

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Lucie Smržová

Brachyterapie

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Yvona Klementová

Olomouc 2021

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že jsem při jejím zpracování použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2021

podpis

Děkuji MUDr. Yvoně Klementové za odborné vedení a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

ANOTACE

Typ práce: Bakalářská práce

Téma práce: Brachyterapie

Název práce: Brachyterapie

Název práce AJ: Brachytherapy

Datum zadání: 2020-11-30

Datum odevzdání: 2021-04-30

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Smržová Lucie

Vedoucí práce: MUDr. Yvona Klementová

Oponent práce: MUDr. Zuzana Vlachová, Ph.D.

Abstrakt v ČJ: Tato bakalářská práce se zabývá léčbou pomocí brachyterapie. Jejím cílem je shrnout informace nejen teoretické, ale i praktické. Proto ve své práci uvádím také konkrétní diagnózy, které mohou být pomocí brachyterapie léčeny. Shrnuji zde také, jaká je role radiologického asistenta v radiační onkologii.

Abstrakt v AJ: This bachelor thesis deals with brachytherapy treatment. The objective of the thesis is to summarize not only the theoretical but also practical information. Therefore, the work also presents the specific diagnosis that could be treated with brachytherapy. It also summarizes the role of the radiology assistant in radiation oncology.

Klíčová slova v ČJ: brachyterapie, radioterapie, intersticiální brachyterapie, intrakavitární brachyterapie, intraluminální brachyterapie, povrchová brachyterapie

Klíčová slova v AJ: brachytherapy, radiotherapy, interstitial brachytherapy, intracavitary brachytherapy, intraluminal brachytherapy, surface brachytherapy

Rozsah práce: 33 stran / 0 příloh

OBSAH

ÚVOD.....	7
1 PREVENCE NÁDOROVÝCH ONEMOCNĚNÍ	9
2 BRACHYTERAPIE	10
2.1 Historie brachyterapie.....	11
2.2 Zdroje ionizujícího záření v brachyterapii.....	11
2.3 Afterloading	12
2.4 Radiologické přístroje využívané při brachyterapii.....	12
2.5 Indikace a kontraindikace brachyterapie	13
2.6 Výhody a nevýhody brachyterapie	13
3 DRUHY BRACHYTERAPIE A JEJICH VYUŽITÍ U KONKRÉTNÍCH DIAGNÓZ	15
3.1 Intersticiální brachyterapie.....	15
3.1.1 Intersticiální brachyterapie u karcinomu prsu.....	15
3.1.2 Intersticiální brachyterapie u karcinomu prostaty.....	18
3.2 Intrakavitární brachyterapie	20
3.2.1 Intrakavitární brachyterapie u karcinomu děložního hrdla	21
3.3 Intraluminální brachyterapie.....	22
3.3.1 Intraluminální brachyterapie u karcinomu plic	22
3.3.2 Intraluminální brachyterapie u karcinomu jícnu	24
3.4 Povrchová brachyterapie (muláž)	25
3.4.1 Povrchová brachyterapie u nádorů kůže	26
3.5 Intravaskulární brachyterapie.....	27
4 ROLE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA V RADIAČNÍ ONKOLOGII	28
ZÁVĚR.....	29
ZDROJE	30
SEZNAM ZKRATEK	33

ÚVOD

Dle údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ) je v současné době nádorové onemocnění druhou nejčastější příčinou úmrtí v České republice, a to hned po onemocněních oběhové soustavy, které jsou příčinou smrti asi u 43 % obyvatel (Obyvatelstvo, 2019 [online]), u nádorových diagnóz je to asi 25 % celkových úmrtí. V současnosti je jednou z nejčastějších onkologických diagnóz, které způsobují úmrtí pacientů, nádor plic nebo průdušek, a to u žen i mužů. Dalšími nádory s vysokou úmrtností jsou u žen karcinomy prsu, u mužů jsou to karcinomy prostaty (Téměř třetina Čechů umírá na nemoci srdce, 2019 [online]). Onkologické onemocnění není nijak výjimečnou záležitostí a v průměru se týká asi každého třetího Čecha. I přesto, že čísla onkologických pacientů stále neúprosně stoupají, míru úmrtí se daří redukovat a její hodnoty klesají. To se daří z velké části díky pravidelným screeningovým vyšetřením, které se stále více dostávají do povědomí obyvatelstva a napomáhají tak k časnému odhalení zhoubných nádorů (ZN) a zahájení jejich léčby v raném stádiu. Asi nejznámější metodou screeningu je mamografický screening karcinomu prsu. Za zvyšujícím se počtem nádorových onemocnění v ČR nestojí pouze v současné době zvýšená míra screeningových vyšetření, ale také prodlužující se délka života. Výskyt zhoubných nádorů může být ovlivněn životním stylem, genetickou predispozicí, pracovním nebo životním prostředím (např. zvýšená prašnost, dlouhodobé vystavení slunečnímu nebo ionizujícímu záření apod.) (Česká republika a rakovina v číslech, 2020[online]). K léčbě zhoubných nádorů se poměrně často využívá radioterapie, která se dělí na dva typy: zevní radioterapie a brachyterapie. Všechny již zmíněné malignity lze poměrně dobře léčit pomocí brachyterapie, kterou se zabývám ve své bakalářské práci.

K tématu brachyterapie se nabízejí tyto otázky:

1. Co je to brachyterapie a jaké má výhody oproti zevní radioterapii?
3. Jaké konkrétní diagnózy můžeme ozařovat pomocí brachyterapie?
3. Jaká je role radiologického asistenta v radiační onkologii?

Z těchto tří otázek vyplynuly tři cíle mé bakalářské práce:

Cíl č. 1: Zjistit čím je brachyterapie specifická a jaké má oproti zevní radioterapii výhody.

Cíl č. 2: Najít konkrétní příklady diagnóz, u kterých se brachyterapie běžně využívá.

Cíl č. 3: Uvést jaká je role radiologického asistenta v radiační onkologii.

Pro získání základních informací o tomto tématu jsem použila tuto vstupní literaturu:

PETERA, Jiří, 1998. *Moderní radioterapeutické metody*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-701-3266-3.

ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA, c2007. *Radiační onkologie*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-469-0.

HYNKOVÁ, Ludmila a Pavel ŠLAMPA, 2012. *Základy radiační onkologie*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6061-6.

MACHÁČEK, Jindřich a Karel ČWIERTKA, 1996. *Základy radiační a klinické onkologie*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého. ISBN 80-7067-661-2.

Rešeršní činnost jsem provedla na základě klíčových slov. Použila jsem klíčová slova v českém jazyce: brachyterapie, radioterapie, intersticiální brachyterapie, intrakavitární brachyterapie, intraluminální brachyterapie, povrchová brachyterapie. V anglickém jazyce jsem použila tato klíčová slova: brachytherapy, radiotherapy, interstitial brachytherapy, intracavitary brachytherapy, intraluminal brachytherapy, surface brachytherapy. Hledala jsem odbornou literaturu, odborné časopisy a články, které by se vztahovaly k danému tématu. Použila jsem databáze MEDVIK a vyhledávač GOOGLE. Na základě tohoto vyhledávání jsem našla 133 článků. Poté jsem vyřadila vyhledané materiály, které nesplňovaly kritéria mého výběru, souvisely s tématem mé práce pouze okrajově nebo vůbec, byly duplicitní nebo se jednalo o bakalářské a diplomové práce. Nakonec jsem pro napsání mé bakalářské práce využila 11 zdrojů.

1 PREVENCE NÁDOROVÝCH ONEMOCNĚNÍ

Prevence nádorových onemocnění se dělí na čtyři stupně: primární, sekundární, terciární a kvartální. Primární prevence zahrnuje předcházení rozvinutí zhoubných nádorů, tedy především snížení kontaktu s karcinogenními prvky, jako je např. špatný životní styl, nevhodné pracovní prostředí, nadměrné vystavení se slunečnímu záření a další, které by mohly později vyvolat nádorové bujení. V rámci sekundární prevence řešíme nádorové bujení, které sice již započalo, ale my se ho snažíme zachytit a eliminovat co nejdříve v zárodku, aby se dále nemohlo rozvíjet a byla co největší šance na vyléčení pacienta. V tomto je velmi přínosné pravidelné screeningové vyšetření. Sekundární prevenci na rozdíl od primární provádí lékař. Terciární prevence se zabývá sledováním pacientů, kteří již nádorové onemocnění prodělali, a kontroluje se, aby u nich nedošlo k relapsu. Kvartální prevence se zabývá postupujícími a nevléčitelnými nádorovými onemocněními. Zajišťuje nemocným především paliativní nebo psychologickou léčbu (Hynková, 2012, s. 23-24).

