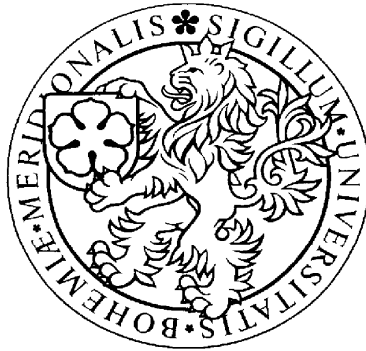


**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zdravotně sociální fakulta**



RADIOTERAPIE III

*doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia
studijního programu „B5345 – Specializace ve zdravotnictví“*

studijního oboru „Radiologický asistent“

MUDr. Miluše Dolečková, PhD.

ČESKÉ BUDĚJOVICE 2007

Obsah:

II. Plánování radioterapie

- 1 Postup při plánování léčby zářením
- 2 Verifikace
- 3 Ozařovací podmínky
- 4 Objemy v plánování
- 5 Ozařovací předpis
- 6 Ozařovací poloha pacienta
- 7 Fixace pacienta

III. Ozařovací techniky

- 1 Rozdělení ozařovacích technik a obecná charakteristika
- 2 Ozařovací techniky pro nejčastější maligní tumory
 - Nádory kůže
 - Nádory mozku
 - Nádory hlavy a krku
 - Nádory štítné žlázy
 - Nádory plic
 - Nádory prsu
 - Nádory tlustého střeva
 - Nádory čípku děložního
 - Nádory těla děložního
 - Nádory vaječníku
 - Nádory pochvy a vulvy
 - Nádory močového měchýře
 - Nádory varlete
 - Nádory prostaty
 - Maligní lymfom Hodgkinova typu a non Hodgkinova typu
 - Maligní nádory dětského věku

II. PLÁNOVÁNÍ RADIOTERAPIE

Klíčová slova: plánování léčby, verifikace, ozařované objemy, fixace pacienta

Vývoj techniky (zejména v elektronice a počítačích) vedl k rychlému vývoji změn v plánování radioterapie. Jednotlivé fáze zůstávají, kvalitativně se zlepšují.

Cílem radioterapie je zvládnout tumor při minimálním poškození zdravých tkání.

1) Postup při plánování léčby zářením

- **základní předpoklad:** vybavené pracoviště (přístroje, dozimetrie, možnost přípravy ozařovacích pomůcek) a odborná úroveň personálu.
- **vstupní údaje:** údaje o nádoru (orgán, histologie, klinické stadium), o pacientovi (celkový stav, věk, předchozí léčba, labor. vyš. včetně krevního obrazu) o léčebném záměru (léčba paliativní nebo kurativní, kombinace radioterapie s jinou léčbou, časová posloupnost léčebných postupů). Tyto údaje určí léčebnou strategii (zařazení radioterapie do léčebného postupu). Vlastní plánování radioterapie se zabývá taktikou radioterapie.
- **lokalizace nádoru na simulátoru:**
 - pacientovi se v ozařovací poloze s fixačními pomůckami, případně i s použitím kontrastní látky lokalizuje nádor (nádor, lůžko nádoru, spádové lymfatické uzliny);
 - lokalizovaný objem se zhodnotí ve 3 osách (event. ve 2), určí se velikost v ose Y,X,Z, průmět laserových paprsků pro tyto 3 osy event. 2 osy se zakreslí na kůži pacienta.
- **plánování na CT:**
 - na CT se zhotoví skeny v ozařovací poloze s fixačními pomůckami a s označením značek na kůži rtg kontrastní látkou (jemný drátek);
 - skeny se zhotoví vždy v označeném průmětu (postavení CT stolu v posici 0), další na horním a dolním okraji lokalizovaného objemu, další skeny se dělají dle potřeby, čím přesnější technika, tím více skenů. Plánování radioterapie může probíhat s drobnými obměnami nejčastěji pomocí CT, lze využít i MR ev PET (fúze obrazu s CT).
- **plánování s plánovacím systémem:**
 - zakreslení obrysu pacienta ve všech použitých řezech pro plánování;

- zakreslení a popis cílového objemu v CT plánovacích skenech;
- zakreslení a popis rizikových orgánů v CT plánovacích skenech;
- zhotovení izodózního plánu s volbou ozařovacích podmínek a ozařovací techniky;
- optimalizace ozařovacího plánu pomocí stínících bloků, klínových filtrů, kompenzátorů, vážení polí, bolusu, s využitím funkcí plánovací konzole (beam's eye view, DVH – dose volume histogram);
- výběr optimálního ozařovacího plánu a definitivního frakcionačního režimu se zhodnocením homogenity a dávky v cílovém objemu (minimální, maximální, v bodě ICRU – ICRU doporučení č. 62,1999) a dávky v kritickém orgánu pomocí DVH – dose volume histogram (dávka v objemových %, maximální dávka).

Při tvoření izodózního plánu se postupuje takto individuálně -tayloring radiotherapy.

- **plánování s MR, biologické plánování s PET/CT:**
 - v technologii zobrazování pro zakreslení PTV (planning target volume) se významně rychle zvyšuje používání MR a funkčního zobrazování - PET/CT pro jejich výhody lepšího zobrazení tumoru nebo i zdravých tkání;
 - přínos MR zobrazení pro léčebné plánování je především pro nádory hlavy a krku, prostaty, čípku děložního, dále také prsu, plic a mozku;
 - fúze CT a MR obrazu využije výhod obou vyšetření. Mnohočetná zobrazení nebo kontinuální zobrazení mohou určit pohyb pacienta (orgánů, tkání) během a mezi ozařovacími frakcemi. Monitoring během léčby zajišťuje informace pro adaptivní radioterapii;
 - funkční zobrazování PET/CT se používá pro staging, dále pro léčebné plánování (zlepšuje zakreslení viabilního tumoru – tzv biological target volume - BTV) nebo ke zhodnocení změn po léčbě (odpověď na léčbu). Jeho význam pro léčebné plánování neustále narůstá zejména proto, že nejspornějším, nejproblematictější místem v plánování radioterapie je nakreslení PTV.
- **simulace na simulátoru:**
 - simulace vybraného ozařovacího plánu na simulátoru (v ozařovací poloze, s fixačními pomůckami, se stínícími bloky, klíny, kompenzátořem, MLC – multileaf collimator...) a provede se simulační snímek.
- **první nastavení na ozařovači:**
 - posoudí se souhlas reálných hodnot a ozařovacích podmínek pro každé pole s hodnotami na výtisku z plánovací konzole a ve verifikačním systému (druh a energie záření, zdroj záření, velikost pole, úhel gantry, kolimátoru, ozařovacího stolu, použití klínů, stínících bloků, kompenzátořu, bolusu, SSD, monitorovací jednotky – MU);
 - provede se verifikační snímek pro každé pole anebo v EPID (electronic portal image device).

Verifikační snímky se provádějí na ozařovači na začátku léčby, při změně techniky a v průběhu ozařovací série (podle ozařovací techniky).

2) Verifikace: pomáhá zajistit kvalitu v radioterapii

- pacienta;
- ozařovacích podmínek (verifikační systém);
- ozařovaného objemu (verifikační snímky, EPID);
- dávky (dozimetrické kontroly).

Verifikační snímky zajišťují:

- 1) kontrolu ozařování správného objemu tkání v průběhu léčby;
- 2) doklad o ozářeném objemu vzhledem k event. recidivě onemocnění (v ozařovaném objemu či v jeho okraji anebo zcela mimo něj) s možností posouzení léčby recidivy zářením;
- 3) doklad o ozařovaném objemu vzhledem k event. časným nebo pozdním poiradiačním reakcím;
- 4) doklad o ozářeném objemu vzhledem k event. stížnostem pacienta.

3) Ozařovací podmínky: jsou fyzikální faktory, které ovlivňují ložiskovou dávku.

