

A Magyar Sugárterápiás Társaság XII. Kongresszusa

Kecskemét, 2015. május 14–16.

Egyedüli kis vagy nagy dózisteljesítményű szövetközi brachyterápia összehasonlítása a korai, szervre lokalizált prosztaták kezelésében. Prospektív, randomizált klinikai vizsgálat

Ágoston P., Major T., Baricza K., Szabó Z., Jorgo K., Polgár Cs.
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: Korai, szervre lokalizált prosztaták betegek kezelésében az egyedüli kis („low-dose rate”=LDR) és nagy dózisteljesítményű („high dose rate”=HDR) szövetközi brachyterápia (BT) összehasonlítására indított prospektív, randomizált klinikai vizsgálat és az első, protokoll szerint kezelt betegek kezelési adatainak bemutatása.

Anyag és módszer: A vizsgálatba a betegbesorolást 2015 januárjában kezdtük el. Legfontosabb beválogatási kritériumok a kis (KIK) vagy közepes kockázatú (KÖK), szervre lokalizált prosztaták, 45–70 éves életkor, PSA \leq 15 ng/ml, Gleason-pontszám <8 , $\leq T2c$ státusz voltak. Február végéig 12 beteget randomizáltunk (kockázati csoporton belül 1:1 arányú randomizáció) és kezeltünk (KIK: 6 beteg, KÖK: 6 beteg). Öt beteg LDR, 7 beteg HDR BT-t kapott. A BT-t transzrektális ultrahang-vezéreltetéssel a gáton keresztül szűrt tűkkel végeztük. Az LDR kezelésnél kötött I-125 sugárforrást (Bebig, Németország), a HDR BT-nál Ir-192 léptetett sugárforrást (Elekta, Svédország) és utántöltött készüléket használtunk. A céltérfogat KIK esetén a prosztata, KÖK-nál a prosztata körül a posterioron kívül minden irányban három milliméterrel kiterjesztett térfogat volt. A céltérfogat dózisa az LDR karon 145 Gy, a HDR karon 1 \times 19 Gy volt. A vizsgálat elsődleges végpontjai az akut és késői mellékhatások, másodlagos végpontjai az életminőség, a szexuális funkció, a vizeleti funkció, a biokémiai relapszustól mentes túlélés, a lokális recidívától mentes túlélés és a betegség-specifikus túlélés. A vizsgálatra ETT TUKEB engedélyt (44179/2013/OTIG) kértünk és regisztráltuk (NCT02258087) a ClinicalTrial.gov honlapon.

Eredmények: A kezeléseket minden esetben problémamentesen végeztük el, a betegek két éjszakát töltöttek osztályunkon. A tüzelésekhez átlagosan 19 tűt (16–24 tű) használtunk. Az LDR kezeléseket átlagosan 34 darab (23–45 darab) su-

Dózisparaméter (előírás HDR/LDR)	HDR (%) átlag (tartomány)	LDR (%) átlag (tartomány)
Céltérfogat V100 ($\geq 95\%$ / $\geq 95\%$)	96,9 (95–98)	99,4 (99–100)
Céltérfogat D90 ($\geq 110\%$ / $\geq 110\%$)	107,3 (103–111)	126 (134–119)
Urethra D10 ($\leq 120\%$ / $\leq 150\%$)	111,9 (108–118)	139,2 (135–145)
Urethra D30 ($\leq 100\%$ / $\leq 130\%$)	108,4 (104–110)	132,2 (129–140)
Rectum D _{2cm³} ($\leq 50\%$ / $\leq 100\%$)	51,1 (46–55)	63,6 (52–78)
Rectum D _{0,1cm³} ($\leq 80\%$ / $\leq 138\%$)	71,9 (68–77)	91,8 (81–118)

gárforrással végeztük, 0,562 mCi egyedi aktivitással. Érdemi perioperatív szövődésményt nem tapasztaltunk, retenció miatti katéterezésre nem volt szükség. A vizsgálat fontosabb dózis-térfogati előírásait és a kezelések dozimetriai adatait mutatja a táblázat.

Következtetés: Tudtunkkal a világon elsőként hasonlítjuk össze prospektív, randomizált vizsgálatban a korai, szervre lokalizált prosztaták betegek kezelésében az egyedüli LDR és HDR BT-t. A betegbesorolást elkezdjük, a kezdeti tapasztalatok kedvezőek. A dozimetriai adatok az LDR kezelésnél az előírtaknak megfeleltek, a HDR BT egyes eseteiben az urethra D30, a rectum D_{2cm³} értékei a kívántnál nagyobbak, a céltérfogat D90 értékei a kívántnál kisebbek lettek. Az eltérések a 10%-ot nem haladták meg, de a HDR BT-s dózis-térfogati előírások átgondolását teszik szükségessé. A betegbevonás ütemének fenntartásával 5 év alatt elérhető a vizsgálat tervében kitűzött karonkénti 125–125 beteg kezelése.

Az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában végzett vulvutüzelés ismertetése

Árkocsevics E., Petre I., Ágoston P., Major T., Baricza K., Polgár Cs.
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: Vulvumoros betegnél alkalmazott frakcionált, nagy dózisteljesítményű, szövetközi brachyterápia bemutatása a műtősnő szemével.

Anyag és módszer: 2013-ban osztályunkon egy 91 éves betegnél alkalmaztunk vulvabrachyterápiát helyi tumor kiújulás miatt. Előzőekben a beteg külső sugárkezelésben részesült a kismedencére, vulvára, inguinákra. A vulvutüzelés menetét fázisokra bontottuk. Ismertetjük az egyes fázisok jellemzőit, a kezelőszemélyzet teendőit.

Előkészítés: A betegen a beavatkozáshoz szükséges vizsgálatokat előzőleg elvégeztük, labor-, EKG-, mellkas-RTG-, aneszteziológiai vizsgálatra küldtük.

Műtői előkészítés: A beteget felvilágosítjuk a tüzelés menetéről, megnyugtattuk, bevezetjük a műtőbe. Gerincközeli érzéstelenítés után kómeteszó helyzetben felfektetjük a műtőasztalra. A műtői területet leborotváljuk, lemoszuk, sterilen beizoláljuk. A beteg nyugodt, ellazult állapota, kényelmes fektetése megkönnyíti a beavatkozást.

Katéterimplantáció: Az eszközöket – fémtűk, műanyag katéterek – előkészítjük. Az orvos 3 síkban 9 db fémtűt szúr be a vulva állományába. Ezeket flexibilis, 6 fr vastagságú műanyag katéterekre cseréljük, amelyek a betegben maradnak a sugárkezelés végéig. A katétereket megfelelő méretre vágjuk és a sorszámozott gombokkal rögzítjük mindkét oldalon.

Besugárzási terv készítése: A tüdzelt vulváról a fizikus és az orvos elkészíti a besugárzási tervet.

A sugárkezelés: A besugárzási terv alapján, az első napon egy, majd három napon át napi két frakcióban adunk brachyterápiát. Ellenőrizzük a katéterek és csatlakozók állapotát, a gombok helyzetét, az összekötéseket. A besugárzáshoz távvezérelt, utántöltéses („after-loading”) készüléket használunk Ir-192 sugárforrással. A kezelés alatt csak a beteg van a brachyterápiás műtőben, a beteggel a kommunikáció a besugárzás alatt mikrofonon történik. A kezelés alatt a beteg állandó felügyeletet a műtőben elhelyezett kamera segítségével biztosítjuk, a kezelés menetét monitoron követjük. Az utolsó frakció végén a katétereket eltávolítjuk, a szűrt bőrpontokat fertőtleníttük, és steril fedőkötéssel látjuk el.

Eredmények: 2013-ban sugárterápiás központunkban egy esetben végeztünk tüzelést recidív vulvumors miatt. A besugárzás 7 frakcióban, 3,5 Gy frakciódózissal, 24,5 Gy összdózisban történt. A kezelés után 3 héttel a vulvumors makroszkopos mérete körülbelül a felére csökkent. A beteg fájdalmai jelentősen csökkentek. Enyhe epithelitisen kívül érdemi mellékhatást nem észleltünk.

Következtetések: A vulva primer vagy recidív daganatai esetén is alkalmazható kezelés a szövetközi brachyterápia. A vulvutüzelés menete fázisokra osztható. A műtősnőnek ismernie kell a beavatkozás menetét. Fontos szerepe van a beteggel való kommunikációban a beavatkozás alatt és a kezeléseket közben a biztonságos és pontos besugárzás érdekében. A kezelés során a beteg, az orvos, a fizikus és a műtősnő összehangolt együttműködése szükséges.

Sztereotaxiás ablatív mellkasi sugárterápia bevezetése az Országos Onkológiai Intézetben – esetbemutatás és a technika háttér ismertetése

Bajcsay A., Pócsa T., Lövey J., Szilágyi A., Zongor Zs., Major T., Ágoston P., Polgár Cs.
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: A mellkasi kis térfogatú céltérfogatok esetében alkalmazható extrakraniális sztereotaxiás ablatív sugárkezelés (Stereotactic Ablative Body Radiotherapy: SABR) bevezetésének bemutatása.

Anyag és módszer: Intézetünkben 2012 februárjától alkalmazott légzéskompenzált mellkasi sugárkezelések tapasztalatai és az irodalmi adatok alapján 2015. márciustól bevezettük az extrakraniális sztereotaxiás ablatív mellkasi sugárkezelést. Korai

stádiumban lévő, kis kiterjedésű, igazolt nem kissejtes (NKS) vagy nem verifikált PET-pozitív, valamely okból műtétre nem alkalmas tüdőrákos betegnél kezdtük alkalmazni a SABR-t. A kezelési technikai feltételei: 4-D topometriás CT-készítési lehetőség, megfelelő betegrögzítés és pozicionálás (6D kezelőasztal), napi ellenőrzést biztosító lágyrészérzékeny kV-os CBCT és IGRT rendelkezésre állása, nagy dóziszteljesítményű (FFF üzemmódban működő) lineáris gyorsító és modern besugárzástervező rendszer, valamint a kismezős tervek verifikációjára alkalmas mérőeszközök. Első betegünk St. I/a: T1a N0 M0 kiterjedésű volt, betegsége a bal alsó tüdőlebenyben, a centrális zónától és a mellkasfaltól több mint 2 cm-re a tüdőparenchymában helyezkedett el. A SABR-t IMAT (RapidArc) technikával végeztük, az alkalmazott dózis/frakcionálás: 8x7,5 Gy volt (BED=105 Gy). A tervezett dózisosloszlást 4D Octavius fantommal és Radiochromic filmmel ellenőriztük. Minden egyes frakció előtt és után CBCT ellenőrzéseket végeztünk az intrafrakcionális elmozdulások meghatározására, a képiállítás az ITV alapján a tumorra történt. A kezelése során 2 korlátozott ívből összesen 2332 monitoreregséget adtunk le, kiegyenlítő szűrő nélküli („flattening filter free”; FFF) üzemmódban, 6 MV fotonenergiaival, 105 mp kezelési idő alatt. A teljes kezelési idő 12 perc volt. A beteget CT-és PET/CT-, ill. légzésfunkciós vizsgálatokkal követtük.

Eredmények: A SABR kezelés minden frakciója a tervezett dózissal leadható volt. A nemzetközi ajánlásokban szereplő összes dóziskritérium teljesült a céltér-fogatra és a védendő szervekre nézve. A fantommal és a filmmel végzett terverifikáció gamma-index értéke 3%/3 mm esetén 99,6% és 99,8%, ill. 2%/2 mm esetén 89% és 99% volt. Az átlagos intrafrakcionális elmozdulás 1 mm, ill. 1 fok alatt volt, minden irányban. A kezelés megszakításához vezető mellékhatás nem észleltünk.

Következtetés: Megfelelő technikai felszereltség esetén és szakmai felkészítést követően a SABR a klinikai gyakorlatba bevezethető, megfelelő minőségbiztosítás mellett a nemzetközi dozimetriai előírások a gyakorlatban is teljesíthetőek. Korai stádiumban lévő, bármely okból nem operálható NKS tüdőrákos betegeknél az intézetünkben bevezetett SABR kezelés a definitív műtéti ellátás csaknem egyenértékű alternatívája lehet.

CT-képezérelt, intenzitásmódulált ívterápiás sugárterápiás program klinikai rutinba való bevezetése és a megfelelő rendszeres minőségbiztosítás protokollizálása

Balogh I., Jánváry Zs. L., Valastyánné Nagy J., Horváth Zs.

Debreceni Egyetem Klinikai Központ, Onkológiai Klinika, Sugárterápia Osztály, Debrecen

Célkitűzések: Komputertomográfia-alapú, képezérelt, modern, dinamikus ívterápiás kezelési program bevezetése és minőségbiztosításának bemutatása.

Anyag és módszer: A Debreceni Onkológiai Klinikán üzembe helyezett Elekta Synergy típusú, Agility fejjel és kilovolttos CT képezéreltisével felszerelt lineáris gyorsítón bevezetésre került az ívterápiás sugárterápiás kezelés. Ennek a programnak az alapjait és fizikusi minőségbiztosítási hátterének megalapozását kívánják bemutatni a szerzők.

Eredmények: Specifikus tesztek végeztünk a gyorsító ún. dinamikus intenzitásmódulált kezeléseinek ellenőrzésére. Napi, heti és havi rendszerességgel fizikusi minőségbiztosítási protokollt dolgoztunk ki, és ezt a rendszeres gyakorlatban is megvalósítottuk. A modern sugárterápiás technikák és a kilovolttos CT-alapú képezérelt sugárterápia bevezetésre került.

Következtetés: Új kezelési technikák, így az ívterápiás sugárkezelés bevezetése előtt ajánlott specifikus tesztek elvégzése és átlátható, szigorú minőségbiztosítási protokoll felállítása. Emellett szükség van az ellátásban részt vevő fizikusok, orvosok és sugárterápiás asszisztensek megfelelő képzésére.