2 BRACHYTERAPIE

„Radioterapie je léčebnou metodou, která využívá ionizujícího záření k léčbě nádorových a nenádorových onemocnění. Je hlavní součástí samostatného základního klinického oboru radiační onkologie. Radioterapie tvoří významnou součást léčebného postupu u onkologického pacienta. V průběhu svého onemocnění radioterapii podstoupí velká část onkologických pacientů (50-70 %). Nejčastěji je užívána jako lokální či lokálně – regionální metoda léčby, v některých případech je i léčbou systémovou (např. u celotělového ozařování)“ (Hynková, 2012, s. 28). Radioterapie se dělí na radikální a paliativní, a to podle toho, zda má za úkol pacienta vyléčit či pouze zmírnit příznaky nemoci. Radikální terapie je terapie léčebná. Paliativní se využívá v nádorové i nenádorové terapii a důvodem jejího využití je zmírnění bolestí nebo obtíží. Dále radioterapii dělíme na zevní (teleterapii) a brachyterapii. Při zevní radioterapii je zdroj záření, jak je již zřejmé z jejího názvu, mimo tělo a ionizující záření jde tedy do cílového objemu přes všechny tělesné struktury a orgány. Do místa zájmu se tak dostane jen část dávky a její velká část se vstřebá do okolních zdravých tkání, zatímco u brachyterapie je zdroj ionizujícího záření přímo v místě nádoru nebo jeho těsné blízkosti (Peters, 1998, s. 4).

Název brachyterapie je odvozen od slova řeckého původu brachys, což v překladu znamená krátký nebo na krátkou vzdálenost. Díky tomu, že se v brachyterapii zdroj záření umísťuje do blízké vzdálenosti nebo přímo do ložiska nádoru, můžeme zvýšit dávky záření, aniž bychom zvýšili riziko ozáření okolních zdravých tkání. Ty mají podstatně nižší radiační zátěž než u vnější radioterapie. Aplikovaná dávka klesá s druhou mocninou vzdálenosti, takže se nemusíme bát aplikovat vyšší dávky v relativně krátkém intervalu. V porovnání se zevní radioterapií je brachyterapie pouze lokální. Frakcionace a rozložení jednotlivých dávek se určuje podle konkrétní diagnózy. Brachyterapie může být využívána buď samostatně, v kombinaci se zevní terapií, nebo s jinou onkologickou léčbou, nebo také jako tzv. boost, tedy dosycení dávky v teleterapii. Většinou se využívá kombinace zevní i vnitřní radioterapie. Používá se v případě radikální i paliativní léčby (Peters, 1998, s. 5-6).

Brachyterapii můžeme dělit podle několika kritérií. Jedno z nich je, jakým způsobem ji aplikujeme. Dle toho ji dělíme na BRT intersticiální, BRT intrakavitární, BRT intraluminální, BRT povrchovou (muláže) a BRT intravaskulární. Další rozdělení je dle dávkového příkonu, kdy ji dělíme na low dose rate (LDR), tedy v překladu nízký dávkový příkon a high dose rate (HDR), vysoký dávkový příkon. Tyto dva druhy se od sebe zásadně

neliší konstrukcí přístroje, pouze, jak již je z názvu zřejmé, dávkovým příkonem. Ten se u low dose rate pohybuje v rozmezí od 0,4 Gy/h do 2,0 Gy/h, zatímco u high dose rate je dávkový příkon větší než 12 Gy/h (Vokurka, 2018, s. 69-70).

2.1 Historie brachyterapie

Historie brachyterapie se datuje již od dob objevení radia Marií Curie – Sklodowskou a jejím manželem Pierrem Curie. Proto se od jejich jména také odvozuje jiné, ne tak známé, označení pro brachyterapii – Currie terapie. Krátce po objevení radia bylo zjištěno, že ionizující záření je možné využívat k léčebným účelům. Radium bylo objeveno roku 1898 a již v roce 1905 byl proveden první léčebný pokus zavedení radia do těla. Ještě několik let však trvalo, než byly připraveny a zavedeny bezpečné a standardní radiové zdroje, které by umožňovaly všeobecné rozšíření této léčebné metody (Petera, 1998, s. 5). První intersticiální brachyterapie byla aplikována v roce 1905 v New Yorku. V roce 1909 byla brachyterapie poprvé použita v gynekologii. Později se začalo použití radia v léčbě rakoviny mnohem více rozšiřovat. V padesátých letech byly k léčbě využity nové radioizotopy (iridium, zlato, kobalt nebo cesium), které časem nahradily radium. Roku 1960 byla vytvořena nová metoda aplikace radioizotopů, afterloading (Macháček, 1996, s. 43). Na konci padesátých let, zpřísněním nároků na radiační ochranu, byl ovlivněn počet indikací brachyterapie a množství pacientů léčených touto metodou začalo klesat. Po nahrazení radia jinými prvky došlo ke znovuoobnovení brachyterapeutických metod v onkologii. Zavedení afterloadingu výrazně snížilo radiační zátěž pracovníků a pomohlo k lepšímu rozmístění zářičů. Nejdříve byl využíván manuální afterloading, později automatický (Petera, 1998, s. 5).

2.2 Zdroje ionizujícího záření v brachyterapii

Zdroje ionizujícího záření v brachyterapii se při použití automatického afterloadingu liší dle dávkového příkonu automatického afterloadingového přístroje. Tyto přístroje dělíme na HDR (^{high} dose rate) a LDR (low dose rate). Tyto přístroje se od sebe neliší konstrukcí, pouze dávkovým příkonem. Pro LDR přístroje je typický nízký dávkový příkon, který se pohybuje v rozmezí od 0,4 Gy/hod do 2,0 Gy/hod. Nejčastěji používaným zdrojem u tohoto typu dávkového příkonu je Cesium-137. Nejběžnější je tvar kuliček, které cesium obsahují. U HDR se jako zdroj záření používá iridium-192. Dávkový příkon se u high dose rate přístrojů pohybuje od 12 Gy/hod a výše (Šlampa, c2007, s. 52-53).

2.3 Afterloading

Dříve se v brachyterapii využívala tzv. přímá metoda aplikace zdrojů ionizujícího záření, to znamená, že radioaktivní látka byla do ložiska zavedena ručně zdravotníkem společně s aplikátorem, a způsobovala tak velkou radiační zátěž personálu. U této metody se muselo postupovat co nejrychleji, aby zdravotník dostal co nejmenší dávku. Z tohoto důvodu bylo možné, že aplikace nebyla příliš přesná. Později se od této metody ustoupilo a z důvodu radiační ochrany byl vyvinut tzv. automatický afterloading, což znamená pozdní nebo také dodatečné zavádění zdroje IZ do ložiska nádoru nebo jeho okolí. Má dvě části. Nejprve se ručně do ložiska nádoru zavede aplikátor, který se pomocí plastových hadiček připojí na afterloadingový přístroj. Díky této metodě můžeme postupovat pomaleji a umístění aplikátoru je přesnější. Když je vše správně připraveno, uzavře radiologický asistent pacienta do odstíněné místnosti (ozařovny) a afterloadingový přístroj ovládá dálkově. Nejprve proběhne kontrola přístroje, zda je vše tak, jak má být a nic nebrání průchodu radioizotopu do ložiska, a poté může být započato ozařování. Zářiče jsou před aplikací uschovány ve stíněném trezoru přístroje, aby se záření nedostalo do okolí. Po spuštění aplikace jsou automaticky přes plastové hadičky transportovány do aplikátoru a umístěny do ložiska tumoru (Macháček, 1996, s. 45).

2.4 Radiologické přístroje využívané při brachyterapii

Kromě automatických afterloadingových přístrojů jsou při aplikaci brachyterapie využívány i další radiologické přístroje. Na operačních sálcích při aplikaci používáme tzv. C – rameno (běžně používané na operačních sálech, např. při ortopedických operacích). To napomáhá orientaci a správnému umístění aplikátorů do cílového objemu. Jde o přístroj využívaný pro skiografii a skiaskopii, především na operačních sálech, a to díky snadné manipulaci s ním a možnosti uzpůsobení přístroje dle ozařovaného místa. S C – ramenem můžeme otáčet kolem jeho osy o 360° a můžeme jej umístit i pod operační stůl, takže můžeme snímkovat ve všech možných rovinách. Součástí C – ramene je monitor, na kterém pomocí přímé digitalizace okamžitě vidíme pořízené snímky. Ty se ukládají do paměti přístroje a můžeme je zpětně i během zákroku dohledat. Z přístroje jsou poté poslány do systému PACS a ukládají se v dokumentaci pacienta (Vomáčka, 2015, s. 25).