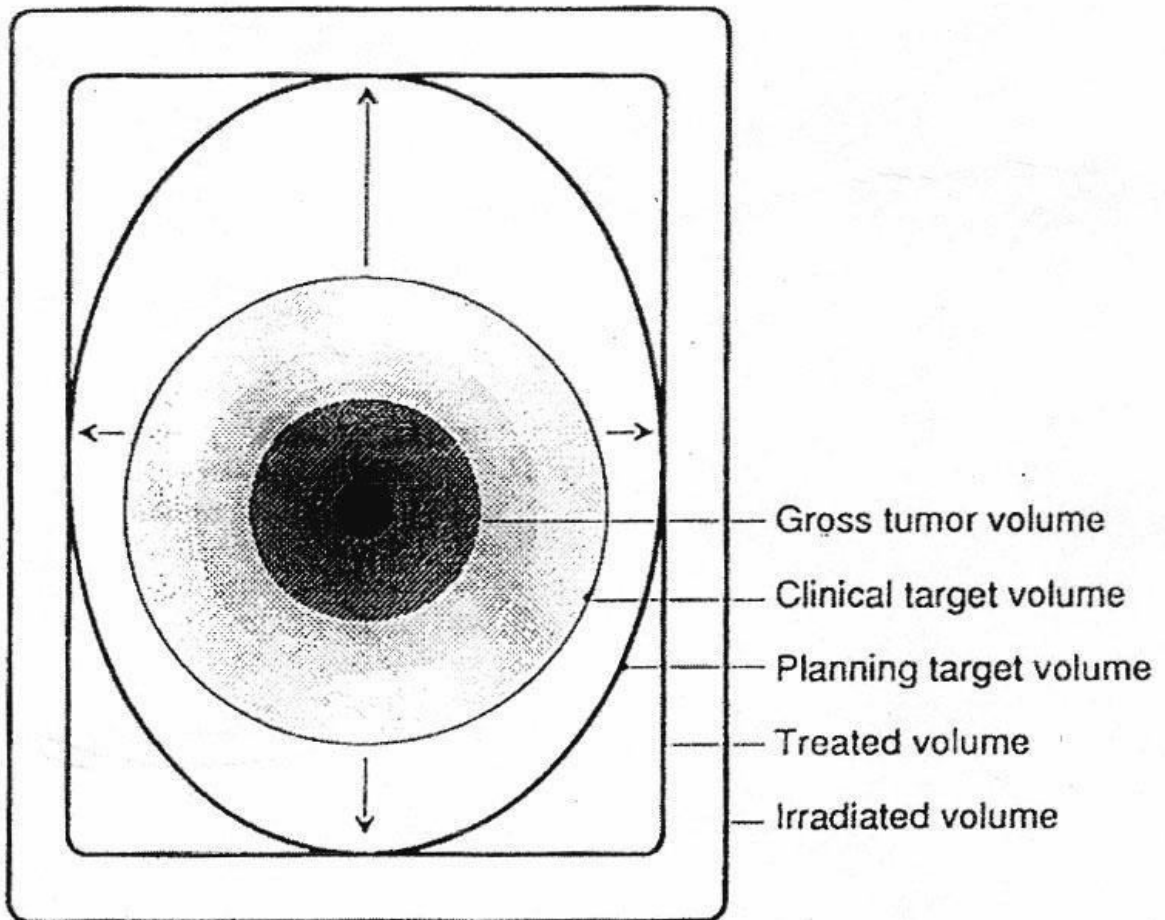
- kvalita záření: druh, energie, homogenita záření;
- SSD, SAD (source skin distance, source axis distance);
- ozařovací pole;
- ozařovaný objem.

4) Objemy v plánování

- Gross Tumor Volume (GTV) je palpovatelný nebo jinak demonstrovatelný nádor;
- Clinical Target Volume (CTV) obsahuje GTV a/nebo subklinické mikroskopické maligní onemocnění, „boost“ (dosycení dávky) dovoluje rozdílné dávky v CTV (CTV s high-dose volume pro GTV a CTVs low-dose volume);

- Planning Target Volume (PTV, Target Volume, cílový objem) je geometrický koncept používaný pro léčebné plánování a specifikaci dávky. Velikost a tvar závisí na CTV, ale také na použité léčebné technice. Bere v úvahu:
 - pohyb tkání v CTV např. při dýchání, polykání nebo pohyb pacienta;
 - změny tvaru a velikosti tkání v CTV např. různě naplněný močový měchýř;
 - změny v charakteristice geometrie svazku.
- Treated Volume: objem zahrnutý izodózou, která definuje PTV. Optimalizace vede k přiblížení objemu a tvaru obou objemů;
- Irradiated Volume: objem tkání, které obdrží dávku, která je považována za významnou ve vztahu k normální tkáňové toleranci;
- kritické orgány jsou zdravé tkáně jejichž radiosenzitivita může mít vliv na léčebné plánování a/nebo předepsanou dávku

Obr. Objemy v plánování - ICRU doporučení č. 62,1999



Minimální dávka – je vztažena ke kontrole tumoru

Maximální dávka – se týká možné toxicity léčby

Nehomogenita dávky – je určena rozdílem mezi minimální a maximální dávkou v PTV

ICRU bod – by měl reprezentovat dávku v PTV, měl by být jasně definován a přesně fyzikálně určen

5) Ozařovací předpis

Ozařovací plán (předpis) je úřední doklad a spolu s denním záznamem o ozařování se ukládá do chorobopisu pacienta a archivuje se. Obsahuje:

- osobní údaje pacienta - jméno, rodné číslo, pojišťovna;
- dg, histologie (typing, grading), TNM (staging), operační výkon, předchozí léčba;
- léčba: ozařovací technika, celková dávka;
- ozařovací podmínky, ozařovací poloha, fixační pomůcky;
- dávka pro frakci a celková dávka: minimální a maximální, dávka v bodě ICRU, v kritických orgánech, frakcionační režim;
- izodozní plán;
- verifikační snímek ozařovacích polí ze simulátoru (výtisk);
- datum, podpis (pro jednotlivé kroky).

6) Ozařovací poloha pacienta

Základem pro léčebné plánování je fixní, dobře reprodukovatelná ozařovací poloha. Důležité je, aby byla stejná jak na simulátoru, tak na CT a při každém ozáření na ozařovacím stole. Ozařovací poloha:

- vleže: supinační nebo pronační (na zádech nebo na břiše), pozice horních končetin (podél těla, nad hlavou, na hrudníku), pozice dolních končetin (natažené, podložené, speciální);
- vstoje (speciální postavení), vsedě.

7) Fixace pacienta zajišťuje minimální pohyblivost fixované oblasti, přispívá k přesnému ozáření

- fixace hlavy: fixační masky z různých materiálů se speciálním fixačním zařízením s klíny pro záklon a fixaci krku, bite block (zakusovací blok), korek mezi zuby, fixační rám pro stereotaktické ozáření;
- fixace horních končetin: speciální fixační zařízení, držáky, kolébka, vakuované polštáře;
- fixace dolních končetin: vakuované fixační polštáře, speciální fixační zařízení pánve adolních končetin, válec pro podložení dolních končetin v podkolení;
- fixace pánve adolních končetin: v supinační poloze – speciální fixační zařízení - pelvicast, v pronační poloze (s otvorem v desce pro břicho – belly board).

8. OZAŘOVACÍ TECHNIKY

8.1. Rozdělení ozařovacích technik a obecná charakteristika

Klíčová slova: ozařovací technika 1 pole, 2 polí, 3-4 polí, IMRT, speciální techniky

Výběrem optimální ozařovací techniky můžeme ovlivnit terapeutický poměr.

Při výběru ozařovací techniky hodnotíme:

- typ léčby (kurativní, paliativní);
 - možnosti pracoviště (přístrojové, personální);
 - lokalizaci a rozsah nádoru (nádor v orgánu a jeho velikost, postižení lymfatických uzlin);
 - typ nádoru a jeho biologickou aktivitu (histologie a grading);
 - předchozí léčbu (chemoterapie, radioterapie);

-celkový stav pacienta a event. jeho přání;

Ozařovací technika ovlivňuje ozařovací polohu a fixaci pacienta (s přihlédnutím k možnostem pacienta).Můžeme je rozdělit podle počtu použitých polí a vyčlenit speciální ozařovací techniky.

a) Ozařovací technika 1 pole

- **Charakteristika:**

- nejjednodušší technika;
- zdroj záření: rtg (kontaktní, povrchová, hloubková), Cs, Co, lineární urychlovač (γ , X, elektronové záření);
- volba druhu záření, energie, SSD, úhel gantry podle lokalizace cílového objemu;
- může se použít vyšší jednotlivá dávka, vyšší může být i celková dávka;
- paliativní ozáření (meta proces kostní, uzlinový, recidivy na kůži či podkoží);
- kurativní ozáření (uzlinový proces v podkoží, nádory kůže);
- nenádorová radioterapie;
- boost (dosycení dávky v tumoru nebo lůžku tumoru).

