

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Karolína Zatloukalová

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Karolína Zatloukalová

Současné trendy a možnosti uplatnění brachyterapie

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Yvona Klementová

Olomouc 2020

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

Olomouc 30. dubna 2020

podpis

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

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská

Téma práce: Současné trendy a možnosti uplatnění brachyterapie

Název práce: Brachyterapie a nádory děložního hrdla

Název práce v AJ: Brachytherapy and cervical cancer

Datum zadání: 2019-11-27

Datum odevzdání: 2020-04-30

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Zatloukalová Karolína

Vedoucí práce: MUDr. Yvona Klementová

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Tato přehledová bakalářská práce se zabývá současnými trendy a možnostmi uplatnění brachyterapie v léčbě karcinomu děložního hrdla. Obsahuje objasnění brachyterapie. Práce se zaměřuje na možnosti léčby karcinomu děložního hrdla a také popisuje roli radiologického asistenta při brachyterapeutickém výkonu.

Cílem této bakalářské práce je shrnout dohledané poznatky o současných trendech v brachyterapii pro karcinom děložního hrdla.

Abstrakt v AJ: This bachelor thesis deals with current trends and possibilities of brachytherapy in the treatment of cervical cancer. Contains clarification of brachytherapy. The thesis focuses on the possibilities of cervical cancer treatment and also describes the role of radiological assistant in brachytherapy procedure.

The aim of this bachelor thesis is to summarize the findings of current trends in brachytherapy for cervical cancer.

Klíčová slova v ČJ: brachyterapie, karcinom děložního hrdla, léčba karcinomu děložního hrdla, radiologický asistent, komplikace léčby

Klíčová slova v AJ: brachyteraphy, cervix cancer, treatment of cervix cancer, radiological assistant, complications of treatment

Rozsah: 48 stran/ 3 přílohy

Obsah:

ÚVOD	7
1 BRACHYRADIOTERAPIE	9
1.1 Historie	9
1.2 Přístroje pro brachyterapii.....	10
1.3 Zdroje pro brachyterapii.....	12
1.4 Lokalizace zdroje	13
2 ALGORITMUS BRACHYTERAPIE.....	15
2.1 Druhy aplikací užívaných při brachyterapii.....	15
2.2 Indikace, kontraindikace, rizika a komplikace brachyterapie.....	15
3 KARCINOM DĚLOŽNÍHO HRDLA.....	16
3.1 Incidence karcinomu děložního hrdla.....	17
3.2 Etiologie a patogeneze	17
3.3 Rizikové faktory ovlivňující vznik karcinomu.....	18
3.4 Projevy nemoci a diagnostika.....	20
3.5 Možnosti léčby karcinomu děložního hrdla.....	21
4 MOŽNOSTI LÉČBY KARCINOMU DĚLOŽNÍHO ČÍPKU	21
4.1 Uterovaginální aplikace.....	22
4.2 Brachyterapie vaginálním válcem.....	22
5 KOMPLIKACE LÉČBY RADIOTERAPIÍ U KARCINOMU DĚLOŽNÍHO HRDLA	23
3 ROLE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI BRACHYTERAPII KARCINOMU DĚLOŽNÍHO HRDLA PŘI POUŽITÍ UTEROVAGINÁLNÍ APLIKACE	30
ZÁVĚR	31

SEZNAM LITERATURY	32
SEZNAM ZKRATEK	35
PŘÍLOHY	36

Úvod

V České republice je karcinom děložního čípku na druhém místě v četnosti výskytu. Tvoří asi 12 % zhoubných tumorů u žen. Nejohroženější jsou ženy kolem 35 roku a také kolem 65 roku. Souborem faktorů společně s infekcí HPV viry se zvyšuje incidence vzniku onemocnění. Karcinom děložního čípku často metastazuje do jater a výjimečně do kostí a plic, a proto je důležitá časná diagnostika a zahájení léčby (Binarová, 2010, s.228-229).

Brachyterapie je součástí radioterapie nebo se kombinuje s chemoterapií či v počáteční fázi onemocnění se dá použít i samostatně. Díky rozvoji 3D plánování se zlepšila přesnost určení cílového objemu. Také lze plánovat brachyterapii pomocí CT nebo MR. A díky MR jsou získávány lepší informace o nádoru a popřípadě jeho infiltrace do okolních tkání. Také v současnosti s rozvojem afterloadingových přístrojů se poskytují větší možnosti optimalizace dávky. Brachyterapie se stále vyvíjí, v současnosti se stává trendem elektronová brachyterapie (Cibula, Petruželka, 2009, s. 212-213, 442-443).

Základní otázky této přehledové bakalářské práce jsou:

- Jak se v současné době vyvíjí brachyterapie?
- Jaké jsou možnosti léčby karcinomu děložního hrdla?
- Jaké jsou současné trendy brachyterapie karcinomu děložního hrdla?

Cílem této bakalářské práce je dohledat a sumarizovat nejnovější poznatky o tématu současných trendů a možnosti uplatnění brachyterapie u karcinomu děložního hrdla. Z otázek vplynuly dílčí cíle:

- Dohledat poznatky o současné brachyterapii.
- Představit možnosti léčby karcinomu děložního hrdla.
- Předložit nejnovější techniky brachyterapie karcinomu děložního hrdla.

Jako vstupní knižní literatura byly použity:

- PETERA, Jiří. 1998. Moderní radioterapeutické metody. V. díl Brachyterapie. 1. vydání. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně. 33 s. ISBN 80-7013-266-3
- BINAROVÁ, Andrea. 2009. Radioterapie. 1. vydání. Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií. 251 s. ISBN: 978-80-7368-701-4

- PETERA, Jiří. 2001. Intraluminární brachyterapie. 1. vydání. Praha: Galén. 103 s. ISBN 80-7262-116-5.
- SOUMAROVÁ, Renata, Luboš HOMOLA. 2006. Intersticiální brachyterapie. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. 151 s. Edice kontinuálního vzdělávání v medicíně. ISBN 80-210-4107-2
- CIBULA, David, Luboš PETRUŽELKA. 2009. Onkogynekologie. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. 616 s. ISBN 978-80-247-2665-6
- VOKURKA, Samuel a Petra TESAŘOVÁ. Onkologie v kostce. Praha: Current Media, [2018]. Medicus. ISBN 978-80-88129-37-0.

Pro tuto bakalářskou práci byly dohledány informace pomocí rešeršní činnosti v odborných člancích. Informace byly vyhledávány v těchto databázích: Medvik, EBSCO, ProQuest, MEDLINE, Ovid, Google Scholar. Byly použity i další zdroje, ze kterých bylo čerpáno. Byly použity tato klíčová slova: brachyterapie, karcinom děložního hrdla, léčba karcinomu děložního hrdla, radiologický asistent, komplikace léčby. Jazyk pro vyhledávání článků byl český a anglický. Celkem bylo dohledáno 448 článků z toho prostudováno 45, použito bylo 11 článků, pro nevyhovující obsah byly zbylé články mnou vyřazeny.

1 Brachyterapie

Moderní radioterapie tvoří již samozřejmou součást v léčbě zhoubných novotvarů. Používá se v kurativní i adjuvantní léčbě, kde je součástí chirurgický výkon, ale i u paliativní léčby, tam přispívá ke zkvalitnění života pacienta s nevléčitelnými formami onemocnění (Soumarová, Homola, 2006, s. 9). Asi polovina pacientů s maligním onemocněním je vyléčena, a to až čtyřicet procent radioterapií, i když incidence stále roste a nádorová onemocnění zaujímají druhé místo v příčinách úmrtí. V České republice je každoroční nárůst kolem tří procent (Petera, 2001, s.7). Léčebné možnosti se však stále zlepšují a tím se zvyšuje i pacientům naděje na uzdravení anebo prodloužení a zkvalitnění života (Tesařová, 2018, s.16)

Radioterapii dělíme z hlediska používaných technik na teleterapii a brachyterapii. Teleterapie má zdroj ionizujícího záření ve vzdálenosti nejčastěji šedesát až sto centimetrů od těla pacienta. Brachyterapie z řeckého brachys = krátký, je ozařování na krátkou vzdálenost (Petera, 1998, s.4). Dle umístění zdroje záření lze BTR dělit:

- a) Intraluminální – zdroj se nachází v lumen trubicového orgánu (maligní stenózy bronchů, jícnu nebo nádory mimojaterních žlučových cest)
- b) Intrakavitární – aplikace v tělní dutině (nádory děložního těla a čípku)
- c) Intersticiální – zdroj je zaveden pomocí plastických svodů nebo kokových jehel umístěn přímo do ložiska nádoru nebo do jeho lůžka. Aplikace může být buď dočasná, při které dochází po skončení ozáření k odpojení od zdroje, nebo trvalá, kdy je zdroj zaveden trvale v podobě zrn.
- d) Povrchová (muláže) – aplikátory jsou přikládány na povrch kůže s nádorovým ložiskem nebo na sliznice. Výhoda je, že lze nerovnoměrně distribuovat dávku a léčit prakticky jakýkoli tvar ozařované oblasti (Vojtíšek, 2018, s.69)

Při léčbě nádorového onemocnění se většinou obě metody kombinují jak teleterapie, tak brachyterapie mají každá své výhody i nevýhody. Výhody brachyterapie jsou dodání vysoké dávky do cílového objemu v krátkém čase, prudký pokles dávky v okolních tkáních, šetření okolních zdravých tkání a možnost dávkové eskalace čímž se dosahuje lepších léčebných výsledků. Nevýhody u brachyterapie jsou menší dávková homogenita, možnost podzáření v oblasti, kde se pravděpodobně budou šířit mikroskopické části nádoru mimo ozařovaný

objem a neposledním případě je nutnost úplné nebo částečné anestezie a nutnost hospitalizace pacienta (Soumarová, Homola, 2006, s. 9).

Brachyterapie má 4 základní indikace a to:

1. Primární radikální léčba – je určena pro malé a dobře změřitelné tumory s minimálním rizikem rozsevu do lymfatických oblastí. Cílový objem je tumor a obvykle dva centimetry bezpečnostní lem.
2. Boost k teleterapii – využívá se u tumorů s větším rozsahem a rizikem šíření lymfatickou cestou. Teleterapie ničí mikrometastázy a zmenšuje prvotní nádor. Brachyterapie dosycuje tumor na vyšší dávky, než by toho byla schopná samotná teleterapie.
3. Paliativní léčba – brachyterapie pomáhá s efektivním a rychlým snížením obtíží například u maligních stenóz jícnu nebo bronchů.
4. Je vhodnou metodou při opakovaném ozáření již ozařovaných tkání u recidiv jako například u recidiv nádorů dýchacích cest (Petera, 2001, s.10).

V některých případech je brachyterapie nežádoucí, a to u tumorů, které jsou již rozsáhlé, tumory s vysokou pravděpodobností k regionálnímu metastazování, nádory, které jsou špatně ohraničené, tumory kostí nebo ty co jsou v její blízkosti nebo nádory těžce přístupné (Petera, 2001, s.10).