Vesetranszplantált betegek egésztest-besugárzásának tervezése

Baricza K.¹, Heissler D.¹, Fábry L.¹, Lengyel L.²

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Szent László Kórház, Hematológiai és Össejt-transzplantációs Osztály, Budapest

Cél: Olyan betegeknél, akik csontvelő- vagy őssejtátültetés előtt a kondicionáló kezelés során mind kemoterápiában, mind egésztest-besugárzásban részesültek, de korábban vesetranszplantáción estek át, a kezelés során a beültetett vese dózist korlátozni kell, ami speciális besugárzási és tervezési technikát igényel. Célunk a speciális tervezés bemutatása.

Anyag és módszer: Az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában két olyan myeloma multiplexben szenvedő beteget részesítettünk egésztest-besugárzásban, akinek az anamnézisében – alapbetegségéből adódóan – veseelégtelenség, majd sikeres veseátültetés szerepelt. Az egésztest-besugárzást általában 4 frakcióban hajtjuk végre a test középvonalától 3,5 m-re levő Co-60 sugárforrással, hanyatt és hason fekvő testhelyzetben, 12 Gy össz dózissal, a tüdő dóziszát 8 Gy-ben maximálva. Ennek érdekében az első két frakcióban mindkét testhelyzetben a kezelés teljes tartama alatt, a 3. frakcióban a kezelési idő egy részében a tüdőt takarással védjük. Az utolsó frakcióban nem alkalmazunk tüdőtakarást. Az átültetett vese kisebb dózist kaphat, ezért a szokásos kezelési módtól eltérően ezt a vesét is takar-

juk. A vesetakarást csak hanyatt fekvő helyzetben alkalmazzuk, minden frakcióban a teljes besugárzási idő alatt. A különböző reprezentatív testkeresztmetszetekben végzett effektív szövetvastagság-mérésen alapuló besugárzástervezés során a tüdőre és az egésztest-dózisra vonatkozó előírások figyelembevételével határozzuk meg a kezelési időt, valamint a tüdőtakarások idejét. A vesetranszplantált betegek esetében az alaptervhez kiegészítő tervet készítettünk, amelyben a kiszámított besugárzási időt bemenő adatnak tekintettük. Az egyik betegnél egy alternatív kiegészítő tervet is készítettünk, amelyben a tüdő helyett a vese dóziszát maximáltuk, és összehasonlítottuk a kiegészítő terveket.

Eredmények: A két kezelésben a beültetett vese átlagdózisa 7,5, ill. 7,85 Gy volt, a megfelelő minimális és maximális dózisokra 7,19 és 7,78 Gy, ill. 7,64 és 8 Gy adódott. Az utóbbi kezelés esetében két kiegészítő terv készült, ezek némiképp eltérő kezelési időt adtak: az alaptervhez illesztett változatban a teljes kezelési idő 317,1 perc, a vesetakarás ideje 158,5 perc volt, míg az alternatív szerinti megfelelő idő 317,5, ill. 158,8 percnél adódott, ami megközelítőleg 0,2%-os eltérésnek felel meg. A tényleges kezelési időt mindig az alapterv alapján állítottuk be, ezért a vese alternatív kiegészítő tervben szereplő dóziszát az idő arányában korrigáltuk. A korrekcióval meghatározott átlagos, minimális és maximális vesedózisok rendre 7,85, 7,62 és 7,99 Gy-nek adódtak, ami elhanyagolható különbség.

Következtetések: Az alap- és a kiegészítő terv együttes alkalmazásával jól meghatározható a beültetett vese dózisa. A kezelési időt bemenő adatként kezelő, ill. a vesére alkalmazott dóziselőírás alapján meghatározó kiegészítő terv között kis eltérést tapasztalható, ami arra vezethető vissza, hogy a kezelési időt nem pontosan ugyanazon keresztmetszeteken végzett mérések alapján számítottuk ki. Az eltérések csekély volta arra utal, hogy a keresztmetszetek kiválasztása nem befolyásolja a mérési bizonytalanságnál nagyobb mértékben az eredményeket.

Fejnyaki daganatok kezelésében dinamikus ívbesugárzással szerzett kezdeti tapasztalataink

Bégányi N., Farkas R., Klíró T., Katona Cs., Mészáros E., Szarvas V., Landherr L., Uzsoki Utcai Kórház, Onkoradiológiai Központ, Budapest

Célkitűzés: Fejnyaki daganatok sugárkezelésében alkalmazott dinamikus ívbesugárzással (IMAT) szerzett első tapasztalataink ismertetése.

Módszerek: 2014. november és 2015. február között osztályunkon 6 laphámrakos fejnyaki daganatos beteg részesült RapidArc® technikával kivitelezett sugárkezelésben, ebből 5 beteg (83%) kombinált radio-kemoterápiát kapott. A tervezési CT-vizsgálatok termpozitívus maszkrozzítást követően 3 mm-es szeletvastagsággal készültek, a céltér fogat kijelölése PET-CT, illetve MR fúzió alapján történt. A RapidArc® besugárzási tervek elkészítéséhez Eclipse 11.0 tervezőrendszer használtunk, a sugárkezelést 6 MV foton alkalmazásával, Clinac IX besugárzó berendezéssel végeztük. A betegek 2 Gy frakció dózissal a nyaki nyirokregiókra 50 Gy, ezen belül a recidíva szempontjából magas rizikójú területre 60 Gy, míg a makroszkópos tumorra 70 Gy irradációt kaptak. Az első 3 kezelési napon, majd az irradáció során hetente cone-beam CT ellenőrzést végeztünk. A kezelés 5. hetén egyedi mérlegelés alapján ismételt tervezési CT történt, és a kezelési terveket a bekövetkezett térfogatváltozásokhoz adaptáltuk. A besugárzási tervek dozimetriai értékelése a DVH alapján történt. Vizsgáltuk a céltér fogat dózishomogenitását, a parotis (D_{at}, V₃₀) és a gerincvelő (D_{max}) dózisterhelését. A kezelése során észlelt akut mellékhatásokat CTCAE v3.0 alapján rögzítettük.

Eredmények: Az előírt dózis 107%-át meghaladó túldozírozás, illetve 95%-át el nem érő aluldozírozás százalékos aránya jóval kisebb mértékű, mint a hagyományos 3D konformális tervezés esetén. Az ellenoldali parotisok D_{at} átlaga 26 (24–30) Gy, V₃₀ értékek átlaga 26 (18–40)%, azonos oldali parotisok D_{at} átlaga 33 (26–41) Gy, V₃₀ értékek átlaga 46 (26–59)%, a gerincvelő D_{max} átlagosan 37 (32–43) Gy volt. Fogyás és tumorméret-csökkenés miatt 3 esetben (50%) történt kezelés közben újrateverzés. Akut grade 1–2-es xerostomia 4 betegnél (66%), grade 1–2 mucositis, dermatitis minden betegnél, míg grade 3-as mucositis 2 betegnél (33%), grade 3 dermatitis 1 betegnél (17%) jelentkezett.

Következtetések: Az IMAT technika alkalmazásával a fejnyaki daganatok esetén kedvező dózishomogenitás és a parotis alacsony dózisterhelése érhető el, amitől a pontos céltér fogat-kijelöléssel és a kezelés közbeni térfogatváltozások figyelembevételével együtt a kezelési eredmények javulása és a késői mellékhatások csökkenése várható.

Intenzitásmódulált sugárterápiás tervek dozimetriai ellenőrzése PTW Octavius 4D fantommal

Béla D.¹, Király R.¹, Stelcer G.¹, Pócsa T.¹, Herein A.¹, Gyökös R.², Major T.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technika Tanszék, Budapest

Célkitűzés: Különböző technikával készült intenzitásmódulált sugárterápiás (IMRT) tervek PTW Octavius 4D fantommal végzett dozimetriai ellenőrzésének elemzése.

Módszerek: Az elmúlt évben 330 tervet ellenőriztünk, ebből 282 terv IMRT „sliding window”, 48 pedig RapidArc technikával készült. Munkánkban 100 tervet elemeztünk. A méréseket a Varian TrueBeam lineáris gyorsítón végeztük PTW Octavius 4D fantommal, az eredményeket a PTW Verisoft programjával elemeztük. A betegek IMRT tervei alapján a Varian Eclipse tervezőrendszerben létrehoztunk egy minőség-ellenőrzési tervet az Octavius 4D fantom CT-kép-készletén. A minőség-ellenőrzési terv dóziseloszlását hasonlítottuk össze a fantomos mérés eredményeivel. Gamma-analízist végeztünk, 3%/3 mm-es, illetve 2%/2 mm-es kritériummal. Az intézet protokollja szerint 3%/3 mm-es gamma-kritérium esetén 95% vagy e feletti egyezéskor minősül a terv elfogadhatónak, 90% és 95% között szorult felülvizsgálatra, 90% alatt pedig nem megfelelő.

Eredmények: A mérések során előfordult, hogy a besugárzási mező geometriailag nem fért rá a fantomra, ezért azt el kellett tolni a kezelőasztalon. Mivel a sugárnyaláb nem esett merőlegesen a fantom központi detektorára, nem kaptunk értelmezhető eredményt, tehát 4 tervet kivettünk az elemzésből. A 3%/3 mm-es gamma-kritériummal átlagosan 98,7%-os egyezést kaptunk, a legrosszabb eredmény 89,6% volt. A 96 tervből 93 felelt meg a 95%-os kritériumnak, 1 esett a felülvizsgálási tartományba (90–95%), illetve 2 tervnél kaptunk 90% alatti értéket. A 2%/2 mm-es szigorúbb gamma-kritérium esetén átlagosan 91%-os egyezést kaptunk, a legrosszabb eredmény 83% volt.

Következtetések: A 3%/3 mm-es gamma-kritérium esetén az eredményeink megfelelnek a nemzetközi ajánlásoknak. A gyakorlatban törekedni kell arra, hogy a 2%/2 mm-es gamma-kritérium esetén is elérjük a 90%-os egyezést, de ez az érték már függ a detektor felbontásától is. Az IMRT tervek részletesebb ellenőrzéséhez megfelelő mérési időt kell biztosítani a kezelések biztonságának és eredményességének növelése érdekében.

Előrehaladott fej-nyak daganatos betegek kezelése radio-kemoterápiával, RapidArc® technika felhasználásával

Bellyei Sz., Szappanos Sz., Boronkai Á., Sebestyén Zs., Löcsi Z., Kött I., Mangel L. PTE KK Onkoterápiás Intézet, Pécs

Céltűzés: Fej-nyaki daganatok radio-kemoterápiája során alkalmazott kemoterápiás protokollok összehasonlítása és az alkalmazott dinamikus besugárzáshoz (IMAT) készült tervek dozimetriai értékelése.

Módszerek: 2012. augusztus és 2015. március között intézetünk anyagából összesen 56 laphámrákos fej-nyak daganatos beteg anyagát dolgoztuk fel. A betegek átlagéletkora 56 (37–71) év volt. A daganatok stádium szerinti megoszlása: II. stádium: 8 beteg (18%), III. stádium: 22 beteg (41%), IV/A stádium: 20 beteg (32%), IV/B stádium: 6 beteg (9%). 35 beteg a 3 hetenkénti nagy dózisu (100 mg/m²), 21 beteg pedig a hetenkénti kis dózisu (40 mg/m²) cisplatinkezelést kapott. A tervezési CT-vizsgálatok termoplastikus maszkrogzítést követően 2 mm-es szeletvastagsággal készültek, a sugárkezelés 6 MV foton alkalmazásával, Novalis TX besugárzóberendezéssel történt. A betegek 2 Gy frakciódózissal a nyaki nyirokregiókra átlagosan 50 Gy, a magas rizikójú területekre 10 Gy, míg a makroszkópos tumorra szűkítve 10 Gy boost irraditációt kaptak. A RapidArc besugárzási tervek Eclipse 10.0 tervezőrendszerrel készültek, a besugárzási tervek dozimetriai értékelése a DVH alapján történt. Vizsgáltuk a céltér fogat dózishomogenitását, a parotisz (D_{0.1}, D_{max}, V₃₀) és a gerincvelő (D_{max}) dózisterhelését. A kezelések során észlelt akut mellékhatásokat CTCAE v3.0 alapján rögzítettük.

Eredmények: A kis és nagy dózisu platinakezelés között szignifikáns eltérést a bőr- és nyálkahártya-reakciók terén nem tapasztaltunk. Akut grade 1-2-es xerostomia (45%), grade 1-2 mucositis, dermatitis gyakorlatilag minden betegnél, míg grade 3-4 dermatitis a betegek 38%-ánál jelentkezett. A kis dózisu kezelés során a betegek 60%-ánál grade 1-2-es, 40%-nál grade 3-as, a nagy dózisu platinakezelés során 30%-nál grade 1-2-es, 50%-nál grade 3-as, 20%-nál grade 4-es dysphagia jelentkezett. Mind a hematológiai, mind a vesefunkciókat érintő mellékhatások terén a kis dózisu kezelés során szignifikánsan kevesebb mellékhatásokat találtunk. Az előírt dózis 107%-át meghaladó túldozírozás, illetve 95%-át el nem érő aludozírozás százalékos aránya jóval kisebb mértékű, mint a hagyományos 3 D konformális tervezéssel elérhető. A parotiszok D_{max} átlaga 61,91 (48,2–73,6) Gy, D_{0.1} átlaga 24,2 (17,3–38,8) Gy, a V₃₀ értékek átlaga 30,4 (10,9–42,6)%, a gerincvelő D_{max} átlagosan 35,8 (31,8–43,5) Gy volt.

Következtetések: A kis dózisu heti cisplatinkezelés szignifikánsan kevesebb hematológiai és vesedé érintő mellékhatást és kevesebb dysphagiás panaszt okozott, ezáltal jobban tolerálható. Az IMAT technika alkalmazásával a fej-nyaki daganatok esetén kedvező dózishomogenitás és a parotisz alacsony dózisterhelése érhető el, ami mellett az akut mellékhatások száma és a klinikai sugárbiológiai ismeretek, a nemzetközileg elfogadott toleranciadózisok alapján a krónikus xerostomia kialakulásának esélye elfogadható mértékű.

New methodology for an advanced dosimetry audit: MLC performance and single IMRT field dose delivery

Bencsik B., Grochowska P., Izewska J.