- **Problematika:**

- navazování polí v závislosti na druhu záření a energii, SSD;
- správná volba druhu záření, energie, SSD vzhledem k uložení tumoru (na povrchu, pod povrchem, v určité hloubce)

- **Indikace a plánování léčby:**

- indikace: kožní nádory, lymfatické uzliny (krční, axilární, inguinální), ca štítné žlázy, ca parotis, jizva po ablaci prsu, ca vulvy a anu, paliativní ozáření kostních metastáz, nenádorová léčba);
- dávka, frakcionační režim odpovídá druhu a rozsahu nádoru a léčebnému záměru;
- ozařovací poloha: supinační, gynekologická, genupektorální;
- fixace pacienta: fixační maska, bite block, kolébka;
- cílový objem a kritické orgány s vyhodnocením dávky;
- optimalizace ozařovacího plánu s využitím stínících bloků, klínů, kompenzátoru, bonusu

b) Ozařovací technika 2 polí

Technika 2 protilehlých polí (kontralaterálních)

Technika 2 konvergentních polí (sbíhavých)

Technika 2 protilehlých polí tangenciálních

- **Charakteristika:**

- malé ozařované objemy v hloubce např. nádory hypofýzy;
- velké ozařované objemy: např. abdominopelvicový – technika open field, polovina těla - HBI - half body irradiation, celé tělo - TBI-total body irradiation;- velké objemy tvarované: např. nadbrániční -mantle field technika, podbrániční – invertované Y, hokejka;- ozaření tumoru v hloubce a i lymfatických uzlin pod povrchem např. nádory hlavy a krku;
- jednoduchá technika (není-li jiná možnost);
- 2 pole kontralaterální: - souosá (tangenciální, paralelní);
- nesouosá (konvergentní).

- **Problematika:**

- správná volba druhu záření a energie, SSD vzhledem k uložení tumoru homogenita dávky v cílovém objemu závisí na volbě druhu záření, energie a AP nebo LL vzdálenosti, při velké mezipolní vzdálenosti se zvětšuje nehomogenita dávky a izodóza nabývá tvaru piškotu, se stoupající energií záření stoupá i dávka uprostřed ozařovaného objemu, při vysoké energii a malé mezipolní vzdálenosti se max. dávka posouvá ke vstupním polím a zvyšuje se výstupní dávka;
- často velké SSD (100 a více cm), abychom získali pole 40x40cm nebo větší;
- stínění kritických orgánů (správná poloha a tvar bloků, divergující bloky, semitransparentní bloky);
- zhodnotit velikost a umístění cílového objemu (uzliny pod povrchem a tumor uprostřed - larynx, nasofarynx, nebo tumor v celém objemu - abdominopelvicová dutina- ovarium).

- **Indikace a plánování léčby:**

- indikace: ca plic, tumory mozku, ca prsu, nádory hlavy a krku, ca vulvy, vaječníku, při generalizaci nádorů především do skeletu - HBI, před transplantací kostní dřeně - TBI, speciální ozařovací techniky u maligního lymfomgranulomu, maligního lymfomu a seminomu;
- dávka, frakcionační režim jsou adekvátní druhu a rozsahu nádoru, léčebnému záměru a velikosti ozařovaného objemu;
- ozařovací poloha: supinační, speciální;
- fixace pacienta: kolíbka, fixační maska, bite block, fixační polštáře;
- cílový objem, kritické orgány s vyhodnocením dávky (oči, mícha, plíce, ledviny), optimalizace ozařovacího plánu s využitím stínících bloků, klínů, kompenzátoru, bolusu, vážení polí.

c) Ozařovací technika 3-4 polí

Technika 3 polí (Y);

Technika 3 polí (T);

Technika 4 polí (BOX);

Technika 4 polí (křížový oheň).

- **Charakteristika:**

- tumor je uložen v hloubce
- ozařovaný objem je většinou středně velký -většinou se jedná o lokoregionální ozaření (tumor a uzliny);
- tumor je většinou lokalizován v pánvi nebo v břiše;
- volba druhu záření a energie - často bývá nejvhodnější X záření vyšší energie (18,19 MV);
- izocentrické techniky: T nebo Y technika, křížový oheň nebo BOX technika

- **Problematika:**

- většinou jde o tumory, kde je třeba aplikovat vysokou dávku - 60 Gy a více - eskalace dávky s využitím shrinking field techniky, konformní radioterapie, boostu,
- kombinace zevního záření a brachyterapie, fixace pacienta a speciální ozařovací polohy, náplně močového měchýře;
- problematika kritických orgánů s nízkou toleranční dávkou- ledviny, klíčky tenkého střeva;
- boost na tumor nebo lůžko tumoru;
- navazování polí.

- **Indikace a plánování léčby:**

- indikace: ca rekta, prostaty, čípku děložního, těla děložního, pochvy, anu, močového měchýře, paraaortálních uzlin, nádoru ledvin, pankreatu.

- dávka, fracionační režim je adekvátní léčebnému záměru, druhu nádoru a jeho rozsahu;
- cílový objem, kritické orgány, optimalizace ozařovacího plánu s využitím stínících bloků, klínů, vážení polí, event. kompenzátoru, bolusu.
- ozařovací poloha: supinační, pronační, antidekubitační, Trendelenburgova pozice;
- fixační pomůcky: fixační zařízení pro horní končetiny, válec pod kolena, kompresní válec, belly board
 - deska s otvorem pro břicha, pelvicast.

d) Ozařovací technika 5 a více polí

Využívá se nejčastěji u trojdimenzionální konformní radioterapie (3DCR - KR – 3dimenzional conformal radiotherapy), u modulované intenzity svazku záření (IMRT - intenzity modulated radiotherapy) při optimalizaci izodózního plánu - tam, kde třeba vytvarovat konvexity cílového objemu (karcinom prostaty, nádory hlavy a krku, nádory mozku, prsu).

Konformní radioterapie (KR) - použití tvarovaného pole, obkružujícího cílový objem, k dosažení eskalace dávky v tumoru a přitom nezvýšit morbiditu zdravých tkání. Cílem KR je zvýšit pravděpodobnost lokální kontroly tumoru a tím zlepšit přežití a nezhorsit kvalitu života pacienta (nezvýšit časnou a pozdní toxicitu léčby).

KR klade nároky na:

- technické vybavení pracoviště (multileaf collimator, lineární urychlovač, plánovací systém);
- přesné zakreslení cílového objemu (spoužitím CT, MR, UZ, SPECT), 3D plánování, zhodnocení dávky v dose volume histograms – DVHs v cílovém objemu a i v kritických orgánech);
- přesnou denní reprodukci záření, fixaci pacienta;
- kontrolu přesného nastavení v průběhu léčby (verifikační snímky, portal vision);
- DVHs umožňují fyzikální a biologickou optimalizaci radioterapie;
- Beam's eye-view (BEV) dovoluje přesné umístění kolimátoru, stínících bloků s ohledem na cílový objem a kritické orgány.

IMRT - intensity modulated radiation therapy

Definice: ozařovací technika 3D konformní radioterapie využívající svazky o různé intenzitě – profil svazku není uniformní.

Modulace svazku záření:

- 1) technika mnoha statických polí (multiple static field-MSF) - step-and-shoot (segmentů) rozdílně tvarovaných pomocí MLC (multileaf collimator) se dosáhne požadované modulace svazku. Během posunu lamel MLC mezi jednotlivými segmenty je ozáření přerušeno
- 2) dynamická technika IMRT pracuje s dynamickým MLC (DMLC), jehož lamely se pohybují v průběhu ozáření napříč svazkem, software řídí a určuje frekvenci a rychlost pohybu lamel, ozáření pole probíhá bezpřerušeni.

IMRT vyžaduje:

- MLC event. DMLC;
- inverzní plánování (postup oproti konvenční metodě je obrácený - nejprve se definují požadavky na

expozici PTV a kritických orgánů a plánovací systém navrhne ozařovací plán.