1.1 Historie

Maligní tumor popsali jako první Egypťané už kolem roku 3000 př.n.l. Poté byl kolem roku 400 př.n.l. zaveden Hippokratem pojem „karcinom“. A řeckým lékař Galén ve 2.století n.l. užil slovo oncos, a tím popsal všechny tumory a Hippokratův karcinom užíval ve spojení se zhoubnými nádory (Tesařová, 2018, s.15).

K rozvoji poznání epidemiologie nádorů dochází v 18.století. Ke zlepšení v onkologické léčbě dochází na přelomu 19. a 20.století, kde dochází ke zdokonalení v chirurgii, užití radioterapie a nově i objevení chemoterapeutik (Tesařová, 2018, s.15).

K rozvoji brachyterapie dochází ve třicátých letech 20. století, kdy byly vytvořeny směrnice pro intrakavitární a intersticiální aplikace tzv. dozimetrických systémů, tudíž se zlepšila využitelnost brachyterapie v léčbě tumorů. Hojně se používaly muláže, ty byly

užívány ve formě radiových tub a přikládaly se na kůži pacienta. (Petera, 1998, s.5).

Na začátku 20.století už byly známy intratumorální aplikace, kde se zaváděly tenkostěnné skleněné trubičky ve stříbrných nebo zlatých pouzdrech do tumoru. Poté se již začaly používat jehly, které se zaváděly do tkáně a následně se podalo radium. Radium bylo nejčastěji využito k dermatologické léčbě. Posléze v padesátých letech byly zpřísněny nároky na radiační bezpečnost a tím následovalo méně indikací k brachyterapii. K rozvoji dochází ale záhy v sedmdesátých letech, kde umělé radioizotopy byly bezpečnější a začala se užívat technika afterloadingu, kde se zdroj zaváděl dodatečně. V osmdesátých letech se již užíval automatický afterloading a tím dochází i ke snížení zátěže personálu i zlepšení v oblasti dávkové distribuce do cílového objemu (Soumarová, Homola, 2006, s.11-12).

1.2 Přístroje pro brachyterapii

Přístroje používané pro brachyterapii jsou automatické afterloadingové a jsou dvojího typu. Low dose rate (LDR) jsou přístroje s nízkým dávkovým příkonem to je od 0,4 – 2 Gy za hodinu. High dose rate (HDR) se vyznačují vysokým dávkovým příkonem to je více než 12 Gy za hodinu. Konstrukcí jsou si velmi podobné. Zdroj je umístěn v kontejneru se stíněním, odkud motoricky nebo pneumaticky vyjíždí a zajíždí do trezoru. Na hlavici přístroje jsou připojeny aplikátory. Zařízení samo kontroluje jsou-li správně propojeny výstupní kanály na hlavici a aplikátory tím, že vyše předjezdce. Poté se simuluje ozáření, zdroj je neaktivní, prochází jednotlivými aplikátory a zaznamenává případné překážky v hadičkách. Pokud je vše v pořádku přístrojem začne procházet aktivní zdroj záření. Přístroj se ovládá na dálku, a tak odpadá problém ozáření personálu. Se zařízením jsou aplikátory propojeny plastovými hadičkami a výrobci těchto přístrojů je dodávají se sadami různých aplikátorů jak kovových, tak plastových, pro nejrůznější lokality tumorů (Šlampa, Petera et al., 2007, s.52).

LDR zařízení nejčastěji používají kuličkové zdroje s obsahem ^{137}Cs . Ve shodě s ozařovacím plánem jsou mezi aktivní kuličky zdroje zařazeny i neaktivní, tím pádem je možné optimálně rozložit dávku. Délka aplikace je obvykle kolem 1 až 7 dní. Dávka je 0,4-2 Gy/h. Pacient se nachází po dobu aplikace v místnosti se stíněním a pokud vejde personál ozařování se pozastaví a zdroj se zatáhne do odstíněného trezoru (Šlampa, Petera et al., 2007, s.52).

HDR přístroje používají jako zdroj ^{192}Ir o vysoké aktivitě (i 370 GBq). Rozložení dávky se modeluje tím, že zdroj je vždy nějakou dobu v určité pozici v aplikátoru. Vzdálenost místa zdroje je nastavitelná obvykle 3-5 milimetrů a čas, který tam zdroj stráví je dán ozařovacím plánem. Díky vysoké aktivitě musí být přístroj umístěn v ozařovně. Ozáření trvá pár minut, několikrát se opakuje během 1-7 dnů, a je rozděleno do frakcí. Dávka je přes 12 Gy/h. Zdroj se musí během roku 3- 4krát vyměnit z důvodu poločasu rozpadu ^{192}Ir , což je kolem 74 dní (Šlampa, Petera et al., 2007, s.52).

PDR (pulsed dose rate) jsou přístroje co využívají výhod jednoho zdroje ozařování při nižším dávkovém příkonu. Aktivita je kolem 37 GBq. Zdroj se po hodině zasouvá do aplikátorů na 10–30 minut a děje se to tak opakovaně každou hodinu. Efekt je podobný jako u LDR a je i stejná doba ozařování (Šlampa, Petera et al., 2007, s.52).

1.3 Zdroje pro brachyterapii

Brachyterapeutické zdroje mohou být gama zářiče, beta zářiče, neutronové zářiče a afterloadingové přístroje (Petera, 1998, s.7).

Radium ^{226}Ra

Radium bylo využíváno dlouhou dobu pro svoji rozpadovou řadu, která je intenzivními gama zářiči. Díky délce poločasu rozpadu se nemusely zdroje měnit. Ale díky nevýhodám v podobě nízkých intenzit γ -záření, které vedly k dlouhým expozicím například až 2 dny, a vzniku radonu při jeho rozpadu, se od radia postupně ustupovalo a nahradilo se jinými umělými zářiči (Binarová, 2010, s. 138-139).

Zářiče se plnily síranem radnatým, tyto radiofory byly zapouzdřené zářiče tvaru jehel, tub, drátů nebo válečků. Podléhaly požadavkům na uzavřený zářič, to znamená musí být utěsněný a stálý, aby se zamezilo úniku radioaktivní látky (Binarová, 2010, s. 138-139).

Další jeho nevýhodou bylo že vlivem produkce radonu splňoval nízký stupeň radiační ochrany. Docházelo k ozáření zdravotnického personálu díky tomu, že se pracovalo přímo se zdroji (Petera, 1998, s.9).

Cesium ¹³⁷ Cs

Radiové zdroje nahradilo cesium, také se vyráběly ve formě jehel a tub s podobnou aktivitou. Poločas rozpadu cesia je 30 let (Binarová, 2010, s.139).

Nyní se v brachyterapii využívá cesia u afterloadingových přístrojů, kde jsou cesiové kuličky uspořádané do řetězců a mezi nimi se na nachází spacery (neaktivní kuličky). Je nutné provádět korekci na poločas rozpadu (Petera, 1998, s.9).

Iridium ¹⁹² Ir

Dnes je to nejpoužívanější zářič pro manuální afterloading. Drátky se vyrábí ze slitiny iridia a platiny kde podíl platiny je 75 %, která pohlcuje beta záření. Drátky se dají stříhat na požadovanou délku a díky tomu, že platina na koncích drátků se komprimuje tak se drátek chová jako uzavřený zářič bez možnosti kontaminace zářením okolí (Petera, 1998, s.10).

Iridium je také ve formě zrn, které obklopuje plášť z oceli. V nylonových vláknech jsou zrna umístěna v pravidelných intervalech. Tato zrna s vysokou aktivitou se užívá jako zdroj pro automatické afterloadingové přístroje s vysokým dávkovým příkonem (Petera, 1998, s.10).

¹⁸² Tantal

Užívá se k jako alternativa iridia při intersticiální brachyterapii, ale jeho použití není příliš časté (Binarová, 2010, s.140).

⁶⁰ Kobalt

Má příliš vysokou energii na použití v brachyterapii, ale používá se ve formě téměř bodového zdroje u automatického afterloadingu (Binarová, 2010, s.140)

Radioizotopy s krátkým poločasem rozpadu

Tyto izotopy se využívají při permanentních intersticiálních aplikacích, kde jsou ve formě zrn zavedeny do tkáně, kde se po čase rozpadnou. Nejčastěji se používají u nádorů prostaty a mozku (Petera,1998, s.11).

¹⁹⁸ Zlato

Dodávají se ve větších a menších rozměrech o větší i menší aktivitě. Aplikují se pomocí aplikační pistole. Doba rozpadu je 2,7 dne (Petera,1998, s.11).

¹²⁵ Jód

Zavádí se ve formě zrn, absorbuje se na stříbrné tyči a může být použitý i pro dočasné aplikace. Jeho doba rozpadu je 60 dní (Petera,1998, s.11).

Nové umělé radioizotopy

Stále se hledají nové zdroje pro brachyterapii, které by více vyhovovaly parametry jako je aktivita, vhodnější energie a poločas rozpadu. Momentálně se vyvíjí a zkouší nové zdroje například ¹⁴⁵ samarium a ¹⁰³ palladium v intersticiální léčbě mozkových nádorů a též nádorů prostaty jako alternativa k ¹²⁵ I (Petera, 1998, s.11).

Zářiče beta

Těmito zářiči jsou ⁹⁰ Ytrium a ⁹⁰ Stroncium, které se užívají u nenádorových terapií na povrchu lézí oka, kde nesmí docházet k poškození hlubších struktur. Aplikátory jsou ploché nebo zakřivené, kde radioaktivní materiál je nanesen na stříbrnou destičku a pokrývá se vrstvou platiny a stříbra (Petera, 1998, s. 11, Binarová, 2010, s.140).

Neutronové zářiče

Kalifornium

Jedná se o umělý radioizotop, který emituje neutrony, což je záření o vysokém LET (jedná se o přenos energie záření na vzdálenosti). Má účinky na hypoxické nádory. Používá se jen na několika místech na světě, kvůli ochraně před neutronovým zářením. U nás v České republice se používá na Masarykově onkologickém ústavu v Brně (Petera, 1998, s.11).

Afterloadingové přístroje

Tyto přístroje znamenají zdokonalení brachyterapie. Vodič se zavádí po přesném nastavení do cílového objemu nebo do tělesné dutiny. Jsou dva druhy afterloadingu, a to manuální a automatický (Binarová, 2010, s.141).

Manuální afterloading

Zdroj záření je umístěn v trubičce, kde je zajištěn proti posunutí či vypadnutí. Poté se ručně zavede do aplikátoru a jeho pozice se zafixuje a následuje ozáření (Binarová, 2010, s.141).