International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria

Purpose/Objective: The IAEA is developing a new auditing methodology for national quality audit programmes for radiotherapy dosimetry. The new programme: “Development of Quality Audits for Advanced Technology in Radiotherapy Dose Delivery” expands on a series of coordinated research projects (CRPs) conducted over the past two decades. The audit consists of four steps: (i) verification of TPS calculation of small beam output factors, (ii) film audit of MLC positional performance, (iii) film audit of single clinical IMRT field dose delivery and (iv) ‘end-to-end’ dosimetry audit (imaging, planning, dose delivery) for multiple field IMRT techniques. The current work refers to part (ii) and (iii) of this CRP.

Materials and Methods: A multicentre study was designed to test the methodology for each audit step. The tests for step (ii) and step (iii) were performed sequentially and participants were asked to use the same machine for each audit exercise. A set of detailed instructions, data sheets and un-exposed radiochromic EBT3 film were distributed by the IAEA. In part (ii), 14 participant hospitals were asked to irradiate a five strip ‘picket fence’ pattern on the film positioned in a solid water phantom at a 100 cm SAD setup, and a depth of d_{max}. The strip edges were defined by MLCs (with the exception of the central strip for Varian machines, which was defined by the secondary collimator jaws). The opening width and positioning bias for each pair of leaves and for each strip was measured using FilmQA Pro™ software. Sixteen research groups tested the methodology of the audit step (iii). The participants were asked to deliver a highly modulated single treatment field from a typical inverse planned IMRT treatment to the film placed at 5 cm depth in a solid water phantom. In each single clinical IMRT field test, a comparison was performed between the TPS calculated and the film measured dose distributions using a gamma analysis tool, the same as in step (ii).

Results: The results of the picket fence test (ii) were evaluated using the following two criteria: the agreement within ±0.5 mm between the positioning bias of individual pairs of leaves and the average of all pairs of leaves; the agreement of ±0.75 mm between the opening width of individual pairs of leaves and the average of all pairs of leaves with 0.3 mm standard deviation for opening widths of all leaves. These conditions were fulfilled by 12 of 15 participants. In the single clinical IMRT field test (iii) the gamma acceptance criterion of 3%/3 mm over all pixel values exceeding 20% of the maximum dose was adopted. All participants achieved the minimum passing level of 90% with the actual passing rates between 95.4% and 100%. The agreement of profiles through the maximum dose region was also checked with the criteria of 7% of the maximum dose for low gradient regions and 4 mm position error for high gradient regions. Comparison of dose profiles showed that the largest differences occur in the high dose gradients regions, where precise positioning of the MLC leaves has the greatest impact on the accurate dose delivery.

Conclusion: The multicentre study of MLC performance and single IMRT field has proven that the methodology for this audit works well. In the part (ii) about 80% of participants achieved satisfactory results. In the part (iii) the results show good agreement between the planned and the measured dose distributions, with all participants achieving satisfactory results. The positional accuracy of MLCs measured in this audit is indicative of the accuracy relevant to clinical IMRT procedures in the participating centres. The analysis criteria adopted for this study have been confirmed for future use by national dosimetry audit networks in countries participating in the CRP.

Vater-papilla carcinoma intenzitásmodulált, képzérelt kuratív célú besugárzása

Boronkai Á.¹, Sebestyén Zs.¹, Sebestyén K.¹, Kovács P.¹, Csapó L.¹, Gódi Sz.², Mangel L.¹ Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Intézet, ²I. Sz. Belgyógyászati Klinika, Pécs

Bevezetés: A Vater-papilla rosszindulatú tumorai a ritka onkológiai kórképek közé tartoznak. Kuratív célú ellátásuk műtéti úton történik. Társbetegségek kapcsán fennálló jelentős aneszteziológiai vagy belgyógyászati perioperatív morbiditás-mortalitás kockázat esetén a napi rutinban választható hatékony kuratív célú terápia nem ismert. Esettanulmányok, kis esetszámat érintő vizsgálatok ismertetése olvashatók a nemzetközi szakirodalomban a teleterápia és brachyterápia ez irányú alkalmazásait illetően.

Anyag és módszer: ERCP-vel felfedezett, szövettanilag verifikált primer Vater-papilla adenocarcinoma miatt két betegünkönél végeztünk külső besugárzást Novalis Tx lineáris gyorsítóval. 3D tervezést követően RapidArc technikával 2 teljes iv alkalmazásával intenzitásmodulált koplanáris tervezéssel kialakított, képzérelt beállításon alapuló fotonirradiációt folytattunk integrált boost technikával. Ennek során a primer tumor területére 2,2 Gy frakciódózissal 55 Gy ösdózissal, míg

a primer tumort és a regionális nyirokcsomókat magában foglaló céltérfogatra 1,8 Gy frakciódózisokkal 45 Gy összdózisú besugárzást végeztünk. Napi cone beam CT kontroll mellett végzett pozicionálással biztosítottuk a fémmel impregnált epeúti műanyag sztrete illesztett boost-céltérfogat pontos beállítását.

Eredmény: A rizikószervek toleranciáit messzemenőig respektáló besugárzási terv az alábbi dózisokat eredményezte: gerincvelő 5 mm-es biztonsági margóval vett dózisa átlagosan 37,025 Gy, margó nélkül kalkulált átlag dózisa 35,30 Gy, jobb vese átlag dózisa 10,675 Gy, bal vese esetében 8,53 Gy. Gyomor, valamint vékonybél kapcsán 19,17, illetve 20,75 Gy átlag dózissal számoltunk. A máj terhelése 12,57 Gy-nek bizonyult. A fenti paraméterek mellett a sugárkezelést terv szerint, megszákítás nélkül kivitelezhetjük. A tumorválaszt ERCP és hasi MR vagy CT segítségével ellenőriztük. Első betegünknel a tumor diagnózisa óta 17 hónap telt el, onkológiai szempontból stabil és lokálisan kontrollált állapot mellett.

Következtetés: A módszer biztonságos és hatékony kezelésnek ígérkezik a Vaterpapilla carcinoma lokalizált, korai stádiumában. Mind a korai, mind az eddig észlelt késői sugárterápiás mellékhatások vonatkozásában tolerálható, kivitelezhető kezelési tesz lehetővé ez az eljárás.

Új technikák a sugárterápiás tervezést megelőző kontúrozás terén

Czifra Gy., Várady Gy., Mangel L.

PTE KK Onkoterápiás Intézet, Pécs

Bevezetés: A modern sugárterápiás kezelés megtervezésénél elengedhetetlen feltétel a megfelelő 3D-s modell elkészítése, minden egyes rizikószervre és a céltérre. Intézetünkben ehhez a Varian Medical Systems UK Ltd. Eclipse kontúrozó és tervező rendszert használjuk.

Módszerek: Az új kontúrozási módszereket szeretnénk összehasonlítani az eddigi gyakorlatban használt technikákkal. Szeretnénk bemutatni a képszegmentáció és a képosztályozás (region growing, thresholding, level-set, atlas based segmentation, k-means...) alkalmazási lehetőségeit és gyakorlati megvalósíthatóságát.

Eredmények: A modell határainak definiálása, kontúrozása történhet manuálisan, félautomatikus és automatikus módszerekkel. A kézi kontúrozás nagy szakértelmet, gyakorlatot kíván és időigényes, míg az automatikus módszerek gyorsak, de sokszor pontatlanok. Mivel a kontúrozásnál a gyorsaság és a pontosság egyaránt lényeges szempont, a félautomatikus módszerek használata lenne ésszerű, ahol csak az egyes lépések történének automatikus módszerekkel, meghagyva a felhasználói interakció lehetőségét.

Összefoglalás: A kontúrozás területén a fent bemutatott technikák lényegesen javíthatják a hatékonyságot és a minőséget. Fontos lenne tehát a jövőben protokollok kialakítása, tesztelése, és az ezek működtetését végző személyzet képzése.

Sugárkezelés során kialakult radiodermatitis kezelése Radiogelgel mellkasi és fej-nyaki besugárzás alatt

Cselik Zs., Farkas A., Bíró E., Kovács Á., Toller G., Vallyon M., Faour A., Hadjiev J. Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrum, Sugárterápia, Kaposvár

Céltűzés: Vizsgálatunk a mellkasi és fej-nyaki besugárzások során jelentkező radiodermatitis enyhítésére, megelőzésére alkalmas szerrel kapcsolatos tapasztalatok gyűjtésére irányult. Célunk volt annak igazolása, hogy a vizsgált szer a betegek ilyen irányú panaszait enyhíti, a sugárkezelés okozta bőrmellékhatások enyhék, jól tolerálhatóak.

Módszerek: Vizsgálatunkba 50 beteget válogattunk be, akik között a nemek aránya az alábbiak szerint alakult: nő:férfi 40:10. Átlagéletkor 59 év (38–81 év). A beteganyagban 36 emlőtumor és 14 fej-nyaki tumor volt. A leadott összdózisok 40–70,2 Gy között voltak és a frakciódózisok 1,8–2 Gy közöttiek. A mellékhatásokat a Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE) 4.03 szerint gradáltuk. Vizsgálatunk tárgyát a kezelés során kialakult bullosus dermatitis, xerodermia, bőrfájdalom, pruritus, hyperpigmentatio és teleangiectasia képezték. A sugárkezelés során 5 hétig, hetente vizsgáltuk a betegeket és rögzítettük panaszukat a fenti kategóriákban.

Eredmények: A Radiogel használata enyhe mellékhatásokat eredményezett. A vizsgált mellékhatások vonatkozásában a negyedik kezelési héttig a betegek átlagosan 81,2%-ánál nem jelentek meg mellékhatások az alkalmazott szer használata közben. Az ezt követő időben kialakult bőrpanaszok is uralhatóak és enyhék voltak. Grade 2 panaszok az ötödik hét végére is csak 3 betegnél alakultak ki, Grade 3 panasz (xerodermia) csupán egy esetben fordult elő.

Következtetések: A vizsgálat alapján levont következtetésünk szerint az alkalmazott Radiogel bőrkencs alkalmazása enyhíti a sugárkezelés miatt kialakult bőrmellékhatások súlyosságát, annak használatát javasoljuk. A kezelések miatt nem alakult ki olyan mértékű radiodermatitis/epithelitis, mely miatt a sugárterápiát meg kellett volna szakítani. Mindenképpen javasolt a vizsgálat kiterjesztése a Radiogel preventív alkalmazása tekintetében kontrollcsoport alkalmazásával.

Agyi áttétek individuális sugárkezelése tüdődaganatos betegeknél

Dobi Á., Cserháti A., Együd Zs., Fodor E., Kahán Zs., Kószó R., Maráz A., Szabó Cs., Varga L., Varga Z., Hídeghéty K.

SZTE Onkoterápiás Klinika, Szeged

Céltűzés: A modern szisztémás onkológiai kezelések hatására javul a betegek túlélése, emiatt növekszik az agyi áttétek gyakorisága. Ellátásukban alapvető a korábbi szemlélet megváltoztatása, hatékonyabb, jobb életminőséget biztosító sugárkezelési sémák bevezetése. Az SZTE Onkoterápiás Klinikán a konvencionális teljes agyi irradáció mellett kis volumenű dóziskiegészítést is alkalmazunk. A célunk e módszerek vizsgálata volt.

Betegek és módszer: 2005–2013 között 272 tüdődaganatos beteg irradációját végeztük agyi áttét miatt. Hagyományos teljeskoponya-besugárzás (WBRT) 112 betegnél történt (A csoport), 10x3 Gy dózisban. WBRT mellett 160 esetben az agyi metastasisokra kis volumenű dóziskiegészítést (boost) alkalmaztunk. 69 esetben 18x2 Gy WBRT+10x2 Gy boost (B csoport), 91 esetben pedig WBRT (15x2,2 Gy)+szimultán integrált boost (SIB-15x0,7 Gy) (C csoport). Az SIB frakcionálását, dózist lineáris kvadratikus modell alapján határoztuk meg. Retrospektív feldolgozásunk során elemeztük a teljes túlélést (OS) a „recursive partitioning analysis (RPA) érték”, Karnofsky-státusz, szövettani altípus és a metastasisok számának függvényében.

Eredmények: A medián OS a csak WBRT kezelésben részesült betegeknél 3,3 hónap, míg a boost kezelést kapottaknál 7,1 hónap volt ($p < 0,0001$). Laphámdaganatoknál a SIB (A: 2, B: 7,5, C: 9,1 hó, $p=0,02$), adenocarcinomában a WBRT+boost (A: 3,6, B: 8,3, C: 6,9 hó, $p=0,005$) technikánál és kissejtes szövetség esetén is a magasabb dózisú besugárzásoknál (A: 3,3, B: 6,2, C: 5,6, $p=0,012$) észleltünk jobb túlélést. Szintén a magasabb összdózisú kezelések bizonyultak a leghatékonyabbnak metastasisok számát elemezve (solitaer: A: 4,7, B: 9,9, C: 5,7 hó, $p=0,02$ vs. oligo: A: 2,1, B: 5,4, C: 7,8 hó, $p < 0,0001$, multiplex: A: 3, B: 7,3, C: 6,5 hó, $p=0,29$), valamint az azonos prognosztikai, RPA csoportokban (RPA1: A: 5, B: 10,2, C: 20,2 hó, $p=0,78$; RPA2: A: 3,9, B: 8,7, C: 7,7 hó, $p=0,013$; RPA3: A: 2,8, B: 4,9, C: 3,6 hó, $p=0,047$).

Következtetés: A tüdődaganatos szenvedő betegek agyi áttéteinek prognosztikai faktorok szerinti differenciált kezelése, a komplex onkológiai kezelés részeként alkalmazott magasabb összdózisú 3D konformális sugárkezelés esetén kedvezőbb túlélés várható, miközben a teljes agy $\leq 2,2$ Gy frakciódózisa a NTCP modell alapján jelentősen csökkenti a kognitív károsodás valószínűségét.

A fej-nyaki daganatok reirradiációjával szerzett tapasztalatok áttekintése

Drajkó V., Katona Cs., Landherr L.

Uzsoki Útcai Kórház, Fővárosi Onkoradiológiai Központ, Budapest

Céltűzések: Az onkológusok, onkoradiológusok és sebészek küzdelmének köszönhetően ma már nem meglepő, ha egy korábban kezelte fej-nyaki tumoros beteg hosszan tölél és lokális recidíva vagy másodlagos primer tumor jelenik meg a már besugárzott területen. A reirradiációval kapcsolatban számos kérdés merül fel. Előadásom alapját egy 2013-ban megjelent cikk képezi, amelyben Primoz Strojanc és munkatársai az elmúlt 50 év fej-nyaki tumoros betegeinek reirradiációját dolgozták fel, valamint a kapott eredmények alapján iránymutató ajánlásokat fogalmaztak meg.