Při aplikaci brachyterapie často využíváme také ultrasonografii neboli ultrazvuk. Ten má široké využití napříč medicínskými obory. Tato zobrazovací metoda se v medicíně obecně stala nejpoužívanější především díky jednoduché dostupnosti, nízkým nákladům na vyšetření a minimálním dopadům na zdraví vyšetřovaného i zdravotnického personálu. V brachyterapii

ultrazvukové přístroje využíváme při zavádění aplikátorů do těla a díky nim je můžeme uložit co nejpresněji do místa cílového objemu. Oproti C – ramenu je u ultrasonografie výhodou absence radiační zátěže jak pro pacienta, tak pro zdravotníky. Součástí ultrazvukového přístroje je monitor, který okamžitě zobrazuje oblast aplikace a vyšetřovací sondy, které musí být vhodně zvolené pro oblast zájmu (Vomáčka, 2015, s. 38-41).

2.5 Indikace a kontraindikace brachyterapie

Brachyterapie patří mezi tzv. maloobjemová ozáření, proto je její využití vhodné u nádorů s malým objemem, které mají dobře rozeznatelné hranice a nemají tendenci metastazovat. BRT je vhodná především pro nádory v prvním nebo druhém stádiu. Je používána nejen jako primární léčba, ale častěji se indikuje také v kombinaci s vnější terapií (teleterapií) nebo jako boost (dosycení dávky) k teleterapii. Užívá se radikálně i paliativně (Hynková, 2012, s. 59).

Kontraindikace jsou u rozsáhlých a objemných tumorů, které mají špatně určitelné hranice a mají tendenci metastazovat, nebo se u nich metastázy již objevily. Pro brachyterapii nejsou vhodné také tumory, které jsou v blízkosti kostí, přímo v kostech, v oblasti velkých cév a nervů nebo ty, které jsou technicky špatně přístupné. BRT se neindikuje také u nádorů ve třetím a čtvrtém stádiu. Nevhodná je, stejně jako jiné druhy radioterapie, pro těhotné nebo kojící ženy. Těhotenství se dokonce označuje jako tzv. absolutní kontraindikace (Hynková, 2012, s. 59).

2.6 Výhody a nevýhody brachyterapie

Výhodou brachyterapie je především možnost využití vyšších dávek záření. Protože je zdroj záření umístěn přímo v ložisku nebo v jeho těsné blízkosti, můžeme díky tomu aplikovat vyšší jednotlivé dávky, účinná dávka se v ideálním případě dá omezit jen na místo ložiska. Jak dávka záření prostupuje do okolních tkání, prudce klesá, snižuje se s druhou mocninou vzdálenosti. Jelikož je zdroj záření umístěn v blízkosti ložiska nebo přímo v něm, nebezpečí poškození okolních zdravých tkání se téměř eliminuje i přes fakt, že používáme vysoké dávky záření. S užitím vyšších dávek se také snižuje počet potřebných frakcí (Petera, 1998, s. 5).

Nevýhodou BRT je především menší dávková homogenita v oblasti cílového objemu. Z hlediska pacienta může být nevýhodou nepohodlí při aplikaci nebo bolestivost u některých druhů zákroků. BRT intersticiální a intrakavitární probíhá jako chirurgický zákrok, takže

jejich nevýhoda spočívá v nutnosti použití operačního sálu a anestezie u pacienta a následné nutné hospitalizaci po zákroku. BRT je také finančně poměrně nákladná metoda (Peters, 1998, s. 6).

3 DRUHY BRACHYTERAPIE A JEJICH VYUŽITÍ U KONKRÉTNÍCH DIAGNÓZ

Brachyterapii dělíme na pět druhů dle způsobu aplikace a umístění zdrojů ionizujícího záření v těle. Jedná se o BRT intersticiální, BRT intrakavitární, BRT intraluminální, povrchovou BRT (muláž) a intravaskulární BRT (Vokurka, 2018, s. 69). Pokud se tedy u pacienta rozhodneme pro léčbu pomocí brachyterapie, její druh se odvíjí od ozařované části těla.

3.1 Intersticiální brachyterapie

Při výkonu intersticiální brachyterapie se zavádí zdroj ionizujícího záření přímo do ložiska nádoru nebo do lůžka nádoru. Radioizotopy se do těla zavádí pomocí kovových jehel nebo plastových hadiček (Hynková, 2012, s. 59). Jejich umístění v těle se poté kontroluje pomocí radiologických přístrojů jako je C – rameno nebo ultrazvuk. Aplikaci můžeme provést dvojím způsobem. První možnost je vložit aplikátory do oblasti zájmu během operačního výkonu, nebo po něm. V tomto případě se zdroje ionizujícího záření aplikují do lůžka tumoru po jeho odstranění. Tuto možnost provádíme například u nádoru prsu. Druhou možností je aplikace zdroje ionizujícího záření bez operačního zákroku. V tomto případě aplikujeme přímo do tumoru. Využívá se například u karcinomu prostaty. Aplikace zdrojů ionizujícího záření se dělí dle doby ozařování na dočasnou a permanentní. U dočasné se zdroje IZ odstraňují z těla bezprostředně po dokončení ozáření. U permanentní BRT zdroje zůstávají v těle trvale a nemůžeme je již odstranit (pokud je zdroj již uložen v těle, není dále možné s ním nijak manipulovat ani ho přemísťovat) (Vokurka, 2018, s. 69). Při aplikaci se využívají kovové vodící můstky, které pomáhají rozmístit aplikátory ve formě jehel do správných pozic a tvarů. Jejich velikost a tvar se odvíjí od velikosti ozařované oblasti a tvaru nádoru (Hynková, 2012, s. 59).

3.1.1 Intersticiální brachyterapie u karcinomu prsu

„Prsy jsou párový útvar na hrudníku. Na vrcholu je tmavě pigmentovaný dvorec a v jeho středu bradavka, na níž ústí mlékovody. Uvnitř se nachází mléčná žláza a tuková tkáň. Mléčná žláza je největší kožní žláza tvořící mléko, které slouží jako výživa pro novorozence. Zakládá se u obou pohlaví jako mléčná lišta a nachází se v rozsahu 3. – 6. Mezižebří. Hmotnost prsu se během kojení (laktace) může zvětšit z obvyklých 150 g až na 300–800 g. Zásadní pro fixaci prsu je množství tuku a napětí (turgor) kůže“ (Hudák, 2017, s. 517).

Karcinom prsu je jedním z nejčastějších nádorových onemocnění u žen. Jeho výskyt neustále stoupá, ale to je způsobeno také tím, že se zvyšuje počet preventivních screeningů tohoto onemocnění. Mamografický screening se u žen provádí pravidelně od 45. roku věku (od tohoto věku je největší pravděpodobnost výskytu, může se ale objevit i u mladších ročníků), a to pravidelně každé dva roky. Díky tomu můžeme nádorové bujení objevit už i v časném stádiu, což znamená větší šanci na vyléčení onemocnění a snížení úmrtnosti. Vznik nádorového bujení může být ovlivněn geneticky, hormonálně nebo výživově. Pokud je ovlivněn geneticky, je pravděpodobné, že by toto onemocnění mohly prodělat i další členky rodiny, proto se v těchto případech screening a pravidelné prohlídky provádí i u mladších žen. V převaze jsou však stále karcinomy ve starším věku, které nejsou dány geneticky. Ty vznikají hormonálně a mohou být ovlivněny nástupem menstruace v nízkém věku, vyšším věkem během těhotenství, tím, zda žena těhotenství vůbec prodělala, dobou kojení a dalšími faktory. Při diagnostice má největší význam mamografické vyšetření a ultrazvuk. Odhalit ložisko může i samovyšetření, ale vždy je nutné, aby diagnózu potvrdil lékař právě pomocí mamografu nebo ultrazvuku a vyšetření doplnil o biopsii (Dohnalová, 2014, s. 134-135). Pomocí těchto zobrazovacích metod je sice možné prokázat přítomnost patologie, ale pro prokázání benignity nebo malignity je nezbytně nutné provést histologické vyšetření vzorku odebraného pomocí biopsie. Až poté může být stanovena konečná diagnóza (Heřman, 2014, s. 238).

