | 99, 22 |
| >0, 35 | 2 | 256 | 0, 78 | 100, 00 |

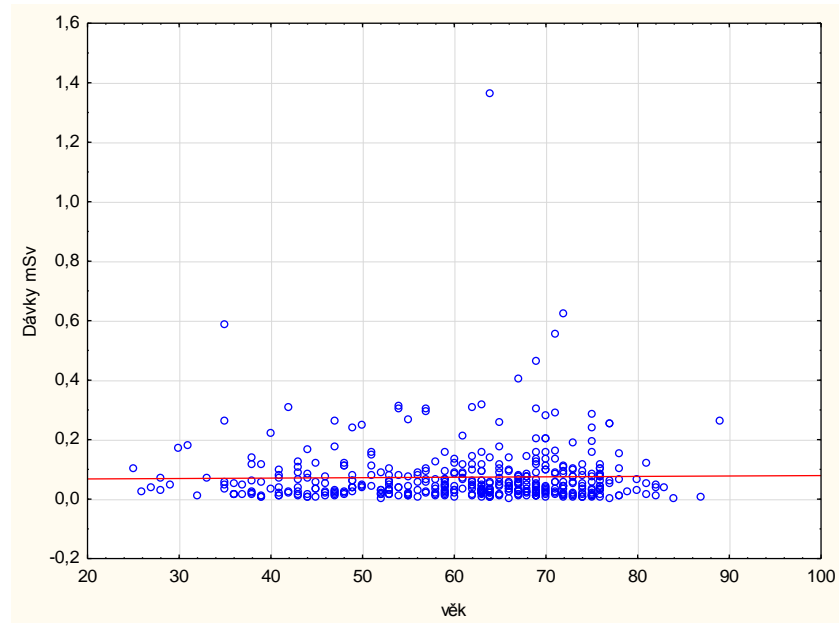
Tabulka 4 ukazuje, že 46,1 % mužů dostalo při výkonu dávku do 0,05 mSv.

Tabulka 4 Efektivní dávky pro muže

| Dávky | Muži – Efektivní dávky (mSv) | | | |
|---------------|------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|
| | Četnost | Kumulativní (četnost) | Rel. četnost | Kumulativní (rel. četnost) |
| <0, 05 | 77 | 77 | 46, 11 | 46, 11 |
| 0, 06 – 0, 10 | 46 | 123 | 27, 54 | 73, 65 |
| 0, 11 – 0, 15 | 18 | 141 | 10, 78 | 84, 43 |
| 0, 16 – 0, 20 | 8 | 149 | 4, 79 | 89, 22 |
| 0, 21 – 0, 25 | 3 | 152 | 1, 79 | 91, 02 |
| 0, 26 – 0, 30 | 6 | 158 | 3, 59 | 94, 61 |
| 0, 31 – 0, 35 | 5 | 163 | 2, 99 | 97, 60 |
| >0, 4 | 4 | 167 | 2, 39 | 100, 00 |

10.3.2 Efektivní dávky dle věku

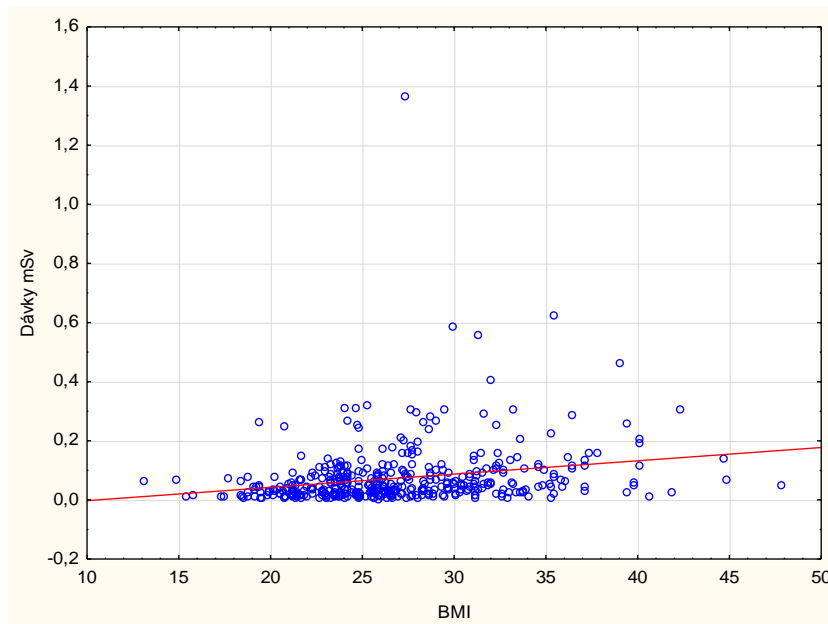
Následující graf č.1 zobrazuje efektivní dávku v závislosti na věku. Z grafu je patrné, že efektivní dávka se zvyšuje s věkem minimálně (je téměř konstantní).



Obrázek 11 Závislosti efektivní dávky na věku

10.3.3 Efektivní dávky dle BMI pacienta

Z grafu č.2 je patrné, že při zvyšování BMI dochází ke zvyšování efektivní dávky.



Obrázek 12 Závislost efektivní dávky na BMI

Pro lepší vyjádření závislosti mezi BMI a efektivní dávkou byli pacienti rozděleni dle BMI na pacienty s podváhou (BMI méně než 18,5), s normální váhou (BMI 18,6 – 25,0) a s nadváhou až obezitou (nad 25,0 BMI). Dané hodnoty byly zpracovány pro celý soubor a pak samostatně pro jednotlivá pohlaví.