Automatický afterloading

Zdroj nebo zdroje jsou umístěny ve stíněném kontejneru, při pracovní pozici automaticky vyjíždějí zdroje z kontejneru a po ukončení ozařování se navrací zpět. Pro kontrolu pozice a zda vše funguje se vysílá předjezdec neboli maketa zdroje, pokud je vše v pořádku pneumaticky se vysune zářič. Touto metodou se snížilo ozáření zdravotnického personálu a zpřesnil se terapeutický efekt. Dávka je rozložena pomocí rozdílného časového intervalu, ve kterém zářič setrvá v určité pozici (Binarová, 2010, s.141).

Mezi výhody afterloadingu patří snížení radiační zátěže pro personál, lékař má dostatek času na zavedení neaktivních aplikátorů, možnosti upravit aplikátory před zavedením zdroje záření, ozařování lze hned přerušit zajištěním zdroje do stíněného kontejneru a také užití HDR zdroje, který umožňuje snížit ozařovací čas (Binarová, 2010, s.142).

1.4 Lokalizace zdroje

Je to jeden z prvních kroků v plánování brachyterapie. Přesná lokalizace je nutná k označení geometrie aplikace a pro ujištění se, zdali aplikace souhlasí s pravidly užitého brachyterapeutického systému (Peters, 2001, s.17). Jsou 3 možnosti lokalizace zdroje a to:

- a) **Přímé měření** se užívá pro povrchově uložené léze, které jsou léčeny jednorovinnou aplikací. Je to nejpresnější a nejjednodušší způsob pro lokalizaci u těchto lézí. Tohoto měření by mělo být součástí rentgenový snímek, popřípadě fotografie aplikace pro pozdější uložení do dokumentace pacienta. Měření je možno využít v případě použití nepohyblivých šablon pro uspořádané a rovnoběžné radioaktivní linie, jako například u intersticiální aplikace prsu, nicméně pouze za předpokladu, že není možné využití jiné metody pro lokalizaci a že je geometrie lokalizace správná. Avšak metodu nelze doporučit u některých intraluminárních aplikací, kde je nezbytné dát prioritu rentgenovým snímkům.

- b) Konvenční rentgenové snímky**, ty jsou na sebe kolmé ve dvou rovinách a zajišťují prostorové rekonstrukce u náročnějších aplikací. Pokud aplikaci tvoří více radioaktivních linií je rozpoznání jednotlivých zdrojů obtížné, jestliže nejsou použity speciální markery pro každou linii zvlášť. Poté ještě existuje technika shiftu, ta spočívá ve vyhotovení dvou snímků ze známého úhlu. Snímky shift technikou i ortogonální snímky lze díky počítačovému plánovacímu systému velmi dobře zrekonstruovat.
- c) Konvenční nebo computerová tomografie** jsou metody s nejpřesnějšími rekonstrukcemi (Petera, 2001, s.17-18, Petera, 1998, s. 12-13).

2 Algoritmus brachyterapie

Podle toho, jakou techniku použijeme, volíme jednotlivé kroky pro plánování brachyterapie. K vykonání brachyterapie je nutný brachyterapeutický sál (Adam, Krejčí, Vorlíček et.al., 2011, s.120-121).

Jednotlivé aplikace mají svůj charakter, podle kterého se pacient ukládá do požadované polohy a uvádí se do celkové nebo částečné (lokální) anestezie. Poté je určena poloha aplikátorů a následně jsou zavedeny k místu s nádorem. Aplikátory jsou zaváděny lékařem a jsou bez zdroje záření. Dále se kontroluje poloha aplikátorů (nejčastěji pod RTG kontrolou) a jsou vypočítány dávky pro daný tumor, následně se připojí aplikátory ke zdroji a zahájí se ozařování. Pro polohu aplikátorů na hlavici ozařovače se vypracovává několik dozimetrických systémů tak, aby se dosahovalo co nejlepší distribuce dávky (Adam, Krejčí, Vorlíček et.al., 2011, s.120-121).

K rozmístění aplikátorů lze využít několik metod. Pomocí rentgenových snímků ve dvou na sebe kolmých rovinách (ortogonální snímky). Provádějí se pomocí C ramene nebo na RT simulátoru, kde jsou v aplikátorech umístěny kontrastní markery zdroje, a kde jsou kritické orgány označeny kontrastní náplní. Dále se používají přesnější a zároveň s prostorově lepším zobrazením CT nebo MR řezy. U určitých nádorů se využívá UZ před aplikací k ověření například polohy a délky dělohy nebo lůžko u nádoru prsu po parciální mastektomii (Adam, Krejčí, Vorlíček et.al., 2011, s.120-121).

Při plánování radioterapie se přenesou snímky do plánovacího systému. Poté za spolupráce lékaře, fyzika a radiologického asistenta se vyznačí souřadnice referenčních bodů a místo aplikátoru pro definování dávky v tumoru a v kritických orgánech. Plánovací systém poté zobrazí zadané údaje v prostoru. Jako v zevní radioterapii tak i zde se předepsané a vykazované dávky řídí doporučeními k zajištění znovuprovedení a standardnosti léčby (Adam, Krejčí, Vorlíček et.al., 2011, s.121).

Radiologický fyzik vypočítá distribuci dávky a ozařovací čas v plánovacím systému, vypočítá je pro každý aktivní polohu zdroje. V jednotlivých pozicích aplikátoru HDR zdroj zůstává určitý čas, to se děje pomocí modelace rozložení dávky. Ozařovací plán je dále ohodnocen lékařem, zda je dosaženo cílového objemu a co nejmenšího zatížení kritických orgánů, a popřípadě se dále optimalizuje.

Zadané údaje se přenesou do PC afterloadingového přístroje. Poté se aplikátory připojí k přístroji pomocí plastových přenosových trubic. Pacient se informuje o délce ozařování a délce výkonu. Poté se automaticky vysouvá zdroj do aplikátorů, a dochází k samotnému ozáření. Stav pacienta po celou dobu sledován na obrazovkách v ovladovně a zaznamenáván v ozařovacím protokolu. Po skončení ozařování se aplikátory vyjmou a pokud byl pacient v celkové anestezii je převezen na lůžkové oddělení na další sledování (Adam, Krejčí, Vorlíček et.al., 2011, s.121).

2.1 Druhy aplikací užívaných při brachyterapii

UTEROVAGINÁLNÍ APLIKACE

Tyto aplikace se využívají u karcinomu děložního čípku. Z uterinní sondy a vaginálních ovoidů se skládá Fletcherův aplikátor. Za pomoci cervikálního stoperu se přizpůsobuje délka uterinní sondy, která se uzpůsobuje délce děložní dutiny. Dle zakřivení a sklonu děložní dutiny jsou různé uterinní sondy. Vaginální klenba je vyplněna ovoidy a podle její prostornosti se zvolí velikost ovoidů ta bývá od 2 do 3,5 cm. Mezi ovoidy je stoper, který zabraňuje jejich přiblížení k sobě. Rentgen kontrastní značkou se označuje čípek. Při správné tamponádě se odtlačuje rektum a močový měchýř a fixuje se celý aplikátor, aby nedošlo k jeho pohybu. Snahou brachyterapie je maximálně ozářit dělohu, čípek, paracervikální tkáň a vaginální klenby, a kde je snaha co nejméně ozářit rektum a močový měchýř (Petera, 1998, s. 16-19).

V roce 1913 byla poprvé využita brachyterapie s radiovými zdroji při léčbě karcinomu děložního čípku. Utvořily se 3 způsoby brachyterapie, které se odlišovaly dávkovým příkonem, frakcionací, dále také množstvím použitého radia. Tyto metody byly označovány jako Pařížská a Stockholmská metoda a Manchesterská technika.

Pařížská metoda se skládala ze 3 tub, které obsahovaly radium. Délka jedné aplikace se pohybovala okolo 120 hodin.

Stockholmská metoda pracovala s vyšším obsahem radia v uterinní sondě i ovoidech, tím pádem se zvýšil dávkový příkon. Dávka dvakrát denně po 35 Gy za 24 hodin, se opakovala každé 3 týdny.

Manchesterská technika pracovala s různým množstvím radia a také používala rozličně dlouhé uterinní sondy a ovidy o odlišných průměrech v závislosti na prostornosti vaginálních kleneb. Dvě frakce se prováděly během 1–2 týdnů (Petera, 1998, s. 16-19).

Izodosy zaujímají tvar hrušky, kde referenční izodosa zabírá celý cílový objem tzn. dělohu. Vzhledem k dávkové distribuci by měli být ovidy velké tak, dle velikosti poševní klenby a uterinní tandem by měl být dlouhý, jak to jen jde. Pokud je poševní klenba úzká dají se použít miniovidy či půlovidy. Jestliže je vaginální klenba příliš úzká používá se uterinní tandem. U uterinní sondy se však zvyšuje dávka na močový měchýř a rektum (Petera, 1998, s. 16-19).

Kromě Fletcherova aplikátoru se používá i ring aplikátor (prstencový) a kombinuje se s uterinní sondou a vaginálním válcem, který se rozšiřuje směrem čípku, tak aby mohla být uterinní sonda různě zakřivená (Petera, 1998, s. 16-19).

KOLPOSTAT

Je složen z vaginálních ovidů. Tato aplikace se používá po chirurgickém odstranění dělohy po zhoubném nádoru děložního hrdla. Výkon se provádí ambulantní formou bez užití celkové anestezie (Petera, 1998, s. 23).

VAGINÁLNÍ VÁLEC

Obvykle se vaginální válec využívá k ozáření vaginy při karcinomu endometria po radikální hysterektomii, u kterých hrozí vznik recidiv. Používá se i u karcinomů vaginy, které jsou malého rozsahu, a to buď samostatně nebo se kombinuje s teleterapií a intersticiální aplikací. Rozměr válce závisí na průměru vaginy, a proto jsou válce v rozmanitých rozměrech. Použije se válec, který se dá pacientkou ještě snést (Petera, 1998, s. 23).

HEYMANOVA TAMPONÁDA

Používá se u inoperabilního karcinomu endometria při intrakavitární brachyterapii. Tamponáda je složena z jednotlivých zářičů, jež jsou umístěny na drátcích nebo plastických trubičkách. Děložní dutinu vyplňují vějířovitě a v několika vrstvách, aby se děloha ozářila rovnoměrně. Heymanova tamponáda se užívá u dělohy větších rozměrů. U středně velké dělohy se používá dvoukanálová sonda Y a pro malou dělohu se používá jednonálová děložní sonda (Cibula, Petruželka et.al, 2009, s. 485).