Karcinomy prsu se mohou rozšířit buď lymfaticky, nebo krví. Lymfaticky se šíří hlavně do axilárních mízních uzlin, ty spádové jsou poté chirurgicky odstraněny společně s tumorem. Při rozšiřování krevní cestou může metastazovat do orgánů, a to především do plic, kostí nebo mozku. Metastázy se mohou objevit i se zpožděním několika let. Z hlediska histologie jde u karcinomu prsu o adenokarcinom. V případě nádoru prsu je velmi důležitá sekundární prevence. V té je zahrnut i pravidelný mamografický screening, který je velmi přínosný při potřebě najít malignitu ve správném stádiu. Nejlépe na léčbu reagují a největší šanci na vyléčení mají časná stadia nebo karcinomy in situ. Bohužel v mnoha případech může být karcinom do určitého stadia zcela bez příznaků, a to i poměrně dlouhou dobu. Právě z tohoto důvodu je velmi důležitý pravidelný screening, případně nepodceňování samovyšetření prsu. Tento typ karcinomu, jak se může zdát, ale nepostihuje jen ženy. Vyskytuje se i u mužů, i když není až tak častý. V porovnání s výskytem u žen je to cca 121 žen na 100 000 žen za rok, zatímco u mužů je to “ pouze “ 0,8 mužů na 100 000 mužů za rok.

Mužský karcinom prsu se může objevit nejčastěji po padesátém roce života. Způsobuje ho vyšší přísun estrogenu do těla (Dohnalová, 2014, s. 134-135).

Léčba se skládá z různých druhů terapie. V některých případech dojde nejprve k chirurgickému odstranění nádoru a postižených spádových uzlin, poté je nasazena další léčba. Využívá se chemoterapie, radioterapie nebo hormonální léčba (Dohnalová, 2014, s. 135). Radioterapie se užívá ve formě teleterapie, tedy zevní radioterapie, brachyterapie, nebo jako kombinace obou. Pokud je zvolena zevní radioterapie a pacientka prodělala chirurgický zákrok, může být využita samostatně k ozáření lůžka tumoru po prodělaném chirurgickém zákroku. Pokud je pacientka o operaci, teleterapie se provádí až po zahojení jizvy způsobené odebráním tumoru a postižených spádových uzlin, tato doba může být individuální a o vhodnosti radioterapie po prodělané operaci rozhoduje ošetřující lékař. Zevní radioterapie může být využita také v kombinaci s brachyterapií. V tomto případě se brachyterapie využívá jako doplňující léčba, jako, tzv. BOOST, tedy dosycení dávky, dodáním radioizotopů přímo do lůžka tumoru. Brachyterapie může být zvolena také jako samostatná léčba. Provádí se brachyterapie intersticiální zavedením radioizotopů pomocí aplikačních jehel přímo do ložiska nebo lůžka tumoru (Tomanová, 2006 [on-line]).

Kontraindikací pro provedení intersticiální BRT u karcinomu prsu může být nejen velikost nádoru (BRT obecně se provádí u maloobjemových nádorů), ale i místo výskytu karcinomu. Pokud by byl uložen v blízkosti žebér, může se objevit riziko vzniku radioosteonekrózy. Při uložení na povrchu prsu je BRT také kontraindikována. Co se týká velikosti ozařovaného prsu, měli bychom zvolit “zlatou střední cestu“. Pro indikaci výkonu intersticiální brachyterapie není vhodné, aby žena měla příliš malé poprsí, ale na druhou stranu není pro indikaci této terapie vhodná ani jeho příliš velká velikost. Intersticiální BRT se provádí jako běžný chirurgický výkon v celkové anestezii a za hospitalizace pacientky, což je velkou nevýhodou. Proto je také nutné provést veškerá předoperační vyšetření stejně jako před jakýmkoliv jiným operačním zákrokem. Pacientka tedy musí být schopná zvládnout být uvedena do celkové anestezie. Pokud tomu tak není, pacientka je kontraindikována k výkonu a jeho provedení není možné. V tomto případě musí lékař přejít k jiné alternativě onkologické léčby. Pokud však splní všechny podmínky, získá pacientka výhody, které vyplývají z léčby pomocí intersticiální BRT. Jedná se pouze o jednorázový výkon, který na rozdíl od zevní radioterapie šetří kritické orgány uložené v hrudníku, jako jsou srdce nebo plíce. Výhody jsou i estetické. I když intersticiální BRT prsu vypadá na pohled jako poměrně drastický výkon, opak je pravdou. Po odstranění aplikátorů ve formě jehel po nich na těle zůstává pouze

několik malých vpichů, které během relativně krátké doby zmizí (asi jeden rok) (Tomanová, 2006 [on-line]).

Samotný výkon intersticiální BRT a příprava na něj probíhá totožně s jakýmkoliv jiným chirurgickým zákrokem. Provádí se na specializovaných operačních sálkách, které jsou uzpůsobeny potřebám výkonu. Poté, co pacientka splní všechny předpoklady, aby mohla BRT prsu podstoupit, a jsou jí zhotovena všechna vstupní vyšetření, můžeme začít se samotným zákrokem. Pacientka je hospitalizována na oddělení. Před zákrokem jí je podána premedikace a je nalačno. Před zákrokem je uvedena do celkové anestezie a během ní jsou aplikátory ve formě jehel zavedeny do oblasti zájmu. Správné umístění je během zákroku kontrolováno pomocí rentgenového přístroje, konkrétně pomocí C – ramene, které se díky svým vlastnostem a možnosti přizpůsobení se poloze těla na operačním stole běžně používá na operačních sálech. Po provedení kontroly umístění aplikátorů radioizotopů můžeme dále pokračovat v samotné terapii. Pacientku probereme z narkózy a poté může být převezena do stíněné místnosti, kde proběhne samotný výkon brachyterapie. Aplikátory uložené v těle propojíme pomocí plastových hadiček s afterloadingovým přístrojem. U této diagnózy využíváme low dose rate (LDR), tedy přístroj s nízkým dávkovým příkonem. Jako radioizotop je využíváno cesium-137. Radiologický asistent pacientku pouze připojí na afterloadingový přístroj a nechá ji samotnou v uzavřené stíněné místnosti. Zbytek úkonů již provádí s ohledem na radiační ochranu, a především s ohledem na ochranu svého vlastního zdraví z ovladovny. Pacientku však neustále sleduje pomocí kamery umístěné v ozařovně. Zdroje záření jsou umístěny v afterloadingovém přístroji ve stíněném trezoru, dokud není zahájeno ozařování. Až když je vše připraveno k aplikaci a proběhla kontrola přístroje, můžeme spustit ozařování. Pacientka je ozařována cca 18-24 hodin. Po uplynutí této doby jsou pacientce z těla odstraněny aplikátory a jsou jí ošetřeny vpichy, které aplikátory zanechaly. Ještě několik dní po zákroku je pacientka hospitalizována (Tomanová, 2006 [on-line]).

3.1.2 Intersticiální brachyterapie u karcinomu prostaty

Prostata neboli předstojná žláza, je přídatná pohlavní žláza u muže. Nachází se pod močovým měchýřem, na začátku močové trubice (Naňka, 2015, s. 209-210). Má tvar komolého kužele a je předozadně oploštělá. Baze prostaty (basis prostatae) naléhá na močový měchýř, hrot (apex prostatae) směřuje dopředu a dolů k diaphragma urogenitale. Prostatou prochází část močové trubice, a to od basis prostatae k apex prostatae. Průběh močové trubice rozděluje prostatu na dvě části. Přední (preurethrální), která je menší a zadní (retrourethrální),

větší. Plochy prostaty jsou facies anterior (přední), směřující k symfýze, facies posterior (zadní), přiléhající k rektu, a dvě boční plochy facies inferolateralis dextra a facies inferolateralis sinistra. Na povrchu se nachází vazivový obal, který obsahuje dvě vrstvy vaziva. Z hlediska funkce je 15-30 % celkového množství ejakulátu vytvořeno v prostatě. Vytváří bezbarvý, tekutý sekret s pH 6,4 (Čihák, 2016, s. 341-345).

Karcinom prostaty je jedním z nejčastějších nádorů vyskytujících se u mužů. Objevuje se většinou u mužů ve věku od 60 let výše. Míra výskytu se stále zvyšuje, ale to je způsobeno i rozšířením povědomí o pravidelném screeningovém vyšetření. To se provádí pravidelně u mužů od věku 50 let, každé dva roky. Díky tomu se také daří více diagnostikovat onemocnění už v časném stádiu a získat tak lepší šanci na úplné vyléčení pacienta. Při pravidelném screeningu zkoumáme PSA (prostatický specifický antigen), pokud bude hladina zvýšena, musíme provést další vyšetření pomocí ultrazvuku nebo pohmatem. Nejdůležitější a rozhodující o malignitě je biopsie (Dohnalová, 2014, s. 126). V současné době stále ještě nejsou vyvinuta dostatečná vyšetření, která by jasně určila, zda muž opravdu trpí maligním nádorem prostaty či nikoliv, takže jedinou možností je právě testování pomocí PSA, které má bohužel nízkou senzitivitu, a následných vyšetření, která byla již zmíněna (Kaplan, 2010, s. 68). Časná stádia jsou asymptotická, pozdější, již s metastázemi, se mohou projevit např. jako bolest zad v souvislosti s možným rozšířením do obratlů. Počet onkologických pacientů s diagnostikovaným karcinomem prostaty sice stoupá, ale jejich množství je ovlivněno větším počtem preventivních screeningů. Ty napomáhají k časnému odhalení nemoci a díky tomu klesá počet úmrtí na rakovinu prostaty. Ve většině případů se jedná o adenokarcinom prostaty (Dohnalová, 2014, s. 126-127).