IMRT:

- umožňuje dosáhnout lepší prostorové distribuce dávky než 3D CRT – zejména u PTV konkávního tvaru;
- eskalace dávky záření díky výraznějšímu šetření zdravých tkání;
- je možné zatížit různé oblasti PTV různě vysokou dávkou záření - modelování dávky - „dose painting“;
- indikace: nádory mozku, hlavy a krku, štítné žlázy, prsu, prostaty, čípku děložního.

e) Speciální ozařovací techniky

- **Charakteristika:**
 - velkoobjemové, velkoplošné, speciální;
 - zaujímá velký objem těla nebo celý povrch těla nebo cílový objem je speciálně tvarovaný;
 - nejčastěji se používá technika 2 kontralaterálních polí anebo speciální;
 - pro velké objemy se používá nízká jednotlivá i celková dávka, pro malé objemy naopak dávka vysoká;
 - pro velké objemy se často používá snížený příkon (HBI, TBI);
 - používají se individuální stínící bloky anebo tvarování cílového objemu listy kolimátoru (multileaf

colimator) vykrytí kritických orgánů;
-zejména při ozařování malých objemů se používá speciální fixace (fixační rám při stereotaktickém ozařování);
-vždy se používá megavoltová terapie;
- často se používá velké SSD 100 cm a větší anebo jde o techniky izocentrické.

- **Problematika:**

- technické možnosti: velké SSD, izocentrum, kompenzátory, výroba divergujících stínících bloků, dozimetrie, speciální fixace, verifikace, speciální vybavení lineárního urychlovače (multileaf colimator, EPID
-electron portal image device), možnosti plánování (3D, inverzní plánování);
- problematika ozařování velkých objemů a kritických orgánů;
-boost na tumor nebo lůžko tumoru;
-navazování polí (problém poddávkování nebo předávkování);
-každá technika má svoji specifitu v problematice, ozařovací poloze a fixaci, frakcionačním režimu a dávce;
- jsou náročné nejen na technické vybavení, ale i na odbornost personálu.

- **Speciální ozařovací techniky, indikace a plánování léčby:**

- mantle field, invertované Y - maligní lymfomgranulom, maligní lymfom;

- hokejka - seminom;

- TBI - u maligních onemocnění před transplantací kostní dřeně;

- HBI - u generalizovaných onemocnění především do skeletu;

- technika kraniospinálního ozáření - meduloblastom;

- open filed - abdominopelvicke ozáření u ca ovarii

- pohybová radioterapie - většinou pro boost nebo malé tumory uprostřed těla

- stereotaktické ozařování - u nádorů hlavy, nyní i v oblasti těla;

- velkoplošné elektronové ozáření kůže těla - mycosis fungoides;

- konformní radioterapie (nové trendy v radioterapii) ca prostaty, nasofaryngu, plic;

- IMRT - modulovaná intenzita svazku (nové trendy v radioterapii) - ca prostaty, nádory hlavy a krku, plic, mozku;

- peroperační zevní ozáření - zejména u nádorů GIT.

- **Nové techniky, přístupy v radioterapii**

Cílem **Image-guided radiation therapy (IGRT)** je redukce toxicity radioterapie bez kompromisu v léčebných výsledcích. IGRT je nástroj k určení a opravení chyb při nastavení pacienta, detekci pohybu pacienta a orgánu a orgánových změn. Musí být řádně inkorporován do všech článků léčebného plánování a léčby.

Gated radiotherapy se nejčastěji rozumí metoda ozáření PTV, který se pohybuje s dýcháním, pouze ve specifikované části dýchacího cyklu (důležité u karcinomu prsu a plic).

Plánování **3D** je již u některých dg nahrazováno plánováním **4D**, kde je jako 4 rozměr zohledňován čas, respektive poloha tumoru, orgánu v čase. CT skenery dovolují zobrazení tumorů a orgánů v průběhu léčebného plánování a léčby.

Pro získání různých variant v čase se využívají informace z 4D CT a 4D PET. Hlavním úkolem dynamického modelování je snímat pohyby při dýchání, dále provádí i snímání fyziologického pohybu (např. prostata), dlouhodobých změn v anatomii pacienta (velikost tumoru, konfigurace pacienta v průběhu celé léčby). Toto vše se provádí pro zhodnocení při léčebném plánování.

Zařízení, která umožňují IGRT rozšiřují klasický lineární urychlovač: **kilovoltážní nebo MV cone beam CT**.

Spirálová tomoterapie je inovovaná modalita IMRT, vyžadující speciální zařízení lineárního urychlovače a skener spirálového CT. Spirálová tomoterapie je schopná verifikovat pozici a anatomii pacienta před léčbou a v průběhu léčby. Nabízí verifikaci dávky záření dodané do pacienta, aby mohla porovnat dávku dodanou s dávkou naplánovanou a eventuálně upravit denní dávku k získání naplánované dávkové distribuce tzv. **adaptivní radioterapie**. Začala se používat především u ca prostat a plic.

8.2. Ozařovací techniky pro nejčastější maligní tumory

a) Kožní tumory

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, pořad. změny

Základní léčbou je chirurgie event. v kombinaci s radioterapií. Nejčastějším nádorem je basaliom a pak dlaždicobuněčný karcinom - spinaliom.

Ozařovací technika, frakcionační schéma:

Nejčastější ozařovací technikou je 1 pole, podle velikosti nádoru a hlavně jeho výšky volíme druh záření a energii. Nejčastěji je to rtg záření (s výhodou max. dávky na povrchu a prudkého poklesu dávky do hloubky podle energie, OK a filtrace. Je možné použít elektronové záření (pozor built - up u nízkých energií), u velkých tumorů i X záření - techniku 2 konvergentních polí.

- spinaliom (dlaždicobuněčný ca):
 - 2 Gy/60 - 70 Gy/6 - 7 týdnů- klasické frakcionační schéma - velké tumory;
 - 3 - 6 Gy do 50 - 60 Gy biologicky ekv. (paliativní ozařování);
 - 7 - 10 Gy do 63 - 70 Gy/2 týdny (malé tumory při kontaktním ozařování).
- basaliom (basocelulární ca):
 - stejné schéma jako u spinaliomu.
- maligní melanom:
 - hypofrakcionační schéma 4 - 8 Gy/frakci , 1x - 3x/týden do celk. d. 60 Gy biol. ekv. ev více event.;
 - klasické frakcionační schéma do celk. d. 60Gy event. více.
- maligní lymfom: 2 Gy/30 - 50 Gy/3 - 5 týdnů.

Ozařovací poloha: pohodlná, event. fixace příslušné části těla

Ozařovaný objem: tumor, event. lůžko tumoru, u dlaždicobuněčného ca event. i u maligniho melanomu by se měly ozářit spádové lymfatické oblasti (lokalizace na končetinách)

Kritické orgány: oko - vykrýt adekvátním stínícím blokem

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, event. použití bolusu (při použití elektronového záření), klínu

Časné poiradiační změny: erytém, mokvavá dermatitida

Pozdní poiradiační změny: atrofická kůže, pigmentace, depigmentace, teleangiektazie, ulkus

b) Nádory mozku

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčbou u primárních tumorů nebo solitárních metastáz je chirurgie, radioterapie je nejčastěji léčbou adjuvantní – pooperační.

Nádory mohou postihovat jednak mozek nebo pleny mozkové.

-primární nádory (nejčastější-glioblastoma multiforme, astrocytom, meningeom, hypofyzární adenomy, meduloblastom, maligní lymfom...)

-mozkové metastázy

-leukemie (postižení plen mozkových)

Ozařovací technika, frakcionační schéma:

Ozařovací technika (izocentrická, 3DCR, X záření nižší energie - 6MV, gama záření);

2 kontralaterální pole;

2 kolmá pole (s klíny);

technika kraniospinálního ozáření.

Primární mozkové tumory: d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 46 - 50Gy (jen lokální ozáření), boost do celk. d. 55 - 60Gy

Lymfom mozku: d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 40 Gy (ozáření celého CNS), boost do 50Gy

Profylaxe u leukemií: d.l.d. 1,5 - 2Gy do celk. d. 12 - 24Gy (podle věku, ozáření celého CNS +2 horní míšní segmenty a retrobulbární prostor)

Mozkové metastázy: d.l.d 3 - 4Gy do celk. d. 40Gy biologicky ekv. (ozáření celého neurokrania)

Ozařovací poloha: pohodlná, event. fixace příslušné části těla

Ozařovaný objem: lůžko tumoru nebo tumor s lemem zdravé tkáně, u primárního lymfomu mozku se ozařuje CNS, u leukemií se provádí ozáření celého CNS +2 horní míšní segmenty a retrobulbární prostor)

Kritické orgány: oko – oční čočka, rohovka, oční nerv, mícha

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, event. použití bolusu (při použití elektronového záření), klínu, tvarování polí - 3DCR pomocí stínících bloků nebo MLC

Časné poiradiační změny: erytém na ozařované kůži, edém mozku

Pozdní poiradiační změny: alopecie, pigmentace ozářené kůži, intelektuální deficit, ztráta paměti, neurologické deficity

c) Nádory hlavy a krku

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčbou je zde radioterapie nebo chirurgie anebo jejich kombinace ev i s chemoterapií.