LINEARNÍ INTRALUMINÁRNÍ ZDROJ

Využívá se u maligních obstrukcí jícnu, žlučových cest nebo bronchů. Jedná se o účinnou metodu ve zmírnění polykacích a dechových potíží, nebo u obstrukčního ikteru. (Petera, 1998, s. 24)

INTERSTICIÁLNÍ APLIKACE

- a) Plastické trubičky – je to nejpoužívanější metoda u intersticiálních aplikací. Jsou užívány v kombinaci s automatickými afterloadingovými přístroji, kde se do cílového objemu umístí duté jehly a poté se jejich umístění zkontroluje pomocí RTG snímku. Poté se jehlou protáhne silikonový drátek. Jsou dva způsoby zavedení trubiček:
- pushing technika – tlakem se vytlačuje jehla, která je nahrazena plastovou trubičkou.
 - pulling technika – u této techniky se protáhne tkání trubička, do které se vloží užší trubička s maketou zdroje. Poté se udělají snímky a vypočítá se délka a pozice zdroje. Dále už se zavádí samotný zdroj.

Tato technika se indikuje u karcinomu rtu, prsu či bukální sliznice. U karcinomu jazyka se využívá modifikace této aplikace ve formě plastických smyček. Dále se využívá u karcinomu močového měchýře, sarkomu měkkých tkání a také se zkouší užívat u karcinomu pankreatu jako peroperační technika (Petera, 1998, s. 28).

- b) Technika dutých ocelových jehel – tato technika se používá u rovnoběžných zářičů, za pomoci šablon (template), ve kterých jsou otvory pro dokonalou geometrii při aplikaci. Přímo do jehel, které jsou v trubičkách, se zavádí zdroj. Jehly jsou různě dlouhé od 6 do 14 centimetrů. Indikují se při karcinomu prsu (boost), karcinomu vagíny a prostaty, u karcinomu děložního čípku i konečníku.
- c) Technika podkožních jehel – Jehly jsou umístěny v cílovém objemu a po kontrole geometrie se zavede iridiový zdroj přímo do jehly. Používají se šablony a plastické trubičky. Technika se využívá u povrchových lézí například na rtu, kůži nebo penisu.

- d) Technika chirurgického hedvábí – Cílový objem se přímo prošívá iridiovým drátkem, který je upraven na chirurgické vlákno. Užívá se této techniky, kde je tumor obtížně dostupný jako například u tumorů očního koutku (Petera, 1998, s. 29).

MULÁŽE

Jsou určeny k povrchovým aplikacím, využívají se například u spinocelulárního karcinomu nebo bazaliomu.

Na ozařování se používají destičky, které jsou přizpůsobeny tvaru tumoru a tloušťka se přizpůsobuje hloubce cílového objemu. Destičky jsou vytvořeny z různých termoplastických materiálů, plexiskla či jiných materiálů. Na tyto destičky se připojí trubičky, které se zapojují do afterloadingového přístroje (Petera, 1998, s. 29).

PERMANENTNÍ APLIKACE

U tohoto typu aplikace jsou zdroje zavedeny do cílové tkáně a jsou tam ponechány na trvalo. Jako izotopy se využívají ty s krátkým poločasem rozpadu jako například ^{198}Au nebo ^{125}I . Používají se u nádorů prostaty a mozku, kde je nádor uložen v hloubce. Zrna s izotopy se zavádí injektorem do místa určení a po kontrole geometrie (Petera, 1998, s.30).

2.2 Indikace, kontraindikace, rizika a komplikace brachyterapie

Indikace

Technologický pokrok vedl k vývoji brachyterapie. Díky využívání trojrozměrného zobrazení a navigované zavádění aplikátorů se brachyterapie stala vysoce sofistikovanou léčebnou metodou, které se využívá v léčbě kurativní, adjuvantní i paliativní.

Brachyterapie se indikuje, pokud není možné provést chirurgickou resekci nebo pokud je tento výkon obtížný provést či pokud pacient s výkonem nesouhlasí. Takto se indikují malé nádory, které nezasahují do okolních struktur.

V kombinaci s teleterapií se využívá u gynekologických nádorů. Podíl brachyterapie je menší, pokud je onemocnění pokročilejší.

Brachyterapie se též používá jako pooperační ozáření v kombinaci právě s teleterapií. Kde se první použije teleterapie a následně se užije brachyterapie.

Jako novinka se začala používat permanentní implantace v oblasti metastáz v páteři po předchozím ozáření, dále do jaterních metastáz či do kavity po sublobární resekci plic. Tady se využívá toho, že jde o jednorázovou aplikaci (Binarová, 2010, s.144).

Kontraindikace

Často k nim dochází na základě nespolupráce pacienta. Dále pokud pacienta nelze uvést do anestezie nebo analgosedace, z důvodu zhoršení jeho stavu nebo přítomnosti jiných nemocí. Také se to vztahuje na obézní pacienty, kteří překračují nosnost aplikačního stolu. Kontraindikace vzniká u nádorů těžko přístupných, u rozsáhlých nádorů či u nádorů s obtížně určitelným ohraničením (Vojtíšek, 2018, s.71).

Rizika a Komplikace

Nejčastěji vznikají při zavádění aplikátorů do cílového orgánu, kde může dojít k jeho perforaci nebo jeho poškození například při uterovaginální aplikaci může dojít k protržení dělohy. Při používání vysokých dávek záření se objevují pozdní nežádoucí účinky, a to v podobě chronických zánětlivých změn jako je například proktitida, cystitida nebo srůsty pochvy v oblasti kde byla aplikována brachyterapie (Vojtíšek, 2018, s.71).

3 Karcinom děložního hrdla

Je snadno identifikovatelný na pravidelných gynekologických prohlídkách, bohužel i v současné době se setkáváme s velkým počtem pokročilých nálezů. Nádory vznikají buď jako exocervikální forma to znamená na povrchu hrdla, nebo jako endocervikální forma to je v cervikálním kanále. Endocervikální forma je hůře odhalitelná z důvodu dlouhého bezpříznakového období. Tato forma se šíří do parametrií a lymfatických uzlin velmi rychle. Hematologickou cestou se šíří méně často. Nejčastější metastázy nacházíme v játrech, plicích a kostech. Aby byla léčba účinná a úspěšná je nutná histologická verifikace nádoru a určení stadia karcinomu za pomoci obligatorních a fakultativních vystření jako například ultrazvuk, CT, MR, či jiných diagnostických metod (Stankušová, 2010, s.16-20).

3.1 Incidence karcinomu děložního hrdla

Česká republika patří na přední příčky incidence karcinomu děložního hrdla v Evropě. Ročně přibude okolo 20 případů na 100 000 žen. Záchyt nemoci v I. stádiu se pohybuje kolem 50 % všech případů. To způsobuje pozdní diagnostika z důvodu chybějícího organizovaného screeningu a nedostatečného provádění HPV testace. Pokud se nemoc zachytí v časném stádiu má velmi dobrou prognózu, u pokročilejšího onemocnění se prognóza výrazně zhoršuje (Cibula, Petruželka et.al., 2009, s. 393-394).

3.2 Etiologie a patogeneze

Jako příčina tohoto onemocnění se označuje infekce epitelu děložního hrdla lidským papiloma virem (HPV). Vysoce rizikové jsou zejména HPV-16 a HPV-18 a to v 70 % případu jsou jeho původci. HPV viry jsou nejčastěji sexuálně přenosné agens vůbec. Imunitní systém si s těmito viry dokáže spontánně poradit a sám je vyeliminuje. Pouze u 10-20 % infekce se virové napadení změní na počínající prekancerózu a u necelé třetiny žen progreduje na invazivní karcinom (Chovanec, Náležinská, 2014,269-270), (Geryk, Svoboda, Kubecová et.al., 2012, s.74).

Samotná infekce virem není dostačující, musí se spojit ještě další rizikové faktory. Jako nejčastější typ karcinomu se uvádí dlaždicobuněčný (spinocelulární) karcinom,

který tvoří asi 80 %. Dále adenokarcinomy tvoří 10–15 %. Ostatní typy karcinomů jsou vzácné (Chovanec, Náležinská, 2014, s.269).

3.3 Rizikové faktory ovlivňující vznik karcinomu

Faktory jsou dobře známy a řada souvisí se sexuálním chováním ženy. Mezi tyto faktory se řadí:

- infekce rizikovými HPV viry – je to nejdůležitější faktor, avšak sám o sobě nestačí. V 99 % případů karcinomu děložního hrdla je infekce HPV viry pozitivní,
- časná koitarche – jedná se o zahájení sexuálního života ženy před 16. rokem,
- větší počet sexuálních partnerů – pokud má žena více než 10 sexuálních partnerů zvyšuje se její riziko 2- 3krát,
- promiskuitní mužský partner – jestliže má muž více sexuálních partnerek je velké riziko nákazy HPV viry či sexuálně přenosných nemocí jako například chlamydiové infekce,
- kouření – zde zahrnujeme i pasivní kouření, je to nezávislý rizikový faktor, který poškozují lokální imunitu, tento faktor se vztahuje ke spinocelulárnímu karcinomu,
- multiparita – riziko se zvyšuje s více porody, toto riziko lze prokázat od 3 a více porodů,
- nízký věk prvního porodu – tento faktor je spojený s časným sexuálním životem,
- HIV pozitivita, imunodeficience, imunosuprese – vedou ke zrychlení prekanceróz,
- hormonální antikoncepce – působí při vlivu rizikových HPV virů, při užívání 10 let a více se riziko zvyšuje 2,5krát, pokud žena antikoncepci vysadí tak se po 10 letech riziko vrací do normálu,
- dieta – nedostatek kyseliny listové, betakarotenu a vitamínu C,
- rodinná zátěž – pokud je pozitivní anamnéza u matky nebo sestry zvyšuje se riziko 2 - 3krát
- absence cytologického screeningu – což vede k možnosti propuknutí nemocí v plné míře

Jsou i protektivní faktory karcinomu děložního hrdla mezi ně lze zařadit screening jakož to sekundární prevenci.

Gynekolog vezme stěr z děložního čípku a vzorek se testuje na přítomnost rizikových HPV virů (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.399-400).

Dále by se měli dodržovat zásady bezpečného pohlavního styku a nekuřáctví. Také se aplikují vakcíny proti rizikovým papilomavirům. Očkují se chlapci i dívky kolem 13 roku života (předpokládá se, že ještě nepřišli do kontaktu s HPV viry). Vakcíny jsou hrazeny pojišťovnou buď celkově anebo se za vakcínu doplácí určitá částka, záleží na specifitě vakcíny (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.338).

3.4 Projevy nemoci a diagnostika

Počáteční stádia nemoci probíhají asymptomaticky. V pozdější fázi onemocnění se objevují příznaky jako vodnatý výtok, krvácení, bolesti v oblasti malé pánve, bolest při souloži. Může se objevit též ascites, hubnutí a celkové snížení tělesné výkonnosti (Chovanec, Náležinská, 2014, s.269).