Brachyterapie se pro léčbu karcinomu prostaty využívá již řadu let. První pokusy se datují již v roce 1914, a to tzv. otevřenou perineální technikou (Soumarová, 2018, s. 64). „*Otevřenou retropubickou technikou byla v roce 1922 implantována radonová zrna, v roce 1952 zlatá zrna a v roce 1972 jodová zrna. Perkutánní perineální technika byla poprvé použita v roce 1982*“ (Soumarová, 2018, s. 64). S pomocí nových technologií se v poslední době intersticiální BRT znovu rozvíjí. Byly vytvořeny i nové zdroje záření, například ¹⁹²Ir. Pro ozáření prostaty pomocí intersticiální brachyterapie můžeme využít oba dva druhy tohoto typu BRT, a to permanentní nebo dočasnou. Permanentní intersticiální BRT se využívá u lokalizovaných karcinomů prostaty. Využíváme nízké dávkové příkony (LDR) a dle rychlosti růstu karcinomů určujeme použité radioizotopy. U low dose rate používáme ¹⁰³Pd nebo ¹²⁵I. Při použití u rychle rostoucích nádorů implantujeme paladium-103, u pomalu

rostoucích jód-125. Dávka záření u permanentní aplikace se do místa zájmu uvolňuje postupně po dobu několika týdnů až měsíců. Nežádoucí účinky záření se mohou postupně rozvíjet až několik měsíců. Radiační zátěž do okolí je velmi nízká. Výhodou je jednoduchá aplikace a poměrně rychlá rekonvalescence a nedlouhá nutná doba hospitalizace. Aplikace není vratná, pokud je zrno radioizotopu uloženo v prostatě, již není možné s ním manipulovat nebo ho odstranit. Pokud je u pacienta provedena permanentní BRT, měl by omezit kontakt s malými dětmi a těhotnými ženami na dobu asi dvou měsíců od aplikace. Dočasná intersticiální BRT využívá high dose rate (HDR), tedy vysoký dávkový příkon. Pro HDR je vhodný radioizotop ^{192}Ir (iridium). Celá dávka se dostane přímo do ložiska za několik minut. Pokud by nastaly akutní nežádoucí účinky záření, rozvíjí se a objevují se do několika týdnů. Výhodou v porovnání s permanentní BRT je absence radiační zátěže do okolí. Oba druhy se používají v kombinaci s teleterapií anebo samostatně (Soumarová, 2018, s. 64-67). „*Hlavní rozdíl mezi permanentní a dočasnou implantací spočívá v modulaci dávkové distribuce, která je u permanentní implantace závislá na rozložení a počtu implantovaných zrn. U dočasné brachyterapie je závislá na úpravě pozice zdrojů a časů*“ (Soumarová, 2018, s. 65). Radioaktivní zrna se do prostaty zavádí s pomocí transrektálního ultrazvuku (TRUS) (Šlampa, c2007, s. 294).

„V současnosti probíhá léčba využívající samotnou brachyterapii i její kombinaci se zevním ozářením dle GEC/ESTRO-EAU doporučení. Za nejvhodnější pacienty pro permanentní implantaci jsou považováni nemocní s PSA menším než 10 ng/ml, GS 5-6, objemem prostaty menším než 40 ml bez přítomnosti obstrukční symptomatologie a anamnézy transuretrální resekce. Indikace pro kombinaci zevní radioterapie a boostu pomocí HDR brachyterapie jsou relativně široké. Kombinovanou léčbu je možno provést u všech pacientů ve stadiu T1b – T3b N0 M0 s jakýmkoli GS při PSA menším než 100 ng/ml“ (Doležel, 2011, s. 29).

3.2 Intrakavitární brachyterapie

Intrakavitární brachyterapie se provádí při léčbě nádorů v orgánech, které mají přirozenou tělní dutinu. Nádor se musí tedy vyskytovat právě v oblasti této tělní dutiny a aplikátory se zdroji ionizujícího záření se do ní vkládají. Nejčastěji se tato metoda brachyterapie využívá u gynekologických malignit (Hynková [on-line]).

3.2.1 Intrakavitární brachyterapie u karcinomu děložního hrdla

Děložní hrdlo (cervix uteri) je jednou ze tří částí dělohy. Děloha je dutý svalový orgán, který tvoří tělo děložní (corpus uteri), istmus, což je zúžená část spojující tělo dělohy s děložním hrdlem (cervix uteri) (Naňka, 2015, s. 217). Cervix uteri se skládá z několika částí. První částí je horní část děložního hrdla (portio supravaginalis cervicis). Nachází nad spojením dělohy s pochvou. Další částí je portio vaginalis cervicis neboli čípek děložní. Je to dolní část děložního hrdla. Má kónický a zaoblený tvar. Nachází se pod poševními klenbami a vstupuje do poševní dutiny. Ostium uteri (zevní děložní branka) je otvor, který prostupuje děložní dutinu s vaginou. Najdeme ho ve středu vrcholu děložního čípku (Čihák, 2016, s. 370). Poslední částí je canalis cervicis. Je to kanálek děložního hrdla, který prochází celou oblastí děložního hrdla od portio supravaginalis cervicis až po portio vaginalis cervicis (Hudák, 2017, s. 252).

Karcinom děložního hrdla obvykle postihuje ženy v plodném věku, a to cca od 35. roku do 45. roku. U žen v nižším nebo vyšším věku není až tak častý. Většinou je způsobený infekcí HPV viry, může ho způsobovat brzký začátek sexuální aktivity, časté střídání sexuálních partnerů, lacerace nebo kouření. Často vzniká z dlaždicového epitelu vnější plochy děložního hrdla. Nádor vzniká postupně v několika stádiích. Nejdříve vznikají přednádorové stavy neboli prekancerózy, které jsou výsledkem infekce HPV viry, ty se přenáší pohlavním stykem. Poté dochází k dysplazii epitelu. Ta je zpočátku lehká a časem se mění v těžkou. Z těžké dysplazie může později vzniknout carcinoma in situ. Pokud nebudou dysplázie nebo carcinoma in situ včas odhaleny pomocí screeningu, z přednádorových, dobře léčitelných, stavů vzniká invazivní karcinom. V počátečním stádiu je těžké karcinom odhalit, protože je bezpříznakový, náznaky zdravotního problému se projevují až u druhého stádia, kdy se projevují bolestmi v podbříšku a můžeme tak rozpoznat projevy prorůstání karcinomu do okolí. Ve druhém stádiu se může rozšiřovat do pochvy nebo močového měchýře. Ve třetím a druhém stádiu do rekta. Metastázy se mohou šířit lymfou. Protože jsou časná stádia bezpříznaková a karcinom je třeba zachytit v co nejranějším stádiu, je velmi důležitá prevence. Ta se skládá jednak z důležitosti pravidelných návštěv gynekologa a provedení prohlídky, ale v současné době také možnosti předejít infekci děložního hrdla HPV viry pomocí očkování. Přesto, že očkování není zárukou úplné imunity proti HPV virům, podstatně snižuje onemocnění tímto typem rakoviny. Je však důležité jej doplňovat právě již zmiňovanými pravidelnými gynekologickými prohlídkami (Dohnalová, 2014, s. 132).