Do skupiny nádorů hlavy a krku patří nádory nasofaryngu, orofaryngu hypofaryngu, laryngu, slinných žláz a paranasálních dutin. Dominantní postavení zde má dlaždicobuněčný karcinom. Maligní lymfom se může vyskytnout především v oblasti orofaryngu, adenokarcinom u slinných žláz a lymfoepiteliom u nasofaryngu.

Celá tato oblast má společnou problematiku:

- anatomická oblast s velkou tkáňovou nehomogenitou a tvarovou různorodostí obrysů těla;
- lokalizace kritických orgánů (mícha, oči, slinné žlázy, mandibula - temporomandibulární kloub);
- často ozáření malého objemu;
- nutnost fixace hlavy pacienta fixační maskou;
- často je orgán s tumorem pohyblivý (larynx, jazyk - fixace s bite-blok);
- rozdílná charakteristika těchto nádorů: různá radiosenzitivita a různý potenciál metastazovat, často submukosní šíření;
- karcinom je často v prekancerózních změnách;
- nádory jsou často charakteristické tzv. "akcelerovanou repopulací" – urychlený růst tumoru ve 3. týdnu radioterapie, proto je výhodné použití hyperfrakcionačních nebo akcelerované hyperfrakcionace režimů anebo konkomitantního boostu (boost od 3. týdne radioterapie na oblast bulky tumoru současně s ozařování velkého pole).

Radioterapie zde má významné postavení:

- u časných karcinomů má stejnou kurativní úlohu jako chirurgie, navíc šetří funkci orgánu;
- je zvláště účinná u mikroskopického – subklinického onemocnění (90%);
- u pokročilých karcinomů adjuvantní (pooperační) radioterapie zlepšuje přežití;
- u inoperabilních karcinomů se používá radioterapie samostatná (event. s chemoterapií).

Co je nutné nebo potřebné (tak jako u ostatních diagnóz):

- rozhodnutí o léčebném postupu by mělo být provedeno v multidisciplinárním týmu odborníků podle rozsahu onemocnění, stavu pacienta, možnostech pracoviště;
- příprava pacienta k ozáření (poučení pacienta, sanace chrupu, zhojení operační jizvy event. zánětlivé afekce v ozařovaném terénu);
- fixace pacienta (fixační maska, bite-blok), plánovat se simulátorem, plánovací konzolí, splánovacími CTskeny, používat moderní megavoltážní zdroje záření (Co60, nízkoenergetické svazky X záření a elektronové záření lineárních urychlovačů);
- PTV - zakreslení ve všech získaných CT skenech, rovněž tak i kritické orgány, kolem klinicky evidentního onemocnění lem minimálně 2 cm;
- používat izocentrické techniky, asymetrické clony (event. stínící bloky vmístě centrálního paprsku - CP), optimalizovat izodózní plán (tailoring radiotherapy s pomocí stínících bloků nebo MLC, klínů, kompenzátorů, využívat různá zatížení polí);
- provádět simulační snímky (na simulátoru) a verifikační snímky či EPID na lineárních urychlovačích
- vhodné je eskalovat dávku pro adekvátní objemy, vyhodnocovat dávku vPTV (minimální, maximální, v bodě ICRU - ICRU doporučení č. 62,1999) a v kritických orgánech;
- zavést standardní postupy v radioterapii;
- vyhodnocovat léčebné výsledky (DFS, survival, late effect).

Ozařovací technika, frakcionačné režim:

- Vsoučasné době se nejvíce používá izocentrická technika 2 - 3 polí (u nádorů nasofaryngu, orofaryngu, laryngu, hypofaryngu); 2 kontralaterální pole pokrývají oblast primárního tumoru a většinou i oblast horních

krčních uzlin 1 pole přední je použito k ozáření dolních krčních uzlin a často i různě velkou část primárního nádoru

Možnost asymetrie v ose X a Y (nezávislá pohyblivost clon v ose X a Y):

- vylučuje problémy se separací polí a to díky vyloučení divergence svazku v rovině CP;
- tím je umožněna homogennější distribuce dávky v těchto oblastech;

-dovoluje aplikovat kurativní dávku na spádové lymfatické oblasti a nepřesáhnout toleranční dávku na míchu a to díky kombinaci nízkenergetického X záření (6MV) a elektronového záření (adekvátní energie, po dosažení dávky 38 - 42Gy na míše)

- v případě, že v předním poli je třeba ozářit též primární tumor (event. lůžko tumoru, uzliny lokalizované ve střední části, oblast tracheostoma) je vhodné aplikovat blok v předním poli až po dosažení dávky 40 -45Gy na míchu, poddávkováni takto vzniklé se kompenzuje elektronovým zářením potřebné energie (není-li třeba ozáření ve střední části krku, pak je stínící blok od počátku);
- nezávislá pohyblivost clon dovoluje aplikovat kurativní dávku na primární tumor (event. lůžko tumoru) a spádové lymfatické uzliny a nepřesáhnout toleranční dávku na míchu díky kombinaci X záření a elektronového záření;
- 2 konvergentní pole (event. 1 pole) se nejčastěji používají při ozařování slinných žláz submandibulárních 1. a parotis;
- 2 kolmá pole event. 3 pole se nejčastěji používají u nádorů paranasálních dutin.
- **dávka a PTV, frakcionace:** dávka se bude lišit v závislosti na:
 - histologickém typu (lymfomy 30 - 50Gy/3 - 5 týdnů, solidní tumory 50 - 80Gy/5 - 8 týdnů (d.l.d. 1,8 -2Gy);
 - stupni diferenciacce, objemu nádoru (na subklinické onemocnění je dostačující dávka 50Gy/5 týdnů, na primární tumor nebo metastatické lymfatické uzliny v závislosti na velikosti 60 - 75 Gy/6,5 - 7,5 týdne, u nezralých, nediferencovaných nádorů je vhodné hyperfrakcionační schema nebo akcelerovaná hyperfrakcionace);
 - vztahu k operačnímu zákroku (předoperační ozáření 30 - 45Gy/3 - 4,5 týdne, poperační 60Gy/6 týdnů)
 - samostatná radioterapie (shrinking field – velký objem 50 -60Gy/5 -6 týdnů, pak boost na tumor 10 - 20Gy/1 - 2 týdny nebo konkomitantní boost od 3. týdne radioterapie)

Dosažení dávky umožňuje:

- boost** –dosycení zmenšeného cílového objemu aplikací brachyterapie, konkomitantního boostu, 3D konformní radioterapie, IMRT;
- brachyterapie** - samostatná léčebná metoda;
- hyperfrakcionační režim** event. akcelerovaná hyperfrakcionace;
- chemoterapie event. radiochemoterapie** (např. ca nasofaryngu);
- 3D konformní radioterapie**;
- IMRT.**

Ozařovací poloha: supinační poloha, hlava fixovaná maskou, bite blok k fixaci jazyka i hlavy, korek do úst k fixaci postavení čelistí;

Cílový objem: podle rozsahu onemocnění primární tumor (event. jeho lůžko) a spádové lymfatické uzliny (profylakticky, kurativně, paliativně);

Kritické orgány: mícha, oči, slinné žlázy, mandibula - temporomandibulární kloub;

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, KR, IMRT;

Časné poiradiační změny: erytém, mokřavá dermatitida, na sliznicích enantém, edém, mukositida, dysfagie, xerostomie (sucho v ústech);

Pozdní poiradiační změny: pigmentace ozářené kůže, fibróza ozářené kůže a podkoží, xerostomie, chronický ulkus, poiradiační myelitida, osteoradiomyelitida dolní čelisti, fibroza v oblasti temporomandibulárního kloubu.

d) Karcinom štítné žlázy

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, pořad. změny

Nejčastějším histologickým typem je papilární adenokarcinom a k zevní radioterapii se přistupuje tehdy, když nádor nevyčtyává I31I. Základním léčebným výkonem je totální thyreoidektomie.

Ozařovací technika, frakcionační schéma:

Ozařovací technika izocentrická, asymetrických polí (X záření nižší energie - 6MV, gama záření, elektronové záření):

1. přední pole na oblast lůžka štítné žlázy (event. tumoru) a spádových lymfatických krčních uzlin, následný boost na tumor event. lůžko tumoru;
2. kontralaterální pole na oblast horního předního mediastina.

