

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

Radiační dávka v oboru intervenční radiologie

bakalářská práce

Autor práce: Šárka Šperlová
Studijní program: Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor: Radiologický asistent
Vedoucí práce: prim. MUDr. Zdeněk Chudáček, Ph.D.
Datum odevzdání práce: 2. 5. 2012

Abstrakt

Ve své bakalářské práci se věnuji problematice radiační zátěže pacienta i lékaře při intervenčních zákrocích pod skiaskopickou kontrolou. Obsahem teoretické části této práce je popis výkonů, které se v dané oblasti radiologie provádějí a dále je zde také přiblížena problematika radiační ochrany v tomto oboru z hlediska lékařského i profesního ozáření.

Cílem této práce byl odhad efektivních dávek pacienta a lékaře z dávek a dále také vyvození závěrů vedoucích ke snížení radiační zátěže pro obě strany. Pro tyto účely byla shromážděna data za jeden kalendářní rok do přehledné databáze. Pro výpočet efektivních dávek pacientů z dávek získaných z DAP metru byl použit program PCXMC. Následně jsem získané informace o dávce pacienta a lékaře přehledně zpracovala graficky a tabelárně.

Z dostupných dat jsem následně vyvodila závěry, které potvrzují hypotézu vztahující se k závislosti míry ozáření hlavně na druhu výkonu.

Ukázalo se, že nejvyšších dávek dosahují pacienti při embolizačních výkonech, naopak nejmenší zátěž představuje pro vyšetřovaného PTD a nefrostomie. U lékařů dochází k maximálnímu ozáření při intervenci jater – hlavně při TIPS. Nejnižší dávky obdržené lékařem se ukázaly být při trombolytických zákrocích..

Z dostupných informací jsem vyvodila doporučení vedoucí ke snížení radiační zátěže na daném pracovišti intervenční radiologie. Kromě správného nastavení parametrů přístroje jako je např. napětí, natočení C-ramene či vzdálenost OK je důležité i důsledné stínění, především pak používání ochranných zástěr, límců a brýlí a také častější střídání lékařů.

Abstract

This Bachelor Thesis deals with the issue of radiation load and its impacts on the patient and doctor during the interventional medical help under skiascopy control. The content of the theoretical part describes the medical operations which are carried out, together with the issue of radiation protection within this field with regard to the medical and professional radiation exposure.

The main objective of this work determines the estimation of efficient doses of the patient and doctor resulting in the conclusions leading to the decreasing level of radiation load for both parties. For these purposes one-year data were collected into the general database. The PCXMC program was used for calculating efficient doses of the patients collected from the DAP meter. Consequently, collected information regarding the dosage of the patient and doctor were elaborated in the form of charts and graphs.

The conclusions were deduced on the basis of available data concluding the hypothesis related to the dependence of radiation rate on the type of medical treatment.

It was proved that the highest dosage was achieved with regard to the patients during the embolic medical operations. The lowest dosage for the examining person is during PTD and nephrostomy. The doctors are maximally exposed to the radiation during the liver intervention – especially during TIPS. The lowest doses received by the doctor were shown during the thrombolytic medical operations.

The recommendation leading to the reduction of radiation load at the given workplace of interventional radiology was thus concluded from available information. Besides the correct parameter setting of the appropriate equipment, such as voltage, C-arm's displacement or OK distance, consistent shielding is also important, especially the use of protective equipment (apron, collars and glasses) and more frequent switching shifts of the personnel

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne (datum)

.....

Šárka Šperlová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce za jeho trpělivé vedení a pomoc při jejím zpracování.

Obsah

Úvod.....	8
1. SOUČASNÝ STAV	9
1.1 Intervenční radiologie	9
1.1.1 HISTORIE INTERVENČNÍ RADIOLOGIE	9
1.1.2 VYBAVENÍ ANGIOGRAFICKÉHO PRACOVIŠTĚ	9
1.1.3 VASKULÁRNÍ ZÁKROKY	11
1.1.4 NEVASKULÁRNÍ ZÁKROKY.....	15
1.2 Radiační ochrana.....	17
1.2.1 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ.....	17
1.2.2 CÍL A PRINCIPY RADIAČNÍ OCHRANY	18
1.2.3 ZAJIŠTĚNÍ JAKOSTI V RADIAČNÍ OCHRANĚ	19
1.2.4 LEGISLATIVA.....	20
1.2.5 DOZIMETRICKÉ VELIČINY A JEDNOTKY.....	20
1.2.6 VELIČINY A JEDNOTKY POUŽÍVANÉ V RADIAČNÍ OCHRANĚ.....	21
1.2.7 OSOBNÍ DOZIMETRIE	22
1.2.8 OCHRANA PŘED VNĚJŠÍM OZÁŘENÍM.....	23
2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	27
2.1 Cíl práce	27
2.2 Hypotéza.....	27
3. METODIKA	28
4. VÝSLEDKY	29
5. DISKUSE	37
6. ZÁVĚR.....	39
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	40
8. KLÍČOVÁ SLOVA	43
9. PŘÍLOHY	44

Seznam použitých zkratk

AG – Angiografie

PTA – Perkutánní transluminální angioplastika

PTRA – Perkutánní transluminální renální angioplastika

TJB – Transjugulární jaterní biopsie

PTD – Perkutánní transhepatická drenáž žlučových cest

HDŽ – Horní dutá žíla

HK – Horní končetina

DK – Dolní končetina

Úvod

Jednou z nejčastějších příčin úmrtí v České republice i ve světě jsou kardiovaskulární onemocnění. Některé z těchto chorob mohou začínat jako nevýznamná život neohrožující stenóza. Pokud se však tento problém, respektive jeho příčina neřeší, dochází k dalšímu zužování cévy, zmenšení jejího lumen, zvýšení tlaku. V dalším stadiu pak následuje uzávěr cévy, což zapříčiní nekrózu cílového orgánu, který tato céva zásobila krví. Jednou z metod prokázání takovéto stenózy jsou výkony intervenční radiologie, při kterých je možné okamžitě lumen zúžené cévy dilatovat. Toto odvětví radiologie se nicméně uplatňuje i v jiných léčebných oblastech, jako je například embolizace, extrakce cizích těles či nevasculární výkony, např. vertebroplastika, zákroky na žlučových cestách či zákroky v oblasti nefrologie.

Při vaskulárních výkonech je nezbytné podání jodové kontrastní látky, která může způsobit alergickou reakci, nicméně je pro zobrazení cév pod skiaskopickou kontrolou její podání nezbytné. Dalším problémem je riziko infekce, jelikož se jedná o miniinvazivní výkon. Problémům spojeným s porušením integrity lidského těla se dá však jednoduše předejít striktním dodržováním hygienických zásad personálu a vytvořením sterilního aseptického prostředí na angiografických sálech. Nejzásadnějším problémem v intervenční radiologii je radiační zátěž, a to jak pacienta, tak i personálu, především lékařů – intervenčních radiologů. Vzhledem k metodice provádění těchto výkonů pod skiaskopickou kontrolou se někteří intervenční radiologové dostávají až na téměř limitní hranici ozáření radiačního pracovníka dle zákona č.18/1997 sb. ve znění pozdějších předpisů. V roce 2009 a 2010 dokonce došlo k překročení dávky na ruce u intervenčního radiologa. Pacienti mohou při některých výkonech obdržet prahovou dávku a mohou tak dospět až na hranici deterministických účinků ionizujícího záření.

V této práci je nastíněn problém ozáření pacienta i lékaře při intervenčně radiologických vyšetřeních, dále jeho závislost na typu vyšetření a v neposlední řadě jsou také uvedeny prostředky ke snížení radiační zátěže dle principů radiační ochrany.

1. SOUČASNÝ STAV

1.1 Intervenční radiologie

1.1.1 HISTORIE INTERVENČNÍ RADIOLOGIE

Počátky tohoto oboru, který se vyvinul z moderních angiografických metod, sahají do 50. let 20. století na území Švédska. Právě odsud pocházel radiolog S.I.Seldinger, který zavedl v roce 1953 dodnes nejčastěji používanou metodu perkutánní katetrizace - tzv. Seldingerovu metodu. V roce 1955 poté P. Ödman vytvořil radiokontrastní katétry a Švédsko se tak stalo v 50. a 60. letech angiografickým centrem. Se samotnými intervenčními výkony pod skiaskopickou kontrolou přišel Charles Dotter, který 16. ledna 1964 provedl první perkutánní dilataci krátké těsné stenózy povrchové femorální tepny. Následně začal léčit i uzávěry tepen a o tomto tématu také poprvé napsal v článku v časopise Circulation. Tento článek napsal společně s M.Judkinsem, tvůrcem transfemorální techniky katetrizace koronárních tepen. (2)

Uprostřed 60. let se začaly objevovat další články o jiných metodách, a to nejen vaskulárních. Jednalo se například o léčbu ztuhlého ramene, biopsii plic a jater, dále pak odstranění zátky z T-drénu a zavedení katetru pro intraarteriální chemoterapii. Dalšími průkopníky, kromě již vzpomenutých - Seldingera, Dottera a Judkinse, byli například W. Portsman, K. Amplatz, C. Gianturco či A. Grüntzig. V současnosti se vývoj tohoto odvětví radiologie zaměřuje spíše na nové materiály a minimalizaci radiační zátěže personálu i pacientů. (2)

1.1.2 VYBAVENÍ ANGIOGRAFICKÉHO PRACOVIŠTĚ

Každé pracoviště zabývající se angiografií a intervenční radiologií musí být vybaveno několika základními jednotkami, bez kterých by nebyl možný kvalitní provoz na těchto pracovištích. Základní jednotkou je bezesporu rentgenový přístroj umožňující jak vytvoření skiagrafického, tak i skiaskopického záznamu – nejčastěji se využívá tzv. C-ramena. Další nedílnou součástí je samozřejmě ovladovna s ovládacím pultem pro tento přístroj a také pro tlakový injektor. Pro kvalitně provedené vyšetření je nezbytné odpovídající softwarové vybavení umožňující korekci a úpravu obrazu potřebnou pro kvalitní posouzení snímku. Základním opatřením, bez kterého by žádné pracoviště se zdroji ionizujícího záření nebylo možné provozovat je stínění, a to nejen co se týká pevných stavebních prvků vyšetřovny, ale zvláště pak pro AG pracoviště je nutné přídatné stínění ve formě štítů, zástěr a límců

nezbytných pro ochranu personálu před zářením. Kromě výše uvedeného je samozřejmostí i sterilní instrumentální vybavení AG pracoviště. (2)