Módszerek: A tanulmányokat a percutan besugárzási technikák alapján csoportosítottam. Megvizsgáltam az egyes csoportokra jellemző betegszámot, a két sugárterápia között eltelt időtartamot, a besugárzási összdózist, a besugárzási terület nagyságát, valamint a sebészeti technikák meglétét és a konkurens szisztémás terápiák adását. Az eredmények egyértelműen mutatják, hogy a reirradiatio hatékonysága számottevően függ az alkalmazott terápiás módszertől.

Eredmények: A mai modern besugárzási technikák (IMRT, SBRT), a megfelelő képalkotó eljárások (CT, PET-CT), valamint a jobb dóziseloszlások lehetővé teszik a helyi hatás javulását, valamint a késői toxicitás csökkentését. A reirradiatio, illetve az alkalmazott konkurens szisztémás kezeléssel való kombináció előnyös és jól tolerálható. Jól szelektált beteganyagon jelentős túlélésjavulás figyelhető meg, a 2 éves túlélés 10%-ról 30%-ra emelkedett. Amikor csak lehetséges, kuratív céllal a választandó módszer a sebészeti megoldás. A tanulmányok alapján jelenleg a kifinomult irradációs technikák ellenére a legjobb eredményt a multidiszciplináris kombinált kezelésként várhatjuk.

Következtetések: A tanulmányok sokszínűsége – az alkalmazott sugárkvalitás és -dózis, a sebészeti radikális, a kemoterápiás szerek és dózisok, az irradációk között eltelt idő miatt – nehéz konzekvens következtetést levonni, törekedni kell a hazai és nemzetközi gyakorlat összehangolására.

Prostatadaganatos betegek intenzitásmódulált besugárzásához kapcsolódó asszisztensi tapasztalatok

Drencsényi R., Boda Gy.-né, Pásztné Gál L., Cserháti A., Fodor E., Kahán Zs., Maráz A. SZTE ÁOK Onkoterápiás Klinika, Szeged

Bevezetés: A 2014. évben bevezettük klinikánkon a prostatatumorok intenzitásmódulált technikájú besugárzását (IMRT).

Célkitűzés: Az IMRT-hez kapcsolódó asszisztensi tapasztalatok feldolgozása, értékelése.

Módszerek: Az asszisztensek az IMRT bevezetése előtt oktatást kaptak a technikai újítás jelentőségéről és az asszisztenseket érintő feladatok fontosságáról. A technikához szükséges a húgyhólyag telítettségét standardizáló protokoll. Eszerint fél órával a kezelés előtt a hólyag kiürítését követően fél liter folyadék elfogyasztása szükséges. A betegek pontos fektetését 6 pontos maszkörgítéssel biztosítottuk. Jelen munkánkban 30 beteg kezelését elemeztük. A betegek felét háton fekvő, másik felét hason fekvő pozícióban, „belly board”-on kezeltük. Vizsgáltuk, mennyire kivitelezhető a napi gyakorlatban a fent részletezett módszer.

Eredmények: Az IMRT technika mellett érdemben nem nőtt az egy beteggel töltött napi sugárkezelési időtartam. A topometriás CT és a kezelés megkezdése során többnyire jól kivitelezhető a hólyagtelítettség előírása mind az időpontok, mind a folyadék mennyisége szempontjából. A kezelésekre előrehaladtával a vizeletartási képesség csökken mind hason fekvő, mind háton fekvő. A hason fekvő pozíció beállítása nehezebb mind a beteg, mind az asszisztensek számára. A napi kezelést megszakítani vagy terápiás szünetet tartani nem kellett a panaszok miatt. A betegek szokásos heti orvosi kontrollján kívül az esetek <10%-ában volt szükség ezen felüli orvosi ellátásra.

Következtetések: Saját tapasztalataink alapján a prosztata tumoros betegeknek alkalmazott IMRT és az ennek pontosságához szükséges technikai újítások jól kivitelezhetőek mind a betegek, mind az ellátó személyzet szempontjából.

Five-year biochemical control rates and late toxicity of prostate cancer hypofractionated radiotherapy

Dubinský P., Belánová K., Janičková N., Matula P., Hostová B.
VOU a. s., Košice, Slovakia

Purpose/Objective: To report five-year biochemical control (bNED) rates of a cohort of prostate cancer patients treated with hypofractionated radiotherapy with curative intention.

Material/Methods: The outcome data from 116 consecutive patients with prostate cancer treated from January 2007 to December 2008 were analysed. Median age was 70 years (range 50–88 years). The stage distribution was 34% T1T2a, 40% T2bT2c and 26% T3, and Gleason score distribution was 64% Gleason 6, 24% Gleason 7 and 12% Gleason 8-10. Prostate specific antigen (PSA) grouping was 41% in PSA <10 ng/ml, 28% in PSA 10-20 ng/ml and 32% in PSA >20 ng/ml, and NCCN risk grouping was 16% low risk (LR), 35% intermediate risk (IR) and 49% high risk (HR). All patients received the total dose of 52.8 Gy in 16 fractions of 3.3 Gy. Calculated radiobiological equivalence of this schedule is 73 Gy assuming alpha/beta ratio of 1.5 Gy. All patients were uniformly planned expanding GTV by 3 mm to CTV and CTV by 10 mm, 7 mm posteriorly, to PTV. In IR and HR patients 1 cm and 2 cm of seminal vesicles were added. Androgen deprivation was given in IR and HR patients, short term in 64% and long term in 22%. Biochemical relapse was defined as PSA rise >2 ng/ml above nadir. Common Toxicity Criteria scoring v. 3 was used to assess late toxicity.

Results: The median follow-up for bNED was 58.5 months (range 2 to 78 months). Overall 5-year survival was 82%, 17 patients died of intercurrent disease and 3 patients of prostate cancer. For all patients 5-year bNED was 80%. The 5-year actuarial bNED rates for Gleason scores 6, 7 and 8-10 were 80%, 77% and 84.5%, respectively (p=0.829). The 5-year actuarial bNED rates for PSA <10 ng/ml, 10-20 ng/ml and >20 ng/ml were 96%, 74.5% and 63.5%, respectively (p=0.003). The 5-year actuarial bNED rates for LR, IR and HR groups were 100%, 83% and 71%, respectively (p=0.04). No difference in bNED was observed in the use of androgen deprivation (p=0.18). PSA groups (p=0.003) and NCCN risk groups (p=0.011) were identified as independent risk factors for biochemical failure. Cumulative gastrointestinal toxicity was 9.7% for G2 and 1.8% for G3. Cumulative genitourinary toxicity was 9.7% for G2 and 4.4% for G3. Toxicity decreased over follow-up in most cases.

Conclusion: Prostate cancer hypofractionated radiotherapy is a feasible alternative to conventionally fractionated radiotherapy. High bNED in LR group confirms effectiveness of evaluated fractionation schedule. PSA and NCCN risk group were identified as independent risk factors for bNED. Patients experienced acceptable level of cumulative toxicity after hypofractionation.

Előrehaladott rectum tumoros betegek neoadjuváns kemo-radioterápiás kezelése capecitabinnal – klinikai tapasztalatok

Együd Zs.¹, Cserhádi A.¹, Dobi Á.¹, Szabó Cs.¹, Kószó R.¹, Végváry Z.¹, Paszt A.², Tiszlavicz L.³, Torday L.¹, Maráz A.¹, Hideghéty K.¹
SZTE ÁOK¹ Onkoterápiás Klinika, ²Székeséti Klinika, ³Patológia Intézet, Szeged

Célkitűzések: Klinikánkon 2014. januártól az előrehaladott rectum tumoros neoadjuváns sugárterápiáját capecitabinnal potenciórozva végezzük. Célunk az első eredmények értékelése a kezelés hatékonysága és tolerálhatósága szempontjából, a korábbi neoadjuváns sémával összehasonlítva.

Módszerek: 2014. január és 2015. február között 40 előrehaladott rectum tumoros beteg neoadjuváns kemo-radioterápiája történt capecitabinnal (a sugárkezelés napján 2×825 mg/m², 45+5,4–16,2 Gy) konformális irradáció mellett. Értékeljük a kezelés mellékhatásait és a szükséges dózisredukció mértékét. A műtétre a kemo-radioterápia után átlagosan 7,5 héttel került sor. Vizsgáltuk az elért patológiai regresszió arányát. Az eredményeket összevetettük a klinikánkon 2005–2007 között, azonos besugárzás mellett az 1. és 5. héten 5-FU-leukovorin kemo-radioterápiával kezelt betegek adataival.

Eredmények: Leggyakoribb mellékhatásként Grade 1 hasmenést észleltünk (57%). Négy betegnél vált szükségessé kemoterápia-dózisredukció (14,2%) Grade 3 mellékhatás miatt. Műtét eddig 28 esetben történt. Ezek közül 7 betegnél (25%) pCR volt észlelhető. Ez az arány az 5-FU-leukovorinnal kezelt betegeknel 7/52 (13%) volt. Teljes vagy jó patológiai regressziót (TRG 1, 2, 3) 20/28 betegnél észleltünk (71%). Ez az arány az 5-FU-leukovorinnal kezelt betegeknel 28/52 (53%) volt.

Következtetések: A capecitabinnal kombinált kezelés első eredményei biztatóak. A mellékhatások supportív terápiával, illetve dóziscsökkentéssel kontrollálhatóak voltak. A tumorválasz nem marad el az 5-FU-leukovorinnal végzett kemo-radioterápiával elért eredménytől, illetve kedvezőbb tendenciát mutat, bár a vizsgálat jellege miatt statisztikailag nem hasonlítható össze.

Normális populáció és sugárveszélyes munkahelyen dolgozók spontán szerkezeti és számbeli kromoszómaaberrációi

Farkas Gy., Székely G., Gundy S.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Diagnosztikus Onkocitogenetikai Osztály, Budapest

Bevezetés: A citogenetikai biomarkerek közül a szomatikus sejtek szerkezeti kromoszómaaberrációi a genotoxicitás és a rákkockázat becslésére használt leggyakoribb markerek. Ezzel szemben a 46 kromoszómaszámtól eltérő (46±2) aneuploidiák spontán előfordulásáról és szerepéről szinte semmilyen információk nincsenek. Tanulmányunkban a genotoxikus és aneugén hatások együttes mértékét vizsgáltuk sugárveszélyes munkahelyen dolgozóknál a normális populáció kromoszómaaberrációs értékeivel szemben.

Anyag és módszer: Nagyobb egyedszámú reprezentatív magyar populáció és 155, sugárveszélyes munkahelyen dolgozó személy perifériás vér limfocitáinak spontán szerkezeti és számbeli kromoszómaaberrációit analizáltuk konvencionális módszerekkel. A biológiai és életmódbeli faktorokat [nem, életkor, dohányzás és az évi dóziskorlátot (20 mSv/év) meg nem haladó sugárexpozíció], mint módosító tényezőket vettük figyelembe. Az aneuploidia, a szerkezeti aberrációk, valamint a rákkockázat közötti kapcsolat vizsgálatához 1–23 évig követtük a rák morbiditást alakulását.

Eredmények: Az összes vizsgált személy aneuploid sejtjeinek gyakorisága az életkor emelkedésével lineárisan nőtt (r²=0,81). A módosító tényezők közül a nemi hovatartozás és a dohányzás nem befolyásolták az aneuploidiát. A sugárveszélyes munkahelyen dolgozóknál viszont jelentősen alacsonyabb az aneuploidia, mint a kontrollokban (1,44±0,10% vs. 1,73±0,05%, p=0,002). Az ionizáló sugaras munkakörben dolgozóknál ugyan a korral összefüggésben emelkedett a numerikus aberrációk értéke, ez az érték szignifikánsan alacsonyabb, mint a kontrollpopulációban. A számbeli és szerkezeti kromoszómaaberrációk között az egyéb módosító tényezők vonatkozásában nem találtunk összefüggést. Az expozíciótól függetlenül a daganatban megbetegedettek (n=97) összes aneuploid sejtjeinek előfordulása szignifikánsan magasabb, mint a nemben, korban, dohányzási szokásban illesztett, daganatmentes kontrolloké (177 vs. 140; OR: 1,269 (1,015–1,587), p=0,041).

Következtetések: Minthogy sem a kromoszómaaberrációk, sem a rák morbiditást nem emelkedett a sugárveszélyes munkahelyen dolgozóknál, ez a kedvező eredmény valószínűleg az évtizedek óta tartó szigorú kontrollszűréseknek (26/2000. évi Eü. Min. rendelet) és a sugárbiztonsági szabályok betartásának köszönhető.

MedTech – Funkcionális képző és sugárterápiás mesterképzés

Fekete V.^{1,2}, Mayr M.¹, Harányi G.³, Ágoston P.³, Polgár Cs.²

¹University of Applied Sciences, Wiener Neustadt, Ausztria, ²Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Célkitűzés: Az előadásom célja, hogy bemutassam a bécsújhelyi University of Applied Sciences Medical Technology (MedTech) mesterképzési programját.

Módszerek: 2014-ben összesen 48 diák jelentkezett a képzésre. Közülük 28 fő egészségügyi tudományi háttérrel, 20 fő pedig műszaki/természettudományi háttérrel rendelkezett. A nyári felkészítő kurzusok után 29 fő nyert felvételt a képzésre. A tandíj félévente 380 euró. Összesen 120 kreditnyi tárgyat kell teljesíteni 4 félév alatt. A képzés angol nyelven, távoktatással zajlik, vagyis az online előadásokon „élőben” lehet részt venni egy virtuális tanteremben a Webex rendszeren keresztül. Az előadások utólag visszanezézhetőek és letölthetőek. Személyesen megjeleni a vizsgákon és a munkaértekezleteken kell, ezek előre kihirdetett időpontokban vannak 2-3 havonta, csütörtöktől szombatiig.