Tabulka č. 5 udává efektivní dávku ve skupině pacientů s podváhou

Tabulka 5 Efektivní dávky pro pacienty s podváhou v celém souboru

| | Efektivní dávky muži i ženy dle BMI – podmínka <18, 5 (Podváha) | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|---------|-----------------|-----------------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Maximum | Dolní (kvartil) | Horní (kvartil) | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 10 | 0,032 | 0,014 | 0,008 | 0,072 | 0,009 | 0,063 | 0,028 |

Tabulka č. 6 zpracovává efektivní dávku pro skupinu s normální vahou. Je zde patrné, že průměr resp. medián je v dané skupině vyšší o 0,020 mSv resp. 0,018 mSv než ve skupině s podváhou.

Tabulka 6 Efektivní dávka pro pacienty s normální vahou dle BMI v celém souboru

| | Muži i Ženy Dle BMI – podmínka $\geq 18,5 < 25$ (Normální váha) | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 168 | 0,052 | 0,032 | 0,003 | 0,309 | 0,015 | 0,071 | 0,057 |

Tabulka č. 7 zobrazuje efektivní dávky u pacientů s nadváhou až obezitou. Nejvíce pacientů se nachází právě v této skupině a jejich průměrná efektivní dávka je 0,08 mSv.

Tabulka 7 Efektivní dávky pro pacienty s nadváhou a obezitou dle BMI v celém souboru

| | Muži i Ženy Dle BMI – podmínka ≥ 25 (Nadváha, obezita) | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 245 | 0,089 | 0,051 | 0,002 | 1,361 | 0,028 | 0,103 | 0,125 |

Tabulky č. 8 – 10 zpracovávají efektivní dávku dle váhových skupin u ženského pohlaví. Průměrná efektivní dávka u žen s podváhou je 0,010 mSv, s normální vahou 0,049 mSv a s nadváhou 0,074 mSv. Opět lze vidět nárůst efektivní dávky při zvyšování BMI stejně jako v souboru všech pacientů.

Tabulka 8 Efektivní dávky pro ženy s podváhou dle BMI

| | Ženy Dle BMI – podmínka $< 18,5$ (Podváha) | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 6 | 0,010 | 0,009 | 0,007 | 0,014 | 0,008 | 0,013 | 0,003 |

Tabulka 9 Efektivní dávky pro ženy s normální váhou dle BMI

| | Ženy Dle BMI – podmínka $\geq 18,5 < 25$ (Normální váha) | | | | | | | |
|------------------|----------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 108 | 0,048 | 0,029 | 0,003 | 0,308 | 0,015 | 0,065 | 0,055 |

Nejvíce žen je ve skupině s BMI nad 25,0. Celkem se jedná o 142 (58,0 %) pacientek z 245 žen. Daná skupina dostala v průměru největší efektivní dávku 0,074 mSv ze všech sledovaných skupin žen.

Tabulka 10 Efektivní dávky ženy s nadváhou dle BMI

| | Ženy Dle BMI – podmínka ≥ 25 (Nadváha, obezita) | | | | | | | |
|------------------|------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 142 | 0,074 | 0,047 | 0,002 | 0,621 | 0,024 | 0,088 | 0,083 |

Tabulky č. 11 – 13 popisují efektivní dávky u mužů rozdělených do skupin dle BMI. Z tabulky č. 11 je patrné, že byli celkem 4 muži s podváhou a s průměrnou efektivní dávkou 0,04 mSv.

Tabulka 11 Efektivní dávky muže s podváhou dle BMI

| | Muži Dle BMI – podmínka $< 18,5$ (Podváha) | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 4 | 0,065 | 0,064 | 0,062 | 0,072 | 0,062 | 0,068 | 0,00450 |

Ve skupině mužů s normální váhou (BMI od 18,5 do 25) je průměrná efektivní dávka 0,05 mSv. Celkem je v dané skupině 60 mužů.

Tabulka 12 Efektivní dávky muže s normální váhou dle BMI

| | Muži Dle BMI – podmínka $\geq 18,5 < 25$ (Normální váha) | | | | | | | |
|------------------|----------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva. | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 60 | 0,059 | 0,040 | 0,004 | 0,309 | 0,018 | 0,075 | 0,062 |

Největší počet mužů je ve skupině s nadváhou (BMI nad 25), celkem je zde 103 nemocných. Průměr dávky je zde zřetelně vyšší než u předchozích skupin.

Tabulka 13 Dávky pro muže s nadváhou a obezitou dle BMI

| | Muži Dle BMI – podmínka ≥ 25 (Nadváha, obezita, . . .) | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|-----------|
| | N (počet) | Průměr | Medián | Min. | Max. | 25 kva | 75 kva. | Sm. odch. |
| Dávky mSv | 103 | 0,112 | 0,059 | 0,003 | 1,361 | 0,028 | 0,119 | 0,164 |

10.3.4 Efektivní dávky dle přístroje

Tabulka dávek na přístroj (tabulka 14) ukazuje, že angiografický přístroj č.1 (Allura Xper FD 20, Philips Medical System) má v průměru efektivní dávku nižší o 0,016 mSv než angiografický přístroj č.2 (Allura Xper FD20/20 Philips Medical System). Oba systémy jsou vybaveny programem Clarity IQ (Philips Medical System, Best, Holandsko) na snižování dávky. Více zavádění portů (358 vs. 65) probíhalo na přístroji č.1 než na přístroji č.2, protože přístroj č.1 je propojen s UZ přístrojem a umožňuje ukazovat UZ obraz na velkoplošném monitoru AG přístroje.

