

Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

Bakalářský studijní obor Specializace ve zdravotnictví

Obor Radiologický asistent

Úloha radiologického asistenta při brachyterapii

Bakalářská práce

Ivana Jašková

Vedoucí práce: Ing. Anna Kindlová

Březen 2009

1 Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Úloha radiologického asistenta při brachyterapii zpracovala samostatně a veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím, aby tato bakalářská práce byla umístěna v knihovně 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze a sloužila ke studijním účelům.

V Praze dne 30. března 2009

Podpis

2 Poděkování

Děkuji vedoucí práce, Ing. Anně Kindlové, že byla dobrou a trpělivou rádkyní, za její cenné rady a připomínky při mém zpracování bakalářské práce.

Rovněž děkuji Radioterapeuticko - onkologickému oddělení Fakultní nemocnice v Motole za poskytnutí obrazové dokumentace.

3 Abstrakt

3.1 Abstract in English

The thesis deals with the description of the role and procedure of a radiographer at individual types of brachytherapeutical applications.

It summarizes the history of brachytherapy, its division according to the localization of the source of ionizing radiation, according to the length of irradiation and the dose rate of the source. It describes the principle of both manual and remote afterloading, it indicates the sources of ionizing radiation and used values and units.

It deals with individual types of brachytherapy – interstitial, intracavitar, intraluminal and surface ones, describes their application at existing types of tumour diseases and specifies the workload of particular members of brachytherapeutical team at applications.

3.2 Abstrakt v českém jazyce

Práce se věnuje popisu úlohy a postupu radiologického asistenta při jednotlivých typech brachyterapeutických aplikací.

Shrnuje historii brachyterapie, její rozdělení podle lokalizace zdroje ionizujícího záření, podle délky ozáření a podle dávkového příkonu zdroje, popisuje princip manuálního i automatického afterloadingu, uvádí zdroje ionizujícího záření a používané veličiny a jednotky.

Zabývá se jednotlivými typy brachyterapie – intersticiální, intrakavitární, intraluminární a povrchovou, popisuje jejich aplikaci u daných typů nádorových onemocnění a uvádí pracovní náplň jednotlivých členů brachyterapeutického týmu při aplikacích.

4 Obsah

1	PROHLÁŠENÍ	2
2	PODĚKOVÁNÍ	3
3	ABSTRAKT	4
3.1	ABSTRACT IN ENGLISH	4
3.2	ABSTRAKT V ČESKÉM JAZYCE.....	5
4	OBSAH	6
5	ÚVOD	8
6	HISTORIE BRACHYTERAPIE	9
7	ROZDĚLENÍ BRACHYTERAPIE	10
7.1	AFTERLOADINGOVÉ PŘÍSTROJE	11
8	FYZIKÁLNÍ VELIČINY POUŽÍVANÉ V BRACHYTERAPII ⁽¹⁾	12
9	ZDROJE ZÁŘENÍ	13
9.1	ZDROJE Γ - ZÁŘENÍ.....	13
9.2	ZDROJE B - ZÁŘENÍ.....	14
10	ÚLOHA RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI BRACHYTERAPII ⁽²⁾	16
10.1	ČINNOSTI V PRŮBĚHU BRACHYTERAPEUTICKÝCH APLIKACÍ	16
10.2	ČINNOSTI PŘI PŘÍPRAVĚ BRACHYTERAPEUTICKÝCH APLIKACÍ	17
10.3	PÉČE O PŘÍSTROJE A MATERIÁL.....	17
10.4	VEDENÍ DOKUMENTACE.....	18
10.5	TYPICKÝ POSTUP RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI BRACHYTERAPII	18
11	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE	19
11.1	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE ORL NÁDORŮ ⁽⁴⁾	19
11.2	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE NÁDORŮ PRSU ⁽⁴⁾	20
11.3	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE NÁDORŮ PROSTATY ⁽⁴⁾	20
11.4	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE NÁDORŮ PENISU ⁽⁴⁾	21
11.5	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE NÁDORŮ MĚKKÝCH TKÁNÍ KONČETIN ⁽⁴⁾	21
11.6	INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE PŘI LÉČBĚ KELOIDŮ ⁽⁴⁾	21
11.7	POSTUP A ZODPOVĚDNOSTI JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ BRACHYTERAPEUTICKÉHO TÝMU PŘI INTERSTICIÁLNÍ APLIKACI BRACHYTERAPIE ⁽²⁾	22
12	INTRAKAVITÁRNÍ BRACHYTERAPIE	23
12.1	APLIKÁTORY POUŽÍVANÉ PŘI INTRAKAVITÁRNÍCH APLIKACÍCH	23
12.1.1	<i>Fletcherův aplikátor</i>	23
12.1.2	<i>Prstencový – ring – aplikátor</i>	23
12.1.3	<i>Kolpostat</i>	23
12.1.4	<i>Vaginální válec</i>	23
12.1.5	<i>Heymanova tamponáda</i>	24
12.2	NÁDORY DĚLOŽNÍHO ČÍPKU ⁽⁵⁾	24
12.3	NÁDORY ENDOMETRIA ⁽⁵⁾	24
12.4	PRIMÁRNÍ VAGINÁLNÍ NÁDORY ⁽⁵⁾	25
12.5	POSTUP A ZODPOVĚDNOSTI JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ BRACHYTERAPEUTICKÉHO TÝMU PŘI INTRAKAVITÁRNÍ APLIKACI BRACHYTERAPIE ⁽²⁾	26
13	INTRALUMINÁRNÍ BRACHYTERAPIE	27
13.1	NÁDORY DÝCHACÍCH CEST	27
13.2	NÁDORY JÍCNU.....	27
13.3	NÁDORY ŽLUČOVÝCH CEST	28
13.4	NÁDORY KONEČNÍKU.....	28

13.5	POSTUP A ZODPOVĚDNOSTI JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ BRACHYTERAPEUTICKÉHO TÝMU PŘI INTRALUMINÁRNÍ APLIKACI BRACHYTERAPIE ⁽²⁾	29
14	POVRCHOVÁ BRACHYTERAPIE	30
14.1	NÁDORY KŮŽE	30
14.2	POSTUP RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA PŘI POVRCHOVÉ BRACHYTERAPII	30
14.3	POSTUP A ZODPOVĚDNOSTI JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ BRACHYTERAPEUTICKÉHO TÝMU PŘI POVRCHOVÉ APLIKACI BRACHYTERAPIE ⁽²⁾	31
15	ZÁVĚR	32
16	OBRAZOVÁ DOKUMENTACE	33
17	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38
18	KLÍČOVÁ SLOVA	39
19	KEYWORDS	40

5 Úvod

Brachyterapie je radioterapeutická metoda využívající uzavřené radionuklidové zářiče. Na rozdíl od teleterapie – ozařování cílového objemu z větší vzdálenosti pomocí ionizujícího záření - je v brachyterapii zdroj záření umístěn do ozařované tkáně nebo její těsné blízkosti.

V uplynulých 20 letech zaznamenala brachyterapie prudký vývoj. Ruční zavádění radionuklidových zářičů bylo plně nahrazeno automatickým afterloadingem, systémy pro plánování léčby se staly nedílnou součástí brachyterapie. Nepostradatelnou pomůckou pro výpočet dávkové distribuce a pro plánování léčby jsou také ve stále větší míře moderní zobrazovací metody.

Do popředí zájmu se dostávají nové metody brachyterapeutické léčby, například HDR brachyterapie nebo permanentní brachyterapie karcinomů prostaty.

Spolu s rozvojem techniky, zejména automatických afterloadingových přístrojů, došlo ke zlepšení radiační ochrany a zvýšení efektivity léčby.

V České republice v současnosti funguje několik brachyterapeutických pracovišť, ve kterých se provádějí intersticiální, intrakavitární, intraluminární a povrchové aplikace.