Eredmények: Az orvosi technológián belül a funkcionális képalkotás és a sugárterápia a két leggyorsabban fejlődő terület. Az Európában egyedülálló nemzetközi MedTech mesterprogram lehetőséget kínál ezek megismeréséhez.

Következtetések: A mesterképzés lehetőséget kínál olyan szakemberek továbbképzésére, akik nemzetközi szintnek megfelelő képalkotó és sugárterápiás tudás megszerzésére törekednek.

Gyomordaganatos betegek adjuváns radio-kemoterápiája az Országos Onkológiai Intézet öt éves beteganyagában

Földi G.¹, Polgár Cs.¹, Nagy T.², Lövey J.¹

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Kemoterápia B. Belgyógyászati-Onkológiai Osztály, Budapest

Célkütyezés: 2001 szeptemberében közölték az INT-0116 randomizált vizsgálat eredményét, mely szerint magas kockázatú gyomordaganatos betegek túlélése szignifikánsan magasabb adjuváns radio-kemoterápiával, mint egyedüli műttel. Intézetünkben 2003-tól rutinszerűen alkalmazzuk az adjuváns radio-kemoterápiát a gyomordaganatos betegek kezelésében. Vizsgálatunk során elemeztük kezelésünk eredményeit és összehasonlítottuk a szakirodalomban közölt adatokkal.

Anyag és módszerek: 2009 és 2013 között az Országos Onkológiai Intézetben kezelt és követett betegek adatait elemeztük. A kezelés 5 napos 425 mg/m²/nap 5-fluorouracil (5-FU) és 20 mg/m²/nap leucovorin (LV) kemoterápiából, majd a 28. naptól a fenti kemoterápia és 45 Gy/1,8 Gy dózisu konformális irradiációból állt, melyet átlagosan 4 héttel később még két ciklus 5 napos 5-FU és LV adása zárt le. Vizsgáltuk a teljes és betegségmentes túlélést, a lokoregionális kontrollt és a mellékhatásokat. Elemeztük a különböző demográfiai, kezelési, patológiai és biológiai paraméterek és a fent leírt változók közötti lehetséges összefüggéseket. A statisztikai vizsgálatokhoz egyváltozós Pearson-korrelációt, a többváltozós analízishez Cox-regressziót, a túlélések elemzéséhez Kaplan–Meier-módszert alkalmaztunk.

Eredmények: Nyolcvanhat, posztopratív célú radio-kemoterápiában részesült beteg adatait elemeztük. A betegek közül 55 férfi és 31 nő volt, 63 év medián életkorral. Stádiumukat tekintve T1 n=5 (5,8%), T2 n=21 (24,4%), T3 n=41 (47,7%), T4 n=19 (22,1%). Nyirokcsomóáttét 71 (82,5%) betegnél volt jelen. Kiinduláskor az átlagos súlyvesztés 11% volt. A reszekciós szél 23 (26,7%) betegnél volt pozitív, 43-nál (50%) negatív és 20 (23,3%) esetben bizonytalan volt. 37 betegnek jól differenciált, míg 49-nek közepesen vagy rosszul differenciált adenocarcinómája volt. Radiogén mellékhatás 73 betegnél jelentkezett: Gr1: 13 (15,1%), Gr2: 25 (29%), Gr3: 4 (4,6%) esetben. Gr4-5 mellékhatás nem volt. A medián összes túlélési idő 25,5 hónapnak bizonyult. A két éves teljes túlélés 57,2% volt. Egyváltozós analízisben a T stádium (p=0,006), a kiindulási LDH értéke (p=0,002) és a sebési szél állapota (R0 vs. R1-2) befolyásolta szignifikánsan az összes túlélést (p=0,01), a nyirokcsomóáttét csak trendet mutatott. Multivariációs analízisben a fentiek közül a sebési szél (HR: 2,95, 95% CI 1,27–6,85) és a kiindulási LDH-érték (HR: 1,15, 95% CI 1,00–1,50) maradt szignifikáns. A medián betegségmentes túlélés 11 hónap volt, a két éves betegségmentes túlélés 11,2%. A két éves lokoregionális tumorkontroll 88,6% volt.

Következtetések: Az INT-0116 vizsgálatban publikált medián túlélési idő 36 hónapnak bizonyult. Betegeink túlélési eredményei azért maradhatnak el ettől, mivel a mi anyagunkban pozitív sebési széllel is vannak betegek, betegeknek stádiuma előrehaladottabb volt, medián életkor alapján a magyar betegek idősebbek voltak. Az INT-0116 vizsgálatban szereplő 281 betegből 3 esetben Gr 5 mellékhatás is előfordult, a mi betegcsoportunkban Gr 3 mellékhatás volt a legsúlyosabb, mely valószínűleg a fejlettebb sugárkezelési technikának köszönhető.

Központi idegrendszer is érintett metasztatikus melanoma malignumban szenvedő betegünk eredményes komplex onkológiai kezelése (esetbemutató)

Gábor G.¹, Ács F.¹, Boda É.², Pajkos G.¹

¹Bács-Kiskun Megyei Kórház, az SZTE ÁOK Oktató Kórháza, Onkoradiológiai Központ, Kecskemét, ²Nagykőrösi Rehabilitációs Szakkórház és Rendelőintézet, Belgyógyászati Osztály, Nagykovács

Célkütyezés: A primer diagnózist követő 10 év elteltével, heves idegrendszeri tünetekkel jelentkező disszeminált melanoma malignumban szenvedő betegünk összetett onkológiai kezelésének, s az eddig elért eredményeknek a bemutatása.

Módszer: A 40 éves férfi, ECOG: 0, 2014. áprilisban többgócú, helyenként bevezert, jelentős agyoedemat, következményes klinikai tüneteket okozó, MR-rel igazolt multiplex agyi áttétekkel került sürgősséggel osztályunkra. 10 évvel korábban, 2004. márciusban a jobb paravertebrális, háti régióból melanoma malignum (SSM), Clark IV., tumorvastagság: 1,24 mm, pT2a, R0 (5 mm) eltávolítása, majd 1 hónappal később mko-i axilláris SNB történt pN0 eredménnyel. Adjuváns kezelés nem kapott, rendszeres onkodermatológiai ellenőrzés alatt állt. Akut felvétele előtt 5 hónappal rutin követéses vizsgálatai negatívak voltak. Azonnali agyi dehidratáló kezelés után CT-MR fúzió segítségével konformális frakcionált teleterápiát (li-

neáris gyorsító, 6 MV foton, 40 Gy WBRT+13,6-13,6 Gy egyidejű dóziskiemelés a makroszkópos metasztatizációkra) kapott. PET/CT-vizsgálattal ossealis, pulmonális és lágyrésztmetasztázisok igazolódtak. Iv. bisphosphonate adagolását kezdtük. A primer elváltozásból BRAF-meghatározást kértünk, eredmény megérkezéig 2 ciklus CDDP-DTIC kemoterápiát alkalmaztunk, majd BRAF-mutáns státusza alapján egyedi méltányossági kérelmet nyújtottunk be, melynek kedvező elbírálása alapján dabrafenib-mo-terápia indult. 3 ciklust követően, a koponyabesugárzás után 7 hónappal, agyi MR-en klinikai tünetet nem okozó, egyetlen reziduális góci progressziója miatt dabrafenib folytatására benyújtott méltányossági kérelmünket elutasították. Jelenleg indikáción túli alkalmazásban OEP-engedély alapján temozolomid-mo-terápia zajlik.

Eredmény: Az agyi besugárzás tolerálható mellékhatások árán jelentős KIR regressziót eredményezett. Ennek, valamint a többszörös lokalizációjú metasztatizációk miatt alkalmazott szkevenciális szisztémás kezeléseknél köszönhetően 7 hónapos PFS-t sikerült elérnünk a beteg jó életminősége mellett. A metasztatizációk diagnózistól 11 hónap telte el.

Következtetés: Bemutatott esetünk azt példázta, hogy a metasztatikus melanoma komplex kezelésével bár küzdelmes, de reménytel eredmény érhető el, ha ennek érdekében kiaknázunk minden rendelkezésre álló lehetőséget.

Prosztatárak sugárkezelést követő helyi kiújulásának „salvage” kezelése ¹²⁵I brachyterápiával. Esetismertetések

Gesztesi L.¹, Ágoston P.¹, Gödény M.², Andi J.², Lengyel Zs.³, Baricza K.¹, Major T.¹, Polgár Cs.¹

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Onkológiai Képző és Invazív Diagnosztikai Központ, ³Pozitron-Diagnosztika Központ, Budapest

Cél: Prosztatárak külső, és kombinált külső és interstitialis sugárkezelése utáni helyi kiújulása „salvage” brachyterápiájának bemutatása két beteg kapcsán.

Betegek és módszerek: Első betegünknek nagy kockázatú, szervere lokalizált prosztatarák (T2aN0M0, iPSA: 59,3 ng/ml, Gleason score: 7) miatt 49 éves korában hormonkezelés mellett végeztünk definitív külső sugárkezelést 2001. februártól (46 Gy kismencedécre, 68 Gy a prosztátára és a vesicula seminalisokra). A beteg hosszú ideig remisszióba került, majd 2007. decembertől PSA-szintje lassan emelkedni kezdett. 2009 végén kismencedei MRI felvetette a lokális recidíva gyanúját, amit pozitív biopszia is megerősített. Másik, 61 éves betegünk szervere lokalizált, közepes kockázatú prosztadaganatára (T1c, iPSA: 8,44 ng/ml, Gleason score: 7) nagy dózistestimentyű sugárforrással 1×10 Gy „high dose rate” (HDR) brachyterápiát, és a prosztátára és vesiculákra 60 Gy külső besugárzást kapott 2009-ben. Remisszióba került, majd 2013. januártól PSA-értéke lassan, de következetesen emelkedett. Kismencedei MRI felvetette, majd 2014. februárban végeztünk ¹¹C-acetát PET/CT megerősítette a lokális recidívát. A „salvage” kezelési lehetőségeiről történt átfogó felvilágosítást követően mindkettőjüknek „salvage low dose rate” (LDR) brachyterápiát végeztünk ¹²⁵I sugárforrással, transzrektális ultrahangvezéreltetel. Első betegünknek 2010 júniusában, 9,5 évvel a primer sugárkezelést követően, 5,05 ng/ml-ig emelkedő PSA-szintnél, a prosztátára 145 Gy dózissal permanens interstitialis brachyterápiát végeztünk, majd a beteg 8 hónapig teljes androgénbloká (TAB) kezelést kapott. Második betegünknek 1,46 ng/ml-ig emelkedő PSA-szintnél 2014 szeptemberében, 5 évvel a primer sugárkezelés után az MR-vizsgálattal és acetát PET/CT-vel meghatározott intraprostatikus térfogatra 145 Gy-t, az egész prosztátára pedig 100 Gy-t adtunk le.

Eredmények: A betegek a kezelést jól tolerálták. Első betegünk négyéves, második betegünk 6 hónapos követési idő után teljes remisszióban van, mindkettőjük PSA-szintje 0,1 ng/ml alatti. Érdemi gastrointesztinális mellékhatások nem jelentkeztek. Második betegünk 6 hónapos követés után gyógyszerrel problémamentesen vizele. Első betegünknek a dysuria és pollakisuria fokozódása miatt 2012. januárban transzuretrális prosztatareszekciót végeztek. Ezt követően kialakult inkontinencia miatt 2012. októberben műshincter-beültetés történt. Azóta saját maga által szabályozottan jól vizele, életminősége kielégítő.

Következtetések: Prosztatárak primer besugárzását követő helyi kiújulás esetén válogatott betegeknek a LDR brachyterápia megfelelő választás „salvage” kezelésre. A multiparametrikus MRI alapvető, a ¹¹C-acetát/kolin PET/CT fontos kiegészítő módszer lehet a tumoros kiújulás helyének megállapításához és a „salvage” brachyterápia dózistervezéséhez.

Biológiai dozimetria a sugárterápiában

Gundy S.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárbiológiai és Diagnosztikai Onkocytogenetikai Osztály, Budapest

A biológiai dozimetria az élő szervezet szintjén az ionizáló sugárzás által okozott, sugárkezelésből származó terhelést, a dózis nagyságának becslését, az akut és távol ható következmények kockázatfelmérését szolgálja. Fő célkitűzése olyan

módszerek kidolgozása és alkalmazása, amelyek kiegészítik a fizikai dózismérést, vagy azt akár helyettesítik, hiszen fizikai dózismérés hiányában is képesek a sugár-expozíció tényének eldöntésére. Az eddig már rutinszerűen használt baleseti expozíciókból származó dóziscsúcsok kivételével, a sugárterápiás eljárások során is jól használható és perspektívikus módszer az ún. „kromoszómadozimétria”. Lehetséges alkalmazási területei: a frakcionált, egésztest- és parciális besugárzásokban, azonos dózisos és besugárzandó térfogatok tele- és izotópterápiája esetében, valamint az egyéni sugárérzékenység közötti különbségek kimutatására.

Sugárterápiában a besugárzástervezés általában két szempont alapján történik: a besugárzás különböző fizikai tényezőinek, valamint a besugárzandó beteg aktuális élettani és anatómiai sajátosságainak figyelembevételével. A fizikai dózismérés (fantommérés) viszont az egyéni reakciókat nem fedi fel. A besugárzott térfogat és a dózis nagysága, valamint a lokalizáció szerinti érzékenység mind a kezelés folyamán, mind a kezelés befejezését követően azonnal, mind pedig az eltelt évek függvényében, egyéni és csoportszinten, továbbá különböző betegségtípusoktól függően is jól követhető a kromoszómadoziméter ⁶⁰Co gamma egésztest-ekvivalens dózisos becslésével.

Előadásomban bemutatok azokat a példákat, amelyekben a különböző sugárforrások által indukált dózis-hatás viszonyokat, alternatív beavatkozások esetében az elszennvedett biológiai dózis nagyságát és a relatív biológiai hatékonyságot, a dózisok eloszlását és a besugárzott lokalizációtól és térfogat nagyságától való függőséget, továbbá az egyéni sugárérzékenységet vizsgálták. Kitekintést nyújtunk a terápiákban alkalmazható biológiai dozimetria jövőjére.