Tabulka 14 Efektivní dávky dle přístroje

| Typ Přístroje | Souhrn efektivních dávek dle přístrojů | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | Průměr | Počet (N) | Min. | Max. | Sm. odch. | 25. kvan. | medián | 75. kvan. |
| Přístroj č.1 | 0,071 | 358 | 0,002 | 1,361 | 0,103 | 0,019 | 0,043 | 0,084 |
| Přístroj č.2 | 0,087 | 65 | 0,004 | 0,586 | 0,104 | 0,030 | 0,059 | 0,114 |
| Celkově | 0,075 | 423 | 0,002 | 1,361 | 0,104 | 0,019 | 0,044 | 0,088 |

V tabulkách č. 15 – 16 jsou zobrazeny počty výkonů v závislosti na efektivní dávce pro dané přístroje. Je zde patrné, že nejvíc pacientů bylo ve skupině s efektivní dávkou do 0,05 mSv. U prvního přístroje bylo v této skupině 56,4 % pacientů, u přístroje č.2 46,2 %.

Tabulka 15 Efektivní dávky dle přístroje č.1

| Dávky | Přístroj č.1 – Efektivní dávky | | | |
|---------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|
| | Četnost | Kumulativní (četnost) | Rel. četnost | Kumulativní (rel. četnost) |
| <0, 05 | 202 | 202 | 56, 42 | 56, 42 |
| 0, 06 – 0, 10 | 87 | 289 | 24, 30 | 80, 73 |
| 0, 11 – 0, 15 | 29 | 318 | 8, 10 | 88, 83 |
| 0, 16 – 0, 20 | 12 | 330 | 3, 35 | 92, 18 |
| 0, 21 – 0, 25 | 8 | 338 | 2, 23 | 94, 41 |
| 0, 26 – 0, 30 | 9 | 347 | 2, 51 | 96, 93 |
| 0, 31 – 0, 35 | 7 | 354 | 1, 95 | 98, 88 |
| >0, 35 | 4 | 358 | 1, 11 | 100, 00 |

Na angiografickém přístroji č.2, bylo provedeno méně zákroků, ovšem ve skupině s efektivní dávkou do 0,05 mSv je 46,2 % výkonu , u angiografického přístroje č.1 je v daném dávkovém pásu, 56,4 % procedur.

Tabulka 16 Efektivní dávky dle přístroje č.2

| Dávky | Přístroj č.2 – Efektivní dávky | | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|
| | Četnost | Kumulativní (četnost) | Rel. četnost | Kumulativní (rel. četnost) |
| <0, 05 | 30 | 30 | 46, 15 | 46, 15 |
| 0,05 – 0,10 | 16 | 46 | 24, 62 | 70, 77 |
| 0,11 – 0,15 | 12 | 58 | 18, 46 | 89, 23 |
| 0,16 – 0,20 | 3 | 61 | 4, 62 | 93, 85 |
| >0, 2 | 4 | 65 | 6, 15 | 100, 00 |

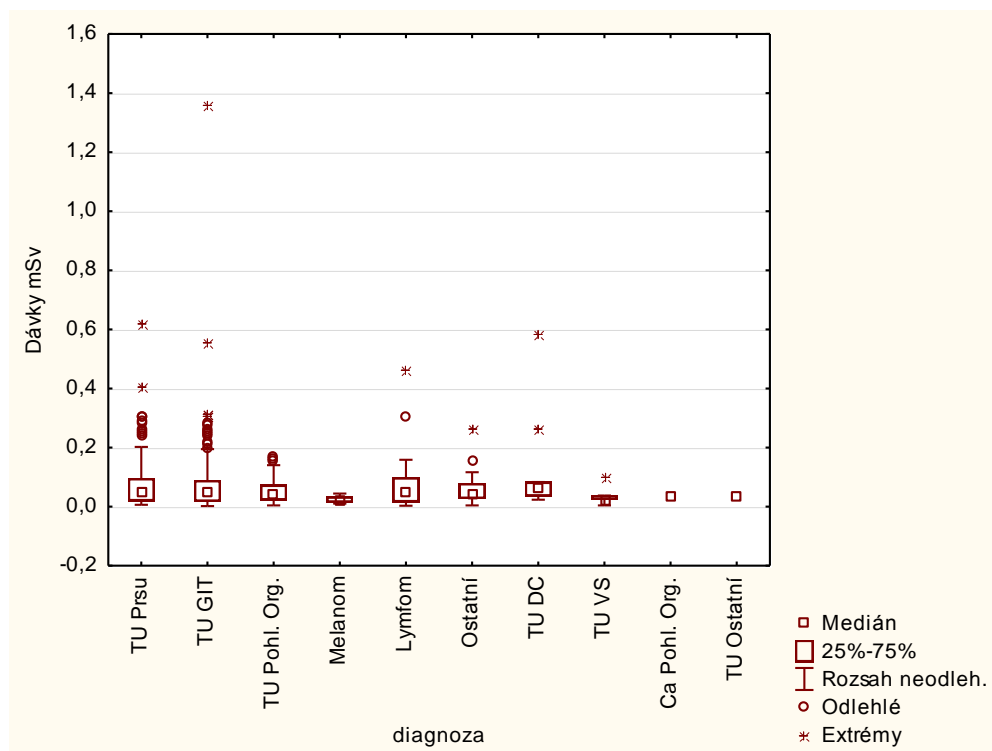
10.3.5 Efektivní dávky dle diagnózy

Z tabulky č. 17, která zpracovává efektivní dávku v závislosti na základní onkologickou diagnózu, je zřejmé, že nejvíce se zaváděly centrální intravenózní porty u tumorů gastrointestinálního traktu a tumoru prsu. Ovšem lze vidět, že největší průměrnou dávku měli pacienti, kterým se zaváděl centrální intravenózní port s tumorem dýchacích cest (průměr 0,126 mSv), nejmenší průměrná dávka byla při zavádění portu u pacientů s melanomem (0,022 mSv). Daná skupina je však relativně malá, tvoří pouze 7 pacientů. Průměrná dávka ve skupině pacientů s tumorem GIT byla 0,074 mSv, ve skupině s tumorem prsu byla efektivní dávka 0,081 mSv.