Radiologický asistent je nedílnou součástí brachyterapeutického týmu. Radiologický asistent úzce spolupracuje s radiačním onkologem a radiologickým fyzikem při přípravě a v průběhu brachyterapeutických aplikací. Má na starost rentgenovou kontrolu umístění aplikátorů v těle pacienta, připravuje pacienta na ozáření a provádí ozařování. Zajišťuje kontrolu a přípravu přístrojového vybavení brachyterapeutického pracoviště a provádí každodenní zkoušky provozní stálosti.

6 Historie brachyterapie

Slovo brachyterapie je odvozeno z řeckého slova „brachios“, což znamená krátký. Brachyterapie je tedy způsob ozařování nádorů pomocí uzavřených zářičů, které jsou implantovány přímo do nádoru nebo přikládány do jeho těsné blízkosti.

V roce 1896 objevil Henri Becquerel přirozenou radioaktivitu uranu. O dva roky později, v roce 1898, izolovali manželé Curieovi z uranu polonium a posléze také radium. V roce 1903 obdrželi Marie a Pierre Curieovi spolu s Henri Becquerelem Nobelovu cenu za fyziku.

První zmínka o použití radioaktivního záření při léčbě nádoru pochází již z roku 1899. Intersticiální aplikace byla poprvé provedena v roce 1903. Ve stejném roce byla také poprvé provedena intersticiální aplikace radia pomocí afterloadingové metody.

Po První světové válce bylo založeno několik škol brachyterapie, např. Radium Hemmet ve Stockholmu, Memorial Hospital v New Yorku nebo Radium Institute v Paříži. V letech 1914 a 1919 byly popsány metody intrakavitární brachyterapie a během 30. let 20. století byla vydána pravidla Manchesterského systému pro intersticiální radiovou terapii.

V roce 1934 objevili Irene a Frederick Joliot Curieovi umělou radioaktivitu a otevřeli tak novou cestu pro použití umělých radionuklidů v brachyterapii. V roce 1958 bylo poprvé použito iridium, které je dodnes nejpoužívanějším radionuklidem v brachyterapii.

V průběhu 50. a 60. let 20. století byly také rozvíjeny nové metody v afterloadingu. Začaly se také používat nové radionuklidy - jod a cesium. V roce 1964 byl zaveden do provozu první dálkově ovládaný HDR afterloadingový přístroj.

V Paříži byla ustanovena nová pravidla pro implantaci a výpočet dávky v intersticiální brachyterapii, tzv. Pařížský dozimetrický systém.

Na konci 20. století umožnil vývoj automatických afterloadingových přístrojů zlepšit celkovou radiační ochranu a kvalitu léčby. Také díky počítačovým systémům pro plánování léčby a lepším znalostem radiobiologie se brachyterapie stala mnohem přesnější a bezpečnější metodou.

7 Rozdělení brachyterapie

1) Podle umístění radionuklidů na intersticiální, kdy jsou zdroje radioaktivního záření zaváděny přímo do nádoru, a na kontaktní – plesiobrachyterapii, při které jsou radioaktivní zdroje zaváděny do blízkosti nádoru. Kontaktní brachyterapii můžeme dále rozdělit na intrakavitární, intraluminární, endovaskulární a povrchovou.

2) Podle délky ozařování na permanentní, kdy jsou zrna radionuklidu trvale implantována v tkáni, a dočasnou, při které je zdroj záření zaveden do tkáně pomocí jehel nebo trubic na předem určenou dobu.

3) Podle dávkového příkonu automatického afterloadingového přístroje na LDR – low dose rate (nízký dávkový příkon): $0,4$ až $2 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, kde se obvykle využívá ^{137}CS , MDR – medium dose rate (střední dávkový příkon): 2 až $12 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, kde se také používá ^{137}CS , HDR – high dose rate (vysoký dávkový příkon): větší než $12 \text{ Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, kde se využívá nejčastěji ^{192}Ir , a PDR – pulse dose rate (pulsní dávkový příkon), při kterém jsou vysílány HDR pulsy o délce několika minut. Dalo by se tedy říci, že při nízkém dávkovém příkonu je ozařovací doba jeden i více dnů, při středním dávkovém příkonu trvá ozařování řádově hodiny a při vysokém dávkovém příkonu je délka ozařování několik minut.

7.1 Afterloadingové přístroje

V brachyterapii se využívají uzavřené radionuklidové zářiče, které se umisťují přímo do postižené tkáně nebo do její těsné blízkosti. Pokud se tyto zdroje zavádějí do tkáně po zavedení aplikátorů, je tato metoda nazývána afterloading.

V minulosti byla používána metoda manuálního afterloadingu, která je v současnosti téměř výhradně nahrazena afterloadingem automatickým.

Manuální afterloading je technika, při které se nejprve do cílového objemu nebo do jeho těsné blízkosti umístí aplikátory a poté je zhotoven rentgenový snímek, kterým se ověří správnost umístění aplikátorů. Podle geometrie umístění aplikátorů a požadované dávky se vypočítá množství použitého radionuklidu a ozařovací doba. Poté je pacient převezen do stíněné místnosti a do aplikátoru jsou manuálně zavedeny radioaktivní zdroje. Po skončení ozařování musí být nejprve vyjmuty zdroje záření a poté i aplikátory.

Nevýhodou manuálního afterloadingu je vysoké riziko ozáření zaměstnanců. Používal se výhradně pro zdroje s nízkým dávkovým příkonem (cesium ^{137}Cs , iridium ^{192}Ir nebo jod ^{125}I). Během přípravy a manipulace se zdroji je nutné dodržovat zásady radiační ochrany a personál je povinen nosit osobní dozimetry.

Automatický afterloading se od manuálního liší ve způsobu zavádění zdroje. Zatímco u manuálního afterloadingu zdroj zavádí personál, u automatického jsou zdroje zaváděny automaticky pomocí dálkového ovládání. Přístroje pro automatický afterloading jsou vybaveny stíněným kontejnerem, ve kterém jsou uloženy zdroje. (Obrázek 1) Aplikátory jsou k přístroji připojeny pomocí plastových hadiček, kterými je zdroj pomocí tenkých lanek nebo pneumaticky zaveden do aplikátoru. Díky tomu není personál vystaven záření a celý proces léčby je sledován a řízen z ovladovny.

8 Fyzikální veličiny používané v brachyterapii ⁽¹⁾

V brachyterapii se používají zdroje záření, které jsou charakterizovány druhem, energií, aktivitou, rozměry a filtrací záření.

Aktivita A je počet radioaktivních přeměn v daném množství radionuklidu za jednotku času. Jednotkou je 1 Becquerel (Bq). Dříve byl jednotkou aktivity 1 Curie (1 Ci = 3,7.10¹⁰ Bq).

Délková aktivita a je aktivita vztažená na jednotkovou délku zářiče. Jednotkou je Bq.m⁻¹.

Hmotnostní aktivita Am je aktivita vztažená na jednotku hmotnosti. Jednotkou je Bq.kg⁻¹.

Dávka D je podíl střední energie E ionizujícího záření v daném bodě, předané ionizujícím zářením elementu látky a hmotnosti m tohoto elementu. Jednotkou je 1 Gray (Gy).

Dávkový příkon je dávka vztažená na jednotku času. Jednotkou je Gy.s⁻¹.

Kerma K je podíl součtu počátečních kinetických energií E_k všech nabitých částic, uvolněných nepřímo ionizujícími nenabitými částicemi v látce a hmotnosti m této látky. Jednotkou je 1 Gray (Gy).

Kermový příkon je kerma vztažená na jednotku času. Jednotkou je Gy.s⁻¹.

Kermová vydatnost Vk je součin kermového příkonu K vyvolaného ve vzduchu fotony ve vzdálenosti 1 od středu zdroje a čtverce této vzdálenosti. Jednotkou je Gy.m².s⁻¹.

9 Zdroje záření

V brachyterapii používáme různé druhy uzavřených radionuklidových zdrojů. Tyto zdroje obsahují určité množství radionuklidu, které je zapečetěné v kovovém pouzdře z platiny, oceli nebo různých druhů tenkých kovových folií (v případě β - zářičů). Radionuklidové zářiče se vyrábějí ve formě tub, jehel, drátů, pelet, zrn a jiných.