Különböző képverifikációs eljárások alkalmazásából eredő pozicionálási különbségek prosztatatumoros betegek esetén

Halász J.¹, Vitári L.¹, Simonné Révész J.¹, Weiczl H.¹, Brauner Sz.¹, Löcsei Z.¹, Szappanos Sz.¹, Farkas R.², Jorgo K.³, Ágoston P.³, Polgár Cs.³, Mangel L.¹

¹PTE KK Onkoterápiás Intézet, Pécs, ²Uzsoki Utcai Kórház Fővárosi Onkóradiológiai Központ, ³Országos Onkológiai Intézet, Budapest

Céltűzés: A PTE KK Onkoterápiás Intézetben 2014-ben kezelt prosztatatumoros betegek esetén hasonlítottuk össze két különböző képverifikációs eljárás alkalmazásából eredő pozicionálási különbségeket. Azt is megvizsgáltuk, hogy mennyiben térnek el a különböző kezelési beállításból eredő mellékhatások.

Anyag és módszer: Betegeinknél a pozicionálás céljából az aranymarker beültetése az Országos Onkológiai Intézet segítségével történt. Az első (1.) módszer esetén a beállításához az ExacTrac rendszert használtuk. Kiértékeljük, hogy mekkora eltolási értéket kapunk, ha a beültetett implantátumra (1.a), illetve ha a csontra (1.b) történik a fúzió. Ezen esetben Online protokoll szerinti ellenőrzés történik. A második (2.) módszer az Offline protokoll szerint Cone Beam CT-vel (CBCT) történik, mely során az aktuális CBCT-t és a tervezéses CT-t hasonlítottuk össze. Első lépésként automata fúzió történt a kismencedei lágyrészképelekre és a prosztatára. Ezt követően manuálisan korrigáltuk a prosztata helyzetét a hólyag, illetve vastagbél teltségének figyelembevételével. Klinikánkon a napi rutinkezeléseknél ezt a módszert használjuk. A betegek kezelése során kiértékeljük mindkét módszer esetén kapott eltolási értékeket. Kezelésük azonban az 1.a módszer szerint történt. A két különböző módszer esetén felmerülő mellékhatásprofilokat az EORTC-QLQ30, -PR25, FACT-P, EQ-5D kérdőívek alapján értékeltük.

Eredmények: Az átlagos eltérések a következők voltak az aranymarkeres betegek esetében: az 1.a módszer esetében vertikálisan (Vrtx) -6,47 mm, (Vrty) -4,6 mm, longitudinálisan (Lngx) 0,93 mm, (Lngy) 3,6 mm, laterálisan (Latx) 1,51 mm, (Laty) 1,8 mm, a longitudinális tengely menti rotáció (Lng rotx) 2,15°, (Lng roty) 2,8°, laterális tengely menti rotáció (Lat rotx) -1,3°, (Lat roty) -2,76°, a vertikális tengely menti rotáció (Tab rotx) 1,72°, (Tab roty) 4,7°. Az 1.b módszer esetében Vrtx: -5,2 mm, Vrty: -1,3 mm, Lngx: 1,2 mm, Lngy: 0,18 mm, Latx: 1,99 mm, Laty: 2,83 mm, Lng rotx: 1,46°, Lng roty: 0,8°, Lat rotx: -4,17°, Lat roty: 2,97°, Tab rotx: -0,9°, Tab roty: -0,62°. A 2. módszer esetében Vrtx: 0,00 mm, Vrty: 0,3 mm, Lngx: -0,4 mm, Lngy: 0,4 mm, Latx: -3,0 mm, Laty: -0,2 mm. A mellékhatásprofilban szignifikáns eltérés nem mutatkozott.

Következtetés: Az aranymarkeres és az ExacTrac rendszer használatával a kezelés közötti átlagos elmozdulások pontosabban monitorozhatók. A módszer alkalmazása vizsgálatunk alapján a mellékhatás tekintetében nem jelent járulékos terhelést a betegeknek.

Intraoperatív és posztimplantációs dozimetria összehasonlítása permanens implantációs prosztata-brachyterápiával kezelt betegeknek

Herein A.^{1,2}, Ágoston P.¹, Szabó Z.¹, Jorgo K.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}, Polgár Cs.¹, Major T.¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, Budapest

Cél: Az intraoperatív és az izotópbeültetést követő négyhetes, posztimplantációs dozimetriai adatok összehasonlítása szabad, illetve kötött sugárforrásokkal kezelt betegek permanens implantációs prosztata-brachyterápiájánál.

Módszer: Az alacsony dózisteljesítményű, I-125 sugárforrással végzett brachyterápiához transzrektális ultrahangvezérlést, fémtűket és a SPOT PRO 3.1 (Elekta, Svédország) besugárzástervező rendszert használtunk. Az első 79 beteg szabad sugárforrásos technikával kezeltük, mely technika során a sugárforrások a tüben tetszőleges pozícióba helyezhetők. A további páciensek kezelése kötött sugárforrásos technikával történt, amelynél a sugárforrások mindig 1 cm-re helyezkednek el egymástól, és csak az aktív besugárzási hossz választható meg szabadon. A szabad sugárforrásokat a prosztatatokon belül, a kötött sugárforrásokat a prosztatatok+2 mm-es zónán belül helyeztük el. Intraoperatív tervezéskor a dóziskritériumok azonosak voltak a két technikánál. A prosztatára előírt dózis 145 Gy volt. A két technika vizsgálatát 30-30 betegre végeztük el. Négy héttel az implantáció után natív kismencedei MRI-t és CT-t végeztünk. MRI/CT képfúzió követően az MR-képeken kontúroztuk a céltérfogatot, de a posztimplantációs tervet a CT-re készítettük el. A tervek kiértékeléséhez dózis-térfogat hisztogramot használtunk, a dózisléfedettséget a V100, V90, D90, D100 paraméterekkel, a homogenitást a V150, V200, DHI, míg a konformitást a COIN indexekkel jellemeztük.

Eredmények: A négy hét alatt a V100 értékek átlaga kötött (97% vs. 84%) és szabad sugárforrásos technikánál is (96% vs. 80%) csökkent. A csökkenés a DHI kivételével minden paraméter esetén megfigyelhető volt. A DHI mindkét technikára enyhén emelkedett (kötött: 0,38 vs. 0,41, szabad: 0,38 vs. 0,47), míg a COIN mindkét esetben csökkent (kötött: 0,63 vs. 0,57, szabad: 0,67 vs. 0,50). Minden eltérés szignifikáns volt, kivéve a V200 paraméter csökkenését kötött sugárforrásos technika esetén.

Következtetés: Megállapítható, hogy az implantációt követő négy héten a dózisléfedettség mindkét technika esetén csökkent. A csökkenés mértéke nagyobb volt a szabad sugárforrásos technikánál, de a két eltérés között nem volt szignifikáns különbség. A dóziseloszlás mindkét technikánál homogénebb és kevésbé konformális a posztimplantációs terveken az intraoperatívhoz viszonyítva.

Szisztematikus hiba korrekciójának hatása fej-nyaki daganatok képezérelt sugárterápiájában

Jámbori A.^{1,2}, Major T.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}, Takácsi-Nagy Z.¹, Polgár Cs.¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²BME TTK, Nukleáris Technika Tanszék, Budapest

Céltűzés: A betegpozicionálás során fellépő szisztematikus hiba hatásának vizsgálata a dóziseloszlásra, valamint a dóziszfeltelek teljesülésére fej-nyaki daganatok IMRT kezelésénél.

Módszer: Intézetünkben az Artiste lineáris gyorsítón alkalmazott IGRT protokollnak megfelelően a betegbeállítását a szisztematikus hiba mértékével korrigáljuk a negyedik frakciótól kezdődően. 20 betegre hasonlítottuk össze a szisztematikus hibával módosított kezelési terv dóziseloszlását a korrekció nélküli tervvel. Minden beteg esetén kiszámoltuk a dóziseloszlást az új izocentrumot használva, amit a szisztematikus hiba értékével toltunk el a kezelési terv izocentrumához képest. A besugárzástervezést azonos PTV₅₀ illetve PTV₆₆ céltérfogatokra és védendő szervekre Philips Pinnacle3 v8.0 tervezőrendszerrel készítettük. A PTV-t a CTV 1 cm-es kiterjesztésével hoztuk létre. A vizsgált védendő szervek a gerincvelő, mindkét oldali parotis, parotis-PTV₅₀, szájüreg, szájüreg-PTV₅₀, és az agytörzs voltak. Meghatároztuk az egyes tervek konformitási számait (CN), konformitási (COIN) és homogenitási indexeit (HI), valamint elemeztük a védendő szervek maximális és átlagos dózisterhelését és a céltérfogat dózissellátottságát.

Eredmények: A kezelési és a korrekció nélküli tervek izocentrumai közötti átlagos távolság 0,55 cm volt. A korrekció nélküli terv esetén a PTV₅₀ és PTV₆₆ COIN értéke átlagosan 11%-kal és 9%-kal csökkent a kezelési tervhez képest. A PTV₆₆, CTV₆₆, PTV₅₀ és CTV₅₀ V_{95%} értékei rendre 2,4%-kal, 1,8%-kal, 1%-kal és 0,2%-kal csökkentek a korrekció nélküli esetben. Az ellátottság csökkenését egyedi esetekre is megvizsgáltuk: három betegnél a PTV₆₆ V_{95%} értéke több mint 8%-kal csökkent. 66 Gy összdózis esetén a gerincvelő maximális dózisterhelése 9,4%-kal, a szájüregé 2,1%-kal, a szájüreg céltérfogaton kívüli részének átlagdózása 6%-kal nőtt. A céltérfogaton belüli dózishomogenitás 13,5%-kal (PTV₅₀) és 34,1%-kal (PTV₆₆) növekedett. Az agytörzs esetében 8,7%-os volt az átlagos többletdózis, a bal parotis/parotis-PTV₅₀-re ez az érték 12,2%/15,2%, a jobb parotis/parotis-PTV₅₀-re pedig 0,4%/5,6% volt. Az agytörzs esetén a betegek több mint felénél minimum 10%-kal nőtt a dózisterhelés a korrigált pozícióban leadott tervhez képest. A betegek felénél pozíciókorrekció nélkül a gerincvelő 45 Gy-nél nagyobb dózist (maximálisan 59 Gy-t) kapott volna.

Következtetés: A betegbeállítás szisztematikus hibájának korrekciója nélkül a védendő szervek dózisterhelése jelentősen növekedhet a kezelési terv értékeihez képest, és túllépheti a dóziskorlátot. Eredményeink alátámasztják azt az állítást, hogy IMRT kezeléseket csak IGRT-vel együtt ajánlott végezni. A céltérfogatok dózissellátottsága alapján az általunk használt 1 cm-es CTV-PTV biztonsági zóna nagysága megfelelő fej-nyaki tumorok sugárterápiájában.

Prostatarákos betegek hipofrakcionált, képvezérelt, forgóvies sugárkezelése szimultán integrált „boost” (SIB) technikával. Korai tapasztalatok

Jorgo K., Ágoston P., Szabó Z., Major T., Pócza T., Polgár Cs.
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Célkitűzés: Hipofrakcionálás bevezetése prosztata daganatos betegek külső sugárkezelésében, szimultán integrált „boost” (SIB) technikával. A sugárkezelés alatt jelentkező akut mellékhatások vizsgálata.

Betegek és módszer: A prostatarák alacsony α/β értéke (1,5 Gy) miatt sugárkezelésekor a mérsékelt hipofrakcionálás előnyös. Jelenleg intézetünkben a nagy kockázatú prosztata daganatos betegeket a következő séma szerint kezeljük: kismencede: 44 Gy, prosztata+vesicula seminalisok: 60 Gy, prosztata: 78 Gy, napi 2 Gy frakciókkal. Dózis-térfogati megszorítások: a rektum 50 Gy feletti dózist kapó relatív térfogata (V_{50}) <50%, 70 Gy feletti dózist kapó relatív térfogata (V_{70}) <20%, a hólyag 50 Gy feletti dózist kapó relatív térfogata (V_{50}) <65%, a csípőizület 50 Gy feletti dózist kapó relatív térfogata (V_{50}) <10%. A dózis-térfogati megszorításokat a tumorra $\alpha/\beta=1,5$ Gy értéket, a korai mellékhatásokra $\alpha/\beta=10$ Gy, a késői mellékhatásokra $\alpha/\beta=3$ Gy-t alapul véve átszámoltuk SIB technikára. Így a következő frakcionálási sémát kaptuk: kismencede: 50,4/1,8 Gy (EQD2=50 Gy), prosztata+vesicula seminalisok: 57,4/2,05 Gy (EQD2=58 Gy), prosztata: 70/2,5 Gy (EQD2=80 Gy). Új dózis-térfogati megszorításaink: V_{45} <50%, V_{63} <20%, V_{45} <65%, V_{45} <10%. 2014. december és 2015. február között 10 nagy kockázatú prosztata daganatos beteget vontunk be prospektív vizsgálatunkba. A betegek átlagéletkora 68,4 év volt (tartomány: 50–80 év). A kezeléseknél forgóvies, intenzitásmódult technikát (RapidArc) alkalmaztunk. A kezelése előtt protokollunknak megfelelően képvezérelt végeztünk kilovolts CT (első 3 napon naponta, utána hetente) vagy aranymarker-jelölés (naponta) segítségével. Összesen 9 betegnél végeztünk kismencedei sugárkezelést, 3 betegnél klinikailag igazolt nyirokcsomóattét miatt, 6 betegnél elektív céllal. Egy betegnél a kora miatt (80 éves) nem adtunk kismencedei besugárzást. A sugárkezelés alatt a korai radiogén urogenitalis (UG) és gastrointestinalis (GI) mellékhatásokat és azok RTOG/EORTC osztályozási rendszer szerinti fokozatát feljegyeztük.