C-rameno

Pro angiografické zobrazení cév a navádění při intervenčních výkonech ať už vaskulárních či nevaskulárních se používá rentgenologický přístroj – C-rameno. Tento RTG přístroj ve tvaru písmene C umožňuje provést skiografii či skiaskopii prakticky z jakéhokoliv úhlu a vytvořit libovolné obrazové projekce. Kromě již zmíněných angiografických a intervenčních zákroků se tento typ rentgenového přístroje používá např. i na traumatologických či ortopedických sálech. Dnes se používá plně digitální provedení s pulsní skiaskopii (Pulsed Digital Fluorography Mode) s digitální radiografií, dále angiografií s možností DSA (Digitální Subtrakční Angiografie) a s režimem cine. Jako každý rentgenologický přístroj musí být i C-rameno vybaveno laserovým zaměřovačem. Dále je nutné zajistit ovládání pro zákrok vykonávajícího radiologa. Ovládací panel proto musí být přímo na angiografickém sále u angiografického stolu a to z toho důvodu, že lékař provádějící angiografii a intervenční zákrok sám určuje pozici C-ramene a také manipuluje s výsledným obrazem dle potřeby. Jelikož se všechna angiografická vyšetření a intervenční zákroky provádějí v aseptickém prostředí je důležité opatřit C-rameno, především část se zesilovačem sterilní rouškou. (3)

Úprava obrazu

Windowing – tato technika umožňuje prohlížení obrazu ve škále denzit tzv. oknem. Rozlišení v šedé stupnici je v mezích 8, 10 nebo 12 bitů, rozlišení je tedy 512 až 4096 stupňů šedi v obraze, nicméně lidské oko je schopné rozlišit 35, výjimečně až 100 stupňů šedi. Posouváním, rozšiřováním či zužováním obrazového okna se tedy může lékař zaměřit na diagnosticky významnou oblast. (3)

Look-Up-Table – Jedná se o předem tabelárně určenou korekci obrazového či video signálu. Dojde k úpravě signálu dle tabulky – signál je zbaven všech nelinearit. Jedná se zde o vztah mezi stupněm šedi a tomu odpovídající napětí příslušného obrazového elementu. (3)

Filtrace obrazového signálu – Filtrování obrazu se používá z důvodu zkreslení a znehodnocení rozlišovací schopnosti v oblasti vysokého kontrastu, ke kterému dochází podél obrazové cesty. U digitální radiografie se za tímto účelem používají matematické metody. Nejznámější a nejpoužívanější z nich je metoda konvoluce. Jedná se prostorovou filtraci pomocí dolno- a hornopropustných číslicových filtrů, které zohledňují okolí obrazového

elementu – toto jádro obrazových signálů se nazývá kernel. Manipulací s těmito algoritmy lze docílit zvýraznění jemných struktur obrazu a zeslabení jeho velkoplošných částí. (3)

Potlačení šumu – Nejjednodušší metodou potlačení tohoto nežádoucího obrazového prvku je časové skládání více obrazů na sebe, neboť obrazový signál se sčítá, ale šum jen s druhou mocninou počtu obrazů. (3)

DSA (digitální subtrakční angiografie) – Tento diagnosticky důležitý způsob zobrazení cév je založen na principu zvýraznění kontrastně nabarvených cév s potlačením okolních struktur. Nejprve se zhotoví nativní skiografický obraz dané oblasti – tzv. maska. Následně se aplikuje kontrastní látka a provede se další snímek, tentokrát již s kontrastně nabarvenými cévami. Od něj se elektronicky odečte nativní snímek a výsledkem je obraz, na kterém jsou jen kontrastem zvýrazněné cévy. Z důvodu minimalizace zátěže pacienta při použití kontrastní látky se slabé signály zesílí a silné potlačí – tento krok umožní snížení koncentrace kontrastní látky. (3)

Road-Mapping – Tato technika slouží ke zvýraznění katetru v cévě, který jinak v kontrastní náplni nemůžeme pozorovat. I zde se využívá principu subtrakce. Do oblasti zájmu lékař aplikuje malé množství kontrastní látky. Při maximální náplni se obraz převede do paměti. Při další skiaskopii se tento obraz subtrahuje se snímkem cévy s katétrem. Tato subtrakce dá vzniknout obrazu viditelného katetru v kontrastní náplni. (3)

Sterilní stolek

Jelikož se jedná o výkony invazivní, je nutné vytvořit na angiografickém pracovišti sterilní prostředí, což mimo jiné znamená prostření sterilního stolku. Pro angiografické zákroky se vyrábějí tzv. AG sety – jedná se o jednorázové sterilní rouškování, dále musí být připraveny sterilní pláště a rukavice pro lékaře a sestru, sterilní kompresory, injekční stříkačky (1 x 10 ml, 1 x 20 ml) a zelená jehla na lokální anestezii, injekční stříkačka (2 ml) na Heparin, sterilní nádoby na fyziologický roztok s heparinem a na kontrastní látku, sterilní mísa na fyziologický roztok s Heparinem, čepelka, angiografická jehla, vodič, sheath (4F – 8F), diagnostický katétr, vodící katétr, balónkové dilatační katétry, stenty – balonexpandibilní a samoexpandibilní. (12)

1.1.3 VASKULÁRNÍ ZÁKROKY

Jedná se o zákroky prováděné buďto přímo na cévním řečišti anebo jeho prostřednictvím. Vaskulární výkony patří k nejčastěji prováděným na angiografických sálech. Tyto výkony se většinou provádějí tzv. Seldingerovou metodou, při které se provede punkce arteria femoralis

jehlou, skrz kterou se „provleče“ vodič, následuje vytažení jehly a zavedení sheathu s dilatátorem po vodiči. Dilatátor se nachází uvnitř sheathu a slouží jako výztuha pro zavedení jinak pružného sheathu do cévy; po zavedení sheathu se dilatátor vytáhne a v cévě tak zůstane pouze sheath a vodič. Sheath zpevní cestu od místa vpichu ke vstupu do a. femoralis a zároveň zabraní nadměrné ztrátě krve díky chlopni uvnitř sheathu, která zamezí „vystřikování“ krve. Lumen tohoto sheathu se pak vede katétr opatřený balonkem přímo do místa postižení. (1)

Jedná se o PTA (perkutánní transluminální angioplastika), aplikaci stentů a stentgraftů, lokální trombolýzu, embolizaci, zavádění filtrů, TIPS (transjugulární intrahepatální portosystémový shunt). (1)

PTA (perkutánní transluminální angioplastika)

Jedná se o nejčastější výkon v oblasti intervenční radiologie, při kterém se provede katetrizace tzv. Seldingerovou metodou. Dříve, v počátcích intervenční radiologie a před tím, než se začaly používat balonkové katetry, se tento výkon prováděl tzv. Dotterovou metodou. Při této metodě se po vodiči zavedl tenčí katétr, který prošel místem stenózy a na něj se „navlékl“ katétr silnější, což mělo za následek rozdilátování zúženého místa. Nevýhodou této metody však byla nutnost většího místa vstupu katétru a závislost stupně rozdilátování na velikosti katétrů na rozdíl od balonkového katétru, kde se dá regulovat stupeň naplnění balonku a tím i stupeň dilatace. (4)

V roce 1974 představili Grüntzig a Hopff první dvojlumenový katétr, kde jedním kanálem prochází vodič a kontrastní látka a druhým se nafukuje balonek. Ten je dle stupně stenózy nafouknut na 15 a 45 sekund rozředěným kontrastem, poté následuje vyfouknutí a provedení kontrolních snímků. (4)

Příprava před tímto vyšetřením je shodná s klasickou angiografií. Pacient je nalačno, v případě alergie na jodovou kontrastní látku premedikován a uložen na angiografický stůl. Následně je pacient sterilně zarouškován; sterilní musí být i oblast vpichu. Poté už je pacient připraven na vyšetření. (4)

Samotné vyšetření se provádí balonkovým katétre zavedeným Seldingerovou metodou. Na koncích balonku jsou na katetru rentgenkontrastní značky, díky kterým se může lékař orientovat a zavést tak část katetru s balonkem do místa stenózy. V tomto místě lékař balonek napustí a dojde tak k dilataci zúženého místa. V závislosti na povaze zúžení se může zavést i stent, který se zavádí obdobně jako balonkový katétr. Na povrchu balonku je stent který se po

napuštění balonku roztáhne a „přichytí“ k cévní stěně. Po vypuštění balonku stent zůstává na svém místě a zabraňuje tak vytvoření stenózy v tomto místě. (4)

Po vyšetření se pacientovi na postižené místo položí pytlík s pískem nebo se použije jiných prostředků k přitlačení místa vpichu a pacient musí zůstat po dobu minimálně 8 hodin v klidu na lůžku v nemocnici, kde je pod stálým dohledem, a to z důvodu pozákových komplikací. (4)

PTCA (perkutánní transluminální angioplastika koronárních tepen)

Tento zákrok spočívá v dilataci stenotických věnčitých tepen balonkovým katétre obdobně jako u klasické PTA, většinou s následnou implantací stentu. Provádí se také v lokální anestezii punkcí femorální arterie. PTCA je dnes standartním řešením akutní i chronické ischemické choroby srdeční. Zavedení této metody znamenalo zlepšení a zkvalitnění léčby infarktu myokardu. (24)

Transkatérová embolizace

Poprvé byla tato metoda použita Brooksem v roce 1930. Jedná se o zákrok, při kterém dojde k terapeutickému uzavření či omezení průtoku krve v cílové oblasti. Toto vyšetření se provádí pokud je potřeba zastavit aktivní krvácení, dále ke kontrole průtoku v postižených či malformovaných cévách (např. u tumoru) a také k zastavení či redukcí krevního přívodu do konkrétní oblasti před chirurgickým výkonem v tomto místě. (4)

