

I. Külső (teleterápiás) besugárzó készülékek

5 lineáris gyorsító:

- Artiste 6 és 18 MV foton, 6-21 MeV elektron, képvezérelt, intenzitás modulált és légzés kapuzott sugárkezelési lehetőség
- Primus I. 6 és 18 MV foton, 6-21 MeV elektron, 3D konformális sugárkezelés
- Primus II. 6 és 18 MV foton, 6-21 MeV elektron, 3D konformális és intenzitás modulált és sztereotaxiás sugárkezelés
- Primus III. 6 MV foton, 3D konformális sugárkezelés
- Mevatron KD 6 és 23 MV foton, 6-21 MeV elektron, sztereotaxiás sugárkezelés és teljes testfelszín elektron besugárzás

A Primus I, Primus II, Primus III és Artiste lineáris gyorsító fel van szerelve "multileaf collimator"-ral (MLC), valamint elektronikus mező ellenőrző rendszerrel (EPID). Az Artiste lineáris gyorsító megavoltos 'cone-beam' CT-vel és a kezelőhelyiségbe telepített CT készülékkel (ún. „in-room CT”) jelenleg az egyetlen képvezérelt sugárkezelésre (IGRT) alkalmas készülék Magyarországon.

- Theratron 780E kobaltágyú
- Speciális kobalt besugárzó készülék egésztest besugárzáshoz
- Gulmay (40-200 keV) ortovoltos terápiás röntgenkészülék
- Dermopan (50 keV) felületi terápiás röntgenkészülék

Kiegészítő készülékek

- Számítógépes besugárzástervező rendszer (Pinnacle 3D)
- Röntgenszimulátorok (Mevasim S és Simview NT)
- CT szimulátor (Emotion 6) és verifikációs CT készülék (Sensation Open)
- MRI készülék (Symphony*)
- LANTIS - mező beállító és ellenőrző (R&V) számítógépes hálózati rendszer

*Röntgendiagnosztikai Osztállyal közös használat

II. Belső (brachyterápiás) besugárzó készülék

Nagy dózisteljesítményű távvezérelt utántöltéses besugárzó készülék (HDR afterloading)

- microSelectron

Kiegészítő készülékek

- Számítógépes besugárzástervező rendszer (PLATO és Oncentra)
- Prostatata HDR-brachyterápiás rendszer (Nucletron SWIFT rendszer)
- Prostatata permanens jód-125 LDR-brachyterápiás rendszer (Nucletron SPOT rendszer)
- UH készülék (Sonoline SL és B&K Medical)
- C-karos, izocentrikus lokalizációs röntgenkészülék (Arcadis Orbic)

Lineáris gyorsító



Daganatos betegek külső besugárzására kifejlesztett speciális elektrongyorsító. Az elektronokat nagyfrekvenciás elektromágneses hullámokkal gyorsítják fel, majd azokat egy céltárgyra irányítják, ahol lefékeződnek, és ún. fékezési röntgensugárzást (fotonsugárzás) keltenek. A besugárzókészülék fejrészében mozgatható kollimátorok segítségével alakítják ki a besugárzási mező alakját. Lehetőség van elektron sugárnyaláb előállítására is, amikor a felgyorsított elektronok közvetlen kiléptetésével nagyenergiás elektronsugárzást kapunk. A lineáris gyorsító beteg körül forgatható része a "gantry", amely lehetővé teszi, hogy különböző irányokból végezzük a besugárzást a beteg mozgatása nélkül. A kezelési asztal szintén kiforgatható, és ezzel újabb besugárzási irányokat választhatunk. A mélyebben fekvő daganatok besugárzására 6-23 MV energiájú fotonsugárzást, míg a felszínhez közel elhelyezkedő elváltozások kezelésére 6-21 MeV energiájú elektronsugárzást használunk.

Kobaltágyú



Külső besugárzásra használt terápiás készülék, melyben a sugárforrás a kobalt radioaktív izotópja (Co-60). A besugárzás a Co-60 által kibocsátott 1.25 MeV átlagenergiájú fotonsugárzással történik. A besugárzókészülék fejrészében egy sugárvédett tárolóegységben van a sugárforrás, mely a kezelés elindításakor mechanikus vezérléssel kerül besugárzási pozícióba. A besugárzási idő leteltével a forrás automatikusan visszamegy a tárolóegységbe.



Sugárterápiás röntgenszimulátor

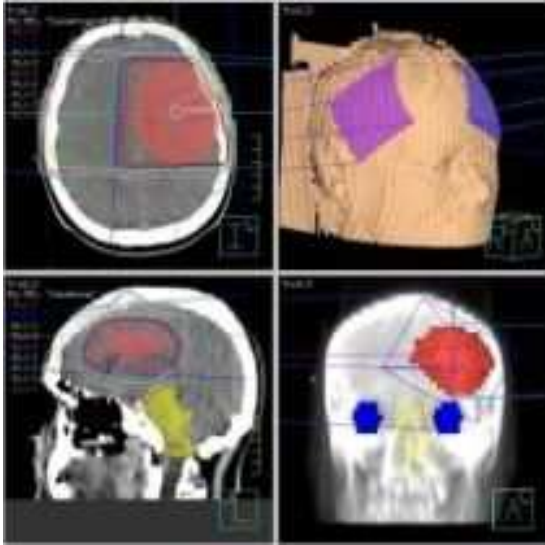
A terápiás szimulátor egy képerősítővel felszerelt speciális röntgenkészülék. Kívülről a lineáris gyorsítóhoz hasonlít, de a hagyományos röntgen energiatartományban működik. Minden, a lineáris gyorsítón használt besugárzási paraméter beállítható rajta, és a besugárzási mező szimulációja végezhető el vele. Használatára azért van szükség, mert a lineáris gyorsító nagyenergiájú MV-s sugárzásával készített röntgenfelvételen a különböző sűrűségű anatómiai képletek, szervek nehezen különböztethetők meg. Ugyanakkor a hagyományos röntgenenergiával készített felvételeken jól azonosíthatók a különféle anatómiai részletek (pl. csontok, tüdő stb.).