9.1 Zdroje γ - záření

Radium (^{226}Ra)

Radium bylo objeveno v roce 1898, jeho poločas rozpadu je 1602 let a rozpadá se na radon, který je zdrojem záření α . Na počátku dvacátého století bylo radium poprvé použito pro léčebné účely a na dlouhou dobu se stalo jediným radionuklidem používaným v brachyterapii. Díky nepříznivé produkci škodlivého radonu bylo však od používání radia upuštěno, a v dnešní době ho již zcela nahradily uměle vyrobené zdroje γ - záření.

Cesium (^{137}Cs)

Cesium je umělý radionuklid s poločasem rozpadu 30 let. Cesium se nejčastěji používá pro intrakavitární a intersticiální brachyterapii, většinou ve formě kuliček nebo zrn spojených do řetězců. Tato úprava se používá v přístrojích pro automatický afterloading s nízkým dávkovým příkonem.

Iridium (^{192}Ir)

Poločas rozpadu iridia je 74 dní a jedná se o umělý radionuklid. Iridium se používá ve formě tenkých drátků pro intersticiální brachyterapii s nízkým dávkovým příkonem nebo ve formě cylindrických pelet pro automatické afterloadingové přístroje s vysokým dávkovým příkonem.

Kobalt (^{60}Co)

Kobalt je umělý radionuklid, jehož poločas rozpadu je 5,27 let. Používá se v automatických afterloadingových přístrojích s vysokým dávkovým příkonem.

Kvůli vysoké energii se v brachyterapii příliš nevyužívá a častěji se s ním setkáme v kobaltových ozařovačích pro zevní radioterapii.

Tantal (^{182}Ta)

Poločas rozpadu je 115 dní. Používá se ve formě drátků pro intersticiální brachyterapii. V dnešní době bývá často nahrazován iridiem (^{192}Ir), které má vyšší hmotnostní aktivitu.

Jod (^{125}I)

Radioizotop jodu s poločasem rozpadu 60 dní. Vyrábí se ve formě titanové trubičky obsahující zrnka jodu nebo tenkého stříbrného drátku s absorbovaným jodem. Používá se pro permanentní i dočasné aplikace převážně při terapii nádorů mozku a prostaty. Řadí se mezi radioizotopy s krátkým poločasem rozpadu.

Zlato (^{198}Au)

Poločas rozpadu radioizotopu zlata je 65 hodin. Používá se ve formě zrn potažených platinou pro permanentní implantaci, nejčastěji při terapii nádorů mozku a prostaty. Řadí se mezi radioizotopy s krátkým poločasem rozpadu.

Samarium (^{145}Sm)

Radioizotop samaria s poločasem rozpadu je 340 dní. V běžné praxi se příliš nepoužívá, byl testován jako náhrada jodu (^{125}I).

Palladium (^{103}Pd)

Poločas rozpadu je 17 dní. Používá se ve formě zrnků obsažených v titanové trubičce (podobně jako jod ^{125}I), nejčastěji při terapii nádorů mozku a prostaty. Řadí se mezi radioizotopy s krátkým poločasem rozpadu.

9.2 Zdroje β - záření

Yttrium (^{90}Y) + Stroncium (^{90}Sr)

Radioizotop yttria má poločas rozpadu 64 hodin. Jeho mateřským radionuklidem je radioizotop stroncia s poločasem rozpadu asi 28 dní. Používají

se při léčbě povrchových nádorů oka ve formě stříbrných konkávních disků obsahujících radionuklidy.

Ruthenium (^{106}Ru)

Poločas rozpadu radioizotopu ruthenia je 369 dní. Používá se ve formě disků pro brachyterapii očních nádorů.

10 Úloha radiologického asistenta při brachyterapii ⁽²⁾

Radiologický asistent (RA) je nedílnou součástí brachyterapeutického týmu spolu s lékařem - radiačním onkologem (RO), radiologickým fyzikem (RF) a zdravotní sestrou (ZS). Konkrétní činnosti, které radiologický asistent vykonává, závisejí na přístrojovém vybavení brachyterapeutického pracoviště a na typu prováděných aplikací. V současnosti je v České republice nejrozšířenější metodou brachyterapie s vysokým dávkovým příkonem, která se provádí pomocí přístrojů s automatickým afterloadingem s miniaturním, vysokoaktivním uzavřeným zářičem ¹⁹²Ir.

Radiologický asistent na brachyterapeutickém oddělení vybaveném přístrojem pro automatický afterloading s vysokým dávkovým příkonem a pojízdným RTG přístrojem provádí a zodpovídá za činnosti uvedené v následující kapitole.

10.1 Činnosti v průběhu brachyterapeutických aplikací

- Ověřuje totožnost pacienta
- Zodpovídá za správnou metodiku provádění rentgenové lokalizace aplikátorů pro individuální plánování.
- Provádí radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozaření, včetně zavedení markerů do jednotlivých katétrů aplikátoru, umístění lokalizačního můstku, provedení skiaskopické kontroly uložení aplikátorů a zhotovení rentgenových snímků pacienta se zavedeným aplikátorem v předozadní a boční projekci.
- Dle ozařovacího plánu a pokynů fyzika připojuje aplikátory pomocí přenosových trubic k afterloadingovému přístroji.
- Informuje pacienta o délce ozařovacího času, o průběhu ozařování a možnosti komunikace s pracovníky v ovladovně.
- Před zahájením ozařování spouští in vivo dozimetrii, pokud je indikována
- Spouští ozařování z řídicího počítače podle pokynů radiologického fyzika.
- Po celou dobu ozařování sleduje pacienta na televizní obrazovce a sleduje průběh ozařování na monitoru řídicího počítače.
- Po skončení ozařování odpojí přenosové trubice od katétrů aplikátoru.

- Po skončení ozařování zkontroluje, zda byl řádně vytištěn protokol o ozařování a protokol o in vivo dozimetrii.
- Pod odborným dohledem radiologického fyzika vypracovává jednodušší ozařovací plány a výpočty na plánovacím systému dle dat zadaných lékařem.

10.2 Činnosti při přípravě brachyterapeutických aplikací

- Podílí se na výrobě muláží, provádí kontrolu délky použitých katétrů, provádí skiaskopickou kontrolu muláží s markery zasunutými do katétrů a provádí zkušební ozáření připravených muláží.
- Podílí se na úpravě délky plastických katétrů (bronchiálních katétrů a plastických hadiček) a ověřuje jejich délku pomocí měrky i zkušebním ozářením.

10.3 Péče o přístroje a materiál

- Před zahájením klinického provozu zapíná přístroje – řídicí počítač brachyterapeutického ozařovače, pojízdný rentgen, vyvolávací automat, dozimetr pro in vivo dozimetrii.
- Před zahájením klinického provozu provádí denní zkoušku provozní stálosti brachyterapeutického ozařovače. Závady a odchylky hlásí fyzikovi.
- Zodpovídá za provoz pojízdného rentgenu a správnou funkci vyvolávacího automatu. (Obrázek 2)
- Vyvolává zkušební film pro zkoušky provozní stálosti vyvolávacího procesu.
- Sleduje chod přístrojů. Odchylky a poruchy hlásí radiologickému fyzikovi a pracovníkovi pověřenému soustavným dohledem. Opravy pojízdného rentgenu a vyvolávacího automatu objednává u příslušných servisních techniků.
- Zajišťuje dodávky materiálu k provozu temné komory a k obrazové dokumentaci pacientů (rentgenové filmy, papír pro výtisk skiaskopických snímků).

- Pravidelně provádí výměnu a doplňování roztoků do vyvolávacího automatu a jeho čištění. Zajišťuje bezpečnou likvidaci zbytků starých roztoků.
- Kontroluje neporušenost aplikátorů. Závady hlásí fyzikovi.
- Zodpovídá za vypnutí přístrojů po skončeném ozařování.