Existuje velké množství látek, které se používají jako embolizační materiál. Jejich výběr závisí na celkovém stavu pacienta a také na cílové oblasti. Embolizace může být buďto permanentní či dočasná. Trvalými embolizačními materiály jsou například Gianturcovy coily – drátky ve tvaru smyčky z nerezavějící oceli, polyvinyl alkohol, silikonové korálky a odpojitelny balonek. Gianturcovy coily se používají například k zástavě krvácení u zranění pánve a také při embolizaci hlavních cév zásobujících tumor. Princip aplikaci těchto coilů je jednoduchý – katétre se přímo do cílové oblasti zavede zatím rovný drátek, který se však okamžitě po opuštění katetru stočí do tvaru smyčky, což vysvětluje naprostou přesnost, jaká musí být při tomto vyšetření použita. Pro dočasnou embolizaci se používá Gelfoam – houbovitá substance vsříknuta do cílové oblasti, či vasokonstriktory – například vasopresin. Dočasná embolizace se využívá k redukcí krevního tlaku na specifickém místě, dále k redukcí průtoku v místě krvácení a k ochraně zdravých cév před neúmyslnou embolizací. (4)

Transkatetrová embolizace se používá také při postižení cerebrálních tepen jako jsou například aneuryzmata či tumory. Velmi malými katetry, provlečenými většími, se přímo do postiženého místa vpraví embolizační materiál dokud se nedocílí požadované embolizace. Pro embolizaci břišní aorty se dá s výhodou použít stentgraft. (4)

Filtry do dolní duté žíly

Kavální filtry jsou implantáty, které se často používají jako prevence pulmonální embolie u pacientů s hlubokou žilní trombózou, u které existuje riziko migrace trombů z dolních končetin přes vena cava inferior až do pulmonálních arterií. Tato metoda prevence plicní embolie se užívá u pacientů, u nichž není možnost podání antikoagulačních léků z důvodu nedávné operace nebo při krvácivých stavech. (5)

Při této proceduře se perkutánně skrz vena femoralis communis či vena jugularis zavedou filtry, které „zachytávají“ tromby. Před jejich zavedením se však po nástřiku kontrastní látky změří průměr dolní duté žíly. Tento krok je také důležitý pro přesnou lokalizaci renálních žil, neboť se za optimum považuje umístění kaválního filtru bezprostředně pod ně. Na konci vyšetření se pak ještě provede kontrolní kavografie, která potvrdí (či vyvrátí) správné a přesné uložení filtru. (5)

TIPS (Transjugulární intrahepatální portosystémový shunt)

Tato procedura je indikována především při cirhóze jater, při které dochází k horšímu průtoku krve jaterní tkání. Následuje proto hromadění krve prehepatálně v portální žíle a dochází k tzv. portální hypertenzi. Z tohoto důvodu se vytvoří drobné kolaterály mezi portální a dolní dutou žilou, které však nemají dostatečnou kapacitu na tak velké množství krve a vyklenují se do stěny jícnu. Dochází k tzv. jícnovým varixům, které jsou životu nebezpečné až smrtelné neboť často nezastavitelně krvácejí. (18)

Jak vyplývá z názvu, provádí se tento zákrok skrze jugulární žílu, jejíž punkce se provede pod ultrazvukovou kontrolou. Následně se Seldingerovou metodou zavede vodící drát, tzv. guide-wire, na nějž se zavede sheath. Při TIPSu se používá zahnutý katétr a hydrofilní drát pro přístup do pravé hepatální žíly. Provede se punkce portálního řečiště, kterou následuje dilatace místa, kudy poté povede shunt neboli zkrat. Tato nově vytvořená cesta pro nahromaděnou krev ve vena portae se zpevní stentem. Nahromaděná krev tudy může proudit a tím dojde ke snížení tlaku v kolaterálách. (19)

1.1.4 NEVASKULÁRNÍ ZÁKROKY

Tyto výkony, jak vyplývá z názvu, se již na cévním řečišti neprovádějí. Jedná se o zákroky pod skiaskopickou kontrolou např. na žlučových cestách, na dýchacím systému či intervenční zásahy v oblasti nefrologie. Tyto zákroky jsou však na angiografických oddělení méně časté než výkony ve vaskulární oblasti. (1)

Zákroky na žlučových cestách

PTD (perkutánní transhepatická drenáž žlučových cest)

Toto vyšetření je indikováno při obstrukci žlučových cest, kdy se většinou jedná o urgentní zákrok, který je proveden po PTC (perkutánní transhepatická cholangiografie), což je kontrastní zobrazení žlučových cest. Tohoto výkonu se také využívá pro předoperační dekompresi žlučových cest. (6)

Jak již bylo uvedeno, tento zákrok se provádí po PTC, což znamená, že přístup pro PTD je zajištěn. Následuje proto zavedení systému koaxiálních dilatátorů po vodiči i s tenkostěnným katétre, který se po odstranění dilatátoru posouvá nejlépe až těsně nad stenózu. Poté je vodič i katétr vmanipulován stenózou až do duodena a následuje zavedení definitivního katétru. Tímto způsobem je dosaženo zevně-vnitřní drenáže. (6)

Dilatace stenóz žlučových cest

Jedná se o velmi zřídka prováděný zákrok, při kterém se využívá dilatace balónkovým katétre, po které se ještě několik dnů po výkonu ponechává zevně-vnitřní drenáž. Pokud se toto opatření ukáže být nedostačujícím, je možné implantovat expandibilní stent. Výsledky této procedury jsou v porovnání s endoskopickým zákrokem příznivější – úspěšnost činí 67 – 90 %. (25)

Extrakce konkrementu ze žlučových cest

Odstranění zbytkových konkrementů perkutánní cestou lze provést dvěma způsoby - transhepaticky nebo T-drénem. K extrakci se používá košíčku; u větších konkrementů se nejdříve provede litotrypse a vzniknuvší fragmenty je poté možné extrahovat. (6)

Perkutánní cholecystostomie

Provádí se u inoperabilních pacientů s akutní cholecystitidou. Punkce žlučníku se provádí pod ultrazvukovou kontrolou, a to tak, aby jaterní parenchym zakrýval místo vpichu – z důvodu prevence zatékání zánětlivého obsahu žlučníku do peritoneální dutiny. (25)

Zákroky na GIT

Dilatace stenóz GIT

Při tomto zákroku se v lokální anestezii pharyngu zavede po vodiči balonkový katétr, který rozdilatuje místo stenózy. Dilatace pod skiaskopickou kontrolou je metodou první volby u benigních striktur. U maligních striktur většina pacientů přichází již v inoperabilním stadiu a jejich léčba již spočívá pouze v paliativním ošetření – implantaci stentu. (25)

Perkutánní gastrostomie

Tento zákrok slouží k enterální výživě u pacientů, u kterých je znemožněný důsledkem některých patologických změn polykací akt. Perkutánně je zaveden katétr, který rozdilatuje přístupovou cestu pro gastrostomický katétr, který již zajišťuje výživu pacienta. (6)

Zákroky na urogenitálním systému

Perkutánní nefrostomie

Tento výkon slouží k zajištění kolekce moči při obstrukci vývodných cest močových. Prostá drenáž se provádí v případě předoperačního ošetření pacienta, např. před odstraněním konkrementu. Pokud se však uvažuje o dlouhodobém řešení, zavádí se již stent a provede se vnitřní drenáž. (25)

Pacient je uložen na břicho se zdviženou vyšetřovanou stranou v úhlu 45°. Vstupní místo se nachází blízko zadní axilární čáry pod 12. žebrem, a to tak, aby nedošlo k poranění cév v hilu ledviny. Seldingerovou metodou se vytvoří cesta pro zavedení drenážního či jiného vhodného instrumentária do dutého systému ledvin. (6)

Zavedení ureterálního stentu

Zavedení ureterálního stentu slouží k obnově transferu moči z ledviny do močového měchýře. Většinou se stenty zavádí retrográdně – cystoskopicky, pokud není možné zavedení retrográdní, přichází na řadu antegrádní implantace nefrostomickým přístupem. Stent může být pouze vnitřní, nebo zevně-vnitřní, kde je jednodušší výměna. Nicméně v obou případech je doporučeno vyjmutí či výměna za 4 – 6 měsíců od zavedení stentu. (25)

1.2 RADIAČNÍ OCHRANA

1.2.1 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Obor radiobiologie a účinků záření je velmi obsáhlý, já se však budu této oblasti věnovat pouze stručně a okrajově, neboť obor radiobiologie není předmětem této bakalářské práce.

Při interakci ionizujícího záření s živou hmotou dochází, stejně jako při kontaktu s hmotou neživou, k ionizaci a excitaci. Tyto dva děje mohou vést k fyzikálním, chemickým a biochemickým změnám, což má z následků změnu a poškození, popřípadě i smrt daného organismu. Těmito mechanismy interakce ionizujícího záření s hmotou se zabývá specializovaný obor radiobiologie, který je podkladem využití záření v lékařství. Poznatků tohoto vědního oboru se využívá i v oblasti radiační ochrany. (22)

Důsledkem ozáření buňky určitou dávkou může být poškození dvojího typu – mitotická smrt při vyšších dávkách záření (řádově stovky Gy) nebo mutace, neboli změna genetické informace buňky, ke které může dojít již při menších dávkách záření. Citlivost tkání vůči ozáření je různá; radiosenzitivní tkáně jsou ty, které se sestávají z rychle se dělících buněk, jako je například krvetvorná či nádorová tkáň, sliznice či plod; naopak radiorezistentní je kupříkladu neuron. (22)

Jak vyplývá z výše uvedených informací, biologický účinek záření má v první řadě vztah k dávce; čím vyšší je absorbovaná dávka, tím vyšší tento účinek je. Z tohoto hlediska dělíme biologické účinky na dvě velké skupiny: účinky stochastické a účinky deterministické. Stochastické účinky jsou ty, u kterých předem nemůžeme vědět při jak velké absorbované dávce nastanou, můžeme jen říci, že riziko jejich vzniku roste se zvyšující se dávkou. Typickými zástupci jsou nádorová onemocnění vyvolaná ionizujícím zářením či dědičné následky ozáření rodičů. Oproti tomu deterministické účinky se vyznačují svým výskytem až po překročení prahu. Díky této znalosti prahové dávky je možné předejít deterministickým účinkům, jako je například v běžné praxi se nevyskytující akutní nemoc z ozáření, akutní poškození kůže neboli radiační dermatitida či poškození zárodečného epitelu. Kromě těchto akutních nestochastických účinků existují ještě pozdní – například chronická radiační dermatitida či katarakta (zákal oční čočky). (7)