Eredmények: 2015. március végéig mind a 10 beteg a tervezett dózissal befejezte a sugárkezelést. A sugárkezelés időtartama 5 hét és 3 nap volt (heti 5 frakció). A besugárzási tervek értékelésekor az alábbi átlagértékeket kaptuk: V_{45} : 37% (tartomány: 23–46%), V_{63} : 9,3% (tartomány: 5–18%), V_{45} : 59,7% (tartomány: 15–79%), jobb csípőizület V_{50} : 3,9% (tartomány: 0–8%), bal oldali csípőizület V_{50} : 2,8% (tartomány: 0–6%). A kezelés alatt előforduló akut radiogén mellékhatások gyakorisága a következő volt: UG grade 0: 10%, UG grade 1: 30%, UG grade 2: 60%, GI grade 0: 30%, GI grade 1: 60%, GI grade 2: 10%. Grade 3–4 mellékhatásokat nem észleltünk.

Következtetések: A hipofrakcionált SIB kezelést a betegek jól tolerálták. A teljes kezelési idő több mint két héttel megrövidült. Az előírt dózis-térfogati megszorításokat a hólyagot kivéve minden esetben be tudtuk tartani. A korai radiogén mellékhatások ritkák voltak, Gr. 3–4 mellékhatást nem tapasztaltunk.

Máj cholangiocellularis carcinoma légzőszempozícióját online képvezérelt hipofrakcionált sztereotaxiás besugárzása

Kalincsek J.¹, Molnár K.², Kovács P.¹, Boronkai Á.¹, Belyei Sz.¹, Sebestyén Zs.¹, Sebestyén K.¹, Mangel L.¹

Pécsi Tudományegyetem, ¹Onkoterápiás Intézet, ²Radiológiai Klinika, Pécs

Célkitűzés: Máj cholangiocellularis carcinoma besugárzása során alkalmazandó kezelési technika, biztonsági margók és betegpozicionálás meghatározása, valamint a kezelés biztonságos kivitelezése.

Anyag és módszer: 71 éves férfiben kétszeri, a máj V. és VIII. szegmentuma határán elhelyezkedő tumor miatti operációt követően kialakult recidíva miatt került sugárkezelésre. 3-4 fémmarker ultrahangvezérelt implantációját terveztük a lézió környezetébe, melyből a korábbi műtétek szövődményei miatt egyet sikerült elhelyezni. A beteg fektetése hanyatt fekvő pozícióban, mellkasi maszkkal, kar- és térdtámaszokkal történt. Kontrasztanyag és natív CT-vizsgálatokat végeztünk mely kilégzésben, mely belégzésben és apró szabadlégzésben. A GTV meghatározása e vizsgálatok és MR-kép alapján történt. A beültetett marker pozíciójának vizsgálatával meghatároztuk a mozgási biztonsági margót (ITV létrehozása). kV-os cone beam CT- és ortogonális röntgenfelvételeket használtunk az online IGRT-hez. E technikák pontosságának ismeretében határoztuk meg a beállítási biztonsági margót (PTV létrehozása). A besugárzástervezés során védendő szervként jelöltük a gerincvelőt, a máj nagyereit, a veséket, a máj ép részét és a tumorhoz közel eső lepadt vastagbélszakaszt. A PTV-re előírt dózis 24 Gy volt, 3 frakcióban, másnaponta kezelve. A rizikószerv-toleranciák és a céltérfogattérfogati meghatározásokkor a szakirodalomban 2 Gy-es frakciókra vonatkozó dózishatár 8 Gy-es frakciókra biológiai ekvivalens értékeit lineáris-kvadratikum modellrel számítottuk ki. A besugárzást Advanced RapidArc non-koplanáris intenzitásmódult ívterápiával terveztük meg. A kezelés előtti repositionálást a marker 3 dimenziós helyzetének meghatározása alapján végeztük. A marker mozgásának mértékét fluoroszkópiás videofelvételeken ellenőriztük. A sugárkezelés átlagos ideje 8,5 perc volt.

Eredmények: A PTV lefedettsége 97% volt, a védendő szervek dózissai minden esetben a kiszámított határértékek alatt maradtak. A marker mozgásának amplitúdója egy irányban sem haladta meg a 4 mm-t. A sugárkezelés alatt akut mellékhatást nem észleltünk. Az 1., 2. és 3. heti kontroll során a beteg panaszt nem jelzett. Kontroll képalkotó vizsgálat elvégzése folyamatban van.

Következtetés: A lért előkészítési és besugárzási technika reprodukálható, máj cholangiocellularis carcinoma ellátására akut mellékhatások nélkül jól alkalmazható. A beültetésre kerülő markerek számának emelésével hat szabadságfokú pozicionálás is lehetséges lenne. Dózisszkaláció a besugárzási terv minőségének és a szoros követés eredményeképp esetlegesen feltaruló hosszú távú mellékhatásoknak az ismeretében mérlegelhető.

Locoregionalis mammabesugárzás összehasonlítása a hagyományos és az egy izocenterez beállítással

Kalmár A., Vaskó G., Takácsi Nagy Z., Harányi G., Stelcer G., Polgár Cs.
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: Az emlőrák a nők leggyakoribb rosszindulatú daganata. Áttétet lymphogen vagy haematogen úton képez. Előbbi során az azonos oldali supraclavicularis, axillaris és parasternalis nyirokcsomók lehetnek érintettek. Ilyen esetek kezelésére alkalmazzuk a locoregionalis mammabesugárzást. Célul tűztük ki, hogy összehasonlítsuk egymással a hagyományos és az egy izocenterez beállítással történő locoregionalis mammabesugárzást, bemutassuk a két beállítás közötti különbségeket, valamint szemléltessük, hogy milyen előnyökkel jár az egy izocenterez technika alkalmazása a hagyományos szemben.

Módszer: Összevetettük a fektetési rendszerek fejlődését, illetve fizikusi segítséggel a két módszer tervezési szempontjait.

Eredmény: Az egy izocenterez alkalmazásával elkerülhetőek a hagyományos beállítás során a mezőillesztési pontatlanságok következtében bizonyos esetekben bekövetkező alul-, illetve túldozírozások.

Következtetés: Az egy izocenterez kezelés pontosságának, valamint a fejlettebb fektető rendszereknek köszönhetően a locoregionalis mammabesugárzások során a dóziskiszolgáltatás pontossága jelentősen javul.

Fej-nyak tumoros betegek radio-kemoterápiás kezelése során tapasztalt mellékhatások az asszisztens szemszögéből

Karancsiné H. F., Miklós J.-né, Jakab G., Pajkos G.

Bács-Kiskun Megyei Kórház, az SZTE ÁOK Oktató Kórháza, Onkoradiológiai Központ, Kecskemét

Cél: A lokálisan előrehaladott, III-IV. stádiumú fej-nyak tumoros betegek kezelésében a citosztatikummal (cisplatin v. carboplatin) vagy immunoterápiával (cetuximab) kombinált sugárkezelést standard terápiként alkalmazzuk. E kezeléseknél szinte minden esetben várható súlyos fokú és tipikus mellékhatások megjelenése. Célunk e mellékhatások összehasonlító elemzése a platinával, ill. cetuximabbal kezelt betegeink esetén.

Módszer: A központunkban 2014-ben radiokemo/immunoterápiával kezelt III-IV. stádiumú fej-nyak tumoros betegek adatait dolgoztuk fel. 37 fő részesült cetuximab+RT, 51 fő cisplatin/carboplatin+RT kezelésben. Vizsgáltuk mindkét csoportban a kezelés során fellépő mellékhatásokat: bőrtüneteket, nyálkahártyatüneteket, a fizikális állapotban bekövetkezett változásokat (pl. testsúlycsökkenést), táplálkozási nehézségeket, PEG/gastrostoma beültetés szükségességét, vérkép- és egyéb laboreltéréseket. Vizsgáltuk a mellékhatások miatti kezelési szünetek gyakoriságát, azok hosszát, a leadott összdózist.

Eredmények, következtetés: E betegcsoportban a terápia sikeres kivitelezésének alapvető feltétele a minden esetben fellépő, olykor súlyos fokú mellékhatások mielőbbi felismerése és hatásos kezelése. Nagyon fontos a betegek megfelelő tájékoztatása e mellékhatásokról még a kezelés előtt vagy annak kezdetén.

A növekedéshormon-felszabadító hormon (GHRH) receptorok potenciális szerepe radioaktív szivkárosodás esetén

¹Kiscsatári L., ¹Varga Z., ²Gáspár R., ²Görbe A., ²Ferdinandy P., ³Gardi J., ¹Kahn Zs. SZTE ÁOK ¹Onkoterápiás Klinika, ²Biokémiai Intézet, ³I. Sz. Belgyógyászati Klinika, Szeged, ⁴SE ÁOK, Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézet, Budapest

Célkitűzés: Kísérletes adatok szerint a GHRH-agonisták mérséklék a hypoxia és a besugárzás okozta sejt- és szövetkárosodást. A sugárterápia után fellépő szivkárosodás jelentősége miatt célul tűztük ki olyan in vitro modell kifejlesztését, melynek segítségével tanulmányozhatjuk a GHRH-receptorok kifejeződését és lehetséges szerepét szívmusclek besugárzása után.

Anyag és módszer: A szívizomsejteket újszülött patkányokból izoláltuk és tenyésztettük normoxiás körülmények között. A sugárzás által kiváltott sejtkárosodás vizsgálatának optimalizálására a 24 órás tenyészeteket különböző sugárdózisoknak (5, 10, 15, 20 Gy) kitéve, vizsgáltuk a besugárzás hatását különböző latenciáidők elteltevel (0, 24, 48, 72, 96, 120 óra). A besugárzás után a sejteket 1% magzati szarvasmarhasérumot (FBS) tartalmazó, ill. sérumot nem tartalmazó közegben tenyésztettük. A toxicitás mértékét calcein fluoreszcens életképességgel vizsgáltuk. Western blot analízissel detektáltuk a GHRH-receptorok jelenlétét, és nyers membránpreparátumon ligandköési esszével vizsgáltuk működésüket.

Eredmények: Sérumot tartalmazó közegben, 10 Gy besugárzás után 48 órával, a szívizomsejtek 50%-a maradt életben, így ez a beállítás tűnt a legalkalmasabbnak a sugárkárosodási mechanizmusok vizsgálatára. Sérummentes környezetben 10 Gy sugárdózis mellett 24 óra latenciáidő volt szükséges az 50%-os sejtvésztes eléréséhez. Western blot analízissel hypophysid-típusú GHRH-receptort, radioligandesszel magas affinitású kötőhely expresszióját találtuk.

Következtetések: Kezdeti eredményeink azt mutatják, hogy a GHRH-receptorok jelen vannak az újszülött patkányok szívizomsejtjein, és szerepet játszhatnak a radiogén szívkárosodás mechanizmusában.

A rectalis carcinoma neoadjuváns radio-kemoterápiája

Kisiván K., Farkas A., Vandulek Cs., Vallyon M., Hadjiev J., Repa I.
Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrum, Kaposvár

Célkitűzés: A vastagbél- és végbéldaganatok előfordulása hazánkban is fokozatosan emelkedő számot mutat, egyre fiatalabb korosztályokban is. Ehhez számos életmódbeli tényező is hozzájárul: helytelen táplálkozás (rostszegény, fehérjedús ételek fogyasztása), dohányzás, alkoholizmus, mozgáshiány stb. A colorectalis carcinoma 30%-ban a rectumban alakul ki. A rectumtumor kezelésében a sebészi beavatkozás jelenti az elsődleges ellátást, azonban a lokális recidíva aránya még a radikális tumoreltávolítás után is igen magas. Az előrehaladott rectumtumoros betegek túlélési esélyének növelésében a kemoterápia és sugárkezelés együttes alkalmazásának is meghatározó szerepe van.

Módszerek: A Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum, Onkoradiológiai Intézet által 2005 és 2007 között kezelt, azon 50 rectumtumoros beteg adatait elemeztük, akiknél neoadjuváns kemo-radioterápiát alkalmaztak, vizsgálva a kezelés során jelentkező mellékhatásokat, a tumor méretének változását és a betegség prognózisát öt éves utánkövetéssel.

Eredmények: A neoadjuváns kemo- és radioterápia együttes alkalmazása hatásosan bizonyult a rectumtumor kezelésében. A neoadjuváns kemo-radioterápia hatására csökkent a tumorméret, szignifikáns különbség volt kimutatható a kezelés előtti és utáni tumorosan infiltrált rectumfalvastagság között. Mellékhatásként a betegek felénél Grade I-es hasmenés és cystitis jelentkezett, melyek miatt azonban nem kellett megszakítani a terápiát.

Következtetések: A neoadjuváns kemo-radioterápia hatására a legtöbb esetben csökken a tumor mérete. Bizonyos esetekben az inoperábilis rectumtumor operálhatóvá válhat. Csökkent a lokális recidíva kialakulásának aránya. Jobb prognózis érhető el, és ezáltal nőhet a túlélési idő.

Brachyterápiás célú GPU alapú Monte Carlo szoftver fejlesztése

Klausz M.¹, Légrády D.¹, Major T.²

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technika Tanszék, ²Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Célkitűzés: Egy olyan brachyterápiás besugárzástervezésre alkalmas program létrehozása, amely figyelembe veszi a szöveti inhomogenitást.

Módszerek: A fejlesztés alatt álló Monte Carlo Simulator for Brachytherapy Exposure (M-CSIBE) program a fotontranszport Monte Carlo módszerrel történő szimulációjával határozza meg a sugárforrások dózisterét, adott anyageloszlás mellett. Az általánosan elterjedt tervezőprogramokkal ellentétben tehát nem homogén vízfantomot feltételez, hanem a konkrét szöveteloszlás figyelembevételével állapítja meg az elnyelt dózis térbeli eloszlását. A rohamosan fejlődő grafikus kártyák (GPU-k) számítási teljesítményének kihasználásával és különböző becslő algoritmusok tesztelésével igyekszünk a klinikumban is elfogadható futási időket és megfelelő pontosságot elérni. A szoftver eredményeit az MCNP általános célú Monte Carlo kód segítségével és Oncentra-Brachy programmal készített számításokkal hasonlítottuk össze pont- és kiterjedt források vizsgálatára.