10.4 Vedení dokumentace

- Zaznamenává údaje o každé aplikaci do knihy výkonů a do počítačové databáze pacientů.
- Zaznamenává parametry použité při skiaskopii a skiagrafii pacientů na pojízdném rentgenu. Zodpovídá za jednoznačnou identifikaci obrazové dokumentace.
- Sleduje vstup osob do kontrolovaného pásma, dohlíží na jejich bezpečný pohyb a pobyt v kontrolovaném pásmu a vede jejich evidenci.

10.5 Typický postup radiologického asistenta při brachyterapii

Při brachyterapii nejprve zavádí radiologický asistent do připravených aplikátorů makety zdrojů a provádí skiaskopickou kontrolu geometrického uspořádání aplikátorů a lokalizační rentgenové snímky aplikované krajiny ve dvou ortogonálních projekcích. Poté připojí jednotlivé aplikátory k afterloadingovému přístroji a informuje pacienta o postupu a době ozáření. Uzavře ozařovnu a spustí ozáření, během kterého sleduje průběh ozařování na monitoru řídicího počítače a pacienta na televizní obrazovce. Po ukončení ozáření odpojí katétry od kanálů ozařovače a asistuje při odstraňování aplikátorů z těla pacienta. Vede požadovanou dokumentaci o obdržení expozicích a terapeutickém ozáření.

V následujících kapitolách je podrobně pojednáváno o jednotlivých typech brachyterapeutických aplikací a v závěru je tabelárně zpracován typický postup při jednotlivých aplikacích. U vyjmenovaných činností je uvedena zodpovědná osoba. Činnosti radiologického asistenta jsou v tabulkách zvýrazněny.

11 Intersticiální brachyterapie

Pod pojmem intersticiální brachyterapie jsou zahrnuty ozařovací techniky, při kterých jsou radioaktivní zdroje implantovány s pomocí speciálních aplikátorů přímo do tkáně. Jde o techniky invazivní, které jsou prováděny v lokální nebo celkové anestézii. K dosažení co nejlepší dávkové distribuce v ozařovaném objemu se používají brachyterapeutické dozimetrické systémy, které jsou tvořeny souborem pravidel pro uspořádání aplikátorů a výpočet dávky. Nejrozšířenějším systémem je Pařížský dozimetrický systém vyžadující přesně stanovená geometrická uspořádání aplikátorů. K dosažení požadovaného geometrického uspořádání aplikátorů se používají při aplikacích šablony (templates).⁽²⁾

(Obrázek 3)

V automatickém afterloadingu se pro intersticiální aplikace používají buď ocelové jehly nebo plastické hadičky z flexibilního materiálu, který umožňuje lepší přizpůsobení postižené tkáni a okolnímu povrchu.

11.1 Intersticiální brachyterapie ORL nádorů⁽⁴⁾

Radioterapie nádorů hlavy a krku využívá jednak zevní konformní radioterapii, nebo radioterapii s modulovanou intenzitou svazku a dále i brachyterapii. Obecně má brachyterapie výhodu v možnosti aplikovat vysoké dávky záření do nádoru se současným šetřením okolních zdravých tkání. Brachyterapie se může v léčbě nádorů hlavy a krku použít jako primární léčba, buďto samostatně, nebo v kombinaci se zevní radioterapií, výhodně se používá i u recidivujících tumorů.

Intersticiální brachyterapie bývá nejčastěji indikována u nádorů předních dvou třetin jazyka, spodiny dutiny ústní, rtu, sliznice tváře, baze jazyka, měkkého patra a tonsilární fossy.

Při intersticiální brachyterapii se umísťují plastické hadičky paralelně v několika řadách podle pravidel Pařížského dozimetrického systému. Používá se také tzv. loop technika, kdy jsou plastické hadičky zaváděny do tvaru obloučků.

11.2 Intersticiální brachyterapie nádorů prsu⁽⁴⁾

Nedílnou součástí konzervativního přístupu při léčbě nádorů prsu je pooperační – adjuvantní radioterapie, která má za úkol sterilizovat subklinické onemocnění zůstávající v prsu, eventuálně v lymfatických uzlinách, po chirurgickém výkonu. V současné době se za standardní adjuvantní radioterapii považuje ozáření celého prsu, a to technikou dvou tangenciálních polí v dávce 50 Gy v 25 frakcích. Zlepšení lokální kontroly onemocnění je dosahováno doozářením – boostem - lůžka nádoru. K doozáření je možné použít jednu ze tří technik – zevní fotonové záření, elektronový svazek nebo intersticiální brachyterapii.

Při použití intersticiální brachyterapie jsou možné dvě techniky provedení. Zavedení ocelových jehel pomocí můstku (templatu) s jasně definovaným geometrickým rozložením jehel nebo pooperační zavedení plastických hadiček. (Obrázek 5)

11.3 Intersticiální brachyterapie nádorů prostaty⁽⁴⁾

Pacienti s diagnostikovaným karcinomem prostaty jsou léčeni buď radikální prostatektomií nebo kurativní radioterapií. K eskalaci dávky v cílovém objemu se používají nové techniky zevní radioterapie (IMRT), dále kombinace zevní radioterapie s brachyterapií nebo brachyterapie samotná.

Při intersticiální brachyterapii prostaty lze použít dvě metody. Dočasnou aplikaci (kombinace se zevní radioterapií), kdy se pod kontrolou transrektální sonografie umisťují do požadovaného objemu pomocí templatu ocelové jehly a krokovací jednotky, tzv. stepping unit. Permanentní aplikaci, při které se do cílového objemu pomocí templatu a ultrazvukové kontroly zavedou permanentní implantáty s radioizotopy ^{125}I nebo ^{103}Pd .

11.4 Intersticiální brachyterapie nádorů penisu⁽⁴⁾

Alternativou chirurgického výkonu při léčbě karcinomu penisu může být v některých případech radioterapie. Používá zevní radioterapie, kombinace radioterapie s brachyterapií nebo brachyterapie samotná. Vlastní brachyterapie může být aplikována buď formou povrchové muláže nebo intersticiálně. Při intersticiální brachyterapii je nejprve zaveden Folleyho katétr a poté jsou do tumoru paralelně zaváděny ocelové jehly, které bývají fixovány v templatu.

11.5 Intersticiální brachyterapie nádorů měkkých tkání končetin⁽⁴⁾

Při léčbě sarkomů měkkých tkání je prokázáno, že kompletní resekce a adjuvantní radioterapie zlepšují lokální kontrolu onemocnění. Nejčastěji se používá zevní radioterapie v kombinaci s brachyterapií.

Při intersticiální brachyterapii jsou plastické hadičky aplikovány peroperačně do lůžka tumoru po jeho extirpaci, paralelně ve vzdálenosti asi 10 – 15 mm od sebe.

11.6 Intersticiální brachyterapie při léčbě keloidů⁽⁴⁾

Keloidní jizvy se mohou vyskytovat po chirurgických zákrocích, aplikacích piercingu, očkováních, popáleninách nebo infekci. Mohou se vytvořit kdekoli na těle, nejčastěji však v horní části hrudníku, v oblasti deltového svalu nebo na uších.

Tvorbu keloidů podstatně redukuje metody pooperační radioterapie. Používá se rentgenové záření, elektronové svazky a intersticiální brachyterapie.

Při intersticiální brachyterapii se po excisi jizvy vloží do úrovně dermis plastická hadička. Cílový objem tvoří celá oblast po excisi keloidu s 5 mm bezpečnostním lemem.