Jak již bylo naznačeno, závažnost obou účinků ovlivňuje také časový faktor. Rozeznáváme tedy radiotoxicitu časnou a pozdní. Mezi časné účinky záření řadíme již zmíněnou akutní nemoc z ozáření vznikající při dávkách vyšších než 3 Gy, akutní radiační dermatitidu mající stejný dávkový práh, radiační záněty, poškození fertility a poškození embrya a plodu, a to především v počátečních fázích vývoje. Pozdními účinky se rozumí ty,

kteří jsou po jistou dobu latentní (řádově měsíce, roky i desetiletí). Řadíme mezi ně chronickou radiační dermatitidu, kataraktu, zhoubné nádory či genetické změny. (22)

1.2.2 CÍL A PRINCIPY RADIAČNÍ OCHRANY

Prokázání škodlivých účinků ionizujícího záření vedlo k nutnosti vytvořit obor, který by se této problematice věnoval. Bylo potřeba zamezit nežádoucímu ozáření osob, a tak vznikl obor radiační ochrany zabývající se ochranou před ionizujícím zářením. (8)

V návaznosti na rozdělení účinků ionizujícího záření z hlediska časového se toto odvětví řídí dvěma zásadami: zabránit vzniku časných radiačních poškození a omezit riziko vyvolání účinků pozdních. Existují tři základní principy radiační ochrany dle ICRP (International Commission on Radiological Protection) následně přijaté i legislativou České republiky. (8)

Prvním z nich je princip zdůvodnění. V aplikaci na lékařské a profesní ozáření se jedná o odůvodnění ozáření ještě před samotným výkonem a to tak, aby jeho přínos vyvažoval rizika vznikající při těchto činnostech. Druhým principem je princip optimalizace známý též jako systém „ALARA“ (As Low As Reasonably Achievable – tak nízké, jak je rozumně dosažitelné). Tento systém nám říká, že úroveň radiační ochrany by měla být tak vysoká, jak je rozumně dosažitelné z ekonomického a společenského hlediska. To znamená, že pokud by náklady na ochranu před zářením převyšovaly nad přínosem, který by toto opatření přineslo, nemusí být toto opatření provedeno. Třetím a posledním z těchto principů je limitace. Tento princip říká, že ozáření fyzických osob musí být omezeno tak, aby nedošlo k překročení legislativou nastavených limitů. Tyto limity nejsou pro všechny fyzické osoby stejné. Zmíním zde pouze ty, které souvisejí s tématem této práce. (8)

Prvním z nich jsou limity pro pacienty, tj. limity pro lékařské ozáření. V této oblasti se ze zcela pochopitelných důvodů s žádnými zákonem určenými limity nesetkáváme. Existují však tzv. diagnostické referenční úrovně. Ty jsou jakýmsi ukazatelem doporučené míry ozáření pacientů při jednotlivých radiodiagnostických výkonech. Z legislativní povahy těchto doporučení vyplývá, že mohou být v ojedinělých případech tyto hodnoty překročeny. Přehled diagnostických referenčních úrovní se nachází v příloze č. 9 k vyhlášce č. 307/2002 Sb.; pro digitálně zpracovaný snímek pro DSA systém pro oblast břicha při PA projekci je vstupní povrchová dávka vztažená na 1 snímek 1 mGy (měřeno na 20 cm silném fantomu při největší velikosti pole bez zoomu a rychlostí 3 snímky za sekundu). Naopak pro pracovníky se zdroji ionizujícího záření, tj. pro profesní ozáření limity existují. Zde už se nejedná o doporučující charakter jako u diagnostických referenčních úrovní, ale o pevně stanovené mezní hodnoty,

jejichž překročení je pečlivě šetřeno. Tyto hodnoty limitů pro profesní ozáření se nacházejí v tabulce č.1. (20)

Tabulka č.1: Limity pro radiační pracovníky

Limitovaná veličina	Limit pro radiační pracovníky
součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření	50 mSv / kalendářní rok 100 mSv / 5 roků
ekvivalentní dávka v oční čočce	150 mSv/rok
průměr. ekvivalentní dávka v 1 cm ² kůže	500 mSv/rok
ekvivalentní dávka na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky	500 mSv/rok

Zdroj: vyhláška č. 307/2002 Sb.

1.2.3 ZAJIŠTĚNÍ JAKOSTI V RADIAČNÍ OCHRANĚ

Kromě výše zmíněných principů radiační ochrany vede k zajištění jakosti (nejen) v radiodiagnostice také zabezpečení zdrojů ionizujícího záření. Bezpečnost zdrojů ovlivňuje několik faktorů: za prvé je potřeba zajištění dobrého technického stavu zdrojů záření (např. rentgenových přístrojů), za druhé je pro správnou a bezpečnou práci s těmito přístroji zapotřebí edukovaného personálu a v neposlední řadě je také nutné provádět zkoušky těchto zařízení. (9)

První z nich je zkouška přejímací. Ta musí být provedena před samotným uvedením zařízení do běžného provozu. Při této zkoušce se ověřují parametry přístroje související s radiační ochranou; zda odpovídají hodnotám uvedeným výrobcem. Další zkouškou je zkouška dlouhodobé stability, která nás informuje o tom, zda se podstatné parametry přístroje pohybují ve stanoveném rozsahu, který byl určen již při přejímací zkoušce. K této kontrole dochází při podezření na špatnou funkci zařízení, dále při údržbě či opravě, kde by mohlo dojít ke změně parametrů ověřovaných při této zkoušce. Pokud se neobjeví žádný podnět k mimořádnému vykonání zkoušky dlouhodobé stability, provádí se tato kontrola u významných zdrojů záření v intervalu 12 měsíců. Zkouškami provozní stálosti ověřujeme provozní vlastnosti a parametry daného zařízení a to v rozsahu upřesněném při přejímací zkoušce a při zkouškách dlouhodobé stability. Interval mezi jednotlivými zkouškami provozní stálosti se upřesní při přejímací zkoušce anebo se provozovatel zařízení řídí pokyny výrobce v technické dokumentaci. Radiologický asistent (laborant) je však oprávněn provádět pouze denní zkoušky, které se uskutečňují před zahájením provozu. (9)

1.2.4 LEGISLATIVA

Základním legislativním kamenem v radiační ochraně je zákon č. 18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění. Tento zákon udává základní poznatky o práci se zdroji ionizujícího záření a ukládá povinnosti vyplývající z povahy ionizujícího záření, které musí provozovatel zařízení s takovýmto zdrojem dodržovat. Na tento zákon v dalších letech navázalo několik dalších vyhlášek a předpisů. (23)

Nejvýznamnější z nich je vyhláška č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně, kterou se mění vyhláška č. 499/2005 Sb. Tato vyhláška se vztahuje k radiační ochraně a jejímu zajištění na pracovištích se zdroji ionizujícího záření. Z pohledu této bakalářské práce je tato vyhláška významná, neboť obsahuje informace vztahující se přímo k radiační ochraně při lékařském ozáření a podmínky práce pro radiační pracovníky čili i intervenční radiology. (21)

1.2.5 DOZIMETRICKÉ VELIČINY A JEDNOTKY

Pro hodnocení účinků přímo ionizujícího záření se používají tyto veličiny:

Absorbovaná dávka D je definována jako poměr střední energie ΔE sdělené v objemu látky o hmotnosti Δm . Jednotkou je J/kg neboli Gy.

$$D = \Delta E / \Delta m$$

Dávkový příkon D je poměr přírůstku dávky dD za jednotku času dt . Jednotkou je Gy/s, často se však používá jednotek mGy/h nebo μ Gy/h.

$$D = dD / dt$$

Pro hodnocení účinků nepřímého ionizujícího záření se zavedli dvě veličiny:

Kerma K je podíl kinetické energie všech nabitých částic uvolněných nenabitými ionizujícími částicemi v látce dE_k a hmotnosti této látky dm . Jednotkou je Gy (J/kg).

$$K = dE_k / dm$$

Kermový příkon K je přírůstek kermy dK za časovou jednotku dt . Jednotkou je Gy/s.

$$K = dK / dt$$

Expozice X je podíl absolutní hodnoty celkového elektrického náboje iontů vzniklých ve vzduchu při zabrzdění všech elektronů a pozitronů uvolněných fotony ve vzduchu dQ a hmotnosti tohoto vzduchu dm . Jednotkou je C/kg.

$$X = dQ/dm$$

Expoziční přírůstek X je přírůstek expozice dX za čas dt .

$$X = dX/dt$$

Tyto veličiny je možné aplikovat pouze na fotonové záření ve vzduchu, proto se dnes dává přednost uvedeným veličinám – kerma (dávka) ve vzduchu a ve tkáni. (7)

1.2.6 VELIČINY A JEDNOTKY POUŽÍVANÉ V RADIAČNÍ OCHRANĚ

Jak již bylo napsáno, účinky ionizujícího záření ovlivňuje nejen absorbovaná dávka, ale i druh ionizujícího záření. Poměr dávek dvou druhů ionizujícího záření potřebných k vyvolání stejných účinků označujeme jako tzv. radiobiologickou účinnost (RBÚ). Jako referenční záření se užívá záření rentgenové (200 – 250 keV) nebo gama záření kobaltu ^{60}Co či cesia ^{137}Cs .

Dávkový ekvivalent H je součin absorbované dávky D v uvažovaném bodě tkáně a jakostního činitele Q , který vyjadřuje rozdílnou RBÚ různých druhů záření. Jednotkou je Sievert, značka Sv.

$$H = D \cdot Q$$

Ekvivalentní dávka H_T je součin radiačního váhového faktoru w_R a střední absorbované dávky $D_{T,R}$ v orgánu nebo tkáni T pro záření R. Jednotkou je Sv (J/kg).

$$H_T = \sum w_R \cdot D_{T,R}$$

Tabulka č. 2: Radiační váhové faktory

Typ záření	Radiační váhový faktor
Fotony	1
Neutrony, méně než 10 keV	5
Neutrony, 10 keV až 100 keV	10
Neutrony, 100 keV až 2 MeV	20
Neutrony, 2 MeV až 20 MeV	10
Neutrony, více než 20 MeV	5
Protony, více než 2 MeV (mimo odražené)	5
Částice alfa, štěpné fragmenty, těžká jádra	20

Příloha č. 5 k vyhlášce č. 307/2002 Sb.