Dávky: karcinomy všeobecně vyžadují 60 - 70Gy/6 - 7,5 týdne, lymfomy 45 - 50Gy/5 - 5,5 týdne

.Ozařovací poloha: supinační poloha, hlava fixovaná maskou event. jen ve fixačním podložním klínu

Cílový objem: lůžko tumoru event. tumor, lymfatické uzliny krční a v horním předním mediastinu

Kritické orgány: mícha

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, kompenzátor

Časné poiradiační změny: erytém, mokvavá dermatitida, dysfagie, chrapot

Pozdní poiradiační změny: pigmentace ozářené kůže, fibróza kůže a podkoží

e) Karcinom plic

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, pořad. změny

Nejčastější nádor u mužů.

Základem léčby je radioterapie ev. v kombinaci s chemoterapií, chirurgie se uplatní jen u malých tumorů.

- Primární nádory plicní se podle histologie dělí na
 - malobuněčné (malobuněčný karcinom);
 - nemalobuněčné (především dlaždicobuněčný karcinom, dále adenokarcinom).
- Metastatické postižení

U časných nemalobuněčných karcinomů základní léčbou je chirurgie. Nejčastější léčebnou metodou však je radioterapie. V současné době u pacientů v dobrém stavu je radiochemoterapie (konkomitantní chemoterapie a radioterapie). Podle rozsahu onemocnění předchází radioterapii chemoterapie.

U malobuněčných karcinomů (vzhledem k biologii nádoru) je prvotní léčba chemoterapie s následným ozářením. Profylaktické ozáření CNS je v případě kompletní odpovědi na předchozí léčbu.

Metastatické postižení plic - solidní tumory často metastazují do plic.

Ozařovací technika, frakcionační schéma:

Ozařovací technika (izocentrická, X záření, gama záření)

2 kontralaterální pole;

2 šikmá pole;

kombinace 3 a více polí.

V současné době se používá konformní technika nebo IMRT

Frakcionační režim:

- nemalobuněčný karcinom: d.l.d. 2Gy do celkové dávky 40 - 48Gy (PTV s mediastinem) boost na tumor do 60 - 70Gy

- malobuněčný karcinom: d.l.d. 2Gy do celk.d. 45 - 50Gy
- CNS-profylaxe: d.l.d.2Gy do celk.d. 30Gy

Paliativní radioterapie:

Cíl: odstranit nepříjemné symptomy onemocnění, nezlepšuje přežití ale komfort pacienta (odstraňuje nebo zmenšuje bolest, útlakové syndromy, krvácení, rozpad tumoru atelektázu plicí)

- Primární tumor, metastatické uzliny, metastázy vkostech, měkkých tkáních, parenchymtozních orgánech (nejčastější režimy):

d.l.d. 3Gy do celk.d. 33Gy / 2 týdny = 40Gy biologicky ekv.;

d.l.d. 4Gy do celk. d. 20Gy / 1 týden = 30Gy biologicky ekv.;

d.l.d. 5Gy do celk. d. 25Gy / 1 týden = 42Gy biologicky ekv.;

d.l.d. 8Gy - 10Gy jednorázově event. 2 frakce.

- Metastázy v mozku: d.l.d. 3Gy do celk.d. 33Gy / 2 týdny = 40Gy biologický ekv.
- Metastázy v játrech (bolesti): d.l.d. 3Gy do celk.d.24Gy / 2 týdny=30Gy biologický ekv.
- Polotělové ozáření - half body irradiation (HBI) – při mnohočetných metastázách. Ozařuje se buď horní nebo dolní polovina těla (rozhraní je pupek) technikou 2 kontralaterálních polí, SSD 100 cm nebo více, snížený dávkový příkon, d.l.d. 2Gy do celk.d. 10Gy (pro horní polovinu těla), 14Gy (na dolní polovinu těla). Boost se provádí na místa patologických fraktur, kompresí, přetrvávající bolesti. Časový interval mezi ozářeními horní a dolní poloviny má být 3 týdny (k obnově kostní dřevě).

Syndromy:

- Pancoastův syndrom: karcinom lokalizovaný v horním poli plicním, usurující žebro a vyvolávající kruté bolesti (vyžadovaná dávka na tumor i při paliativním přístupu je 60Gy biologicky ekv. a více).
- Syndrom horní duté žíly: útlak horní duté žíly tumorem, způsobující otok horní poloviny těla a především dušnost. Vždy se ozařuje celé mediastinum, tumor s homolaterálním hilem ev i uzliny nadklíčkových jamek. Nejčastěji se používá schema 11 x 3Gy.

Ozařovací poloha: supinační poloha, horní končetiny buď podél těla nebo fixované nad hlavou ve fixačním zařízení (např.v kolébce) anebo pod hlavou.

Cílový objem: -malobuněčný karcinom: PTV obsahuje primární tumor + lem 2 - 3 cm, homolaterální hilové uzliny + lem 1 cm, mediastinum, event. + krční uzliny. Profylaktické ozáření mozku - PTV celý mozek.

-nemalobuněčný karcinom: PTV obsahuje primární tumor a hilové uzliny event. i mediastinální anebo i krční uzliny.

Kritické orgány: mícha, plíce, srdce.

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, kompenzátor, KR, IMRT.

Časné poiradiační změny: erytém, dysfagie, kašel, akutní fáze radiační pneumonitidy.

Podzdní poiradiační změny: pigmentace ozářené kůže, pneumonitida a plicní fibróza, stenózy jícnu, perikarditida, kardiomyopathie, myelopathie.

f) Karcinom prsu

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, fracionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Karcinom prsu je nejčastějším karcinomem u žen. Základní léčbou je chirurgie v kombinaci s radioterapií a ev. i chemoterapií, hormonální léčbou.

Hlavní histologické typy: - duktální karcinom - více jak 70%;

- lobulární karcinom a ostatní typy.

Léčebné metody:

- chirurgie - mastektomie totální (ablace);
- mastektomie parciální (segmentektomie, kvadrantektomie);
- radioterapie;
- chemoterapie a hormonoterapie (nádor hormonálně dependentní);
- biologická léčba (Herceptin).

Ozařovací technika, frakcionační schéma:

Hlavní ozařovací techniky:

- po prs šetřící operaci: - 2 tangenciální pole (mediální a laterální) na prs s nebo bez 1 předního pole (event. 2 kontralaterálních polí) na oblast spádových lymfatických uzlin (Nj - nadklíčkových, PJ –podklíčkových, axilla - axillárních);druh záření: X záření 6 MV nebo gama záření kobaltu;
- po ablaci: - 2 tangenciální pole na hrudní stěnu s jizvou s nebo bez 1 pole (event. 2 kontralaterálními poli) na oblast spádových lymfatických uzlin (Nj, PJ, axilla); druh záření: X záření 6 MV nebo gama záření;
- ozáření hrudní stěny s jizvou elektronovým svazkem s nebo bez 1 pole (event. 2 kontralaterálními poli) na oblast spádových lymfatických uzlin (Nj, PJ, axilla);druh záření: X záření 6 MV nebo gama záření kobaltu na oblast spádových lymfatických uzlin, elektronové záření (adekvátní energie odpovídající síle hrudní stěny) na hrudní stěnu s jizvou.
- Izocentrická technika 3 asymetrických polí zajišťuje homogenní ozáření společné hranice obou ozařovaných objemů: prsu (hrudní stěny s jizvou) a spádových lymfatických uzlin. Jinak je nutná separace obou ozařovaných objemů (jednoho event. dvou polí na oblast spádových lymfatických uzlin a 2 tangenciálních polí na oblast prsu event. hrudní stěny s jizvou).
- Po parciální mastektomii po ozáření prsu 2 tangenciálními poli je třeba lůžko tumoru (označené peroperačně rtg kontrastními svorkami) dosytit. Boost je možno provést brachyterapií (intersticiální aplikace HDR) nebo zevním zářením (elektronovým svazkem nebo 2 konvergentními poli).
- Dávka:
 - na oblast spádových uzlin: d.l.d. 1,8 - 2Gy/4,5 - 5 týdnů 45 - 50Gy
 - na oblast hrudní stěny s jizvou nebo prs: d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 50Gy
 - lůžko tumoru: d.l.d. 2Gy do celkové dávky 60 - 70Gy

Ozařovací poloha: supinační poloha, horní končetiny nebo fixované nad hlavou ve fixačním zařízení (např. v kolébce) anebo pod hlavou, pod koleny válec.