11.7 Postup a zodpovědnosti jednotlivých členů brachyterapeutického týmu při intersticiální aplikaci brachyterapie ⁽²⁾

Pořadí	Činnost	Zodpovídá
1	Uložení pacienta do vhodné polohy na aplikačním sále	ZS
2	Uvedení do anestézie	anesteziolog
3	Dezinfekce operačního pole	RO
4	Označení okrajů tumoru kontrastními značkami (pokud tak již nebylo učiněno dříve)	RO
5	Implantace jehel či plastických katétrů v geometrickém uspořádání podle používaného dozimetrického systému.	RO
6	Zavedení maket zdrojů do aplikátorů	RO + RA
7	Skioskopická kontrola geometrického uspořádání aplikátorů	RA+ RO
8	Zhodnocení dostatečného pokrytí CTV podle skioskopie	RO
9	Lokalizační rtg snímky aplikované krajiny ve 2 projekcích	RA
10	Přenos souřadnic zdrojů a příp. dalších referenčních. bodů z rtg snímků do plánovacího systému	RF
11	Výpočet ozařovacího plánu podle doporučení Report ICRU 58/1997	RF
12	Kontrola ozařovacího plánu a potvrzení podpisem a jmenovkou	RF
13	Schválení ozařovacího plánu a potvrzení podpisem a jmenovkou	RO
14	Připojení jednotlivých aplikátorů k afterloadingovému přístroji podle ozařovacího plánu	RA, RF
15	Přenos dat ozařovacího plánu do řídicího počítače	RF
16	Informace pacienta o ozařovacím čase	RA
17	Uzavření ozařovny	RA
18	Spuštění ozáření a sledování pacienta na monitoru	RA
19	Ukončení ozáření	RA
20	Výtisk ozařovacího protokolu a vykázaní dalších údajů o aplikaci	RF
21	Odstranění aplikátorů, event. v analgézii	RO
22	Zápis o výkonu do dokumentace pacienta s doporučením dalšího ošetření event. termínu další aplikace nebo kontroly	RO
23	Zápis do knihy výkonů	RA
24	Transport pacienta na lůžkové oddělení pod dohledem zdrav. sestry	ZS

12 Intrakavitární brachyterapie

Při intrakavitární brachyterapii se zavádí aplikátory pro uzavřené radionuklidové zářiče do přístupné tělesné dutiny za účelem ozáření nádoru z ní vycházejícího. Nejčastější ozařovací technikou je uterovaginální aplikace pomocí speciálních aplikátorů zavedených do dělohy a do vaginy s následným umístěním radioaktivních zdrojů v několika ozařovacích kanálech pomocí afterloadingu. ⁽²⁾

12.1 Aplikátory používané při intrakavitárních aplikacích

12.1.1 Fletcherův aplikátor

Aplikátor se skládá z uterinní sondy a vaginálních ovoidů. Délka uterinní sondy je uzpůsobena délce děložní dutiny pomocí cervikálního stoperu. Jsou k dispozici uterinní sondy s různým zakřivením podle sklonu děložní dutiny. ⁽³⁾ (Obrázek 6)

12.1.2 Prstencový – ring – aplikátor

Prstencový aplikátor se skládá z uterinní sondy a prstence, který nahrazuje ovoidy. Je alternativou k tříkanálovému Fletcherovu aplikátoru. (Obrázek 7)

12.1.3 Kolpostat

Kolpostat se skládá z vaginálních ovoidů. (Obrázek 8) Používá se k ozáření poševní jizvy a kleneb poševních u nádoru cervixu po radikální hysterektomii. ⁽³⁾

12.1.4 Vaginální válec

Vaginální válec se obvykle používá pro ozáření proximálních 2/3 vaginy u nádorů endometria po radikální hysterektomii. Používají se válce různého průměru. ⁽³⁾ (Obrázek 9)

12.1.5 Heymanova tamponáda

Skládá se z jednotlivých zářičů, které jsou upevněny na drátcích či plastických trubičkách. Umísťují se vějířovitě v několika rovinách v dutině děložní, aby se zabezpečilo rovnoměrné ozáření celé šířky děložní stěny. ⁽³⁾ (Obrázek 10)

12.2 Nádory děložního čípku⁽⁵⁾

Standardní léčebné postupy při karcinomu děložního čípku lze pro praxi rozdělit na postupy pro časná stádia (stadium IA – IIA), kde se uplatňuje především léčba chirurgická a na postupy u pozdních stádií (od stádia IIB), kde je základním léčebným postupem radioterapie či chemoterapie. U časných stádií je radioterapie indikována jako adjuvantní pooperační radioterapie, aplikována většinou jako kombinace zevní radioterapie a brachyterapie.

Plánovací cílový objem pro brachyterapii tvoří čípek děložní, děloha, horní třetina pochvy včetně kleneb. Dávka z brachyterapie je aplikována pomocí automatického afterloadingu s nízkým nebo vysokým dávkovým příkonem prostřednictvím aplikátorů zavedených do dělohy a kleneb poševních. Nejčastěji se používá Fletcherův aplikátor nebo ring aplikátor.

12.3 Nádory endometria⁽⁵⁾

Pooperační radioterapie je indikována vždy v případě postižení lymfatických uzlin a u lokálně pokročilejších nálezů. Používá se samostatná intrakavitární brachyterapie, brachyterapie v kombinaci se zevní radioterapií nebo zevní radioterapie samotná.

Brachyterapie se aplikuje pooperačně jako samostatná adjuvantní léčba nebo v kombinaci se zevní radioterapií. U samostatné intrakavitární brachyterapie se do vagíny zavádí vaginální válec s co největším průměrem.

Pro primární radikální brachyterapii je možné zvolit různé typy aplikátorů. Při Heymanově tamponádě se dutina děložní a hrdlo vyplní tubami pro brachyterapii. Při aplikaci sondy Y se do rohů děložních zavedou dva oddělené aplikátory, které se v hrdle spojí a pokračují do vagíny.

12.4 Primární vaginální nádory⁽⁵⁾

Radioterapie je metodou volby pro většinu nádorů vaginy. U povrchních lézí a nádorů s malou tloušťkou lze dosáhnout kurativního efektu pomocí brachyterapie.

K ozařování vaginy intrakavitární brachyterapií se používají automatické afterloadingové systémy s nízkým nebo vysokým dávkovým příkonem. Podle toho, jakou část vaginy je třeba ozářit a do jaké hloubky, se volí ozařovací technika. Pro povrchové ozáření všech stěn libovolné délky vaginy je výhodné používat vaginální válce s různým průměrem.

12.5 Postup a zodpovědnosti jednotlivých členů brachyterapeutického týmu při intrakavitární aplikaci brachyterapie ⁽²⁾

Pořadí	Činnost	Zodpovídá
1	Uložení pacientky do gynekologické polohy na operačním sále	ZS
2	Uvedení do anestézie	anesteziolog
3	Desinfekce operačního pole a zavedení Foleyho katétru do močového měchýře se 7 ccm kontrastní látky v balónku.	RO
4	Zavedení aplikátorů do dělohy a vagíny, příp. označení okrajů nádoru kovovými svorkami.	RO
5	Tamponáda vagíny (horní zadní část vagíny tamponovat pomocí rentgenkontrastního mulu)	RO
6	Zavedení in vivo dozimetru nebo kontrastního katétru či kontrastní látky do rekta k označení přední stěny rekta	RO
7	Zavedení maket zdrojů do jednotlivých kanálů aplikátoru	RA
8	Umístění lokalizačního můstku pro rentgenování	RA
9	Skioskopická kontrola uložení aplikátorů v AP a LL projekci.	RA
10	Event. repozice aplikátoru	RO
11	Zhotovení rtg snímků v AP a LL projekci	RA
12	Přenos souřadnic aplikátoru a referenčních bodů kritických orgánů z rtg snímků do plánovacího systému	RF
13	Vypracování izodózového ozařovacího plánu, výpočet dávky ve zvolených rovinách a referenčních bodech, výpočet objemu PTV a rozměrů referenční izodózy (podle ICRU Report 38 / 1985)	RF
14	Zhodnocení ozařovacího plánu, event. optimalizace ozařovacího plánu	RF
15	Kontrola ozařovacího plánu a jeho potvrzení podpisem a jmenovkou	RF
16	Potvrzení konečné verze ozařovacího plánu podpisem a jmenovkou	RO
17	Připojení aplikátorů pomocí přenosových trubic k afterloadingovému přístroji	RA
18	Přenos dat z plánovacího systému do řídicího počítače	RF
19	Informace pacientky o ozařovacím čase	RA
20	Uzavření ozařovny	RA
21	Spuštění ozařování z řídicího počítače v ovladovně a sledování pacientky na televizním monitoru.	RF/RA
22	Ukončení ozáření	RA
23	Výtisk ozařovacího protokolu a vykazání dalších údajů o aplikaci	RF
24	Odstranění aplikátoru	RO
25	Vyhodnocení in vivo dozimetrie	RF,RO
26	Písemný záznam o provedené aplikaci, pokyny pro další ošetření pacientky a termín další frakce brachyradioterapie nebo kontroly	RO
27	Záznam o provedené aplikaci do knihy výkonů	RA

13 Intraluminární brachyterapie

Intraluminární brachyterapie znamená ozáření pomocí dočasného umístění radioaktivních zdrojů v lineárním uspořádání v lumen trubicového orgánu. Jde o specifickou formu intrakavitární brachyterapie. ⁽²⁾

13.1 Nádory dýchacích cest

Nádory dýchacích cest jsou stále rostoucím problémem. Ve většině případů je za vznik nádorů zodpovědné kouření, vliv mohou mít genetické predispozice a vlivy prostředí. Častěji bývají postiženi muži vyššího věku.