Radioterapie je jako léčba zvolena dle stadia karcinomu jako kurativní nebo adjuvantní terapie. Pokud se radioterapie volí jako kurativní léčba, je vybrána jako alternativa místo chirurgického výkonu. Radioterapie je jednou z nejdůležitějších typů onkologické léčby u karcinomu děložního hrdla a intrakavitární brachyterapie v ní má své nenahraditelné místo. To si vysloužila především díky relativně snadné aplikaci, pohodlí pacientek, rychlému provedení díky menšímu počtu frakcí než u zevní radioterapie a bezpečnosti této metody (Navrátilová, 2013 [on-line]). Pro tuto terapii se využívá HDR (high dose rate) brachyterapie, tedy s vysokým dávkovým příkonem, a jako radioizotop používáme iridium-192. Při využití LDR (low dose rate) využíváme jako zdroj ionizujícího záření cesium-137. Pokud aplikujeme pomocí HDR, dávku musíme rozložit do více frakcí a velikost jednotlivých dávek odvozujeme dle toho, jak jsou jednotlivé frakce časté. *„Při aplikaci brachyterapie 1 krát týdně se velikost frakce obvykle pohybuje mezi 5 – 7 Gy/frakci a celkový počet frakcí bývá 3 – 5. Při používání LDR se obvykle provádí dvě nebo jedna aplikace“* (Šlampa, c2007, s. 255). Zdroje ionizujícího záření vkládáme do blízkosti tumoru pomocí aplikátorů. Obvykle se při uterovaginální aplikaci využívá Fletcherův aplikátor, Henského aplikátor nebo “ring“ aplikátor (Šlampa, c2007, s. 254-255). Brachyterapie je u karcinomu děložního hrdla výhodná i proto, že se nachází v blízkosti dalších orgánů, jako je např. močový měchýř nebo rektum, které bychom v případě použití zevní radioterapie ozářili také. U BRT však vysoká dávka záření rychle klesá (klesá s druhou mocninou), takže se soustředí pouze na oblast zájmu a zdravé tkáně v okolí zůstávají nedotčené. Nevýhodou je, že aplikace probíhá za stejných podmínek jako chirurgický zákrok. Z toho vyplývá, že se provádí na brachyterapeutickém sálku a při výkonu je třeba pacientku uvést do celkové anestezie. Proto také pacientce musíme před výkonem provést předoperační vyšetření a zjistit, zda je zdravotně schopna být uvedena do celkové anestezie a zajistit u zákroku přítomnost anesteziologa. Pokud by to její zdravotní stav nedovoloval, musí být zvolen jiný druh onkologické terapie (Navrátilová, 2013 [on-line]).

3.3 Intraluminální brachyterapie

Zdroje ionizujícího záření se pomocí aplikátorů zavádějí do dutých orgánů trubicového tvaru. Intraluminální brachyterapii používáme například u pacientů s karcinomem jícnu, plic, bronchů nebo žlučových cest (Vokurka, 2018, s. 69).

3.3.1 Intraluminální brachyterapie u karcinomu plic

„Plice jsou párové orgány pokryté poplicnicí a uloženy v hrudníku laterálně od mediastina. Plicní tkáň je tvořena průduškovým stromem, vmezeřeným vazivem (plicní

intersticiem), cévami, nervy a mízními uzlinami. Plíce se člení na plicní laloky, které jsou ventilovány lalokovými průduškami, a na bronchopulmonální segmenty, které jsou ventilovány segmentálními průduškami a zásobeny větvemi plicní tepny. Pravá plíce má tři laloky, levá dva. Pravá plíce má 10 segmentů. Levá obvykle 9“ (Hudák, 2017, s. 216).

Momentálně jednou z nejrozšířenějších onkologických diagnóz, se statisticky nejvyšším počtem úmrtí v České republice u mužů i žen, je karcinom plic a bronchů (Téměř třetina Čechů umírá na nemoci srdce, 2019 [on-line]). Z patologického hlediska jsou primární nádory v plicích, které vycházejí přímo z jejich tkáně benigní i maligní. Ty maligní se však bohužel vyskytují mnohem častěji. Benigní nádory jsou v případě plic spíše vzácné. Ty maligní se vytvářejí ve sliznici průdušek, proto jsou také označovány jako bronchogenní karcinomy. Do plic také často metastazují karcinomy z jiných oblastí. Jsou to například malignity jater, ledvin, kostí nebo mediastina. Karcinomy plic jsou ve většině případů vyvolány kouřením (cca 95 % celkových případů). Existuje však mnoho dalších karcinogenních faktorů, jako například karcinogeny v ovzduší nebo špatné pracovní podmínky (práce s azbestem, horníci apod.). Karcinomy plic mohou být centrální nebo periferní. Centrální se vyvíjí na sliznici centrálního bronchu. Brzy se z něj tvoří sekundární karcinom, je to obvyklejší typ tohoto karcinomu a má poměrně špatnou prognózu. Periferní karcinom se tvoří na malých průduškách v oblasti periferie plic. Můžeme jej poměrně jednoduše odstranit chirurgicky a při brzké diagnóze má poměrně dobrou prognózu. Karcinom plic se může šířit nejen lymfogenní nebo krevní cestou, často ale také prorůstá do okolních tkání. Lymfou se může rozšířit například do hilových plicních uzlin. Krví metastazuje do orgánů, nejčastěji do jater, kostí nebo mozku. Prorůstá může například do osrdečníku, mezihrudí a pohrudnice. Z histologického hlediska je karcinom malobuněčný, spinocelulární, adenokarcinom, nebo velkobuněčný (Dohnalová, 2014, s. 92-93).

U nemalobuněčných bronchogenních karcinomů je základní metodou radikální léčby chirurgický zákrok. Ten se však dá provést jen u malého množství pacientů (asi 25 %). Pokud není možné provést chirurgický zákrok, můžeme zvolit léčbu radioterapií. Ta se využívá buď samostatně, nebo v kombinaci s chemoterapií. Pokud volíme radioterapii formou brachyterapie, zavádíme aplikátor do průdušnice nebo průdušek. Zdroj ionizujícího záření je tak umístěn v těsné blízkosti nádoru. Tímto docílíme efektivity tak, že můžeme do cílového objemu dát větší dávku ionizujícího záření bez ohrožení okolních zdravých tkání. Tím se zkrátí i doba ozařování, ta trvá jen několik minut. Díky tomuto zákroku můžeme pomoci pacientovi zmenšit nádorovou tkáň a zlepšit problémy dýchacích cest. Aplikace intraluminální

brachyterapie u karcinomu plic probíhá pouze v lokální anestezii na brachyterapeutickém sále, takže může být provedena i ambulantně. Před provedením intraluminální brachyterapie musí být pacient nalačno a být premedikován. Pro tento zákrok se využívá HDR brachyterapie se zdrojem ionizujícího záření iridium-192. Nejčastěji se u tohoto typu karcinomu při provádění intraluminální brachyterapie aplikuje dávka o velikosti 5 Gy až 7,5 Gy během celého procesu brachyterapie a počet frakcí je tři. Velikost celkové dávky se odvíjí od velikosti dávky, kterou pacient dostane při zevním ozáření. Samotný zákrok provádí lékař, pneumolog. Lékař zavede nejprve bronchoskop, aby provedl kontrolu, poté bronchoskopickým kanálem zavede samotný aplikátor. Aplikátor se zavede do oblasti zájmu a poté je fixován pomocí speciálního náustku. Po zavedení se musí umístění aplikátoru zkontrolovat pomocí rentgenového přístroje. Pokud je aplikátor správně zaveden a kontrola jeho umístění proběhla v pořádku, můžeme přejít k samotnému ozáření pomocí afterloadingového přístroje. Po dokončení zákroku je aplikátor okamžitě odstraněn z těla. Pacient po aplikaci nesmí konzumovat jídlo ani nápoje po dobu dvou hodin. Po zákroku ve většině případů nejsou žádné komplikace nebo vedlejší účinky. I tak je zde ale možnost, že ke komplikacím skutečně dojde. „*Může dojít k bronchospasmu, arytmi, krvácení, obstrukční bronchopneumonii, akutní bronchitidě a nešetrnou manipulací k pneumotoraxu*“ (Nováková, 2008 [on-line]). Po dokončení léčby je pacient nadále sledován lékaři, konkrétně plicním lékařem, radiačním onkologem klinickým onkologem (Nováková, 2008 [on-line]).

3.3.2 Intraluminální brachyterapie u karcinomu jícnu

Jícen je trubicový orgán, který propojuje hltan a žaludek. Délka se odvíjí od velikosti hrudníku, cca 23-28 cm. Je pružný, takže se může při průchodu sousta roztáhnout z cca 1,5 cm na asi 3 – 3,5 cm. Dělí se na tři části – krční, hrudní a břišní (Naňka, 2015, s. 153). „*Při pohledu zepředu má jícen lehká prohnutí: začíná ve střední čáře, na krku a v horní části hrudníku je vyklenut lehce doleva, ve střední části hrudníku je vyklenut doprava (podmiňuje otisk na pravé plíci), nad bránicí zahýbá opět nalevo (někdy podmiňuje otisk při dolním okraji levé plíce) a skrze bránici jde nalevo dolů, do ostium cardiacum. Při pohledu ze strany je jícen zakřiven v souladu s páteří*“ (Čihák, 2016, s. 77).