Efektivní dávka E je součet ekvivalentních dávek H_T v jednotlivých tkáních či orgánech vážených tkáňovým váhovým faktorem w_T , který je ukazatelem radiosenzitivity z hlediska pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků. Jednotkou je opět Sievert.

$$E = \sum w_T \cdot H_T \quad (7)$$

Tabulka č. 3: Tkáňové váhové faktory dle ICRP 103

Tkáň	w_T	$\sum w_T$
Kostní dřev (červená), tlusté střevo, plíce, žaludek, mléčná žláza, ostatní tkáň	0,12	0,72
Gonády	0,08	0,08
Močový měchýř, jícen, játra, štítná žláza	0,04	0,16
Povrch kostí, mozek, slinné žlázy, kůže	0,01	0,04
Celkem		1

Doporučení ICRP 103 z roku 2007

1.2.7 OSOBNÍ DOZIMETRIE

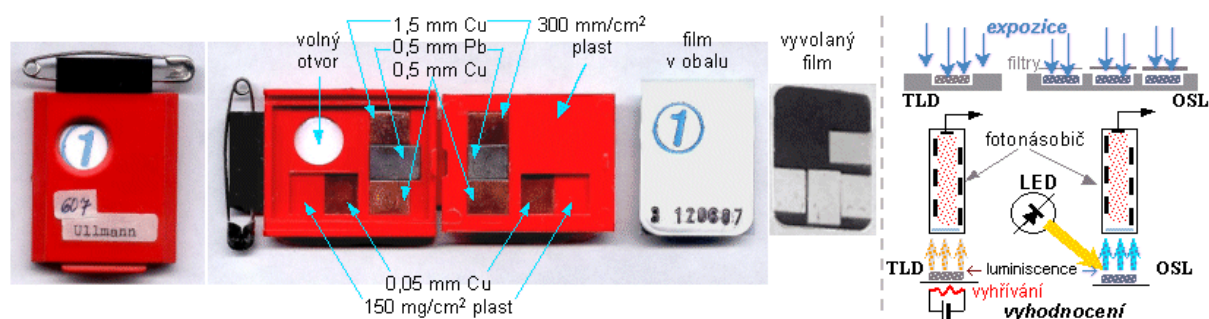
Jedná se o osobní měření a vyhodnocování dávek obdržených radiačními pracovníky, kteří své povolání vykonávají na pracovištích se zdroji ionizujícího záření spadajících dle vyhlášky č. 307/2002 Sb. do kontrolovaného pásma. Dohled nad radiačními pracovníky se také odvíjí od jejich zařazení; do kategorie A spadají pracovníci, kteří by za běžného provozu mohli obdržet efektivní dávku převyšující 6 mSv ročně anebo dávku ekvivalentní vyšší než tři desetiny limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny, tj. 45 mSv pro oční čočku, 150 mSv pro kůži a stejná hodnota dávky i pro končetiny. Tento dohled, resp. hodnocení vykonává pověřená oprávněná instituce - např. Celostátní služba osobní dozimetrie. (10)

Existuje několik typů osobních dozimetrů - filmové, termoluminiscenční či neutronové. Použití daného typu dozimetru se odvíjí od druhu záření, se kterým je personál na daném oddělení ve styku. Na odděleních radiodiagnostických se používají, obdobně jako např. na radioterapeutických odděleních, dozimetry filmové. (10)

Filmové dozimetry fungují na jednoduchém principu interakce záření s halogenidem stříbra a následném zčernání filmu. Právě podle stupně zčernání se posuzuje míra ozáření. Filmový dozimetr se skládá z obalu, další vrstvu tvoří plíšky z materiálu o různé absorpční schopnosti, což má za následek různý stupeň zčernání filmu. Díky nehomogenitě zčernání je

možné posoudit druh a energii záření, ale také dávku, kterou osoba používající tento dozimetr obdržela. Schéma kazety filmového dozimetru je na obr. 1. (10)

Obraz č. 1: Schéma filmového dozimetru



Zdroj: www.astronuklfyzika.cz

Termoluminiscenční dozimetry jsou měřiče aktivity, které obsahují určené množství látky schopné termoluminiscence – např. fluorid lithný $\text{LiF}(\text{:Mg,Ti,Cu})$, fluorid vápenatý $\text{CaF}_2(\text{:Dy,Mn})$ či síran vápenatý $\text{CaSO}_4(\text{:Mn,Dy})$. Při interakci takovéto látky s ionizujícím zářením dojde k „zachycení“ elektronů. Z těchto míst se elektrony uvolní až s dodáním energie, v tomto případě termální. Po zahřátí termoluminiscenční látky na 160 – 300°C se fotonásobičem snímá emitované viditelné světlo. Vynesemím hodnot elektrosignálu v závislosti na teplotě do grafu vznikne tzv. vyhřívací křivka, jejíž integrál je úměrný dávce obdržené tímto dozimetrem. (20)

Kromě těchto dvou nejčastěji používaných na radiodiagnostických odděleních je možné setkat se ještě s dozimetry elektronickými. Ty mají jistou výhodu oproti výše zmíněným dozimetrům – podávají okamžitou informaci o dávce a dávkovém příkonu, je proto možné průběžně sledovat míru ozáření. Podstatou těchto operativních dozimetrů je Geiger-Müllerovy počítače. Kromě již zmíněných výhod je zde možné na rozdíl od filmových či termoluminiscenčních dozimetrů možné nastavit signalizační úroveň, což vede k lepšímu zajištění radiační ochrany. (20)

1.2.8 OCHRANA PŘED VNĚJŠÍM OZÁŘENÍM

V oblasti radiační ochrany se při ochraně před ionizujícím zářením uplatňují tři základní postupy sloužící k omezení expozice pracovníků se zdroji záření. Jedná se o ochranu stíněním, vzdáleností a časem.

Ochrana stíněním spočívá ve vložení vhodného materiálu mezi zdroj záření a personál. Neexistuje jednotný postup pro všechny druhy ionizujícího záření; pro každý druh, vzhledem k odlišným vlastnostem, je nutné použít jiný stínicí materiál, neboť při použití nevhodného

materiálu může dojít nejen k nedostatečnému či nulovému stínění, ale i k potencování dalšího záření. Např. při odstínění neutronového záření je třeba trojvrstvého stínění – vrstva s vysokým obsahem vodíku na zpomalení neutronů, vrstva kadmia, bóru nebo india pro záchyt těchto neutronů a nakonec vrstva olova pro odstínění gama záření emitovaného při reakci neutronů s druhou vrstvou. (20)

Při lékařské expozici se využívá rentgenového (radiodiagnostika) a gama (radioterapie) záření. U těchto dvou druhů záření již na odstínění nepostačí papír (záření alfa) nebo hliník (záření beta). Pro eliminaci jak rentgenového, tak gama záření je potřeba stínění z materiálu s vysokou hustotou, např. nejčastěji používané olovo, či baryt. Kromě odstínění vyšetřovny s přístrojem je nutné i používání stínících zástěr a límců pro personál či jiné osoby (např. doprovod malých dětí), které se nachází přímo ve vyšetřovně při expozici pacienta. Dále se na skiaskopických a angiografických pracovištích nacházejí olověné zástěny, štíty a samozřejmě musí být personál vybaven i olověnými brýlemi, které chrání oční čočku, kromě toho by se měl lékař chránit i olověnými rukavicemi, ale toho se v běžné praxi nevyužívá, neboť používání takovýchto rukavic omezuje jemnou motoriku důležitou pro správný život pacienta neohrožující průběh výkonu. V následující tabulce jsou uvedeny různé koeficienty zeslabení (poměr dávkového příkonu a zeslabení dávkového příkonu) pro různou tloušťku vrstvy olova pro rentgenové záření. (8)

Tabulka č. 4: Přehled koeficientů zeslabení pro různou tloušťku Pb.

Napětí [kV]	50	75	100	150
Ekvivalent Pb [mm]	Koeficient zeslabení			
0,13	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$
0,25	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$
0,35	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$
0,40	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$
0,50	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$
1		$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$

Zdroj: Matzner, Jan: Radiační ochrana – doplňkové texty.

Ochrana vzdáleností spočívá v setrvávání v co největší možné vzdálenosti od zdroje záření. Samozřejmě při výkonech na angiografických pracovištích (někdy i na skiaskopických pracovištích) musí být lékař a instrumentující sestra přítomni přímo ve vyšetřovně, nicméně je žádoucí používat instrumentárium umožňující odstup od svazku záření, tedy pokud to

neohrozí správný průběh výkonu. Obecně lze říci, že intenzita záření klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje záření. (20)

Ochrana časem je asi nejefektivnější a nejjednodušší ochrana před zářením. Spočívá v minimálním setrvání v kontrolovaném pásmu. Personál pracující se zdroji ionizujícího záření tohoto způsobu radiační ochrany může využít důsledným střídáním pracovníků. (20)

Další způsoby snížení radiační zátěže

Napětí na rentgence – Se zvyšujícím se napětím na rentgence roste i pronikavost brzdného záření, čímž se snižuje absorpce v tkáni a tím i dávka obdržená pacientem. Roste však i počet fotonů rentgenového záření, proto je potřeba přizpůsobit velikosti napětí i snížení elektrického množství. (3)

Filtrace – Brzdné záření není homogenní, obsahuje i tzv. měkkou složku, kterou sice v diagnostice využíváme, hlavně v mamografii, ale v ostatních oblastech je toto nízkoenergetické záření nežádoucí, neboť navyšuje celkovou dávku pacienta s neadekvátní diagnostickou výtěžností. (3)

Elektrické množství – Se zvyšující se hodnotou mAs se zvyšuje i celková dávka obdržená pacientem. (3)

Vzdálenost OK (ohnisko-kůže) – Snížení dávky na kůži pacienta dosáhneme zvětšením vzdálenosti ohnisko-kůže. (3)

Velikost pole – Tento způsob patří mezi nejsnáze proveditelné a je aplikovatelný na všechny radiodiagnostické metody. Radiolog by se měl snažit o co možná největší vyclonění se zachováním kvalitní diagnostické informace. (3)

Zesilovací folie – Tyto folie umožňují výrazné snížení dávky pacienta, ovšem za cenu zhoršení rozlišovací schopnosti. To znamená, že čím více folie zesiluje, tím menší rozlišení získáme. (3)

Fixace pacienta – Nepřímo radiační zátěž pacienta, ale i lékaře, ovlivňuje fixace vyšetřovaného. Pokud se pacient během snímání pohne, musí se akvizice opakovat, což vede k dalšímu navýšení dávky. Samozřejmě se toto opatření nevztahuje na samovolné pohyby, jako je například činnost srdce či peristaltické pohyby střev. Dýchací pohyby se dají korigovat u schopných pacientů pokyny o dýchání. (3)