Cílový objem:

- spádové lymfatické uzliny;
- operovaný prs nebo hrudní stěna s jizvou.

Kritické orgány: mícha, plíce, srdce, druhý prs.

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, kompenzátor, stínící bloky, nebo MLC, bolus, KR, IMRT.

Časné poiradiační změny: erytém, mokvavá dermatitida, dysfagie, akutní fáze radiační pneumonitidy.

Pozdní poiradiační změny: pigmentace ozárené kůže, pneumonitida a plicní fibróza, fibróza kůže, pod koží a prsu, poiradiační ischemické změny na srdci.

Karcinom prsu často metastazuje do kostí, jater, CNS, lymfatických uzlin. Často zde uplatňujeme paliativní radioterapii. Frakcionační režimy jsou obecně stejné jako u karcinomu prsu.

g) Karcinom rekta, rektosigmoidea

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčbou je chirurgie samostatná (u malých nádorů) nebo v kombinaci s radioterapií a/nebo chemoterapií. Karcinom rekta je druhý nejpočetnější nádor u mužů i žen v naší republice.

Histologie: adenokarcinom

Radioterapie zde má bohaté uplatnění:

- předoperační (neoadjuvantní);
- pooperační (adjuvantní);
- samostatná.

Radiochemoterapie:

- sekvenční (chemoterapie před radioterapií nebo po ní);
- konkomitantní (chemoterapie současně s radioterapií).

Ozařovací technika, frakcionační schéma:

Nejčastější ozařovací techniky: BOX technika, T technika

Frakcionační režim:

- předoperační ozáření:
 - jednorázové: 5 - 10Gy jednorázově na tumor, 2. den operace
 - krátké: 5 x 4Gy = 20Gy = 30Gy biologicky ekv. (pondělí - pátek), operace 2. - 4. den
 - dlouhé: 23 x 2Gy = 46Gy (operace za 4 - 8 týdnů);
- pooperační ozáření: d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 50 - 60Gy / 5,5 - 6 týdnů, po 46Gy se zmenší PTV na oblast tumoru, presakrální event. perineální;
- samostatná radioterapie: d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 50 - 60Gy / 5,5 - 6 týdnů, po 46Gy se zmenší PTV na oblast tumoru, presakrální event. perineální;
- radiochemoterapie: konkomitantní - 25 x 1,8Gy = 45Gy současně s chemoterapií (5-FU, leukovorin)s následnou operací za 4 - 8 týdnů *současný trend*
sekvenční – chemoterapie – radioterapie

Ozařovací poloha: supinační, pronační, antidekubitační, Trendelenburgova pozice. Pacient se ozařuje v těchto pozicích s nebo bez fixace. Fixační pomůcky belly board, pelvicast, fixační matrace. Pronační poloha v belly boardu dovolí vyklenutí přední stěny břišní s kličkami tenkého střeva gravitací směrem k zemi. Tak umožní šetřit větší objem kliček tenkého střeva od záření.

Cílový objem: lůžko tumoru, anastomoza střeva, spádové uzliny, praesakrální oblast event. perineum, tumor.

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, močový měchýř

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, vážení polí, stínící bloky nebo MLC, kontrastní látkou si zobrazit nádor ve střevě (při lokalizaci na simulátoru)

Časné poiradiační změny: průjem, někdy s tenesmy, event. s krví, časté močení, erytém, mokvavá dermatitida v intergluteální rýze

Pozdní poiradiační změny: proktitida, fibróza kůže a podkoží, cystitida

h) Ca cervicis uteri

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčbou je operační řešení (pouze u malých nádorů) nebo radioterapie (event. s chemoterapií) nebo jejich kombinace.

Histologie: dlaždicobuněčný Ca

adenoCa, adenoakantom, ca z přechodného epitelu...

Radioterapie:

- zevní;
- brachyterapie (BRT);
- kombinovaná zevní + BRT (nejčastější).

K dosažení požadované vysoké dávky v oblasti tumoru s minimálním postižením zdravé tkáně: kombinace zevního záření a BRT UVAG - uterovaginální (event. VAG – vaginální).

Radioterapie (RT):

- předoperační (RT event. RT + CH konkomitantně);
- pooperační (RT nebo RT + CH konkomitantně);
- samostatná (RT nebo RT + CH konkomitantně).

Ozařovací technika, frakcionační režim:

- BOX, T technika, 2 kontra pole (bez nebo s centrálním stínícím blokem pro kombinaci s UVAG BRT);
- extended field pro ozáření spádových lymfatických uzlin (buď do výše L3/4 nebo až do výše Th12/L1 ev Th9/10).
- Frakcionace:
RT zevní: klasické frakcionační schéma - d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 46 – 50Gy
 - RT + BRT: RT do 30Gy, UVAG 3x - 4x, dělená pole do 46 - 50Gy se stínícím blokem v místě referenční izodózy
 - RT + BRT: RT do 40 - 46Gy, UVAG 3x - 4x, dělená pole do 46 - 50Gy se stínícím blokem v místě referenční izodózy

HDR UVAG aplikace: 7Gy v bodě A (geometrický bod: 2 cm kraniálně od zevní branky děložní a 2 cm laterálně od kanálu hrdla děložního);
1 - 2Gy v bodě B (geometrický bod: 2 cm kraniálně od zevní branky děložní a 5 cm laterálně od kanálu hrdla děložního, tj. 3 cm od bodu A).

Bod A leží v místě křížení ureteru s a. uterina, bod B v místě pánevních uzlin.

Posun ve prospěch větší dávky ze zevního záření je ve vztahu k velikosti primárního nádoru. Čím větší je nádor, event. přetažení dělohy ke stěně pánevní infiltrovaným parametriem, tím větší je dávka ze zevního záření před první aplikací UVAG.

- Dávka v bodě A: 80Gy (+- 5Gy), při dávce nad 90Gy významně narůstají poiradiační komplikace.
- Dávka v bodě B: 56Gy (+-5Gy).

Poloha: supinační. U velkých exofytických tumorů se dolní okraj ozařovacího pole posouvá až k hrbolům kosti sedací nebo níže. Při lokalizaci na simulátoru je dobré použít tampon namočený v kontrastní látce (Telebrix, Verografín) a umístit ho do pochvy před exofytický tumor a tak si ožřejmit dolní okraj tumoru.

Cílový objem: PTV1: děloha a parametria a vrchol pochvy (event. lůžko nádoru) a pánevní uzliny (event. až uzliny paraaortální);
PTV2: děloha nebo vrchol pochvy (BRT UVAG nebo VAG).

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, močový měchýř, rektum.

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny,vážení polí, stínící bloky nebo MLC, kombinace zevního záření s BRT.

Časné poiradiační změny: proktitida, enteritida - průjem, někdy s tenesmy, event. s krví, časté močení, pálení při močení – cystitida.

Pozdní poiradiační změny: proktitida, fibróza kůže a podkoží, cystitida, fibróza v pánvi, subileosní stav, stenózy ureterů, rekta, svráštělý močový měchýř, píštěle, ulkus střešní, perforace střeva.

ch) Karcinom těla děložního

Základní léčbou je operace a většina případů je odoperovaných. Podle rozsahu onemocnění je indikována zevní radioterapie nebo/a BRT. Nejčastěji jde o adenokarcinom, vzácně o sarkom.

Ozařovací technika, frakcionační režim:

Ozařovací technika: většinou BOX nebo T, u pokročilých odoperovaných tumorů - technika abdominopelvickeho ozáření

Klasický frakcionační režim: d.l.d. 1,8 - 2Gy do celk. d. 40 - 50Gy

BRT, UVG VAG, tamponáda děložní 3 - 5 x 7Gy

Poloha: supinační. U velkých exofytických tumorů se dolní okraj ozařovacího pole dolní okraj foramina obturata) posouvá až k hrbolům kosti sedací. Při lokalizaci na simulátoru je dobré použít tampon namočený v kontrastní látce a umístit ho do pochvy .

Cílový objem: PTV1: vrchol pochvy (event. lůžko nádoru) a pánevní uzliny;
PTV2: děloha nebo vrchol pochvy (BRT UVAG nebo VAG).