Tabulka 17 Efektivní dávky dle diagnóz pro celý soubor

| Efektivní dávky dle diagnózy | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|-----------|-------|-------|----------|----------|--------|---------|
| Diagnóza | Průměr | Počet (N) | Min. | Max. | Sm.odch. | 25.kvan. | medián | 75.kvan |
| TU Prsu | 0,081 | 117 | 0,006 | 0,620 | 0,093 | 0,019 | 0,049 | 0,095 |
| TU GIT | 0,074 | 196 | 0,002 | 1,361 | 0,119 | 0,017 | 0,046 | 0,089 |
| TU Pohl. Org. | 0,054 | 43 | 0,004 | 0,172 | 0,045 | 0,022 | 0,043 | 0,073 |
| Melanom | 0,022 | 7 | 0,010 | 0,044 | 0,012 | 0,014 | 0,017 | 0,034 |
| Lymfom | 0,086 | 17 | 0,003 | 0,462 | 0,122 | 0,016 | 0,047 | 0,098 |
| Ostatní | 0,060 | 28 | 0,004 | 0,263 | 0,055 | 0,027 | 0,039 | 0,078 |
| TU DC | 0,126 | 10 | 0,023 | 0,586 | 0,175 | 0,035 | 0,063 | 0,083 |
| TU VS | 0,038 | 5 | 0,004 | 0,102 | 0,037 | 0,023 | 0,023 | 0,037 |
| Celkem | 0,073 | 423 | 0,002 | 1,361 | 0,104 | 0,019 | 0,044 | 0,088 |

Krabicový graf zobrazuje vztah mezi diagnózou a průměrnou efektivní dávkou. Je zde patrné, že největší dávka spadá do diagnózy tumoru dýchacích cest, tumoru prsu, dále má odlehlé hodnoty, dále má větší hodnoty také lymfom.



Obrázek 13 Krabicový graf efektivních dávek a diagnózy

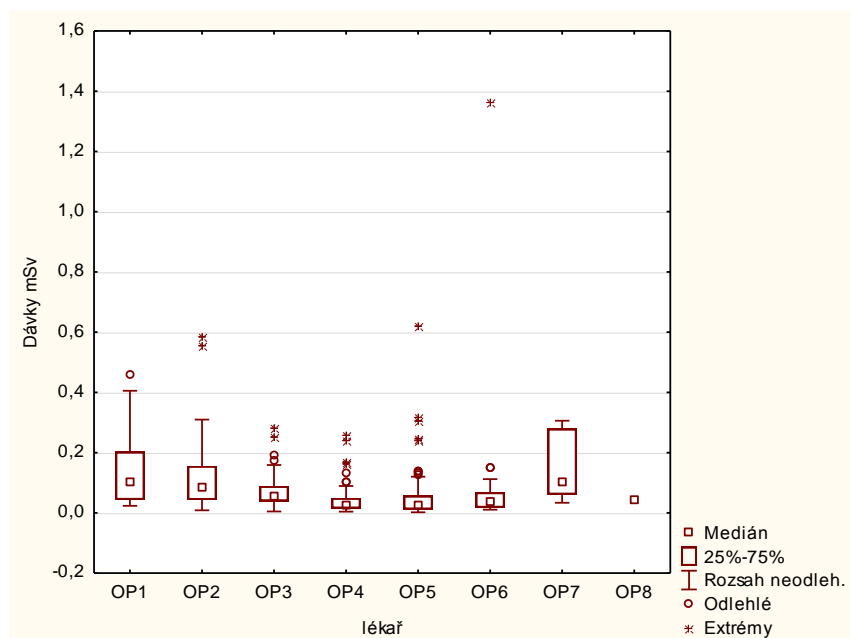
10.3.6 Efektivní dávka dle lékařů

Centrální žilní port zavádělo v daném období 8 lékařů s různou délkou praxe. Čtyři lékaři mají atestaci z intervenční radiologie. Tři lékaři jsou před základní atestací (jedná se o rezidenty), jeden lékař má základní atestaci (všeobecná radiologie) a připravuje se na atestaci z intervenční radiologie. Lékař OP1 zavádí porty 4 roky, OP2 13 roků, OP3 11 roků, OP4 3 roky, OP5 13 roků, OP6 3 roky, OP7 2 měsíce, OP8 1 měsíc. Tabulka č. 18 ukazuje efektivní dávky v mSv dle operátorů, můžeme si povšimnout, že OP5 prováděl nejvíce zákroků a jeho průměrná dávka na zákrok byla 0,04 mSv. Dále další, kdo prováděl nejvíce zákroků byl OP3, jeho průměrná dávka na zákrok byla 0,07 mSv. Největší průměrnou dávkou na zákrok měli OP1, OP2 a OP7 a to od 0,10 mSv a větší.