Maligní nádory jícnu se vyskytují častěji než benigní. Častěji se vyskytují u mužů ve středním věku. Predispozicí pro tohle onemocnění může být kouření nebo alkoholismus. Jedná se o spinocelulární karcinom. Většinou se vyskytuje na hranici horní a střední části jícnu. Může se rozšiřovat až do trachey nebo mediastina. V jícnu postupně dochází k dysfagii

a může se rozšířit až k úplnému znemožnění přijímání potravy. Nejčastěji metastazuje pomocí lymfy do lymfatických uzlin (Dohnalová, 2014, s. 100-101).

Pokud je karcinom jícnu inoperabilní, je možné provést paliativní léčbu karcinomu pomocí intraluminální brachyterapie. Jako komplikace této diagnózy u pacienta nejčastěji dochází k poruchám polykání. Pacienti, pro které je tento druh brachyterapie při karcinomu jícnu vhodný, musí splňovat několik kritérií. Ideální je velikost karcinomu do 10 cm, jeho uložení je na stěně jícnu, nachází se v jeho hrudní části a nejsou u něj prokázány regionální metastázy. Méně vhodná a s horšími výsledky je intraluminální BRT u pacientů s velikostí nádoru nad 10 cm, vyskytujícího se v oblasti gastroesofagové junkce nebo pokud je rozšířen mimo jícen. Intraluminální BRT není doporučeno provádět, pokud se nádor nachází v jícnu v oblasti krční páteře, protože může dojít ke vzniku tracheoezofageální píštěle, nebo jde o hlubokou ulceraci. Většinou se brachyterapie aplikuje pomocí aplikátoru, který má tvar jícnové bužie. Pokud je zúžení jícnu velké, můžeme aplikovat pomocí nasogastrické sondy. Dysfagie často ustoupí ihned po vyjmutí aplikátoru, a to mechanicky. Aplikátor pomůže rozšířit jícen v místě zúžení, ale po vyjmutí může mít takovéto rozšíření jen krátkou účinnost a za nějakou dobu může stejný problém nastat znovu. Zlepšení na základě samotné terapie se projevuje až se zpožděním několika týdnů. Bývá to cca 4-8 týdnů. Cílem je, aby došlo ke zlepšení potíží s polykáním alespoň částečně. Může se zdát, že kombinace intraluminální brachyterapie s teleterapií nebo chemoterapií by mohla pomoci prodloužit život pacienta více než při indikaci samostatné BRT, tento fakt však nebyl ve výzkumu prokázán (výzkum byl prováděn u malého počtu lidí a nebyl tak statisticky prokazatelný). Největší komplikací pacientů s touto diagnózou jsou různé typy obstrukcí v jícnu, které mohou zhoršovat kvalitu života pacienta. Paliativní intraluminální BRT je však nejúčinnější metodou, jak těmto obstrukcím zabránit a výrazně tak zlepšit kvalitu života těchto onkologických pacientů (Buka, 2016, s. 38-39).

3.4 Povrchová brachyterapie (muláž)

Povrchová brachyterapie je aplikována formou tzv. muláže. Jedná se o destičku, například ze silikonu nebo termoplastické hmoty, která se svým tvarem přizpůsobuje tvaru nádoru, aby byla dávka distribuována do celé jeho plochy. Destička se umísťuje přímo na povrch těla a je spojena s afterloadingovým přístrojem pomocí plastových hadiček. Využíváme destičky o různé tloušťce. Ta se určuje dle hloubky cílového objemu (Peters, 1998, s. 29).

3.4.1 Povrchová brachyterapie u nádorů kůže

Kůže, latinsky cutis, je ochranný povrch těla. Chrání před vlivy vnějšího prostředí. Nachází se v ní různé mechanoreceptory, které vnímají např. teplo, chlad, tlak nebo bolest. Skládá se ze dvou částí: pokožka (epidermis), škára (dermis). Ty jsou rozmístěny do vrstev (Naňka, 2015, s. 327). Kůže je tvořena epitelem. „*Epitely jsou tvořeny buňkami, které k sobě těsně přiléhají a jsou navzájem spojené a nasedají na bazální membránu. Ve tvaru plošných, cylindrických nebo kubických buněk, uložených v podobě jednovrstevných nebo mnohovrstevných membrán vystylají dutiny orgánů a kryjí povrchy lidského těla, například kůži. Epitely dělíme podle polohy – na krycí a výstelkové a podle stavby – jednovrstevné a mnohovrstevné, dále trámčité (v játrech), retikulární (v brzlíku). Jiným typem dělení je rozdělení podle funkce: řasinkový, žlázo­vý (exokrinní a endokrinní), respirační, resorpční a smyslový“ (Naňka, 2015, s. 2). Kůže obsahuje deriváty, jako jsou například vlasy, nehty, ochlupení, mazové žlázy nebo potní žlázy. Obsahuje podkožní vazivo, pomocí kterého je upevněna (Naňka, 2015, s. 327).*

Nejčastějším nádorem kůže je bazocelulární karcinom neboli bazaliom. Nejvíce se s ním setkáváme na kůži pacientů, kteří jsou nadměrně vystavováni slunečnímu záření. Šíří se hlavně místně a metastázy rozšiřující se pomocí uzlin jsou málo časté, vzdálené metastázy jsou dokonce velkou výjimkou (Vlachová, 2015 [on-line]). Převážně místní šíření tedy znamená, že se ve tkáni rozrůstá především do šířky a hloubky. Vzhledem k tomu, že na jeho vzniku má svůj podíl sluneční záření, je poměrně často lokalizován na tváři. Tento typ maligního nádoru má relativně dobrou prognózu (Dohnalová, 2014, s. 45).

U tohoto typu nádoru můžeme využít více druhů terapie. Standardními postupy jsou chirurgický zákrok nebo radioterapie. Při rozhodování, jakou terapii použijeme, musíme zohlednit několik faktorů, jako je například věk pacienta, lokalizace nádoru nebo jak moc je tumor pokročilý. I více lokálně rozšířené bazaliomy dobře reagují na radioterapii (Vlachová, 2015 [on-line]). Brachyterapie je důležitou součástí terapie kožních nádorů. Provádí se hlavně u nádorů na povrchu nosu, rtů, na očních víčkách, uších a dalších. Povrchová brachyterapie je také možná u karcinomů, které byly již dříve odstraněny chirurgicky, ale nyní se znovu objevily. Vhodná je také pro pacienty, kteří ze zdravotních důvodů nemohou podstoupit chirurgický zákrok, aby mohl být nádor odstraněn (Soumarová [on-line]). Při aplikaci se na kůži přikládají destičky vyrobené z plastu nebo termoplastické hmoty, vytvarované dle tvaru oblasti zájmu. Z nich vedou plastové nebo kovové trubičky, pomocí kterých je muláž připojena k afterloadingovému přístroji (Petera, 1998, s. 29).

3.5 Intravaskulární brachyterapie

Intravaskulární brachyterapie patří do nenádorové terapie. Využívá se při vaskulárních stenózách. Pokud dojde k vaskulární stenóze, není jedinou možností terapie pouze zavedení stentu do cévy, ale můžeme v takovém případě využít také intravaskulární brachyterapii. Ta spočívá v zavedení katetru do oblasti zúžení cévy po angioplastice a jejího ozáření ionizujícím zářením. Při použití intravaskulární brachyterapie se počet restenóz v porovnání s použitím stentu snížil. Obvykle pro tuto terapii preferujeme HDR (high dose rate) BRT, tedy brachyterapii s vysokým dávkovým příkonem za použití ^{192}Ir (Soumarová [on-line]).