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, močový měchýř, rektum

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny,vážení polí, stínící bloky nebo MLC, kombinace zevního záření s BRT

Časné poiradiační změny: proktitida, enteritida - průjem, někdy s tenesmy, event. s krví, časté močení, pálení při močení – cystitida

Pozdní poiradiační změny: proktitida, fibróza kůže a podkoží, cystitida, fibróza v pánvi, subileosní stav, stenózy ureterů, rekta, svráštělý močový měchýř, píštěle, ulkus na sliznici střeva, perforace střeva.

i) Karcinom vaječníku

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základem léčby je operační řešení, další léčebnou modalitou je chemoterapie, která nastupuje po operaci, v případě inoperability již před operací. V případě recidivujícího karcinomu ovaria a vyčerpání chemoterapeutických možností je indikováno abdominopelvicke ozáření.

Histologie: adenokarcinom

Ozařovací technika, frakcionační režim:

Technika open field zaujímá objem abdominopelvickeý. SSD = 100 cm nebo více.

Dávka: d.l.d. 1,5Gy do celk. d. 25Gy, pak boost na pánev do 50Gy. Možno provést boost na paraaortální uzliny do celk. dávky 46Gy

Cílový objem: abdominopelvickeý objem (od hrbolů kosti sedací až nad bránice).

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, ledviny, játra, močový měchýř, rektum.

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, vážení polí, stínící bloky na ledviny.

Časné poiradiační změny: nausea, vomitus, únava, enteritida s průjmem a tenesmy, event. s krví, časté močení, poškození krvetvorby.

Pozdní poiradiační změny: proktitida, cystitida, nefritida, poškození jaterních funkcí, útlum krvetvorby, stenózy, píštěle, ulkus, perforace kliček střevních.

j) Karcinom močového měchýře

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčebnou metodou je chirurgie nebo radioterapie event. s chemoterapií.

Histologie: uroteliální ca - nejčastější

Radioterapie:

- pooperační;
- samostatná (u pokročilejšího onemocnění);
- radiochemoterapie.

Ozařovací technika, frakcionační režim:

Technika BOX, křížový oheň, T technika, kyv, více polí - 3DCR, IMRT

Frakcionační schema: d.l.d. 2Gy do celk. d. 46Gy, boost na moč. měchýř do 60 - 70Gy

Cílový objem: PTV1: močový měchýř, pánevní uzliny;

PTV2: močový měchýř.

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, rektum

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, klíny, vážení polí, stínící bloky, nebo MLC

Časné poiradiační změny: proktitida, enteritida s průjmem a tenesmy, dysúrie

Pozdní poiradiační změny: proktitida, cystitida, svráštělý močový měchýř, píštěle, stenózy, ulkus, perforace kliček střevních.

k) Nádory varlete

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčbou je chirurgie (semikastrace) s adjuvantní radioterapií u seminomů či chemoterapií u nonseminomů. Podle radiosenzitivity se dělí na:

- seminomy (radiosenzitivní a chemosenzitivní);
- nonseminomy.

Histologie: seminom

Ozařovací technika, frakcionační režim:

Ozařovací technika: hokejka (psí noha) -technika 2 kontralaterálních tvarovaných polí stínícími bloky nebo MLC.

Frakcionační schéma: d.l.d. 1,8Gy do celk. d. 30Gy, boost na oblast masivního metastatického postižení do 35Gy.

Cílový objem

paraaortální uzliny, hilus renální homolaterální homolaterální ilické uzliny - event., neboť jen 3% nárůst recidiv), inguinální uzliny - jen v případě: postižení obalů varlete tumorem nebo operace skrotální cestou bilaterální ilické uzliny - při masivním postižení paraaortálních uzlin abdominopelvicový objem PTV: Th 9/10- ev Th 11/12 horní okraj, dolní okraj strop foramina obturata, lem 2 cm kolem uzlin, pro masivní uzlinové postižení lem 4 cm

Ozařovací poloha: supinační, horní končetiny podél těla

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, žaludek, ledviny, varle

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, stínící bloky nebo MLC

Časné poiradiační změny: nausea, vomitus

Pozdní poiradiační změny: sterilita, proto stínění varlete a vhodný odběr spermatu do tkáňové banky

l) Karcinom prostaty

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Nejčastější léčba je radioterapie, u malých nádorů a operace schopných pacientů je chirurgie. U pokročilých nádorů se uplatňuje i hormonální léčba.

Histologie nejčastější: adenokarcinom

Radioterapie:

- kurativní - samostatná
-poooperační (zřídka)
- paliativní (především metastázy v kostech)

Ozařovací poloha: supinační, ruce složené na hrudníku, možnost fixace pánve fixačními matracemi nebo pelvicastem, pronační poloha málo častá

Ozařovací technika, frakcionační režim:

BOX, technika 5 - 6 polí, kyv, 3D konformní radioterapie, IMRT Dávka: d.l.d. 1,8 -2Gy do celk. d. 46Gy/4,5 týdne, boost na prostatu a event. semenné vajíčky do 68 -80Gy

objem: PTV1: prostata, semenné vajíčky, pánevní lymfatické uzliny

PTV2: prostata event. se semennými vajíčky

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, stínící bloky, 3D konformní radioterapie, IMRT

Kritické orgány: kličky tenkého střeva, rektum, močový měchýř

Časné poiradiační změny: proktitida, enteritida s průjmem a tenesmy, dysúrie

Pozdní poiradiační změny: proktitida, cystitida, svrásťelý močový měchýř, píštěle, stenozy, ulkus, perforace kliček střevních.

m) Maligní lymfomy

Klíčová slova: ozařovací technika, objem, frakcionace a dávky, kritické orgány, poirad. změny

Základní léčebnou metodou je chemoterapie, protože se jedná o systémové onemocnění. Radioterapie se uplatňuje většinou až po cytostatické léčbě v určitých případech.

Maligní lymfomy se rozdělují na 2 velké skupiny maligních lymfomů

- Morbus Hodgkin – maligní lymfogramulom;
- Nonhodgkinův lymfom.

Ozařovací poloha: supinační, poloha horních končetin v mírné addukci od těla (palce za opasek) nebo za hlavu, dolní končetiny mohou být podloženy válcem, je možná fixace ve fixační matraci.

Ozařovací technika, cílový objem, frakcionační režim:

Mantle field technika: technika 2 velkých tvarovaných polí k ozáření uzlin nadbráničních, sahá od mandibuly do úrovně úponu bránice, nyní se prakticky již nepoužívá v klasické formě, ale v modifikované

Inverované Y: technika 2 velkých tvarovaných polí k ozáření uzlin podbráničních a sleziny. V současné době je řada modifikací obou těchto již klasických ozařovacích technik.

Involved field: zahrnuje postižené uzlinové oblasti s adekvátním lemlem zdravé tkáně nebo extranodální postižené oblasti a jejich bezprostřední uzlinovou drenáž.

Extended field: když jsou zahrnuty další, nepostižené uzliny.

Abdominální pole: při postižení uzlin mesenterických a GIT, dávka 20Gy / 2 - 2,5 týdne, stínění ledviny, aby se nepřekročila jejich toleranční dávka. Technika 2 kontralaterálních polí, ozařovaný objem: od kupuly brániční k rozhraní L 4/5.

Abdominopelvicke pole: 2 kontralaterální pole, ozařovaný objem je od kupuly brániční k hrboleům kostí sedacích. d.l.d. 1,5Gy do celkd. 15Gy.

TBI (total body irradiation): 2 kontra pole (paliativní léčba anebo před transplantací kostní dřeně)

Waldayer pole: k ozáření Waldayerova okruhu (krční, jazyková, nosní mandle). Police je na zádech, fixace hlavy maskou nebo lze použít bite-blok. Dávka 1,5 - 1,8Gy do celk. d. 30 - 44Gy. Technika 2 protilehlých polí, která jsou tvarovaná stínícími bloky nebo MLC.

Dávka: d.l.d. 1,8Gy do celk. d. 25 - 36Gy u maligního lymfogramulomu, 30 - 50Gy u maligního lymfomy non Hodgkin typu. Závisí to na předchozí chemoterapii, odpovědi na léčbu a velikosti prvotního postižení.

Optimalizace: adekvátní druh záření a energie, stínící bloky nebo MLC, kompenzátor, bolus

Kritické orgány: plíce, srdce, mícha, hlavice kosti ramenních, klíčky střevní, žaludek, mícha, vaječníky, varlata

Časné poiradiační změny: únava, slabost, nausea, průjem, poškození kostní dřeně

Pozdní poiradiační změny: fibróza plicní, perikarditida konstriktivní, sterilita, poškození kostní dřeně.