Intrabronchiální aplikátory (katétry) jsou plastické trubičky o průměru obvykle 1,8 až 5 mm. (Obrázek 11) Zavádějí se pod přímou vizuální kontrolou pracovním kanálem flexibilního bronchoskopu do oblasti bronchiální stenózy. Podle počtu postižených bronchů je možné zavést 1 nebo více katétrů. Pokročilé typy aplikátorů jsou opatřeny fixačním balónkem, který umožňuje centraci katétru uvnitř bronchiálního lumen. Po umístění brachyterapeutického katétru je bronchoskop odstraněn a do aplikátoru je umístěna neaktivní maketa zdroje. Následuje kontrolní RTG snímek. Poté je neaktivní maketa odstraněna a nahrazena LDR nebo HDR zdrojem. ⁽¹⁾

13.2 Nádory jícnu

Nádory jícnu se vyskytují u starších pacientů a nejčastěji bývají způsobeny dlouhodobým kouřením a konzumací alkoholu. Dále může být příčinou vzniku nádorů podvýživa, avitaminózy A, B, C, E, nedostatek železa a dlouhodobá achalázie.

Endoesophageální aplikace probíhá pod stálou rentgenovou kontrolou. Nejprve se lokalizuje místo nádorové stenózy po polknutí kontrastní látky. Jícnový aplikátor je obvykle plastická trubice na konci ztenčená o různém průměru podle stupně stenózy, nejčastěji se používají průměry kolem 1 cm. (Obrázek 12) Do aplikátoru je poté zaveden katétr s neaktivní maketou zdroje a poloha aplikátoru je

kontrolována pomocí rentgenového přístroje. Po dosažení uspokojivé pozice je aplikátor fixován a maketa zdroje je nahrazena afterloadingovým katétrem. ⁽¹⁾

13.3 Nádory žlučových cest

Nádory žlučových cest jsou poměrně vzácné, tvoří asi 4 % nádorových onemocnění trávicího traktu. Nádory se vyskytují nejčastěji u pacientů mezi 50 až 70 lety, více u mužů. Příčiny vzniku nádorů nejsou dosud známe.

Pokud je to polohou nádoru umožněno, je vhodné ke žlučovým cestám využít transduodenální endoskopický přístup. Pomocí endoskopu je do blízkosti nádoru zaveden vodič, po kterém se zavede nasobiliární sonda. Skrz sondu je poté pod rentgenovou kontrolou zaveden do požadované pozice radioaktivní zdroj.

V případě, že není umožněn přístup k nádoru endoskopicky, volí se perkutánní transhepatický přístup, který umožní vložit katétr do oblasti zúžení. Umístění katétru se opět provádí pod rentgenovou kontrolou. Poté je do katétru zaveden radioaktivní zdroj. ⁽¹⁾

13.4 Nádory konečníku

Nádory konečníku častěji postihují pacienty ve vyspělých zemích. Mezi nejčastější příčiny jejich vzniku patří chronické podráždění oblasti způsobené hemoroidy, píštělemi nebo fisurami. Byla také prokázána asociace s lidským papilloma virem.

K aplikaci zářiče se používá rektální válec o různém průměru délce. Zavedení válce se provádí pod rentgenovou kontrolou. Po kontrole pozice je válec zafixován a opět se provede kontrolní snímkování. Válec je poté připojen k afterloadingovému přístroji a je provedeno ozáření, které trvá obvykle několik minut a lze jej provést ambulantně. ⁽¹⁾

13.5 Postup a zodpovědnosti jednotlivých členů brachyterapeutického týmu při intraluminární aplikaci brachyterapie ⁽²⁾

Pořadí	Činnost	Zodpovídá
1	Uložení pacienta do vhodné pozice na aplikačním sále	ZS
2	Lokální znecitlivění	RO/ Specialista
3	Zavedení aplikátoru do postiženého orgánu	RO/ Specialista
4	Umístění maket zdrojů do aplikátoru	RO
5	Skioskopická kontrola	RA
6	Určení ozařovací dráhy (CTV=PTV = GTV + bezpečnostní lem)	RO
7	Zhotovení rtg snímků zavedeného aplikátoru / event. výtisk z MF kamery	RA
8	Přenos dat do plánovacího systému	RF
9	Výpočet ozařovacího plánu, podle níže uvedeného doporučení.	RF
10	Kontrola ozařovacího plánu a potvrzení podpisem a jmenovkou	RF
11	Schválení ozařovacího plánu a potvrzení podpisem a jmenovkou	RO
12	Připojení aplikátoru /aplikátorů k AFL přístroji	RA
13	Přenos dat z plánovacího systému do řídicího počítače	RF
14	Informace pacienta o ozařovacím čase	RA
15	Uzavření ozařovny	RA
16	Spuštění ozáření a sledování pacienta na monitoru	RF/RA
17	Ukončení ozáření	RF,RA
18	Výtisk ozařovacího protokolu a vykazání dalších údajů o aplikaci	RF
19	Odstranění aplikátoru	RO
20	Záznam o provedené aplikaci do knihy výkonů	RA
21	Písemný záznam o provedené aplikaci do dokumentace nemocného a pokyny pro další ošetření, termín další frakce BRT nebo kontroly	RO
22	Transport pacienta na lůžkové oddělení	ZS

14 Povrchová brachyterapie

Pod pojmem povrchová brachyterapie se rozumí ozáření pomocí radioaktivních zdrojů umístěných na povrchu kůže nebo sliznice. Provádí se pomocí individuálně zhotovených muláží. (Obrázek 13) Jde o velmi efektivní ozařovací techniky, které jsou šetrné k okolní zdravé tkáni a dobře tolerované i velmi starými pacienty. Výhodou je aplikace celé kurativní dávky záření v krátkém čase, zpravidla ne delším než 2 týdny a možnost ambulantní léčby. ⁽²⁾

14.1 Nádory kůže

Nádory kůže se nejčastěji vyskytují na místech vystavovaných přímému slunečnímu záření. Ve většině případů se jedná o části obličeje, jako jsou uši, rty, nos a oční víčka. Vyskytují se častěji u mužů a u lidí se světlejší kůží.

Pro léčbu nádorů kůže pomocí brachyterapie se používá technika muláží, které jsou vyrobeny individuálně pro každého pacienta. Do muláže jsou zavedeny plastické hadičky, které se připojují k automatickým afterloadingovým přístrojům. Technika muláže umožňuje zlepšit přístup k různě zakřiveným místům jako je např. vnější ucho.

14.2 Postup radiologického asistenta při povrchové brachyterapii

Radiologický asistent má na starosti upevnění aplikátorů do muláže a umístění maket zdrojů do aplikátorů a ověření jejich průchodnosti. Poté co lékař a radiologický fyzik zkontrolují a schválí ozařovací plán, přiloží spolu s radiologickým asistentem muláž na pacienta a zakreslí na ni a na kůži značky za účelem vždy stejného umístění muláže. Poté radiologický asistent zhotoví fotografické popřípadě rentgenové snímky s přiloženou muláží pro dokumentaci a možnost eventuálního dodatečného výpočtu efektivní dávky. Následně připojí jednotlivé aplikátory k afterloadingovému přístroji a informuje pacienta o době ozáření. Uzavře ozařovnu a spustí ozáření, během kterého sleduje pacienta na monitoru. Po ukončení ozáření zapíše jednotlivé frakce do knihy výkonů.