4 ROLE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA V RADIAČNÍ ONKOLOGII

Radiologický asistent vykonává v oboru radiační onkologie specializované úkony, které se odvíjí od jeho odborné způsobilosti, bez jakéhokoli jiného odborného dohledu. Vykonává nejen diagnostické, ale i terapeutické výkony. Z těch diagnostických bych jmenovala například plánovací CT, které se provádí před zahájením léčby radioterapií a podle snímků z něj se vytváří ozařovací plán. Při radioterapii vykonává radiologický asistent obě její odvětví, tedy zevní radioterapii (nebo také teleterapii) i brachyterapii. U zevní radioterapie je přítomen lékař pouze v případě prvního ozáření pacienta, aby zkontroloval uložení pacienta na terapeutickém stole pomocí srovnání aktuálních snímků uložení pacienta se snímky vytvořenými na plánovacím CT, a pacient byl tak uložen co nejpřesněji a odchylky umístění ozařovací dávky do cílového objemu byly dle ozařovacího plánu co nejmenší. Všechno ostatní vykonává radiologický asistent sám. A to od identifikace pacienta, přes uložení na ozařovacím stole do fixačních pomůcek až po samotné ozáření pacienta a ovládání všech radiologických přístrojů k tomu určených. Během procesu ozařování také celou dobu dohlíží na stav pacienta pomocí kamery, která je umístěna v ozařovně. Pokud by nastal při výkonu jakýkoliv problém, musí proces ozařování okamžitě přerušit (Hynková, 2012, s. 66). Při výkonu brachyterapie radiologický asistent provádí nejprve identifikaci pacienta a připraví všechny jeho dokumenty. Poté uloží pacienta do potřebné polohy k provedení brachyterapie, pokud jde o brachyterapii intersticiální, intrakavitární nebo intraluminální, připraví i sterilní stolek a prostředí brachyterapeutického sálku. Pokud by šlo o povrchovou brachyterapii, muláže na tělo umísťuje radiologický asistent sám. Když je vše připraveno, lékař umístí aplikátor v těle pacienta a radiologický asistent zkontroluje jeho umístění v těle pomocí C – ramene. Pokud je vše v pořádku, může radiologický asistent provést samotnou aplikaci radioizotopů do oblasti zájmu pomocí afterloadingového přístroje. Pacienta uzavře do ozařovny a sleduje ho i nadále z ovladovny pomocí kamerového záznamu. Afterloadingový přístroj ovládá na dálku a pacienta má pod neustálým dozorem (Macharová, 2013 [on-line]). Radiologický asistent by také měl pacientovi detailně popsat průběh vyšetření a konzultovat s ním případné otázky v mezích jeho odborné způsobilosti. Provádí veškeré úkony spojené s ozařováním, ke kterým má dostatečnou kompetenci. RA však pacientovi nesděljuje informace o jeho zdravotním stavu, to smí pouze lékař. Pokud by pacient chtěl znát své průběžné výsledky onkologické léčby, radiologický asistent ho odkáže na jeho ošetřujícího lékaře (Hynková, 2012, s. 66-67).

ZÁVĚR

Brachyterapie je jednou z metod radioterapie a já se v této bakalářské práci zaměřila nejdříve na její teoretickou část, tedy seznámení s tímto tématem a základními informacemi o brachyterapii, a také na její praktickou část, tedy využití jednotlivých typů brachyterapie u konkrétních diagnóz. Dále jsem do své práce připojila informace o roli radiologického asistenta v radiační onkologii při vykonávání radioterapie.

Na začátku své práce jsem si stanovila tři cíle. První z nich se zaměřoval na zjištění, čím je brachyterapie specifická a jaké má výhody oproti zevní radioterapii. Na tuto otázku jsem našla odpověď již téměř na začátku této práce, kdy jsem definovala princip brachyterapie a uvedla i srovnání se zevní radioterapií.

Druhý cíl se týkal konkrétních diagnóz, u kterých se brachyterapie běžně využívá. Ve své práci jsem tedy brachyterapii rozdělila na pět druhů dle způsobu aplikace a u každého druhu jsem uvedla konkrétní příklad nebo příklady jejího využití. U jednotlivých orgánů jsem navíc popsala jejich anatomii a patologii nádorů.

Jako třetí cíl jsem si stanovila, jak se dle mého oboru nabízí, uvést jakou hraje roli radiologický asistent v radiační onkologii. Popsala jsem tedy roli radiologického asistenta v radioterapii. Uvedla jsem jednotlivé úkony jak v brachyterapii, tak i zevní radioterapii.

Při psaní této bakalářské práce jsem splnila všechny své stanovené cíle, na které jsem se chtěla zaměřit. Myslím si, že jsem ve své práci shrnula spoustu teoretických i praktických faktů a může tak dobře posloužit i jako studijní materiál.

ZDROJE

BUKA, David, Josef DVOŘÁK, Jiří PETERA, et al., 2016. *Onkologie: Brachyterapie inoperabilního karcinomu jícnu* [online]. 10. [cit. 2021-03-23]. ISSN 1803-5345. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2016/01/09.pdf>

Česká republika a rakovina v číslech, 2020. *Linkos* [online]. 4.2.2020 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/narodni-onkologicky-program/co-musite-vedet/ceska-republika-a-rakovina-v-cislech/>

Téměř třetina Čechů umírá na nemoci srdce, 2019. *Český statistický úřad* [online]. 20.11.2019 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/temer-tretina-cechu-umira-na-nemoci-srdce>

ČIHÁK, Radomír, 2016. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4788-0.

DOHNALOVÁ, Dagmar, 2014. *Repetitorium patologie pro praktická cvičení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4002-6.

DOLEŽEL, Martin, 2011. *Cílená radioterapie karcinomu prostaty*. Hradec Králové: Nucleus HK. ISBN 978-80-87009-81-9.

HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.

HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2017. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.

HYNKOVÁ, Ludmila a Pavel ŠLAMPA, 2012. *Základy radiační onkologie*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6061-6.

KAPLAN, Ondřej, Kamil BELEJ a Oto KÖHLER, 2010. *Onkologie: Současné trendy diagnostiky karcinomu prostaty* [online]. 4. [cit. 2021-03-25]. ISSN 1803-5345. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2010/02/03.pdf>

MACHAROVÁ, Renata a Denisa TOMKOVÁ, 2013. Asistence radiologického asistenta při uterovaginální aplikaci v léčbě karcinomu děložního hrdla. *Linkos* [online]. [cit. 2021-03-13].

Dostupné z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/asistence-radiologickeho-asistenta-pri-uterovaginalni-aplikaci-v-lecbe-karcinomu/>

MACHÁČEK, Jindřich a Karel ČWIERTKA, 1996. *Základy radiační a klinické onkologie*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého. ISBN 80-7067-661-2.

NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ, [2015]. *Přehled anatomie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-206-0.

NAVRÁTILOVÁ, Pavla, 2013. Brachyterapie u karcinomu děložního hrdla. *Www.linkos.cz* [online]. 2013 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/brachyterapie-u-karcinomu-delozniho-hrdla/>

NOVÁKOVÁ, R., V. HOJNÁ, R. NEUMANOVÁ a J. MÜLLEROVÁ, 2008. Indikace brachyterapie u karcinomu plic. *Linkos* [online]. 18.1.2008 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/indikace-brachyterapie-u-karcinomu-plic/>

Obyvatelstvo, 2019. *Český statistický úřad* [online]. 2019 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/92010922/3202031911_oby.pdf/5a7b8078-955f-40ae-8d22-a93b0f16ca62?version=1.5

PETERA, Jiří, 1998. *Moderní radioterapeutické metody*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-7013-266-3.

SOUMAROVÁ, Renata, 2018. *Onkologie: Brachyterapie karcinomu prostaty ve světle nových doporučení* [online]. 12. [cit. 2021-03-25]. ISSN 1803-5345. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2018/02/03.pdf>

SOUMAROVÁ, R., L. HOMOLA a J. G. MENDELA. Nové indikace a techniky brachyterapie. *Zdraví euro* [online]. 11.3.2009 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/nove-indikace-a-techniky-brachyterapie-414586>

ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA, c2007. *Radiační onkologie*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-469-0.

TOMANOVÁ, Jolana, 2006. Brachyterapie prsu. *Linkos* [online]. [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/brachyterapie-prsu/>

TOMANOVÁ, Jolana, 2006. Brachyterapie prsu. *Linkos* [online]. 2006 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/brachyterapie-prsu-1/>

TOMANOVÁ, Jolana, 2006. Brachyterapie prsu – asistence sestry. *Zdraví euro* [online]. 2006 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/brachyterapie-prsu-asistence-sestry-281821>

VLACHOVÁ, Zuzana, David VRÁNA, Karel CWIERTKA, Kateřina SVOZILOVÁ, Marcel MATZENAUER a Lucie ŠIMKOVÁ, 2015. *Brachyterapie rozsáhlého bazaliomu – kazuistika*. *Linkos*[online]. [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/kongresy/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/brachyterapie-rozsahleho-bazaliomu-kazuistika/>

VOKURKA, Samuel a Petra TESAŘOVÁ, [2018]. *Onkologie v kostce*. Praha: Current Media. Medicus. ISBN 978-80-88129-37-0.

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

SEZNAM ZKRATEK

BRT – brachyterapie

HDR – high dose rate

LDR – low dose rate

ZN – zhoubný nádor

UTZ – ultrazvuk

RTG – rentgen

Cs – cesium

Gy – gray

Ir – iridium

IZ – ionizující záření

Ra – radium

RA – radiologický asistent

ČSÚ – Český statistický úřad

TRUS – transrektální ultrasonografie

HPV – lidský papilomavirus

PSA – prostatický specifický antigen