Tabulka 18 Efektivní dávka dle lékařů

| Dávka mSv dle lékaře | | | | | | | | |
|----------------------|--------|-----------|-------|-------|----------|----------|--------|----------|
| Lékař | Průměr | Počet (N) | Min. | Max. | Sm.odch. | 25.kvan. | medián | 75.kvan. |
| OP1 | 0,150 | 18 | 0,023 | 0,462 | 0,129 | 0,044 | 0,101 | 0,202 |
| OP2 | 0,119 | 74 | 0,008 | 0,586 | 0,111 | 0,043 | 0,086 | 0,155 |
| OP3 | 0,070 | 90 | 0,005 | 0,283 | 0,048 | 0,039 | 0,058 | 0,088 |
| OP4 | 0,043 | 77 | 0,004 | 0,259 | 0,047 | 0,015 | 0,028 | 0,049 |
| OP5 | 0,047 | 133 | 0,002 | 0,621 | 0,073 | 0,012 | 0,023 | 0,056 |
| OP6 | 0,108 | 22 | 0,011 | 1,361 | 0,283 | 0,017 | 0,036 | 0,067 |
| OP7 | 0,152 | 8 | 0,034 | 0,306 | 0,115 | 0,061 | 0,100 | 0,278 |
| OP8 | 0,044 | 1 | 0,044 | 0,044 | | 0,044 | 0,044 | 0,044 |
| Celý soubor. | 0,073 | 423 | 0,002 | 1,361 | 0,104 | 0,019 | 0,044 | 0,088 |

Krabicový graf ukazuje, že nejdlehlější (největší) 1,36 mSv měl OP6. Zde se jednalo o pacienta s uzávěrem centrálních žil s nutností provedení balónkové dilatace. Dále další, kdo měl odlehlou hodnotu byl OP5, ovšem, jak už bylo předtím řečeno v průběhu zavádění centrálního intravenózního portu mohou nastat komplikace. To nejspíše vysvětluje dané odlehlější hodnoty v krabicovém grafu.



Obrázek 14 Krabicový graf efektivních dávek dle lékařů

10.4 Další parametry důležité z hlediska radiční zátěže

Kromě efektivní dávky záření jsou důležité z hlediska zátěže pacienta další tři parametry, které se objevují i v zahraniční literatuře a proto lze provést porovnání. Jedná se o vzdušnou kermu (Air Kerma), DAP (dose area product) a skiaskopický čas.

V tabulce č. 19 jde vidět celkové průměry jednotlivých veličin a také průměry na muže a ženu zvlášť. Veličina K (kerma) je uváděna v jednotkách mGy, veličina DAP v jednotkách mGy.cm² a skiaskopický čas je uváděn v sekundách.

Tabulka 19 Průměr K, DAP a skiaskopický čas

| | Průměr celého souboru | Průměr muži | Průměr ženy |
|----------------------------|-----------------------|-------------|-------------|
| K (mGy) | 4,015 | 4,502 | 1,922 |
| DAP (mGy.cm ²) | 731,450 | 777,059 | 339,303 |
| Čas (s) | 44,36 | 43,86 | 44,36 |

Tabulka č. 20 poukazuje na parametry DAP (mGy.cm²), času (s) a kermy (mGy) a jejich maximální, minimální hodnoty a také na medián. Hodnoty jsou vypočítány na každého lékaře zvlášť. Z tabulky lze vyčíst, že nejmenší střední hodnotu (medián) má operátor 5. U nejnižšího mediánu skiaskopického času se vyskytuje opět operátor 5.

Tabulka 20 DAP, K a skiaskopický čas na lékaře

| | T Průměr | T Min. | T Med | T Max. | DAP Průměr | DAP Min | DAP Med | DAP Max. | K Průměr | K Min. | K Med | K Max. |
|--------|----------|--------|-------|--------|------------|---------|---------|----------|----------|--------|-------|--------|
| OP1 | 99,6 | 1,0 | 82,0 | 302,0 | 1872,6 | 200,0 | 916 | 5984 | 0,10 | 1,00 | 6,00 | 34,00 |
| OP2 | 58,3 | 16,0 | 44,5 | 192,0 | 1110,4 | 112,0 | 842 | 3909 | 0,04 | 1,00 | 4,00 | 28,00 |
| OP3 | 45,2 | 3,0 | 42,0 | 97,0 | 679,2 | 67,2 | 549 | 2638 | 0,04 | 0,00 | 3,00 | 15,00 |
| OP4 | 32,9 | 10,0 | 26,0 | 181,0 | 436,8 | 51,0 | 274 | 2164 | 0,01 | 0,00 | 3,00 | 19,00 |
| OP5 | 29,4 | 4,0 | 19,0 | 262,0 | 480,3 | 26,5 | 247 | 6705 | 0,02 | 0,00 | 1,00 | 32,00 |
| OP6 | 67,2 | 17,0 | 35,0 | 783,0 | 984,3 | 126,0 | 355 | 11868 | 0,05 | 1,00 | 2,00 | 121,00 |
| OP7 | 73,4 | 28,0 | 68,0 | 146,0 | 1604,0 | 391,0 | 1020 | 3904 | 6,88 | 2,00 | 6,50 | 15,00 |
| OP8 | 56,0 | 56,0 | 56,0 | 56,0 | 645,0 | 645,0 | 645 | 645 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 |
| Celkem | 57,7 | 16,9 | 46,6 | 252,4 | 976,5 | 202,3 | 606 | 4727 | 1,24 | 0,98 | 3,54 | 33,35 |