Stínění – Při běžné skiografii se užívá stínění gonád či štítné žlázy u intraorálního snímání, popř. se při potvrzené či možné graviditě užije olovené zástěry. U skiaskopických, především pak u angiografických vyšetření je však stínění problémové,

neboť je limitováno oblastí, která se bude během vyšetření snímat – je nutné počítat se snímáním oblasti od místa vpichu až do cílové oblasti. (3)

Pulzní skiaskopie – Tato metoda spočívá na rozdíl od klasické kontinuální skiaskopie ve vysílání rentgenového záření v krátkých pulzech, což vede k dalšímu snížení radiační zátěže. (3)

Pozice rentgenky – V angiografii se z důvodu zvýšení radiační ochrany využívá polohy rentgenky pod vyšetřovacím stolem – provádějí se projekce PA, PA šikmé. Při této pozici působí jako ochranný prvek sám pacient, ale i detektor. Při opačném postavení rentgenky (t.j. nad pacientem) dochází k většímu ozáření personálu. (13)

Poloha detektoru – Detektor by měl být co nejbližší zobrazované oblasti z důvodu zvýšení kvality obrazu, jelikož dochází k větší absorpci primárního svazku. Díky tomu dochází k menšímu úniku radiace do okolí a také ke snížení radiační zátěže personálu. (13)

2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 CÍL PRÁCE

1. Zjistit ekvivalentní radiační dávky u pacientů, kteří podstoupili intervenční výkony v období jednoho kalendářního roku na pracovišti intervenční radiologie a pomocí přepočítávacích koeficientů odhadnout dávky efektivní a vyvodit závěry vedoucí ke snížení radiační zátěže na daném pracovišti intervenční radiologie.

2. Zjistit ekvivalentní radiační dávky u lékařů, kteří provedli intervenční výkony v období jednoho kalendářního roku na pracovišti intervenční radiologie a pomocí přepočítávacích koeficientů odhadnout dávky efektivní a vyvodit závěry vedoucí ke snížení radiační zátěže na daném pracovišti intervenční radiologie.

2.2 HYPOTÉZA

Radiační zátěž pacienta i lékaře závisí především na druhu proběhlého intervenčního vyšetření.

3. METODIKA

Pro zpracování této bakalářské práce byla získána data z databáze, obsahující informaci o obdržené ekvivalentní dávce pacienta i lékaře při provedených intervenčních výkonech na angiografickém pracovišti Fakultní nemocnice Plzeň-Bory za jeden kalendářní rok, tj. od 1.1.2009 do 31.12.2009.

Získaný soubor dat kromě informace o ekvivalentní dávce pacienta a lékaře obsahoval dále popis provedeného výkonu, iniciály a počátečních šest číslic z rodného čísla pacienta, kód lékaře, datum provedení výkonu a skiaskopický čas.

Ze souboru 1234 výkonů provedených na angiografickém pracovišti jsem vybrala pouze zákroky intervenční, popřípadě kontrolní nástřiky ošetřené oblasti po intervenčním výkonu, nikoliv zákroky čistě diagnostické. Po této separaci jsem získala soubor 749 intervenčních zákroků provedených u celkem 473 pacientů. V rámci jednoho zákroku bylo v některých případech realizováno více výkonů.

Z důvodu kvalitního hodnocení jsem hodnoty dávek pacientů obdržených z DAP metru přepočítala pomocí programu PCXMC 1.5 na dávky efektivní. Tento program umožňuje přepočet na efektivní dávku metodou Monte Carlo. Hodnocení efektivní dávky ze skiaskopického vyšetření je problémové, neboť se během výkonu mění řada parametrů bezprostředně ovlivňujících dávku pacienta a program PCXMC není koncipován pro výpočet dávky ze skiaskopického vyšetření. Z tohoto důvodu jsem v tomto programu nastavila stálé podmínky pro všechna vyšetření:

- **Projekce AP**
- **FID (vzdálenost ohnisko-detektor) 120 cm**
- **Velikost pole 40 x 50 cm** (ve skutečnosti je pole vždy o něco menší)
- **Vzdálenost detektor-pacient 5 cm**
- **Napětí 80 kV**
- **Filtrace 3 mm Cu**
- **Úhel anody 3°**

Jediné kritérium, které jsem během výpočtů měnila bylo uložení vstupního pole čili oblast záření – zde jsem vycházela z popisu výkonu. Z výše popsaných informací je zřejmé, že efektivní dávky pacientů jsou při těchto vyšetřeních pouze orientační a neudávají přesné údaje o míře ozáření pro pacienty při skiaskopických výkonech.

4. VÝSLEDKY

Pro potvrzení či vyvrácení hypotézy jsem získaná data rozdělila do skupin podle druhu výkonu. Skupiny jsou následující:

- PTA
- Stent
- Trombolýza
- Embolizace
- Trombektomie
- PTD
- Nefrostomie
- Rekanalizace
- PTR
- Výkony v oblasti jater (TJB, TIPS)
- Kavální filtr
- Výkony v oblasti srdce (punkce perikardu, katetrizace, drenáž perikardu)

V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty vypočtené efektivní dávky pacienta a dávky lékaře na zástěru pro každou ze skupin. Počtem výkonů je zde myšleno množství zákroků pro daný typ výkonu. V rámci jednoho výkonů může být provedeno i několik procedur.

Tabulka č.5: PTA

Oblast	Počet zákroků	Stent	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
			průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
HK	225	13	0,001	0,014	0	0,162	4,17	0,001
DK	129	51	0,002	0,037	0	0,245	2,856	0,052
Pánev	74	45	0,003	0,027	0	2,097	6,741	0,664
Hrudník	8	4	0,001	0,002	0	0,718	2,099	0,06
Břicho	6	3	0,14	0,381	0	3,339	5,887	0,242
Karotidy	1	1	0,006			0,41		
Celkem	440	117	Průměr	0,026		Průměr	1,162	

Tabulka č.6: Stent

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
HDŽ	2	0,006	0,01	0,002	1,64	2,846	0,433
Ureter	3	0,005	0,011	0,002	0,116	0,203	0,053
Ureterální sheath	2	0,001	0,001	0	0,045	0,073	0,016
Stenting ledviny	3	0,005	0,007	0,002	0,34	0,548	0,1
Žlučové cesty	7	0,002	0,004	0	0,126	0,468	0,02
Dilatace ureteru	1	0			0,073		
Celkem	18	Průměr	0,003		Průměr	0,39	

Tabulka č.7: Trombolýza

Druh zákroku	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Trombolýza	11	0,003	0,011	0	0,514	2,155	0
PST	2	0,003	0,008	0	0,04	0,068	0,011
Kontrolní nástřik	26	0,001	0,003	0	0,267	3,327	0
Kontrolní nástřik po PST	5	0,001	0,004	0	0,04	0,101	0,004
Celkem	44	Průměr	0,002		Průměr	0,215	

Tabulka č.8: Embolizace

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Ledvina	5	0,026	0,097	0	4,395	8,865	1,041
Břicho	2	0,003	0,006	0	3,339	5,887	0,242
Pánev	1	0,007			8,972		
Hrudník	1	0,009			2,739		
Celkem	9	Průměr	0,011		Průměr	4,861	

Tabulka č.9: Trombektomie

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
DK	7	0,001	0,003	0	0,233	0,408	0,03
Celkem	7	Průměr	0,001		Průměr	0,233	

Tabulka č.10: PTD

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Drenáž	42	0,096	0,074	0	0,172	0,468	0,004
Výměna	14	0,007	0,002	0	0,09	0,424	0,005
Úprava	24	0,015	0,002	0	0,039	0,13	0
Vyjmutí	5	0,014	0,003	0	0,042	0,101	0,004
Brushing	2	0,001	0,002	0	0,105	0,116	0,094
Kontrola	10	0,014	0,006	0	0,051	0,121	0,002
Sheath	1	0,002			0,308		
Celkem	89	Průměr	0,021		Průměr	0,115	

Tabulka č.11: Nefrostomie

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Zavedení	59	0,004	0,02	0	0,06	0,19	0
Výměna	11	0,002	0,008	0	0,067	0,369	0,001
Konverze	2	0,001	0,002	0	0,63	0,082	0,045
Vyjmutí	2	0	0	0	0,019	0,033	0,004
Kontrola	17	0,002	0,008	0	0,054	0,259	0,001
Celkem	91	Průměr	0,002		Průměr	0,166	

Tabulka č.12: Rekanalizace

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
DK	4	0,004	0,012	0	0,13	0,156	0,102
HK	4	0,001	0,001	0,001	0,102	0,244	0,049
Pánev	1	0,1			3,63		
Celkem	5	Průměr	0,002		Průměr	1,287	

Tabulka č.13: PTRA

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Prostá PTRA	9	0,006	0,028	0,001	1,722	3,294	0,04
PTRA se zavedením stentu	6	0,005	0,011	0	2,004	3,257	0,932
Celkem	15	Průměr	0,006		Průměr	1,863	

Tabulka č.14: Výkony v oblasti jater

Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
TIPS	3	0,076	0,108	0,028	7,85	9,05	5,66
TJB	3	0,008	0,018	0	1,708	2,259	1,3
Celkem	6	Průměr	0,042		Průměr	4,779	