Jako základ diagnostiky je komplexní gynekologické vyšetření. Pokud je pozitivní nález odebírají se vzorky minibiopsií (punch biopsie), kterou se ověřují histologické typy nádoru. Pro histologickou verifikaci se ještě užívají metody kyretáže a konizace děložního hrdla. Histologický popis obsahuje informace o typu nádoru, stupeň jeho diferenciaci, hloubku invaze a rozměry léze. Jestliže se jedná o invazivní karcinom, provádí se soubor dalších vyšetření pro určení rozsahu onemocnění (tzv. staging). Součástí stagingu je anamnéza, somatické vyšetření, hematologické vyšetření, onkogynekologická rozvaha a zobrazovací metody jako ultrazvuk, CT a MRI a PET/CT. Součástí mohou být i další vyšetření jako například cystoskopie, rektoskopie, kolonoskopie atd (Chovanec, Náležinská, 2014, s.269-270), (Holub et.al.,2008, s.146).

Pro zvolení vhodné léčby je nutné využít přesné zobrazovací metody, jimiž jsou gynekologické ultrazvukové vyšetření, magnetická rezonance, počítačová tomografie a PET. U ultrazvukového vyšetření se využívá endoluminální sondy, které se dostanou do blízkosti děložního hrdla buď transvaginálně nebo transrektálně. Transrektální přístup má výhody v tom, že tumor se zobrazuje trojrozměrně, umožňuje zhodnotit parametria a šíření nádoru do pochvy, močového měchýře a také hodnocení infiltrace rekta. Navíc má i výhodu, že nezpůsobuje krvácení u exofytických nádorů jako u použití transvaginálního přístupu.

Ultrazvuk je nezastupitelnou součástí u stagingu karcinomu děložního hrdla (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.407).

Karcinomy děložního hrdla jsou nejčastěji indikovány v gynekologii k MR vyšetření. MR se využívá k stagingu již prokázaného tumoru. Platí, čím je stádium pokročilejší, tím je MR diagnostika spolehlivější. U stagingu je důležité šíření tumoru do okolí, nejlépe se to hodnotí u III. a IV. stádia, kde se dobře zobrazí propagace do okolí, pochvy, močového měchýře, rekta nebo pánevního dna a zobrazí se i lymfatické uzliny. MR je u karcinomu děložního hrdla velmi přesnou metodou stagingu (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.409).

Počítačová tomografie se u karcinomu děložního hrdla využívá méně než MR. CT je limitováno z důvodu menšího tkáňového kontrastu a posuzování šíření nádoru do okolí u časných stádií. Proto se CT využívá u pokročilých stádií, kde je vidět rozsev tumoru do okolních orgánů. CT je ale přínosem u diagnostiky metastáz a vzdálených uzlin (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.410).

Pozitronová emisní tomografie se hojně využívá u postižení lymfatických uzlin a k detekci recidiv. Akumulace FDG v uzlinách představuje významný prognostický faktor (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.410).

3.5 Možnosti léčby karcinomu děložního hrdla

Léčebných modalit je více možností jako primární se užívá chirurgická léčba. Dále radioterapie a chemoterapie. V současné době se využívá i biologická léčba. Hormonální léčba u karcinomu děložního hrdla se nepoužívá. Pro rozhodnutí způsobu léčby se bere ohled na věk pacientky, její zdravotní stav, chování karcinomu a jeho rozsahu. U mladých pacientek se bere v úvahu i zachování fertility. U časných stádií je hlavní způsob léčby chirurgický výkon. U žen, které si operaci nepřejí nebo ze zdravotních důvodů ji musejí odmítnout, se využívá radioterapie. U pokročilých stádií se využívá chemoradioterapie. U IV. stádia se používá radioterapie či chemoterapie jako paliativní způsob pro zmírnění bolestí (Chovanec, Náležinská, 2014, s.270).

Chirurgická léčba

Je volena jako primární léčba u časných stádií karcinomu děložního hrdla. Radikalita léčby závisí na rozsahu nemoci. Onkogynekologický tým určí radikalitu zákroku. Zárok se může provádět laparotomicky, laparoskopicky nebo roboticky a bývá spojen i s lymfadenektomií. Nebo lze zvolit i vaginální přístup s laparoskopickou asistencí. Pro radikální hysterektomii se používá klasifikace, která přesně specifikuje rozsah radikality v oblasti pochvy a parametrií, která vychází z anatomických hranic resekce. Díky tomu lze srovnat výsledky léčby, komplikace u operací a pooperační komplikace. Pro rozsah radikality v oblasti parametrií je nutné znát předoperační staging, TMN klasifikaci určující rozsah tumoru, přítomnost sentinelových uzlin a histologickou povahu karcinomu. Pro chirurgickou léčbu karcinomu děložního hrdla se používají tyto metody (Chovanec, Náležinská, 2014, s.270-271):

Konizace děložního hrdla – jedná se o výkon diagnostický i terapeutický, kde se odstraňuje tumorózní léze i s bezpečnostním lem zdravé tkáně a to minimálně 5 mm. Tento zákrok se provádí za pomoci vysokofrekvenčních elektrochirurgických nástrojů.

Trachelektomie prostá – jde o amputaci děložního hrdla, kde se zachovává pouze malá část hrdla.

Trachelektomie radikální – tady je amputováno děložní hrdlo i velká část pochvy a parametrií. Rozsah resekce záleží na pokročilosti karcinomu. Odebírá se tumor a bezpečnostní lem. Volí se operační přístup abdominálně či vaginálně nebo laparoskopicky či roboticky. S tímto výkonem se spojuje i pánevní systematickou lymfadenektomií. Tento výkon se provádí u žen, co chtějí zachovat fertilitu.

Prostá hysterektomie – je to odstranění celé dělohy, u žen, co už neplánují graviditu. Používá se vaginální, abdominální nebo laparoskopický přístup.

Radikální hysterektomie – určuje se dle radikality v odstranění parametrií a proximální části pochvy. Jsou 4 typy radikální hysterektomie:

- Typ A – jedná se o odstranění celé dělohy, a to i pericervikální tkáně až po úpon poševních kleneb.

- Typ B – je to resekce zhruba 2 cm v předních a zadních parametriích, v předních parametriích tvoří hranici ureter.
- Typ C – zadní a postranní parametria se resekují až po hranici pánevní stěny, u předních parametriích je resekce provedena až ke stěně močového měchýře. U tohoto typu jsou ještě 2 podtypy, a to se zachováním autonomních nervových vláken a u větších resekcí je to typ s poškozením autonomního nervového systému pánve.
- Typ D – je používán nejvzácněji, protože se jedná o nejradikálnější výkon je indikován u lokálně pokročilých nádorů a také u recidiv karcinomu děložního hrdla v pánvi. Je odejmuta i vnitřní ilická céva a artérie s jejich větvemi (Chovanec, Náležinská, 2014, s.270).

Důležitou součástí tvoří i detekce sentinelové (strážné) uzliny u časných stádií karcinomu děložního hrdla. Poukazuje na metastatické postižení a má prognostický charakter a ovlivňuje další prognózu. Pokud se projeví sentinelové uzlina negativně tak se nádor s největší pravděpodobností nebude šířit lymfogenní cestou. Sentinelové uzliny se operují laparoskopicky či abdominální cestou. Pozitivní nález sentinelové uzliny vede k indikaci hysterektomie nebo k indikaci primární radikální chemoterapie nebo lymfadenektomií v oblasti pánve (Chovanec, Náležinská, 2014, s.271).

Chemoterapie

Do léčby karcinomu děložního hrdla byla chemoterapie zařazena pro zlepšení léčebných výsledků. Využívá se u pokročilejších forem karcinomu a je používána zároveň s radioterapií. Samotná chemoterapie má paliativní účinky (Chovanec, Náležinská, 2014, s.272).

Jako cytostatikum pro karcinom děložního hrdla se používá cisplatina. Další cytostatika jako například paklitaxel, vinorelbin, ifosfamid a topotekan se často kombinují s cisplatinou pro lepší léčebné účinky. V současnosti se používá chemoterapie v těchto možnostech (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.444-445):

- Konkomitantní podávání chemoterapie s radioterapií – je to nový trend v léčbě karcinomu děložního čípku. V randomizovaných klinických studiích je prokázáno, že užívání konkomitantní chemoterapie snižuje riziko úmrtí o 28-50 %. Při monoterapii cisplatinou se užívá jedenkrát týdně 40mg/m² v průběhu radioterapie.

Tato léčba nese zvýšené riziko vzniku hematologické a gastrointestinální toxicity (Chovanec, Náležinská, 2014, s.272) (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.443-444).

- Neoadjuvantní chemoterapie – jedná se o léčbu chemoterapií před chirurgickou léčbou anebo radioterapií. Jejím cílem je zmenšit nádor před chirurgickým zákrokem. Pozitivně se osvědčila cisplatina v kombinaci s iofosfamidem, kde po 2 týdnech proběhne chirurgický zákrok. Tato metoda má výhody ve zmenšení tumoru na lepší operabilitu, snižuje výskyt metastáz v lymfatických uzlinách a zmírnění relapsů v oblasti pánve (Chovanec, Náležinská, 2014, s.273).
- Chemoterapie pokročilého a recidivujícího onemocnění – v tomto případě plní chemoterapie funkci paliativní. Zde se zvažuje přínos léčby v kvalitě života pacientky. U recidiv karcinomu se používá monoterapie nebo kombinace více cytostatik. Zde záleží na stavu pacientky, zda již podstoupila léčbu cytostatiky či již byla ozařována. Pokud je pacientka již léčena cisplatinou, pak se volí kombinace s jiným cytostatikem. V tomto případě se prodlužuje období rozvoje nemoci a zlepšila se odpověď na léčbu (Chovanec, Náležinská, 2014, s.273).

Při zjištění chemosenzitivity karcinomu se chemoterapie primárně užívala k paliativní léčbě a k terapii recidiv. Později se začala využívat v neoadjuvantní léčbě. Díky zmenšení tumoru se zlepšily podmínky pro radioterapii nebo pro chirurgický výkon, kde předtím se tumor jevil jako neresekabilní. Chemoterapie má pozitivní vliv na rizikové faktory jako je invaze karcinomu do lymfatických uzlin nebo šíření karcinomu do parametrií. Podáním chemoterapie by se mělo zamezit výskytu vzdálených metastáz (Kümmel, Trhlík, Bučko, 2017, s.20-21).

V současnosti se chemoterapie užívá konkomitantně s radioterapií jako standartní postup v léčbě pokročilého onemocnění. Chemoterapie získává i své místo ve fertilitu zachovávajícím postupu léčby. Současné studie hovoří o pozitivní kontrole nemoci a dobré těhotenské výsledky u menších tumorů, bez postižení lymfatických uzlin a bez velkých resekcí zákroků (Kümmel, Trhlík, Bučko, 2017, s.23).

Radioterapie

Radioterapie je srovnatelná jako kurativní metoda s chirurgickým zákrokem u stádií I-IIA, od stádia IIB – III se volí v kombinaci s brachyterapií. Samotnou brachyterapii je možno použít u stadia IA či IB1, kde je tumor menší než 1 cm.