11 DISKUZE

Lékařské ozáření tvoří významnou část z celkového ozáření obyvatelstva, i přes zlepšování diagnostické, i léčebné přístrojové techniky využívající rtg záření dochází k zvyšování radiační zátěže obyvatelstva. Rovněž narůstá výskyt nádorových onemocnění v populaci. Onkologicky nemocní pacienti jsou léčeni standardně chemoterapií. Chemoterapie vyžaduje kvalitní žilní vstup, který je v současnosti stále častěji zajišťován pomocí centrálního žilního portu. Daný žilní vstup je dlouhodobý a umožňuje cyklické používání. Centrální žilní vstup je často zaváděn s využitím skiaskopie a proto je pacient zatížen radiační zátěží. O radiační zátěži při zavedení daného žilního vstupu je známo velmi málo. Jsou známy pouze čtyři studie v zahraniční literatuře. [18,19,20,21] V českém písemnictví není doposud žádná práce, která by se věnovala radiační zátěži při zavádění centrálního žilního portu. Z práce vyplývá, že průměrná efektivní dávka při zavedení portu na angiografickém přístroji je 0,074 mSv, medián je 0,044 mSv. Je rozdíl mezi pohlavím – ženy měly nižší efektivní dávku než muži. Průměrná hodnota efektivní dávky pro ženy byla 0,062 mSv, medián 0,038 mSv. Pro mužskou populaci byly vypočteny hodnoty 0,092 mSv pro průměr, 0,053 pro medián efektivní dávky. Daný rozdíl se vysvětluje těžko, protože program PCXMC nezohledňuje pohlaví (používá hermafroditní fantom), lze však předpokládat že muži mají větší svalovou hmotu než ženy. Při sledování závislosti BMI a efektivní dávky bylo zjištěno, že pacienti s nadváhou a nebo obezitou mají vyšší efektivní dávku při implantaci centrálního žilního portu než pacienti s podváhou nebo s normální vahou. Při srovnání efektivní dávky mezi dvěma angiografickými přístroji vybavenými programem na snižování dávky je patrný pouze malý rozdíl. Na přístroji s dvěma C rameny je průměrná efektivní dávka 0,087 mSv a je o 0,016 mSv vyšší než na přístroji s jedním C ramenem. Rozdíl lze vysvětlit nastavením parametrů skiaskopie a skiagrafie na daném přístroji, protože přístroj s dvěma C rameny se primárně využívá k neurointervenci, které vyžadují lepší zobrazení. V praktické části nebylo prokázáno zvyšování efektivní dávky v závislosti na věku pacienta. Zdá se, že je závislost mezi efektivní dávkou a zkušenostmi operátora. Rezidenti mají vyšší efektivní dávku než atestovaní lékaři. Vzhledem k tomu, že doposud nebyla publikována práce o efektivních dávkách při zavádění žilních portů, není možné výsledky práce srovnávat.

V práci zabývající se radiační zátěží při zavádění žilních vstupů byly sledovány hodnoty týkající se DAP, skiaskopického času, CD (cumulative dose) a PSD (peak skin dose). [18] Průměr pro naměřené hodnoty při zavádění žilního portu byly pro DAP 3710 mGy.cm², pro skiaskopický čas 204s. Dané hodnoty jsou o 5x až 8x vyšší než hodnoty mnou zjištěné.

Rozdíl může být dán kvalitou AG přístrojů, protože v práci [18] se jednalo o procedury prováděné v letech 1998 – 2004.

V práci zabývající se radiační zátěží u zavádění portů v dětské populaci byly naměřené průměrné hodnoty DAP 34 mGy.cm² pro chirurgicky zaváděné porty a 60 mGy.cm² pro implantaci s použitím Seldingerovy techniky punkce centrální žíly.[20] V dané práci nebyl sledován žádný jiný parametr radiační zátěže, kromě DAP. Hodnoty DAP naměřené v práci [20] jsou výrazně nižší než mnou zjištěné, rozdíl lze částečně vysvětlit, že se jedná o dětskou populaci, která má výrazně menší váhu než dospělá populace, a neprováděním nástřiků portů kontrastní látkou.

Práce autorů Baogang et al [21] se zabývá prodloužením skiaskopického času u rezidentů při srovnání s atestovanými lékaři. Jejich zjištění je v souladu s výsledky mé práce, což znamená, že výkony prováděné rezidentem trvají déle než výkony prováděné atestovaným lékařem

Poslední nalezená práce, ve které je sledovaná radiační zátěž při zavádění portu se primárně týká porovnání implantace vysokoprůtokových a standardních portů. [19] Výsledky dané práce jsou zmiňovány v jednotkách Gy/cm². Pokud se bude předpokládat, že se jedná o tiskovou chybu, tak při přepočtu na mGy.cm² by se jednalo o hodnoty v průměru 4240 mGy.cm² pro zavádění CT portů a 5370 mGy.cm² pro skupinu standardních portů. I když se jedná o práci starou 5 let dané dávky jsou 6 – 7x vyšší než v mé práci.

12 ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo zjistit a vyhodnotit radiační zátěž pacientů při implantaci centrálních intravenózních portů. Práci jsem si rozdělila na dvě skupiny.

V teoretické části bakalářské práce jsem se snažila popsat všechny důležité informace o rentgenovém záření, radiační ochraně, centrálních intravenózních portech a také o anatomii žil, do kterých jsou porty zaváděny.

Praktická část mé bakalářské práce byla zaměřena na zjištění a následné porovnání radiační zátěže charakterizované efektivní dávkou při zavádění centrálních intravenózních portů. Kromě efektivní dávky byly zpracovány další tři důležité veličiny (DAP, K a skiaskopický čas) pro radiační zátěž, aby bylo možné srovnání s doposud publikovanými výsledky. Při výzkumu jsem pracovala s počtem 423 pacientů. Na základě dat získaných ve FN Hradec Králové, které byly potřeba k výpočtu efektivní dávky záření jsem dospěla k závěru, že efektivní dávka záření se zvyšuje s pacientovým BMI, přístroje na kterých byly prováděny zákroky se liší v efektivní dávce velmi minimálně a také, že lékaři před atestací z intervenční radiologie (tzv. rezidenti) mají efektivní dávky záření a skiaskopický čas vyšší. Ovšem je třeba podotknout, že výsledné efektivní dávky, které jsem vypočítala nebudou zcela přesné. Je to dáno především z důvodu nedostatku údajů, které program PCXMC vyžaduje. Program PCXMC je vhodnější spíše pro skiagrafii než pro skiaskopii. Skiaskopické vyšetření se skládá z mnoha jednotlivých projekcí. Tento program dokáže vypočítat efektivní dávku pouze jedné projekce. Každá projekce se během skiaskopie liší napětím, proudem na rentgence, filtrací, velikostí pole a pulzací. Správně by měla být každá projekce vypočtena zvlášť a výsledky všech projekcí následně sečteny v celkovou efektivní dávku. Nepřesnost ve výsledku může být dána tím, že jsem při mnoha napětích během skiaskopických projekcí byla nucena dávku napětí zprůměrovat. I přesto si myslím, že výsledky mé práce mohou považovat za poměrně přesné a reálné hodnoty.