Tabulka č.15: Kavální filtry

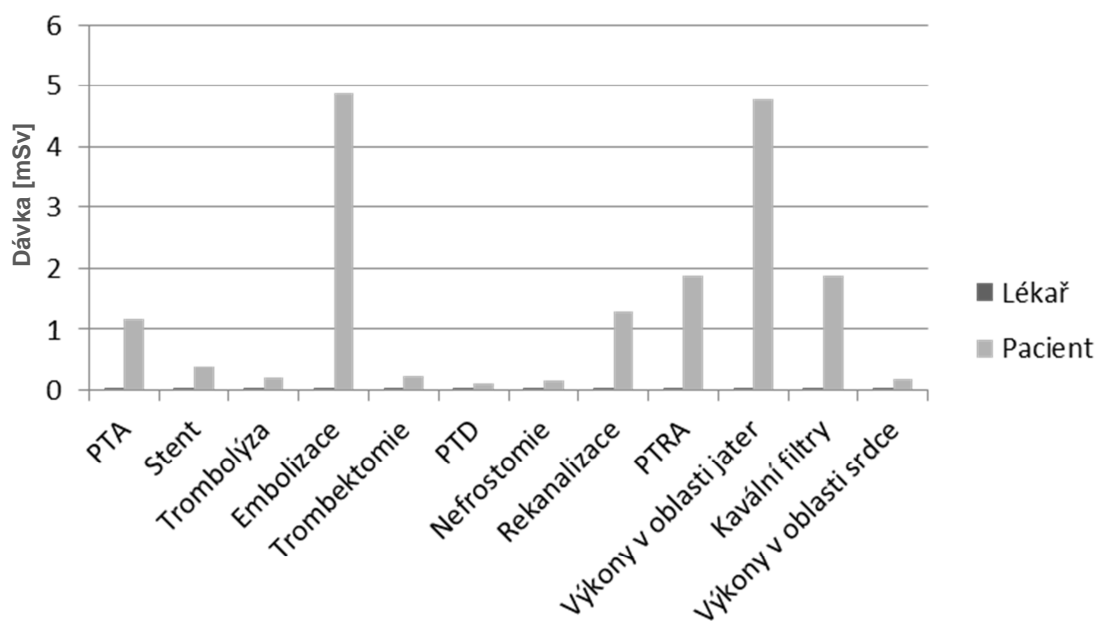
Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Zavedení	18	0,003	0,045	0	1,181	3,343	0
Odstranění	2	0,003	0,005	0,001	2,568	1,102	4,033
Celkem	20	Průměr	0,003		Průměr	1,875	

Tabulka č.16: Výkony v oblasti srdce

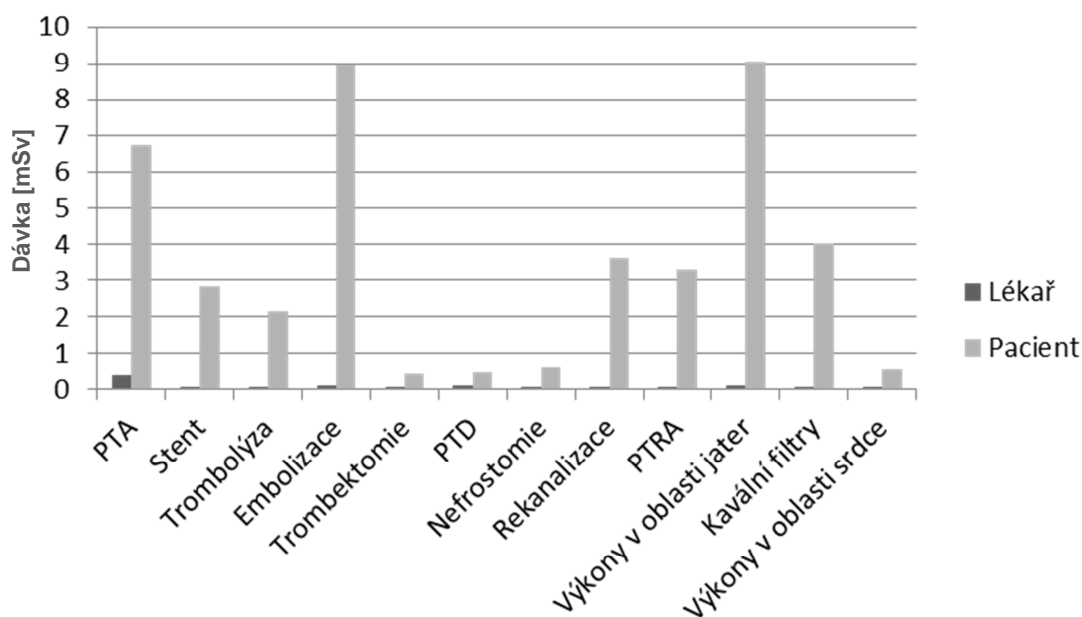
Oblast	Počet zákroků	Dávka lékaře na zástěře[mSv]			Dávka pacienta [mSv]		
		průměr	nejvyšší	nejnižší	průměr	nejvyšší	nejnižší
Katetrizace	2	0,001	0,018	0,002	0,34	0,557	0,124
Punkce perikardu	2	0,001	0,001	0	0,044	0,081	0,006
Drenáž perikardu	4	0,001	0,001	0	0,156	0,505	0,013
Celkem	5	Průměr	0,001		Průměr	0,18	

V následujících grafech jsou znázorněny dávky lékaře na zástěře a efektivní dávky pacienta pro jednotlivé skupiny zákroků.

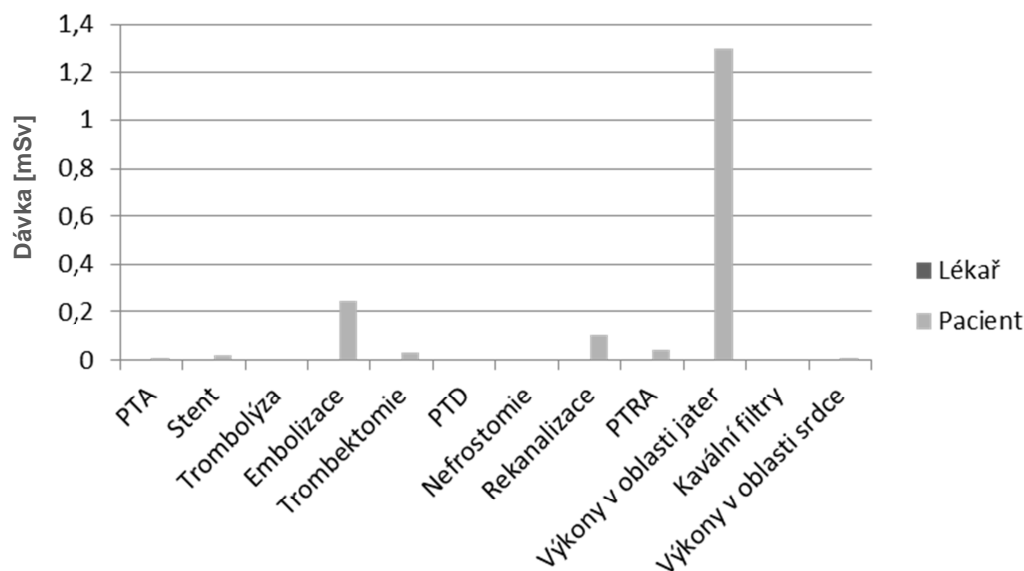
Graf č.1: Průměrné dávky lékařů na zástěře a efektivní dávky pacientů pro jednotlivé skupiny výkonů



Graf č.2: Nejvyšší dávky lékařů na zástěře a efektivní dávky pacientů pro jednotlivé skupiny výkonů



Graf č.3: Nejnižší dávky lékařů na zástěře a efektivní dávky pacientů pro jednotlivé skupiny výkonů

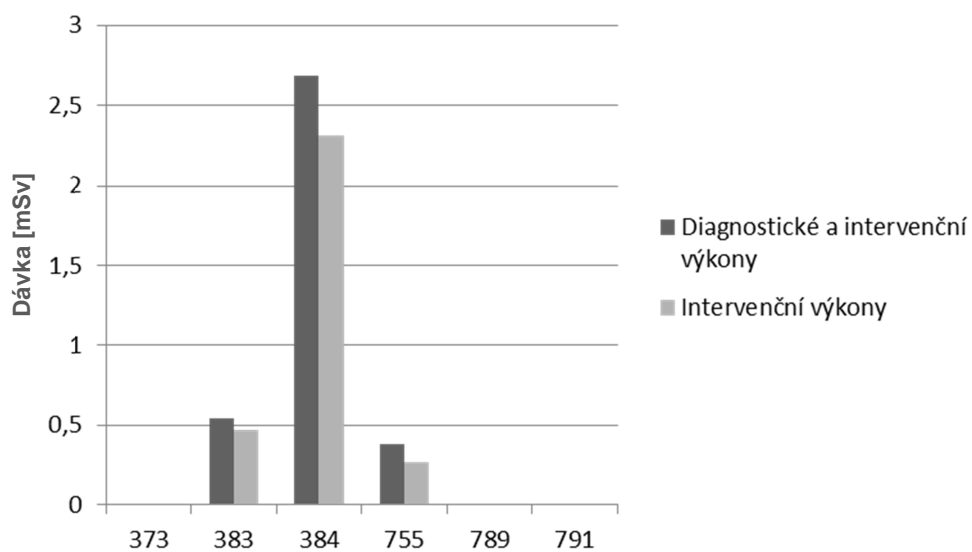


Následující tabulka poukazuje na vytíženost lékařů a počet výkonů, které každý lékař v daných skupinách vyšetření provedl. Graf č.4 pak podává informaci o celkové dávce na zástěru obdržené jednotlivými lékaři, kteří provedli v daném roce 2009 na angiografickém oddělení kromě zákroků diagnostických i zákroky intervenční.

Tabulka č.17: Počet výkonů jednotlivých lékařů

Kód lékaře	373	383	384	755	789	791
PTA	0	116	153	172	0	1
Stent	0	4	13	2	0	0
Trombolýza	1	9	25	10	0	0
Embolizace	0	0	7	2	0	0
Trombektomie	0	4	2	2	0	0
PTD	0	26	56	25	0	1
Nefrostomie	0	34	38	14	1	0
Rekanalizace	0	3	1	5	0	0
PTRA	0	3	13	5	0	0
Výkony v oblasti jater	0	0	6	0	0	0
Kavální filtry	0	5	10	5	0	0
Výkony v oblasti srdce	0	3	5	0	0	0
Celkem	1	207	329	242	1	2

Graf č.4: Celková dávka na zástěře lékaře za rok 2009



5. DISKUSE

Jak již bylo uvedeno, problematika výpočtu dávky obdržené pacientem při skiaskopickém výkonu je velmi složitá a přesných hodnot nelze dosáhnout. Z tohoto důvodu nelze považovat uvedené efektivní dávky za přesné informace, ale slouží pouze jako orientační data o různé míře ozáření pro jednotlivé typy vyšetření.

Dalším problémem, který se vyskytl při zpracování této práce byla neúplnost záznamů. Tento problém vedl k dalším statistickým nepřesnostem. Avšak nedošlo k tomuto prohřešku ve větší míře, a tak nedošlo ani k velkému znehodnocení výsledků.