U IV. stádia se používá pouze radioterapie nebo pokud není možné provést brachyterapii z důvodu nemožnosti zavést uterovaginální aplikace díky špatným anatomickým strukturám, které jí v tom brání. Ve vyšších stádiích onemocnění se radioterapie kombinuje s chemoterapií, díky tomuto postupu jsou lepší výsledky přežití pacientky, bohužel bývá často doprovázen zvýšeným výskytem nežádoucích účinků. Ve IV. stádiu nemoci má radioterapie paliativní funkci. Radioterapie je limitována tím, že pacientky jsou již dříve ozařovány a je jim podávána chemoterapie, a tudíž opětovné použití radioterapie je na zvážení lékaře dle stavu pacientky. Doba léčby by neměla přesahovat 52 dní (Chovanec, Dostálová et.al., 2010, s.178).

V současnosti probíhá plánování radioterapie pomocí obrazu, k tomu se využívá CT zobrazení, podle kterého se stanoví ozařovací plán, stanoví se rozsah tumoru a lokalizuje se cílový objem. Rozšiřuje se i fúze CT a MR, kde pomocí MR se lokalizuje cílový objem a pomocí CT se vypočítá dávka pro daný cílový objem. Dále se využívá i PET, zejména při postižení paraaortálních uzlin. Pokud je pacientce diagnostikováno onemocnění se zásahem i do uzlin, indikuje se jí radioterapie i s ozařením této oblasti. Díky těmto technikám je umožněno snížit dávky ve zdravých tkáních a orgánech, a naopak zvýšit dávky v tumoru. Cílový objem u karcinomu děložního hrdla tvoří velikost nádoru, jeho šíření do parametrií nebo pochvy, děloha, děložní vazy, regionální a paraaortální uzliny. Radioterapie se aplikuje frakcionaně, kde jedna frakce je 1,8–2 Gy a celková dávka je 45–50 Gy. Zhruba ve třetím týdnu teleterapie se indikuje brachyterapie (Chovanec, Náležinská, 2014, s.272), (Holub et.al.,2008, s.146).

Jako většinou používanou technikou pro ozařování pánevní oblasti je tzv. box technika, kde jsou používány 4 protilehlá pole. U ozařování paraaortálních uzlin se používají 2 protilehlá pole (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.440).

Ke zdokonalení radioterapie přispěla metoda používající modulaci intenzity záření IMRT (intensity modulated radiotherapy). IMRT umožňuje měnit rozložení dávky v ozařovaném poli a tím dosáhnout shody mezi tvarem cílového objemu a ozařeným objemem i se složitějším geometrickým uspořádáním i v blízkosti kritických orgánů jako jsou střevní kličky, močový měchýř a rektum, které blízkce sousedí s děložním hrdlem (Chovanec, Dostálová et.al., 2010, s.178).

Absolutními kontraindikacemi pro radioterapii karcinomu děložního čípku jsou:

- předchozí ozáření pánevní oblasti vysokou dávkou
- pokud pacientka nespolupracuje
- pokud má pacientka akutní zánětlivý proces v dutině břišní nebo v pánvi

Zvýšená pozornost a možné kontraindikace se považují chronické zánětlivé procesy dolního GIT, jako jsou například divertikulózy nebo Crohnova choroba (Chovanec, Dostálová et.al., 2010, s.178).

Radioterapii s paliativním charakterem se využívá u IV stádia, kde se používá zevní radioterapie (teleterapie) popřípadě se kombinuje s brachyterapií. Dávka je limitována předchozím ozářením. Paliativní radioterapie se využívá pro metastatické postižení především uzlinové, plicní či kostní. Brachyterapie se využívá u krvácejících vaginálních metastáz, kde se používají paliativní vaginální aplikace. Radioterapie se využívá i u léčby recidiv v pánvi. Tyto recidivy vznikají po předchozím chirurgickém zákroku a je možno je léčit pomocí radikální radioterapie nebo chemoradioterapie. Pětileté přežití v 60-70 % pomocí radioterapie se dosahuje u recidiv s postižením paravaginální tkáně a pochvy. Pokud se jedná o recidivu, která nedosahuje až k pánevní stěně tak samotnou radioterapií lze dosáhnout pětiletého přežití kolem 40 %. Pokud recidivy zasahují až k pánevní stěně jedná se o nejhorší prognózu, kde se pomocí radioterapie dosahuje pětiletého přežití pouze v 10-18 % (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.439).

V kombinaci radioterapie s brachyterapií se zvyšují účinky léčby, a to díky dodání vysoké dávky do tumoru. Studie prokázaly, že s kombinovanou radioterapií recidiv je možné dosáhnout pětiletého přežití i v 74 % a desetileté přežití v 50 %. Nejčastěji dochází k selhání léčby tam, kde jsou vzdálené metastázy (Cibula, Petruželka et.al.,2009, s.439).

Brachyterapie

Brachyterapie dnes tvoří nedílnou součást terapie při léčbě karcinomu děložního hrdla. Díky zlepšení lokální kontroly při vyšších dávkách se brachyterapie projevila jako účinná složka při léčbě pomocí radioterapie. Dávka podaná pomocí brachyterapie ve 4 frakcích za 2 týdny je rovna dávce podané teleterapií za 5-6 týdnů.

Díky brachyterapii se může použít vysoká dávka, bez nežádoucích vedlejších účinků (Lozares-Cordero, Sergio; Font-Gómez, et.al., 2019, s.79).

Vzhledem k technickému pokroku v zobrazování se využívá CT a MR k lokalizaci tumoru a kritických orgánů, a to umožnilo plánovat léčbu podle skutečné anatomie. Mezi hlavní výhodu patří fúze CT s MR a díky tomu se dá přizpůsobit dávka objemu (3D), tak i času (4D). Díky tomu při každém opakovaném zobrazování před brachyterapií, lze přizpůsobit dávku individuální anatomii pacientky, a tak šetřit kritické orgány ale taky se přizpůsobí regresi nádoru. Díky použití MR se zlepšilo přesnější definování nádoru a objemy kritických orgánů (Lozares-Cordero, Sergio; Font-Gómez, et.al., 2019, s.79).

Ze začátku léčby se rozhoduje, zda se použije LDR nebo HDR. V minulosti se používala výhradně LDR, kde se dávka podávala v 1-2 frakcích během 1-3 dní, což vyžadovala imobilizaci pacientky. Od roku 2000 se více využívá HDR brachyterapie oproti LDR, HDR se využívá v 85 % případech léčby. Díky HDR se zlepšily podmínky pro pacienta (kratší doba ozařování – dny se změnilly v minuty) a zabránilo se ozařování personálu (Banerjee, Robyn et.al., 2014, s.557).

Třetí možností brachyterapie je PDR, je to forma brachyterapie, která využívá zdroj HDR a dálkový nakladač pro napodobování radiobiologických účinků jako u LDR, kde se zdroj nasadí na krátkou dobu, během podávání vícedenní léčby (2-3 dny). Mezi výhody PDR patří potencionální radiobiologické účinky. Nevýhodou je však imobilizace a hospitalizace pacientky, a proto pacientek léčených pomocí PDR je velmi malé procento (Banerjee, Robyn et.al., 2014, s.557).

Mezi nový trend patří od počátku 21. století vývoj elektronické brachyterapie (eBT), která se stala možností pro léčbu různé nádorové lokality a různých nastaveních. Léčbu poskytuje X-ray zdroj s různými aplikátory pro léčbu karcinomu děložního čípku. Ozařovací jednotka je složená z jednorázové mini-X-ray trubice, která je umístěná v ohebném plastovém plášti o průměru 5,5 mm. Zdroj se chladí vodou. Jeden centimetr od anody se emitují elektrony (20-50 keV). Anoda je vytvořena z wolframu na yttriovém substrátu. Zdroj se pohybuje pomocí robota, je umístěn na jeho rameni, a je připojen na ovládací konzoli. Tato eBT je využívána u pooperační léčbě karcinomu děložního čípku.

Cílem eBT je možnost alternativy s přenosným zařízením, díky čemuž získá možnost mobility a není potřeba stíněné místnosti. Pro tento zdroj stačí screening ekvivalentní 0,5 mm olova na stěnách a dveřích. Toto zařízení umožňuje kontrolu kvality, přípravu a provádění léčby. Jedno ozáření trvá 15-25 minut. Díky této metodě dostávají pacientky menší dávku v kritických orgánech. Elektronická brachyterapie je dobrou alternativou k léčbě ¹⁹²Ir v léčbě rakoviny děložního hrdla. Má také výhodu v tom, že je zařízení snadno přepravitelné a tudíž, by mohlo být dostupné i pro pacientky co nemají přístup k velkým nemocnicím, další jeho pozitivum je že nevyžaduje stíněnou místnost díky tomu je ekonomicky výhodné (Lozares-Cordero, Sergio; Font-Gómez, et.al., 2019, s.79).

Pro karcinom děložního hrdla se v brachyterapii využívá intrakavitárního, intersticiálního nebo kombinovaného přístupu. Přístup se vybírá dle anatomie a rozsahu onemocnění. Nejčastější forma aplikace brachyterapie pro karcinom děložního hrdla je intrakavitární způsob. Pro tuto brachyterapii se používá široká škála aplikátorů. Nejběžnější varianty jsou Tandem a Ovoid (T&O) nebo Tandem a Ring (T&R). Tandem a Ovoid se skládá z tandemu, intrauterinní trubice, která přechází přes děložní hrdlo, a dvou vejčitých kolpostatů, které se umístí po stranách děložního hrdla. Tandem a prstencový aplikátor je složen z tandemu a kroužku, který sedí na děložním hrdle. Mezi těmito aplikátory jsou určité rozdíly v distribuci dávky a požití aplikátorů, ale výsledky jsou srovnatelné. Použití jednoho z aplikátorů záleží na anatomii pacientky a rozhodnutí lékaře (Miglierini, Malhaire et.al., 2014, s.454).

U intersticiální brachyterapie se využívá transperineální šablona typu Syed-Neblett nebo Martinez Universal Perineal Interstitial Template. Přes tyto šablony jsou vkládány duté trubičky do tkání. Součástí šablony je centrálně uložený tandem s vaginálním válcem. Intersticiální aplikace se volí, pokud intrakavitární způsob buď nevyhovuje nebo nelze použít. Indikují se, pokud je nádor velký, nebo pokud se tumor nachází v nižší vaginální oblasti, pokud došlo k rozšíření tumoru laterálně nebo pokud špatně padnou intrakavitární aplikátory (například pro úzkou vaginální sliznici). Metoda intersticiální brachyterapie založená na šablonách je pružnou metodou, a dá se použít pro širokou škálu klinických scénářů (Banerjee, Robyn et.al., 2014, s.558).