14.3 Postup a zodpovědnosti jednotlivých členů brachyterapeutického týmu při povrchové aplikaci brachyterapie ⁽²⁾

Pořadí	Činnost	Zodpovídá
1	Změření nádorového ložiska, určení GTV,CTV, zhotovení fotografie	RO
2	Provedení otisku postižené krajiny pomocí tvarovatelného materiálu	RO
3	Určení tloušťky muláže (vzdálenost zdroje od povrchu těla)	RO
4	Zhotovení muláže z vhodného materiálu	modelová laboratoř
5	Zakreslení geometrického uspořádání jednotlivých drah zdroje na povrch muláže	RF
6	Upevnění aplikátorů na muláž	RA
7	Umístění maket zdrojů do aplikátorů a ověření jejich průchodnosti	RA
8	Výpočet ozařovacího plánu na základě ozařovacího předpisu	RF
9	Kontrola ozařovacího plánu a stvrzení podpisem a jmenovkou	RF
10	Schválení ozařovacího plánu a stvrzení podpisem a jmenovkou	RO
11	Přenos dat z plánovacího systému do řídicího počítače	RF
12	Přiložení muláže na pacienta a zakreslení značek na kůži a na muláži za účelem vždy stejného umístění muláže	RO, RA, ZS
13	Zhotovení fotografie event. rtg snímku s přiloženou muláží pro dokumentaci a možnost event. dodatečného výpočtu efektivní dávky	RA
14	Připojení jednotlivých aplikátorů k afterloadingovému přístroji podle ozařovacího plánu	RO, RF, RA
15	Informace pacienta o době ozáření	RA
16	Uzavření ozařovny	RA
17	Spuštění ozáření a sledování pacienta na monitoru	RA
18	Ukončení ozáření	RA
19	Výtisk ozařovacího protokolu a vykazání dalších údajů o aplikaci	RF
20	Odstranění muláže	ZS
21	Zápis každé frakce ozáření do dokumentace pacienta	RO
22	Zápis každé frakce ozáření do knihy výkonů	RA
23	Ukončení ozáření po splnění předepsaného počtu frakcí, doporučení dalšího ošetřování, stanovení kontroly	RO

15 Závěr

Pomocí brachyterapie lze léčit široké spektrum převážně onkologických onemocnění. Brachyterapeutické metody jsou využívány při léčbě gynekologických nádorů, karcinomů prostaty, nádorů prsu, nádorů měkkých tkání, nádorů gastrointestinálního traktu, dýchacích cest, nádorů kůže a při léčbě keloidů.

Radiologický asistent zastává při brachyterapeutických aplikacích důležitou pozici. Vzhledem k přítomnosti zdrojů ionizujícího záření musí dodržovat zásady radiační ochrany. Zároveň se podílí na minimalizaci dávky na pacienta i obsluhující personál.

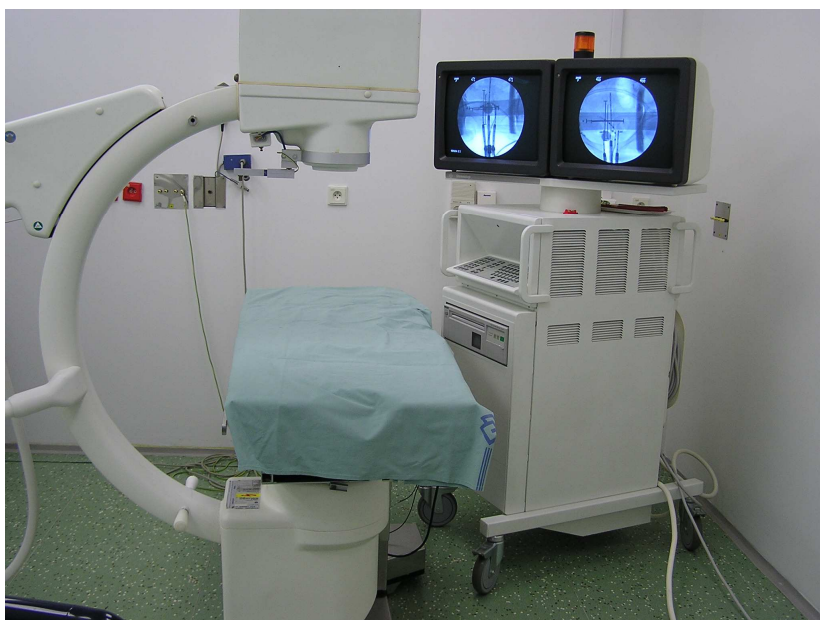
Radiologický asistent se podílí na přípravě i realizaci brachyterapeutických aplikací, provádí rentgenovou kontrolu zavedených aplikátorů i vlastní ozařování pacientů.

Zajišťuje spolehlivý chod přístrojů a temné komory, provádí zkoušky provozní stálosti u přístrojové techniky, zajišťuje tvorbu a přípravu aplikačních pomůcek a důsledně vede dokumentaci spojenou s provozem na brachyterapeutickém pracovišti.

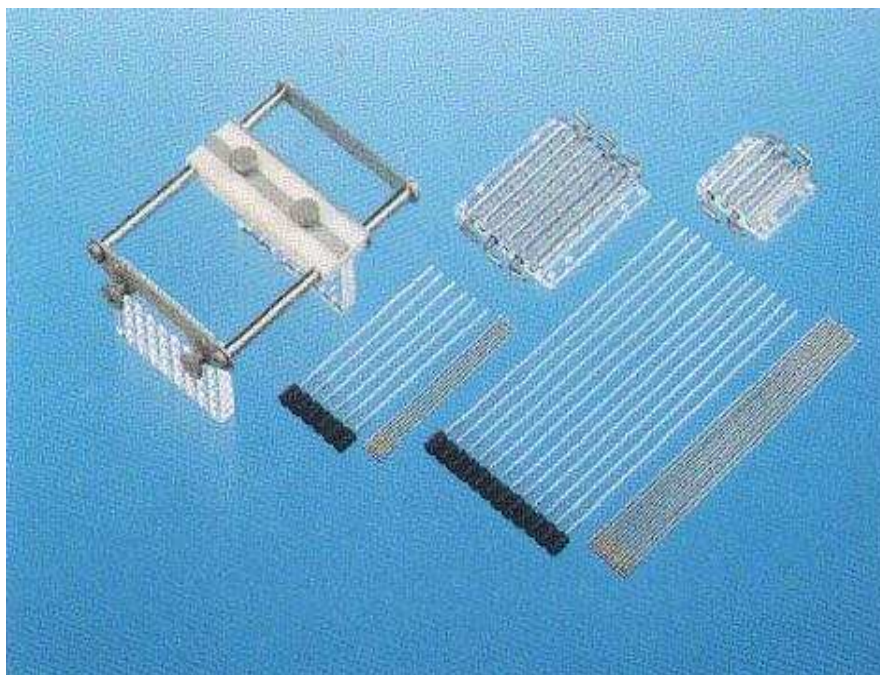
16 Obrazová dokumentace



Obrázek 1 : Automatický afterloadingový přístroj Gammamed 12i



Obrázek 2: Rentgenový přístroj – C rameno



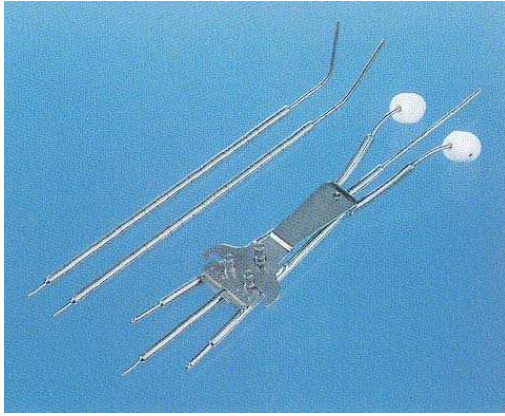
Obrázek 3: Aplikátory pro intersticiální brachyterapii