Z grafu číslo 1 vyplývá, že nejvyšších dávek dosahují lékaři při zákrocích v oblasti jater, především pak při TIPS. V této oblasti dochází k vyššímu ozáření i pacientů, ale největší dávky pro pacienty byly prokázány ve zkoumaném období při embolizaci. Konkrétně se jednalo o embolizaci arteria rectalis superior.

Nejnižších dávek pro pacienta bylo dosaženo při PTD, k druhé nejnižší průměrné ekvivalentní dávce pro pacienta došlo při nefrostomii. Důvodem nižších dávek v oblasti ledvin a žlučových cest může být jejich laterálnější uložení v těle pacienta, čili se lze relativně dobře vyhnout ostatním orgánům a zabránit tak jejich zbytečnému ozáření. Pro lékaře je zdrojem nejnižší radiační zátěže na prvním místě trombektomie a dále také výkony v oblasti srdce.

Ve zkoumaném období jednoho roku byla nejnižší dávka lékaře na zástěru 0 mSv. Tato hodnota se objevila ve všech skupinách výkonů. Druhou nejnižší dávkou lékaře na zástěru byla hodnota 0,001 mSv při rekanalizaci, PTRa a při zavádění kaválního filtru. Dávka 0 mSv byla uvedena i coby nejnižší při trombolýze, PTD, nefrostomii a při zavádění kaválních filtrů u pacienta. Lze však předpokládat, že v těchto případech došlo k chybnému zapsání hodnoty z DAP metru či se mohlo jednat o nesprávné přepsání z provozního deníku do databáze. Měla jsem možnost nahlédnout do těchto provozních deníků a u některých záznamů skutečně bylo jejich přečtení problémové. Za nejmenší dávku pro pacienta z tohoto důvodu považuji tedy dávku 0,001 mSv dosaženou při PTA. Nejnižší dávky pro pacienta i lékaře (zástěru lékaře) jsou zaneseny v grafu č.2.

Nejčastějším intervenčním výkonem v daném roce byla PTA, konkrétně PTA horní končetiny. Naopak minimálně byly prováděny zákroky v oblasti jater – TIPS a TJB.

Jak již bylo v textu zmíněno, ke snížení radiační zátěže lze přispět střídáním personálu. V tabulce č.17 jsou uvedeny identifikační kódy jednotlivých lékařů, kteří v daném období provedli intervenční výkon či výkony a počet těchto zákroků pro každého z lékařů. Z této

tabulky zjistíme, že nejvytíženějšími lékaři jsou lékař s kódem 384, dále lékař s kódem 755 a lékař s kódem 383. Kromě těchto tří lékařů zde po jednom zákroku vykonali lékaři s kódem 373 a 789. Posledním z lékařů, kteří provedli některou z intervencí v roce 2009 na angiografickém pracovišti FN Plzeň-Bory byl lékař 791, který vykonal PTA a PTD. V téměř všech skupinách zákroků se angažovali první tři zmínění lékaři, pouze TJB a TIPS provedl jen jeden lékař – lékař s kódem 384.

6. ZÁVĚR

V této práci jsem se zajímala porovnáváním efektivních dávek pacientů a dávek lékařů na zástěru pro jednotlivé druhy vyšetření za jeden kalendářní rok na angiografickém pracovišti FN Plzeň-Bory.

V teoretické části jsem popsala intervenční výkony a také nastínila problematiku radiační ochrany vzhledem k profesnímu i lékařskému ozáření. V části praktické jsem potom vypočetla efektivní dávky pacientů a společně s dávkami lékařů na zástěru a druhy výkonů je znázornila graficky a tabelárně.

S pomocí získaných informací jsem potvrdila hypotézu říkající, že míra radiační zátěže pacienta i lékaře závisí v první řadě na druhu intervenčního výkonu.

Z dostupných informací mohu vyvodit několik doporučení vedoucí ke snížení efektivní dávky lékaře i pacienta. Jak již bylo napsáno v kapitole 1.2, existuje několik způsobů snížení radiační zátěže. V praxi lze s výhodou využít pulzní skiaskopie, nicméně musím upozornit i na základní pravidla radiační ochrany, která v některých případech nejsou na angiografických pracovištích dodržována, tak, jak by měla. Z tabulky č.17 týkající se vytíženosti lékařů vyplývá, že většina výkonů leží na bedrech tří lékařů. Pravděpodobně je tento stav dán zkušeností lékařů, nicméně bych doporučila zintenzivnění střídání personálu při intervenčních zákrocích, samozřejmě v rámci možností. Dalším základním kamenem radiační ochrany je ochrana stíněním. V této oblasti jsem byla svědkem absence ochranného límce při vyšetření na angiografickém pracovišti ve více nemocnicích. Věřím, že tento nešvar není pravidlem, ale pouze jednorázovou záležitostí. Avšak považuji za důležité zmínit všechny informace vedoucí ke snížení radiační zátěže personálu. Posledním doporučením je důsledné porovnání všech léčebných možností a následný výběr pro pacienta nejprínosnější a nejméně zatěžující východisko po konzultaci s indikujícím lékařem. Ovšem toto poslední doporučení je již dle mého názoru běžnou praxí a jsem přesvědčena, že se tímto pravidlem řídí veškerý odpovědný personál. Jako pomůcku pro snížení radiační zátěže při intervenčních výkonech lze použít Desatero pro snížení dávek pacientů a lékařů při intervenčních kardiologických výkonech vydané Státním úřadem pro radiační ochranu v příloze č.1.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. CHUDÁČEK, Zdeněk. Radiodiagnostika. Martin : Osveta, 1993. ISBN 80-217-0571-X.
2. KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN. Intervenční radiologie :Miniinvazivní terapie. 1. vyd. Hradec Králové : Olga Čermáková, 2005. ISBN 80-86703-08-8.
3. ŠMORANC, Pavel. Rentgenová technika v lékařství. 2. vyd. Pardubice : EaJ PRINT, 2005. ISBN 80-85438-19-4.
4. BALLINGER, Philip W. a Eugene D. FRANK. Merrill's atlas of radiographic positions & radiologic procedures, Vol. III. St. Louis : Mosby, 2003. ISBN 0-323-01608-1.
5. EISENBERG, Ronald L., Dennis A.C. a May Ch.R. Radiographic positioning. Boston, MA : Little, Brown and Company, 1995. ISBN 0-316-22499-5.
6. NEKULA, Josef. Radiologie. 3. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-1011-7.
7. KLENER, V. a kol.: Principy a praxe radiační ochrany. Praha: SÚJB, 2000. ISBN 80-238-3703-6.
8. SINGER, Jan a Jindřiška HEŘMANSKÁ. Principy radiační ochrany. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita (České Budějovice). Zdravotně sociální fakulta, 2004. ISBN 80-7040-708-5.
9. SINGER, Jan a Jindřiška HEŘMANSKÁ. Klinická dozimetrie. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita (České Budějovice). Zdravotně sociální fakulta, 2005. ISBN 80-7040-759-X.
10. SINGER, Jan. Dozimetrie ionizujícího záření. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita (České Budějovice). Zdravotně sociální fakulta, 2005. ISBN 80-7040-752-2.

11. MATZNER, Jan, Ing. Radiační ochrana, studijní texty. České Budějovice 2011.
12. VÁLEK, Vlastimil. Moderní diagnostické metody : Instrumentárium k intervenčním výkonům. 1. vyd. Brno : IPVZ, 2000. ISBN 80-7013-298-1.
13. GÜNTHER, Rolf W. und Manfred THELEN. Interventionelle Radiologie. 2. Aufl. Georg Thieme Verlag, 1996. ISBN 3-13-717602-6.
14. HUŠÁK, Václav. Radiační ochrana pro radiologické asistenty. 1. vyd. Univerzita Palackého v Olomouci: Fakulta zdravotnických studií, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
15. Publikace ICRP 103. Doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany 2007. Vol. 37, Nos. 2-4, 2007.
16. STUK – Radiation and Nuclear Safety Authority. PCXMC v 1.5 User'sguide. 2002.
17. Vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 499/2005.
18. ŠTEFÁNEK, Jiří, MUDr. TIPS. Stefajir.cz [online]. ©2011 [cit. 2012-4-4]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz>.
19. PUPPALA, Sapna, MBBS, MRCS, FRCS(Edin), FRCR. Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt. emedicine.medscape.com [online]. ©1994-2012 [cit. 2012-4-4]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com>.
20. ULMANN, V. Jaderná fyzika, ionizující záření, radiologie [online]. 2010 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/>.
21. SÚJB. Legislativa [online]. 2012 [cit. 2012-3-23]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz>.
22. <http://fbmi.sirdik.org>
23. Společnost radiologických asistentů České republiky, o.s. Legislativa [online]. [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: <http://www.srla.cz>.

24. LékařiOnline.cz. Angioplastika (PTCA) [online]. 2006 [cit. 2012-4-5]. Dostupné z: <http://www.lekari-online.cz>.
25. PEREGRIN, Jan H. Současné možnosti intervenční radiologie. [online]. 2006 [cit. 2012-4-5]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz>.
26. SÚRO. Desatero pro snížení dávek pacientů a personálu při intervenčních kardiologických vyšetřeních [online]. 2012 [cit. 2012-4-]. Dostupné z: www.suro.cz.

8. KLÍČOVÁ SLOVA

Angiografie

Intervenční radiologie

Radiační ochrana

Dozimetrie

Efektivní dávka

9. PŘÍLOHY

Příloha č.1: Desatero pro snížení dávek pacientů i lékařů v intervenční radiologii.

Příloha č.1: Desatero pro snížení dávek pacientů i lékařů v intervenční radiologii.

1. Používat cine mód pouze tolik, kolik je nezbytně nutné.
2. Pokud to lze, používat „low-dose“ mód.
3. Používat wedge filtry, které zlepší kontrast a redukují velikost prozařovaného objemu pacienta.
4. Správná kolimace, která vede ke zmenšení rozptýleného záření a tím ke zlepšení kontrastu a snížení radiační zátěže pacienta i lékaře.
5. Zvětšení vzdálenosti ohnisko-kůže díky němuž se sníží dávka na kůži.
6. Malá vzdálenost kůže-detektor, která má za následek snížení výstupní dávky a tím i snížení ozáření personálu.
7. Používání vhodných projekcí – především PA.
8. Střídání projekcí, raději však ve větším úhlu, neboť při posunu o menší úhel může dojít k překrytí polí a tím k navýšení dávky.
9. Používání ochranných pomůcek.
10. Nastavení správných hodnot parametrů, např. napětí.