V současné době byly vyvinuty také hybridní aplikátory pro intersticiální brachyterapii, které kombinují aplikátory T&R nebo T&O a tím umožňují snížit počet jehel. U těchto kombinací se však musí počítat s omezeným prostorem na rozdíl od šablon. Tyto aplikátory jsou méně závislé na uživatelích a jsou přístupnější pro denní postupy než ty, co jsou založené na šablonách (Banerjee, Robyn et.al., 2014, s.558).

4 Možnosti aplikací pro karcinom děložního čípku

Mezi nejčastější aplikace pro karcinom děložního hrdla patří uterovaginální aplikace, brachyterapie pomocí vaginálního válce a kolpostatů. Záleží na rozsahu onemocnění a dle toho se volí nejvhodnější druh aplikace (Masarykův onkologický ústav, 2016).

4.1 Uterovaginální aplikace

Aplikátory s vodiči se zavedou do děložní dutiny a kleneb pochvy. V e druhé fázi se zavádí radioaktivní zdroj a dochází k vlastnímu ozáření. Výkon probíhá na aplikačním sálku, který je součástí brachyterapeutického pracoviště. Výkon probíhá v celkové anestezii po dobu asi 20-30 minut. Lékař zavede vodič do děložní dutiny a ovidy na děložní klenby. Poloha aplikátoru se zajistí pomocí vystlání pochvy tampony. Do močového měchýře se zavádí cévka a do rekta se zavádí dozimetr v podobě úzké cévky, který slouží k měření dávky. Po probuzení pacientky z anestezie je osnímkována pánev pomocí RTG umístěném na C-ramenu. Poté radiologický fyzik s lékařem vypočítají dávku záření a čas na plánovací konzoli, během těchto příprav pacientka leží asi 30-40 minut na sálku pod dohledem personálu. Poté je převezena na ozařovnu, kde probíhá samotné ozařování asi 10-20 minut, po celou dobu ozařování je pacientka kontrolována kamerovým systémem. Po skončení ozařování lékař odstraní aplikátor a pacientka je převezena na lůžkový pokoj, kde setrvá alespoň 2 hodiny. Celková doba jedné frakce ozáření trvá 1-2 hodiny. Tato aplikace se provádí 1-2krát týdně a opakuje se 3-5krát (Masarykův onkologický ústav, 2016).

Můžou nastat komplikace i nežádoucí účinky v podobě bezprostředního krvácení po vytáhnutí aplikátoru či vzácně může dojít k perforaci dělohy. Častěji se vyskytují záněty močových cest či zánět sliznice konečníku po ozáření. Během několika dní tyto potíže ustupují (Masarykův onkologický ústav, 2016).

4.2 Brachyterapie vaginálním válcem

Tato metoda se používá k pooperačnímu ozařování jako doplňující léčba u karcinomu děložního hrdla. Zákrok se provádí bez anestezie, a tudíž není nutná hospitalizace. Výkon se provádí ambulantně, kde se na aplikačním sálku zavede vaginální válec. Ten je plastový asi 10-15 cm dlouhý a široký 2-3,5 cm a uprostřed válce je vodič.

Pacientka má zaveden močový katetr s rentgenkontrastní látkou a v rektu má rektální rourku s kovovými kuličkami pro měření dávky a do pochvy se zavede válec. Vše se fixuje gumovými popruhy (Fakultní nemocnice Olomouc, 2018).

Poté radiologický asistent zhotoví RTG snímek, podle kterého se vypočítá dávka. Při dalším brachyterapeutickém výkonu se již pacientce nezavádí ani močový katetr ani rektální rourka. A není ani za potřebí další RTG snímek. Pacientka je převezena na ozařovnu, kde se vaginální válec připojí na ozařovací iridiový zdroj. Doba ozařování je 15-20 minut a po celou dobu je pacientka hlídána pomocí kamer radiologickým asistentem. Po skončení ozařování se pacientce odstraní válec, katetr i rourka a pacientka odchází domů nebo na oddělení. Ozařování probíhá 1-2x týdně v 3-6 cyklech (Fakultní nemocnice Olomouc, 2018).

Potíže, co mohou nastat po terapii vaginálním válcem jsou drobné krvácení po vytažení válce, můžou být podrážděny močové cesty vlivem katetru, průjemovitá stolice následkem ozáření, řezání, pálení, vysychání sliznic nebo i výtok z pochvy může dojít k pozdějšímu zúžení a menší pružnosti. Po klidovém režimu se vše zpravidla vrací do normálu (Fakultní nemocnice Olomouc, 2018).

Kolpostat

Tento druh aplikace se používá po chirurgickém zákroku k útlumu šíření nemoci. Postup a průběh je stejný jako u brachyterapie vaginálním válcem, jen je rozdíl, že se do poševních kleneb zavádí ovoidy a výkon se provádí bez nutnosti celkové anestezie jako ambulantní výkon (Masarykův onkologický ústav, 2016).

5 Komplikace léčby radioterapií u karcinomu děložního hrdla

Komplikace radioterapie dělíme na akutní a pozdní, celkové a lokální. U léčby radioterapií se nejčastěji vyskytují celkové příznaky a to únava, malátnost, celková slabost, bolest hlavy a nespavost (Pešová, 2014, s. 94).

Mezi akutní řadíme změny na kůži a sliznici pochvy. Na kůži je erytém a sliznice je oteklá. Dochází k svědění a pálení hráze. Může se vyskytnout i proktitida. Dochází k cystitidě, což je pálení nebo řezání při močení, také se objevuje častější potřeba mikce. Může nastat nedostatečná lubrikace. A také může dojít i ke srůstu stydkých pysků což je nepříjemná sexuální porucha. Díky částečnému ozáření břicha dochází k průjmům, nadýmání a bolestem břicha. (Pešová, 2014, s. 94).

Mezi pozdními komplikacemi se objevují fibrózy kůže dochází až k atrofii, vzniká chronický vřed. Dále rektovaginální píštěle, stenózy rekta či lymfedém. Může se objevit i ileus (Šiffnerová, 2012, s.31-33).

Je snaha komplikacím předcházet pomocí edukace pacientek. Což snižuje riziko výskytu určitých komplikací (Pešová, 2014, s. 94).

6 Role radiologického asistenta při brachyterapii karcinomu děložního hrdla při použití uterovaginální aplikace

Radiologický asistent je součástí týmu na brachyterapeutickém oddělení na Onkologické klinice. Tým tvoří lékař – onkolog, radiologický asistent, sestry, anesteziolog a radiační fyzik (Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2008, s.33).

Radiologický asistent se společně se sestrami starají o pacienta během celého brachyterapeutického výkonu. Jako první RA provede identifikaci pacientky a zajistí potřebnou zdravotnickou dokumentaci k výkonu. Poté nachystá sterilní stůl s potřebnými nástroji pro uterovaginální aplikaci a uloží pacientku na gynekologický stůl. Poté se pacientka uvede do anestezie, ve které zůstává po dobu zavádění aplikátoru. Pacientce se zdezinfikuje zevní genitál a pochva, dále se pomocí močového katetru vstříkne kontrastní látka do močového měchýře. Lékař zavede aplikátor a pro fixaci aplikátoru a oddálení kritických orgánů (močový měchýř a rektum) udělá tamponádu. Do konečníku se zavádí dozimetr pro měření dávky. Zavedení trvá asi 15-30 minut. Dále radiologický asistent zavede kontrastní markery do aplikátoru a provede RTG snímek za pomoci C-ramene v semiortogonální projekci což je předozadní AP a bočné projekci. Tyto snímky jsou následně zpracovány radiačním fyzikem a lékařem a slouží k plánování, kde se určí cílový objem a výpočet dávky a také se stanoví referenční izodoza. Během toho pacientka odpočívá na aplikačním sálku asi 20 minut, pod dohledem radiologického asistenta a sester. Poté je pacientka převezena na ozařovnu, kde ji radiologický asistent napojí na afterloadingový přístroj pomocí vodičů, které se připojují na uterovaginální aplikátor a také ještě provede edukaci samotného ozařování. Pacientka se ozařuje asi 8-12 minut. Po celou dobu ozařování je pacientka kontrolována pomocí kamer.

Po skončení ozáření je pacientka odpojena od ozařovače a převezena na aplikační sál, kde je jí lékařem vyjmut aplikátor, dozimetr, katetr a tamponáda. Asistent ještě pacientce změří tlak a zajistí jí prevoz na oddělení (Macharová, Tomková, 2013, s.219), (Poznámky z praxe ve FNOL).

Závěr

Cílem bylo vyhledat informace o současné brachyterapii. V první kapitole této bakalářské práce byla popsána historie brachyterapie, jak se dělí a jaké přístroje se používají pro brachyterapii. Zabývá se taky zdroji záření používanými při brachyterapii. Díky zkoumání nových umělých zdrojů a zdokonalení afterloadingových přístrojů je brachyterapie dynamicky se rozvíjející metodou ve způsobu ozařování. Ve druhé části se práce zaměřuje na postup brachyterapie a možnosti užívání různých aplikátorů pro lepší komfort pacientky i pro lepší ozařování cílového objemu. Také jsou zmíněny rizika a komplikace, které se mohou vyskytnout při použití brachyterapie.

Dalším cílem bylo popsat možnosti léčby karcinomu děložního hrdla u něhož brachyterapie je nedílnou součástí, pokud je onemocnění zachyceno v počátečních stádiích lze brachyterapii užít i jako samostatnou metodu ozařování. V současné době se zkouší i používání jiného než radioaktivního zdroje, a to pomocí elektronické brachyterapie, díky této metodě se stává brachyterapie dostupnější i pro pacientky co nemají přístup k velkým nemocnicím.

V poslední kapitole je práce zaměřena na úlohu radiologického asistenta, kterou sehraává při brachyterapeutickém výkonu, a to konkrétně při uterovaginální aplikaci. Radiologický asistent je součástí brachyterapeutického týmu, a přímo se podílí, aby výkon probíhal hladce a snaží se být nápomocný pacientce. Závěrem lze říci, že i když brachyterapeutické výkony patří k těm náročnějším, jak psychicky, tak fyzicky pro pacientku, tak se brachyterapie hojně používá, ať už samostatně nebo v kombinaci s jinou metodou při léčbě karcinomu děložního hrdla.