Brachyterápiás besugárzó készülék (afterloading)



Brachyterápiás kezelés során a daganatba, vagy annak közvetlen közelébe kerül a radioaktív sugárforrás. Az afterloading készülékkel végzett kezelésnél a sugárforrás távvezérléssel, utántöltéssel eljárásal jut be az applikátorba vagy katéterbe, melyeknek a betegbe történő behelyezésekor a forrás még a készülék sugárvédett tároló egységében tartózkodik. Ezzel a módszerrel a beteg és a kezelő személyzet sugárvédelme maximálisan biztosított. Az applikátor behelyezését követően az afterloading készülékkel történő összekötés után a kezelés indításakor egy léptető motor a forráshoz forrasztott mozgató kábel segítségével juttatja el a forrást a kívánt pozícióba, majd a sugárzási idő leteltével azt a következő pozícióba mozgatja (lépteti). Több katéter esetén a forrás először végigmegy az első katéter összes megállási pozícióján, majd egy váltó mechanizmus segítségével a második, harmadik stb. katéterbe megy. A microSelectron afterloading készülékben a radioaktív sugárforrás Ir-192 izotóp, mely gamma-sugárzást (fotonsugárzást) bocsát ki. A sugárzás átlagenergiája 360 keV körüli.

Besugárzástervező rendszer



A számítógépes besugárzástervező rendszerrel a betegek egyedi besugárzási tervét készítjük el. A tervező rendszer nagyteljesítményű számítógépből, speciális térbeli rekonstrukciós és dóziseloszlás számoló szoftverekből áll. A besugárzókészülék mérésekkel meghatározott fizikai és dozimetriai adatait, valamint a beteg egyedi anatómiai információit használjuk a besugárzási terv elkészítésekor. Az anatómiai adatokat metszetképalkotó eljárásokkal (CT, MRI) nyerjük. Ezért van szükség a kezelés megkezdése előtt végzett terápiás CT vagy MRI vizsgálatra. A tervezés során a besugárzandó daganat és a védendő szervek elhelyezkedésének figyelembevételével meghatározzuk a besugárzási irányokat, a besugárzási mező nagyságát és alakját, majd kiszámítjuk a testen belül kialakuló dóziseloszlást. A besugárzási terv elkészítését követően a meghatározott beállítási paramétereket és dozimetriai adatokat eljuttatjuk a besugárzó készülékhez vagy a terápiás szimulátorhoz.

A tervezéstől a kezelés megkezdéséig

Topometriás képalkotó eljárás alkalmazása

Az egyedi besugárzási terv elkészítéséhez CT, ill. esetenként MRI vizsgálatokat végzünk. Fontos, hogy a beteg a CT vizsgálat során ugyanolyan pozícióban mozdulatlanul feküdjön a CT asztalon, mint később a szimulátor és a besugárzó készülék asztalán. Ennek eléréshez bőrre tett jelöléseket használunk. A különböző terápiás készülékek kiegészítő egységei a betegbeállítást elősegítő lézerfény nyalábok, melyeknek a bőrjelölésekre történő vetítése biztosítja, hogy a beteg minden alkalommal azonos pozícióban feküdjön az asztalon, és a sugárnyalábok pontosan a kívánt területre irányuljanak. Bizonyos esetekben betegrögzítő eszközöket is használunk, mint pl. a hőre lágyuló műanyag maszk. A CT vizsgálat után a képi információkat számítógépes hálózaton továbbítjuk a tervező rendszerhez.

Besugárzási terv elkészítése

A betegről készített CT szeleteken berajzoljuk a besugárzandó céltérfogatot (daganat + biztonsági zóna) és a védendő szerveket (pl. gerincvelő, tüdő, szemlencse). Ezt követően az anatómiai viszonyok figyelembevételével meghatározzuk a besugárzási irányokat, a mezők számát és alakját. Kiszámoljuk a dóziseloszlást, és értékeljük a besugárzási tervet. A cél az, hogy a céltérfogat úgy kapja meg az előírt dózist, hogy az ép szövetek és a védendő szervek dózisterhelése minimális legyen. A kész terv adatait, melyek alapján elkezdődhet a besugárzás, kinyomtatjuk és eljuttatjuk a besugárzó készülékhez.

Szimuláció

A szimuláció során a besugárzási terv adatainak a felhasználásával röntgenátvilágítással ellenőrizzük, hogy a tervezett besugárzási mezők a beteg anatómiájához viszonyítva jó helyen vannak-e. A szimuláció alatt a beteg a kezelésnek megfelelő pozícióban fekszik az asztalon. Egyszerűbb besugárzási technikáknál a szimulátor segítségével történik a besugárzási mezők felvétele és a vetületüknek a bőrre történő bejelölése.

Kezelés

A külső sugárkezelés több héten keresztül fracionáltan, naponta történik. A kezelés fájdalommentes, időtartama a beállítással együtt kb. 5-10 perc naponta. Általában az első kezelésnél mindegyik mezőről ún. verifikációs felvételt készítünk. Ez egy olyan röntgenfelvétel, amely a besugárzó készülék megavoltos energiájával készül, és a valódi leadott sugármező ellenőrzésére szolgál.