13 POUŽITÁ LITERATURA

- 1 HUŠÁK, Václav. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978 – 80 – 244 – 2350 – 0
- 2 ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií, 2009. ISBN 978 – 80 – 7368 – 669 – 7
- 3 KONEČNÝ, Jiří. *Radiační fyzika*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2006. ISBN 80 – 7040 – 843 – x
- 4 KOLEKTIV AUTORŮ. *Radiobiologie: Úvod. Fbmi* [online]. [cit. 1. 5. 2018]. Dostupné z: [www.http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/41.html](http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/41.html)
- 5 ULLMANN, Vojtěch. *Aplikace ionizujícího záření* [online]. [cit. 1. 5. 2018]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#2>
- 6 KOLEKTIV AUTORŮ. *Radiobiologie: Zdroje ionizujícího záření používané ve zdravotnictví. Fbmi* [online]. [cit. 1. 5. 2018]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/43/431.htm>
- 7 KOLEKTIV AUTORŮ. *Radiobiologie: Rentgenové záření. Fbmi* [online]. [cit. 1. 5. 2018]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/14/145.html>
- 8 KLENER, Vladislav, ed. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. ISBN 80-238-3703-6
- 9 HÁJEK, J., V. CHOVANEC, A. KRAJINA, et al. Radiologicky zaváděné centrální žilní porty určené k vysokorychlostnímu podání kontrastní látky, tzv. power nebo CT porty – naše první zkušenosti. *Česká radiologie*. 2012, **66**(2), 5. ISSN 1210-7883.
- 10 KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 80–86703–08–8.
- 11 HÁLA, Jiří. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Brno: Konvoj, 1998. ISBN 80–85615–56–8
- 12 ULLMANN, Vojtěch. Biologické účinky ionizujícího záření. *Astronuklfyzika* [online]. Ostrava [cit. 1. 5. 2018]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm>
- 13 ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. Ilustroval Ivan HELEKAL. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-140-2
- 14 NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-246-1717-6
- 15 CHARVÁT, Jiří. *Žilní vstupy: dlouhodobé a střednědobé*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5621-9.

16 *STANDARDY ZDRAVOTNÍ PÉČE: Národní radiologické standardy, postupy pro stanovení*. Věstník. **2007**(1), 93

17 *PCXMC – A PC – based Monte Carlo Program for Calculating Patient Doses in Medical X-ray Examinations*. Stuk [online]. [cit. 1. 5. 2018]. Dostupné z: http://www.stuk.fi/sateilyn/kavttajille/ohjelmat/PCXMC/en_GB/pcxmc/

18 STORM, S., Eric, MILLER, L., Donald, HOOVER, J., Laurie, GEORGIA, D., Jeffrey, BIVENS, Tara. *Radiation doses from venous access procedures*. Radiology, 2006. 238(3), s. 1044 - 1050.

19 PLUMHANS, Cédéric, OCKLENBURG, Christina, VERBUNG, A., Frederik, GÜNTHER, W., Rolf, BEHRENDT, F., Florian. *High pressure versus standard port systém: comparison of implantation and complication*. Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology, 2012, 56, s. 532-537.

20 FRIEND, Jikol, LINDSEY-TEMPLE, Suzanna, GOLLOW, Ian, WHan, Elizabeth, GERA Parshotam. *Review of radiatin exposure during screening of surgically implanted central venous access devices*. Journal of Pediatric Surgrey, 2015. 50, s. 1214-1219.

21 BAOGANG , J., Xu, DUSZAK, Richard Jr., MCGINNIS, S., Robert, STANFILL, G., John, O'REAR, Jeff, AN,Q.Angel. *Increased fluoroscopy time for central venous catheter placement by radiology resident versus staff radiologist*. Journal of American College of Radiology, 2013, 10, s- 518-522.

14 PŘÍLOHY

Příloha A – Souhlas pacienta/ky se zavedením žilního portu **Chyba!** **Záložka** **není**
definována.

Příloha A – *Souhlas pacienta/tky se zavedením žilního portu*

Fakultní nemocnice Hradec Králové
Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové

Radiologická klinika, Angio-intervenční oddělení – 6283
tel. 495836213, 495836215

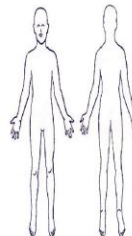
**Souhlas pacienta/tky – zákonného zástupce -
se zavedením žilního portu**

Pacient/ka Rodné číslo.....

příjmení jméno titul

zákonný zástupce
příjmení jméno titul

v případě, že není stanoven proškrtnout



Plánovaný výkon: (srozumitelně a laicky):

Zavedení dlouhodobého žilního přístupu (portu – hadičky s komůrkou)
přes podklíčkovou nebo krční žílu v lokálním znecitlivění

P

L

Zdroj: FN Hradec Králové

Popis výkonu včetně jeho rizik a alternativ je vysvětlen v příloze tohoto souhlasu a je jeho nedílnou součástí v počtu jedné strany.

Beru na vědomí, že po podání kontrastní látky je nebezpečí poškození funkce ledvin. Je nebezpečí vzniku alergických reakcí, po podání léků na zklidnění, podaných ke snížení pravděpodobnosti alergické reakce, mohu být spavý. Beru na vědomí zákaz řízení motorových vozidel po dobu 24 hodin od aplikace.