Seznam literatury

1. PETERA, Jiří. 1998. Moderní radioterapeutické metody. V. díl Brachyterapie. 1. vydání. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně. 33 s. ISBN 80-7013-266-3
2. BINAROVÁ, Andrea. 2009. Radioterapie. 1. vydání. Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií. 251 s. ISBN: 978-80-7368-701-4
3. PETERA, Jiří. 2001. Intraluminární brachyterapie. 1. vydání. Praha: Galén. 103 s. ISBN 80-7262-116-5.
4. SOUMAROVÁ, Renata, Luboš HOMOLA. 2006. Intersticiální brachyterapie. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. 151 s. Edice kontinuálního vzdělávání v medicíně. ISBN 80-210-4107-2
5. CIBULA, David, Luboš PETRUŽELKA. 2009. Onkogynekologie. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. 616 s. ISBN 978-80-247-2665-6
6. VOKURKA, Samuel a Petra TESAŘOVÁ. Onkologie v kostce. Praha: Current Media, 2018. Medicus. 271 s. ISBN 978-80-88129-37-0.
7. ŠLAMPA, Pavel a Jiří PETERA. Radiační onkologie. Praha: Galén, 2007. 457 s. ISBN 978-80-7262-469-0.
8. CHOVANEC J, NÁLEŽINSKÁ M., Přehled diagnostiky a léčby karcinomu děložního hrdla. Onkologie 2014, **8** (6), 269-274. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/xon/2014/06/07.pdf>
9. CHOVANEC, J.; DOSTÁLOVÁ, Z.; NOVÁK, P.; KOLÁŘOVÁ, H., Léčba recidiv karcinomu děložního hrdla. Onkologie 2010, **4** (3), 177-80. [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/xon/2010/03/10.pdf>
10. PEŠOVÁ, Z., Komplikace léčby karcinomu děložního hrdla. Onkologie 2014, **8**(2), 93-94. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/xon/2014/02/10.pdf>
11. STANKUŠOVÁ H. et.al. Diagnostika a léčba nádorů vaječníku, čípku a těla děložního. XVII. JIHOČESKÉ ONKOLOGICKÉ DNY [online]. 2010, 2010(17), 15-33 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: https://www.linkos.cz/files/abstrakta/JOD_2010_sbornik.pdf#page=23

12. KÜMMEL J, TRHLÍK M, BUČKO R. Neoadjuvantní chemoterapie karcinomu děložního hrdla ve světle medicíny založené na důkazech. Aktuální gynekologie a porodnictví [online]. 2017, 2017(9), 20-21 [cit. 2020-02-12]. ISSN 1803-9588. Dostupné z: https://www.actualgyn.com/pdf/cz_2017_211.pdf
13. LOZARES-CORDERO, Sergio; FONT-Gómez, José Antonio; Almudena Gandía-Martínez; Anabela Miranda-Burgos; Agustina Méndez-Villamón; et al. Treatment of cervical cancer with electronic brachytherapy. Journal of Applied Clinical Medical Physics [online]. 2019, Sv. 20(Čís. 7), 78-86 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1002/acm2.12657. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2253012841/BAC1C6C36F6242A4PQ/7?accountid=16730>
14. BANERJEE, Robyn; KAMRAVA, Mitchell. Brachytherapy in the treatment of cervical cancer: a review. International Journal of Women's Health [online]. 2014, 2014(6), 555-564 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.2147/IJWH.S46247. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2229940666/AFF2AAC8D3FC4166PQ/16?accountid=1673>
15. HOLUB Zdeněk et.al., Česká gynekologie [online]. 2008, 73(3) [cit. 2020-02-12]. ISSN 1210-7832. Dostupné z: http://kramerius.medvik.cz/search/i.jsp?pid=uuid:7ca157af-5a88-11e7-8040-d485646517a0&q=brachyterapie%20karcinom%20hrdla%20d%C4%9Blo%C5%BE%20n%C3%ADho&fq=model_path:periodical*#periodical-periodicalvolume-periodicalitem-page_uuid:7ca157a2-5a88-11e7-8040-d485646517a0
16. GERYK E., SVOBODA B., KUBECOVÁ M., KUBÍČEK P., et.al., Epidemiologie nádorů děložního hrdla, děložního těla a vaječníků u světové populace. Onkologie [online]. 2012, 6(2), 74–78 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2012/02/07.pdf>
17. MIGLIERINI, P., MALHAIRE, J.-P., Goasduff, G., Miranda, O., & Pradier, O. Cervix cancer brachytherapy: High dose rate. Cancer/Radiothérapie [online]. 2014, 18(5-6), 452-457 [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.1016/j.canrad.2014.06.008. Dostupné z: <https://sci-hub.tw/10.1016/j.canrad.2014.06.008>

18. PETERA, Jiří, Renata SOUMAROVÁ, Jana RŮŽIČKOVÁ, Renata NEUMANOVÁ, Ladislav DUŠEK, Igor ŠIRÁK, Zuzana MACINGOVÁ, Petr PALUŠKA, Linda KASALOVÁ, Miroslav HODEK a Milan VOSMIK. Perioperative Hyperfractionated High-Dose Rate Brachytherapy for the Treatment of Soft Tissue Sarcomas: Multicentric Experience. *Annals of Surgical Oncology*, 2010, roč. 17, č. 1, s. 206-210. ISSN 1068-9265.
19. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. Kritéria komplexních onkologických služeb. In: Praha, 2008, ročník 2008, částka 7, číslo 6. Dostupné také z: <https://www.linkos.cz/lekar-a-multidisciplinari-tym/diagnostika-a-lecba/narodni-onkologicka-sit/kriteria-komplexnich-onkologickych-sluzeb/>
20. MACHAROVÁ, TOMKOVÁ. ASISTENCE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI UTEROVAGINÁLNÍ APLIKACI V LÉČBĚ KARCINOMU DĚLOŽNÍHO HRDLA. *Linkos* [online]. Brno: XXXVII. Brněnské onkologické dny a XXVII. Konference pro nelékařské zdravotnické pracovníky, 2013 [cit. 2020-02-12]. 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/>
21. FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC, Brachyterapie vaginálním válcem [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <http://onkologie.fnol.cz/wp-content/uploads/2018/07/Brachyterapie-vaginálním-válcem.pdf>
22. MASARYKŮV ONKOLOGICKÝ ÚSTAV, Pokyny pro nemocné léčené brachyterapií [online]. Brno: Klinika radiační onkologie, 2016 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: [file:///C:/Users/uzivatel/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/z2-pokyny-pro-nemocne-lecene-brt-2016%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/uzivatel/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/z2-pokyny-pro-nemocne-lecene-brt-2016%20(1).pdf)
23. ŠIFFNEROVÁ Hana, Pozdní vedlejší účinky onkologické léčby u dlouhodobě přežívajících pacientů. *Onkologie*. 2012, 6(1), 31-33. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2012/01/09.pdf>

Seznam zkratek

BRT = Brachyterapie

CT = Výpočetní tomografie

LET = Linear energy transfer (přenos energie záření na vzdálenosti)

FNOL = Fakultní nemocnice Olomouc

Gy = Gray

GBq = Gigabecquerel

Gy/h = Gray za hodinu

HDR = Vysoký dávkový příkon

HPV = Lidský papilomavirus

LDR = Nízký dávkový příkon

MDR = Střední dávkový příkon

MR = Magnetické rezonance

PDR = Pulsní dávkový příkon

PET = Pozitronová emisní tomografie

RTG = Rentgen

TNM = Tumor, node, metastasis

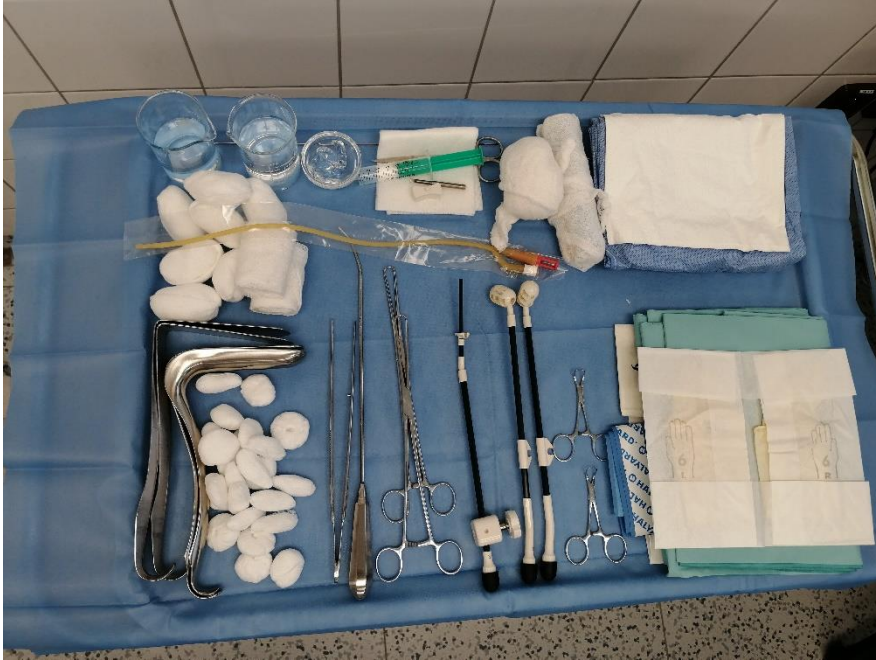
FDG = Fluorodeoxyglucosa

IMRT = Radioterapie s modulovanou intenzitou

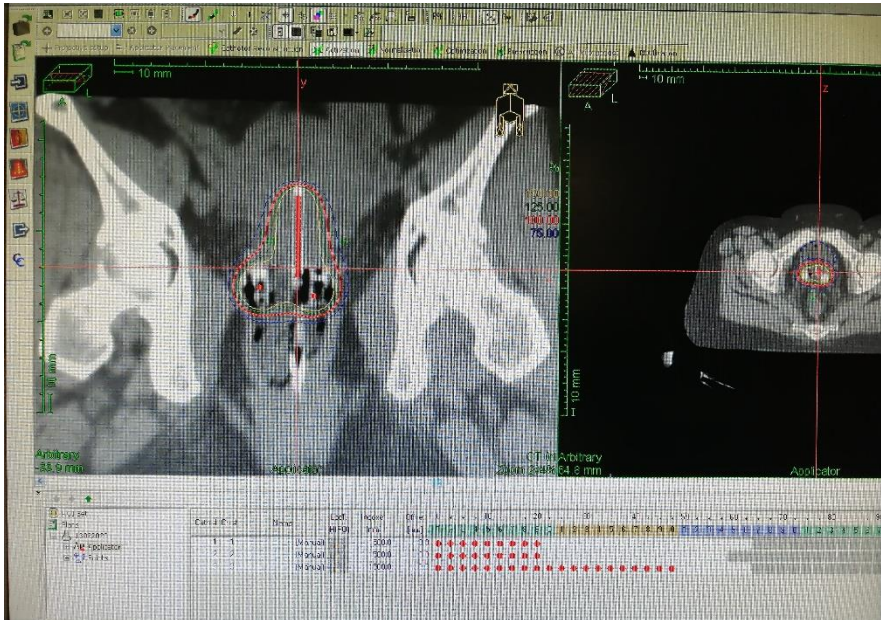
GIT = Gastrointestinální trakt

eBT = Elektronická brachyterapie

Přílohy



Příloha č. 1: Sterilní stůl se základními pomůckami pro BRT



Příloha č. 2: Plánování BRT



Příloha č. 3: Automatický afterloadingový přístroj s iridiovým zdrojem

Zdroj: Karolína Zatloukalová, Onkologická klinika, oddělení BRT, FNOL