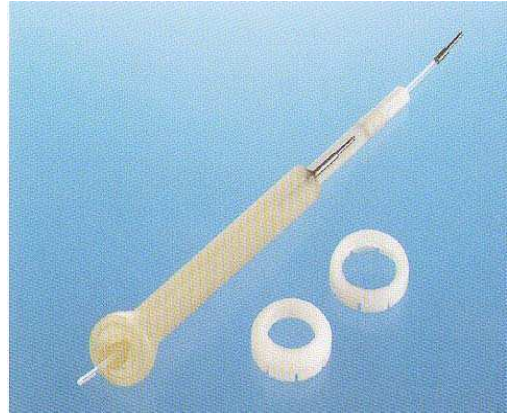
Obrázek 4: Intersticiální aplikace při nádoru rtu



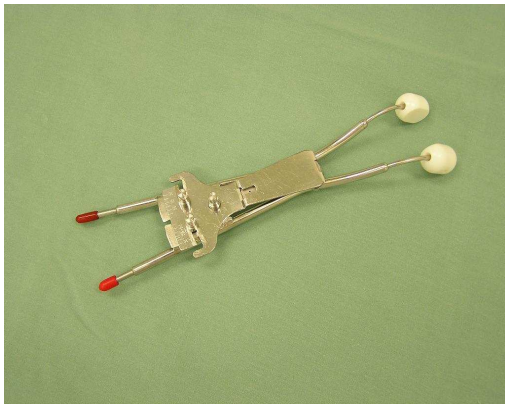
Obrázek 5: Intersticiální aplikace při nádoru prsu



Obrázek 6: Fletcherův aplikátor



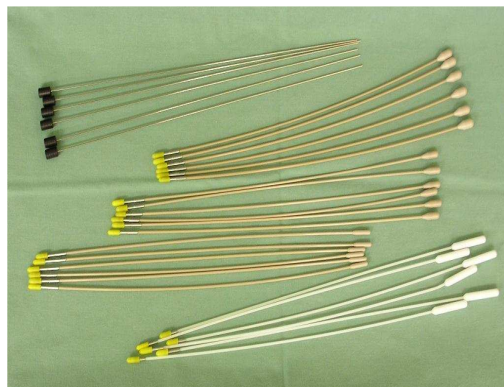
Obrázek 7: Prstencový aplikátor



Obrázek 8: Ovoidy



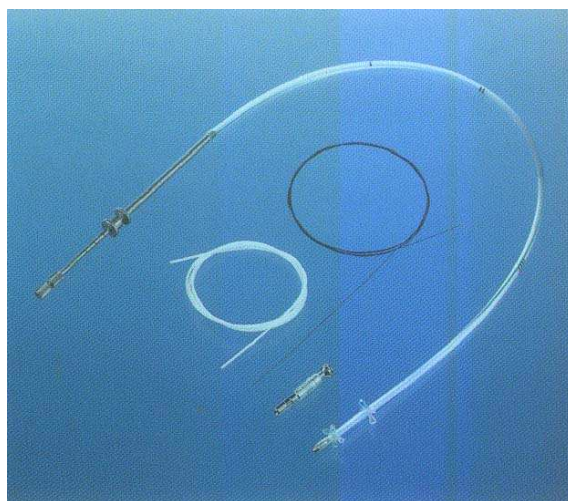
Obrázek 9: Vaginální válce



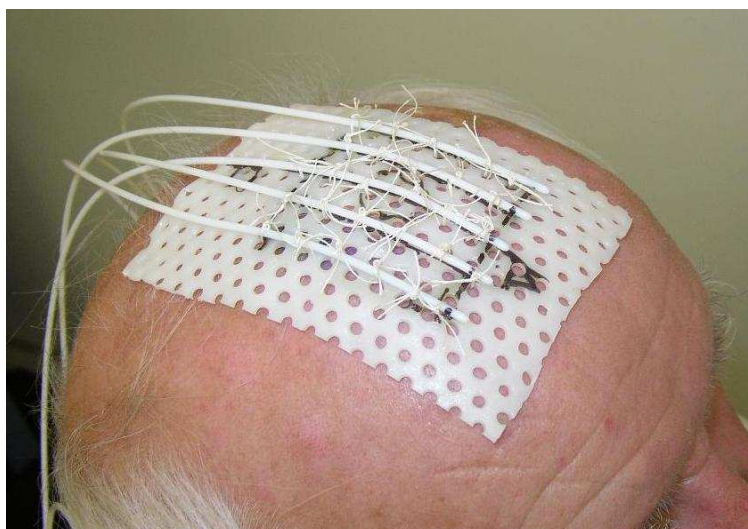
Obrázek 10: Heymanova tamponáda



Obrázek 11: Bronchiální katétr



Obrázek 12: Jícnový aplikátor



Obrázek 13: Aplikace muláže

17 Seznam použité literatury

- 1) PETERA, Jiří. *INTRALUMINÁRNÍ BRACHYTERAPIE*. 1. vyd. Praha : Galén, 2001. 103 s. ALMA MATER . ISBN 80-7262-116-5.
- 2) MUDr. Hana Stankušová, CSc., Ing. Anna Kindlová. *STANDARD BRACHYRADIOTERAPIE* pro radioterapeuticko – onkologické oddělení FN Motol. 2005. 27 s.
- 3) PETERA, Jiří. *MODERNÍ RADIOTERAPEUTICKÉ METODY : Brachyterapie*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1998. 33 s. ISBN 80-7013-266-3.
- 4) SOUMAROVÁ, Renata, HOMOLA, Luboš. *INTERSTICIÁLNÍ BRACHYTERAPIE*. Redaktor Petr Gál. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 2006. 151 s. Edice kontinuálního vzdělávání v medicíně; sv. 15. ISBN 80-210-4107-2.
- 5) ŠLAMPA, Pavel, PETERA, Jiří. *Radiační onkologie*. 1. vyd. Praha : Galén, 2007. 457 s. ISBN 978-80-7262-469-0.
- 6) SPURNÝ, Vladimír, ŠLAMPA, Pavel. *MODERNÍ RADIOTERAPEUTICKÉ METODY : Základy radioterapie*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1999. 118 s. ISBN 80-7013-267-1.
- 7) *A PRACTICAL GUIDE TO QUALITY CONTROL OF BRACHYTHERAPY EQUIPMENT*. Edited by Venselaar, Pérez-Calatayud. 1st edition. Brussels : ESTRO, 2004. 261 s. Dostupný z WWW: <www.estro.org>. ISBN 90-804532-8.
- 8) *The GEC ESTRO Handbook of Brachytherapy*. Edited by Alain Gerbaulet, Richard Pötter, Jean-Jaques Mazon, Harm Meertens, Erik Van Limbergen . Brussels : ESTRO, 2002. 679 s. Dostupný z WWW: <www.estro.org>. ISBN 90-804532-6.
- 9) *Česká onkologická společnost ČLS JEP* [online]. c2004 , 02.03.2008 [cit. 2009-03-25]. Dostupný z WWW: <http://www.linkos.cz/index1.php>.
- 10) *KOC FN Motol: Brachyterapie* [online]. c2008 [cit. 2009-03-25]. Dostupný z WWW: <http://www.onconet.cz/onkologie.fnmotol/index.php?pg=koc-fn-praha-motol--brachyterapie>.
- 11) *Onkologie a radioterapie* [online]. c2000-2009 , 15.12.2006 [cit. 2009-03-25]. Dostupný z WWW: <http://www.radioterapie.cz/lecba-karcinomu-prostaty-hdr-brachyterapie.aspx>.
- 12) *American Brachytherapy Society* [online]. c2009 [cit. 2009-03-26]. Dostupný z WWW: <http://www.americanbrachytherapy.org/aboutBrachytherapy/index.cfm>.

18 Klíčová slova

Brachyterapie, afterloading, radiologický asistent, afterloadingový katétr, zdroj záření

19 Keywords

Brachytherapy, afterloading, radiographer, afterloading catheter, radiation source