Byl/a jsem srozumitelně seznámen/a s mým zdravotním stavem a s jeho možným vývojem. Byl/a jsem poučen/a o možnostech vyšetření a léčby. Byly mi zodpovězeny všechny mé otázky, a to srozumitelně, včetně všech rizik či komplikací. Odpovédím jsem porozuměl/a a vzal/a je na vědomí.

Prohlašuji, že jsem lékařům nezamlčel/a žádné údaje o svém zdravotním stavu, mně známé, které by mohly nepříznivě ovlivnit moji léčbu nebo ohrozit mé okolí, zejména rozšířením přenosné choroby.

Současně prohlašuji, že v případě výskytu neočekávaných komplikací, vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně mého života nebo zdraví souhlasím s tím, aby byly provedeny veškeré další potřebné a neodkladné výkony nutné k záchraně mého života nebo zdraví.

Souhlasím s navrhovaným postupem léčby dnev.....hod .

.....

.....

Podpis pacienta/tky,

zákonného zástupce, v případě, že není stanoven

proškrtnout

Hradec Králové dnev.....hod.

Zdroj: FN Hradec Králové

Jmenovka a podpis lékaře

POUČENÍ – čtete pozorně !!

Žilní port

Jedná se o plastovou nebo kovovou komůrku, na kterou je napojená cévka (katétr). Ten je zaveden do horní duté žíly, která je největší žílou v hrudníku. Nejčastěji se napichuje podklíčková nebo krční žíla, Někdy je nutno zvolit jiný přístup jako žílu na horní končetině nebo stehenní žílu v třísele. Při standardním přístupu přes podklíčkovou nebo krční žílu je komůrka portu umístěna do podkoží na hrudníku. Zařízení je určeno k podávání léků, nejčastěji chemoterapie, infúzí, transfúzí nebo k odběru krve. Pokud port není používán, je nutné ho proplachovat jednou za 3 měsíce fyziologickým roztokem a uzamknout komůrku heparinovou zátkou (1000j heparinu ve 2 ml F1/1 nebo 100j/ 1 ml roztoku F1/1). Port musí být napichován portovými jehlami (jedná se o speciální jehly, které neničí membránu portu).

Popis metody:

Za sterilních podmínek se po zarouškování místo vpichu umrtví a pod ultrazvukovou kontrolou se napichne žíla (nejčastěji podklíčková nebo krční), přes kterou se do horní duté žíly zavede kovový vodič. Následně se v podklíčkové oblasti po lokálním umrtvení vytvoří podkožní kapsa z cca 3 cm řezu. Potom se po vodiči zavede cévka, vodič se vytáhne a cévka se protáhne podkožím až ke kapse. Zde se na katétr napojí plastová nebo kovová komůrka portu, zkontroluje se zámeček a celý systém se vloží do podkoží. Rána se zašije, komůrka se napichne přes kůži a zkontroluje se funkčnost portu, pak se systém uzavře heparinovou zátkou, která brání neprůchodnosti portu sražením krve v systému. Rána se sterilně přikryje.

Péče po výkonu

Po výkonu budete převezen/a na odesílající oddělení nebo na stacionář ke krátkodobému pozorování cca 3-6 hod. Zde se bude měřit tlak, pulz, kontrolovat místo zavedení portu. Pokud bude všechno v pořádku budete propuštěn/a domů s doprovodem. Port je možné používat ihned po zavedení. Stehy se odstraňují za 7-10 dní nejčastěji odesílajícím lékařem nebo spádovým chirurgem. Krytí nad ranou během této doby nesundávat a nenamáčet.

Zdroj: FN Hradec Králové

Doporučuje se šetřit horní končetinu první 2 týdny (vyvarovat se fyzické zátěže).

Komplikace při zavádění portu:

nápich tepny, který může vést ke vzniku velké modřiny (hematom), krvácení do pohrudniční dutiny, nápich plíce, který může způsobit zhoršené dýchání

dočasné poruchy srdečního rytmu, alergická reakce na kontrastní látku - vyrážka, zhoršení dýchání až smrt

Výskyt komplikací je 1-7%.

Alternativy léčby:

- 1) **chirurgické zavedení portu** – chirurgické vypreparování žíly, do které se zavede cévka port systému.
- 2) **zavedení centrálního žilního katétru (cévky) nebo flexily** - jedná se o cévku, kterou je nutné opakovaně zavádět do dané žíly.

Jsem si vědom/a, Fakultní nemocnice Hradec Králové je výukovým pracovištěm lékařské fakulty, farmaceutické fakulty a zdravotnických škol. Z toho důvodu DÁVÁM NEDÁVÁM /x/ souhlas s tím, aby tyto osoby, které získávají způsobilost k výkonu zdravotnického povolání, nahlíželi do mé zdravotnické dokumentace, a to pouze v nezbytném rozsahu a na základě pověření stanoveným zdravotnickým pracovníkem.

Jsem si vědom/a, že Fakultní nemocnice pečující o udržení kvality poskytované péče, které podléhá kontrolní činnosti vnitřní i vedené prostřednictvím certifikačních a akreditačních organizací. Z toho důvodu DÁVÁM NEDÁVÁM /x/ souhlas s tím, aby pracovníci certifikačních a akreditačních organizací nahlíželi do mé zdravotnické dokumentace, a to pouze v nezbytném rozsahu a na základě pověření stanoveným zdravotnickým pracovníkem.

V Hradci Králové dne:.....hodina:.....podpis pacienta(tky):.....

x –nehodící škrtněte

Zdroj: FN Hradec Králové