Eredmények: A program validálása sikeres volt homogén vízfantomban pont- és kiterjedt források mellett is. Előbbi esetében az MCNP 70 órás futási idővel (108 foton) kapott eredményeket 4 perces futási idővel (százszor több részecske szimulációja, azaz 1010 indított foton segítségével) sikerült hibahatáron belül reprodukálnunk, a különbségek a forrástól mért 10 cm-ig 3% alatt maradtak, a dózisek számítási algoritmusból fakadó egyszeres statisztikus szórása pedig ezen a távolságon belül sehol nem érte el az 1,3%-ot. Ha a futási időt 4,5 percre növeltük, akkor 15 cm-es

távolságon belül mindenhol 3% alatt maradt a kapott dózisek szórása. A program képes DICOM fájlok beolvasására, és egy egyszerűsített szegmentálási algoritmus-sal a levegő, csont- és a lágy szövetek megkülönböztetésére. Így tehát egy CT-kép feldolgozásával már valós anyageloszlás mellett is végezhetünk szimulációkat.

Következtetések: A fejlesztés korai fázisa ellenére az M-CSIBE kód a számítási algoritmus tekintetében validált, képes DICOM-formátumú felvételek alapján számított szöveteloszlás mellett brachyterápiás dóziseloszlások szimulációjára. Mindenképpen szükség lesz a futási idők csökkentésére, ennek érdekében pedig további szórás-csökkentő algoritmusok tesztelésére, illetve az eddig használtak továbbfejlesztésére azért, hogy a számítási algoritmusból fakadó szórás praktikus futási idők mellett ne haladjon meg a szöveti inhomogenitások miatt kialakuló dóziskülönbségeket. További tartalékok rejlenek még a kód célszerűen grafikus kártyára történő optimalizálásában, illetve az architektúrájának legmegfelelőbb Monte Carlo algoritmus kiválasztásában.

Mélybelégzés-technikával csökkentett kardiális toxicitás

Kollák E., Hóczka G., Besenyői M., Hevesi E., Csiki E., Nagy J., Horváth Sz.
Debreceni Egyetem, Klinikai Központ, Sugárterápia Klinika, Debrecen

Célkitűzés: Bal oldali emlődaganat sugárkezelése során a kardiális mellékhatások csökkentése.

Módszerek: Mastectomiát vagy konzervatív műtétet követő sugárkezelést megelőző lokalizációs CT elvégzése során, jól kooperáló betegeknél, két natív CT-sorozat készítettünk. Az első sorozat szabad légzéssel (SzL), majd a második mély belégzéssel (MB) és levegőben tartással készült. A két sorozat fúzióját végeztük el úgy, hogy a clipboxot a kezelendő emlőre/mellkasfalra határoztuk meg, így a célterefogat tökéletesen megegyezett. MB-nél a szív dorso-caudalis irányban elmozdul, így a szív és a mellkasfal közé tüdőparenchyma kerül. Kontúrozásra került a bal tüdő, a szív, a bal kamra és a LAD mindkét sorozaton, így azonos célterefogat-lefedettségnél összehasonlíthattuk a SzL és a MB során észlelt bal tüdő, szív, bal kamra és a LAD terheléseket. A korábban felsorolt szervek Dose mean, Dose max, V30%, V20% terhelését hasonlítottuk össze a két CT-sorozaton.

Eredmények: 25 beteget vontunk be a vizsgálatba. Az előírt dózis 50 Gy volt a bal mellkasfalra/emlőre +/-nyirokcsomó-régióra. A MB során készült CT-sorozaton a szív, a bal kamra és a LAD átlagdózisai szignifikánsan alacsonyabbak voltak ($P < 0,001$), míg a bal tüdő terhelése nem emelkedett szignifikánsan.

Következtetések: Bal emlődaganat sugárkezelése során a kardiális toxicitás a MB technikával használva szignifikánsan csökkenthető. A módszer mindenkinek elérhető és költségmentes. Fontos a betegkooperáció, a jó kommunikáció és egy megfelelő audiovizuális rendszer úgy a CT-ben, mint a kezelőhelyiségben.

Betegpozicionálás elemzése a vékony- és vastagbél sugárterhelésének függvényében intenzitásmódulált technikával történő nyirokrégiós prosztatairradiáció esetén

Kószó R., Kahan Zs., Cserhádi A., Hideghéthy K., Együd Zs., Szabó Cs., Varga Z., Fodor E., Maráz A.

SZTE ÁOK Onkoterápiás Klinika, Szeged

Bezetés: A prosztata tumorok kismencedei nyirokrégiókkal kiterjesztett irradiációja a rizikós szervek, különösen a belek védelme szempontjából 3 dimenziós konformális technika alkalmazásával irodalmi adatok alapján hason fekvő pozícióban kedvezőbb. Ellentmondásos az eredmények intenzitásmódulált sugárterápiával (IMRT) történő kezeléseket esetében.

Célkitűzés: A vékony- és vastagbél sugárterhelésének vizsgálata hason és háton fekvő testhelyzetben IMRT technikával végzett, kismencedei nyirokrégiókkal kiterjesztett prosztatairradiáció esetén.

Módszerek: Magas rizikójú prosztata daganatos 10 betegnél belly board-on, hason fekvő pozícióban, valamint háton fekvő testhelyzetben, individuális maszk rögzítést követően 5 mm-es szeletvastagságú topometriás CT-vizsgálat történt. A kontúrozás során meghatározásra került a prosztata, a vesicula seminalisok proximális harmada, mint GTV, az obturator, felső praesacralis és parailiacalis nyirokutak, mint CTV, valamint protokoll szerint a PTV. Rizikószervként a húgyhólyag, a rectum, a femurfejek, valamint a vékony- és vastagbél. Az IMRT technikával készült sugárterápiás tervek adatait páros T-próbával hasonlítottuk össze a besugárzási dózis és volumenek függvényében.

Eredmények: A kontúrozott terfogatok között nem volt szignifikáns különbség hason és háton fekvő pozícióban. A vékonybél sugárterhelése hason fekvő helyzetben szignifikánsan kedvezőbbnek bizonyult minden elemzett dózistartományban. A többi rizikószerv terhelésében nem volt különbség a két fektetés között.

Következtetések: Klinikánkon szerzett tapasztalataink alapján a kismencedei nyirokrégiókkal kiegészített prosztatairradiáció IMRT technika esetén is kedvezőbb hason fekvő testhelyzetben a vékonybél terhelése szempontjából. Ebben a testhelyzetben a repozicionálás nehezebb, emiatt ennek elemzésére további vizsgálatokat tervezünk.

Pilot phase of library of plans (LoP)-based adaptive image-guided intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer patients

Lakosi F., Nguyen P., Hermesse J., Ben Mustapha S., Martin N., Nicolas S., Coucke P., Gulyban A.

Department of Radiation Therapy, University Hospital of Liège, Belgium

Aim: To elaborate a reliable method to introduce library of plans (LoP)-based adaptive radiotherapy for locally advanced cervical cancer (LACC) patients using volumetric arc therapy with simultaneously integrated boost (VMAT-SIB).

Material and methods: Five patients with LACC were scanned with empty and full bladder conditions. On both scans the CTV (uterus+cervix), bladder and other organs at risk were delineated. First, intermediate CTV shapes were generated between the two bladder filling conditions using volume-guided deformable vector fields (VDVF) driven by CTV only, bladder only and CTV+bladder. Afterwards an ITV was created covering the CTV for the whole observed bladder volume range. The movement of the tip of uterus was also determined. To construct PTVs, the generated CTVs and ITVs were expanded with a 1 cm margin. For treatment verification daily cone beam CTs (CBCT, XVI version 4.2, Elekta, Crawley, UK) were acquired and transferred back to the treatment planning system (Pinnacle 9.6, Philips Medical System, Eindhoven, NL). Rigid co-registrations between all CBCTs and the planning CTs were performed. On each CBCT the uterus+cervix (CTV_cbct) and bladder were delineated. The full coverage of CTVs_cbct by the PTVs_LoP and PTV_ITV were analyzed.

Results: For the 5 patients a total of 165 CBCTs were acquired. The initial bladder volumes varied between 143.2 (SD=82.4) and 335.5 (98.2) cm³ for empty and full bladder scans, triggering a 1.2-6.3(!) cm movement of the uterus tip. The bladder filling had an influence on uterus+cervix position in 96.6% of the fractions. The average PTV_LoP were 46.8% smaller than the PTV_ITV, [392.6 (186.2) vs. 737.8(385) cm³]. The image quality of CBCT was considered poor (not suitable for delineation) in 8 out of 165 (4.8%). Even in the worst case scenario (8 low-quality CBCTs considered as complete failure) the coverage of CTV_cbct was 90.3% for PTV_LoP while 90.9% for PTV_ITV. This is a guaranteed coverage as compared to a theoretical one from a population-based margin receipt.

Conclusions: Based on the observed uterus/cervix movements a single CT-based planning might be insufficient for adequate target coverage. LoP proof of concept is promising providing a remarkable PTV reduction with similar target coverage as compared to the ITV concept. This could potentially decrease radiation morbidity. Complete dosimetrical evaluation (dose matrix deformation and summation of planning CT and each daily CBCT) is planned to determine the actually delivered dose giving by LoP and ITV concept before clinical introduction.

Craniospinalis besugárzás RapidArc technikával gyermekkori daganatok kezelésében

Löcsei Z.¹, Farkas R.³, Szappanos Sz.¹, László Z.¹, Kalinszák J.¹, Belyei Sz.¹, Boronkai Á.¹, Vojcek Á.², Ottóffy G.², Mangel L.¹

PTÉ KK ¹Onkoterápiás Intézet, ²Gyermekgyógyászati Klinika Onkológiai Osztály, Pécs, ³Uzsoki Utcai Kórház, Fővárosi Onkoradiológiai Központ, Budapest

Céltűzés: A Pécsi Onkoterápiás Intézetben 2012 óta RapidArc technika használatával végezzük a craniospinalis irradiációt (CSI) gyermekkori daganatok kezelésénél. Az új technikával járó előnyöket, hátrányokat retrospektív módon vizsgáltuk a 2007 és 2015 között kezelt betegeinknél.

Anyag és módszer: A 2007 és 2015 között kezelt betegeinket két csoportra bontottuk. 2012 előtt 3D konformális sugárterápiás tervezéssel hason fekvő kezeltük betegeinket az Elekta Precise TS lineáris gyorsítón (3D-K). Ezt követően RapidArc technika használatával, hátán fekvő kezeltük betegeinket a Varian Novalis TX gyorsítón (RA). Mindkét fektetés során betegeinket termoplasztikus maszkok és vákuumágy használatával rögzítettük. Az intenzitásmodulált és képvezérelt sugárterápia során a Gyermekklinika Onkológiai Osztályával együttműködve ellenőriztük betegeinket. Hét-hét betegünk adatait dolgoztuk fel vizsgálatunkban. A következő rizikószervek átlagos dózisterhelését vizsgáltuk a CSI alatt: nyaki gerinc, háti gerinc, ágyéki gerinc, szegycsont, medencecsont, lép, máj. Ezenkívül vizsgáltuk a heti laborellenőrzések során betegeink fehérvérsejt-, vérlemezke- és vörösvértestszámának változását a sugárterápia alatt.

Eredmények: A vizsgált rizikószervek átlagos dózisterhelésében a következőket találtuk a 3D-K, illetve RA módszer alkalmazása esetén: nyaki gerinc 3408/3484 cGy, háti gerinc 3271/3261 cGy, ágyéki gerinc 3152/3288 cGy, szegycsont 2299/1156 cGy, medencecsont 987/1104 cGy, lép 81/460 cGy, máj 708/917 cGy. Fehérvérsejtszám (G/l): 1. hét 6,3/5,8, 2. hét 3,96/4,44, 3. hét 3,74/3,08, 4. hét 3,35/2,78, 5. hét NA/1,57, 6. hét 2,32/2,08; vérlemezkeszám (G/l): 1. hét 307/421, 2. hét 224/292, 3. hét 124,4/150,8, 4. hét 135,7/127,6, 5. hét NA/166,25, 6. hét 117,3/175; vörösvértestszám (T/l): 1. hét 3,96/3,67, 2. hét 3,21/3,8, 3. hét 3,67/3,17, 4. hét 3,95/3,05, 5. hét NA/3,16, 6. hét 3,55/3,0.

Következtetés: A Rapidarc technika biztonságosan használható akár a gyermekkori daganatok kezelésében is. A méréselken magasabb dózisterhelés bizonyos (máj, lép, medencecsont) hemopoetikus szervekre nézve magasabb, azonban akut hematológiai toxicitással nem jár, jól tolerálható.

A modern sugárterápiás technikák finanszírozási helyzete Magyarországon: a jelen helyzet elemzése és javaslat a finanszírozás változtatására

Lövey J.¹, Ágoston P.¹, Olajos J.², Pintye É.³, Cselik Zs.⁴, Jánváry L.³, Polgár Cs.¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest, ²Jósa András Oktató Kórház, Onkoradiológiai Osztály, Nyíregyháza, ³Debreceni Egyetem Klinikai Központ, Sugárterápia Tanszék, Debrecen, ⁴Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum, Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet, Kaposvár

Bevezetés: Az egészségügy jelenlegi finanszírozási rendszere nagyrészt a rendszerváltozás idején jött létre. Az elmúlt húsz évben a sugárterápia jelentős technikai fejlődésen ment keresztül. Az új technikák ma már többé-kevésbé Magyarországon is elérhetők. Ezek a beavatkozások költségesebbek és jelentősen több munkaerő- és munkaidő-ráfordítást igényelnek. A finanszírozás azonban nem követte ezeket a változásokat, így a modern technikák bevezetésében a jelen helyzet anyagi szempontból ellenérdekeltséget teremt. Az előadásban áttekintjük azokat a fontos új és régebbi beavatkozásokat, melyek finanszírozása nem vagy nem kellőképpen megoldott.

Anyag és módszerek: A magyar sugárterápiás centrumok tevékenysége és a nemzetközi gyakorlat elemzése alapján azonosítottuk azokat a modern sugárterápiás beavatkozásokat, melyeket szakmailag indokolt Magyarországon végezni és a finanszírozásuk nem megoldott. Felmértük a beavatkozások finanszírozási igényét, a jelenlegi gyakorlatot, és javaslatot tettünk a finanszírozás módosítására. Az elemzést próbáltuk a lehetőségek szerint egyszerű formába önteni az alábbi pontok szerint: bevezetés, definíció, klinikai alkalmazás/hasznosság, költségbebecslés (EU-adatok alapján), költséghatékonyság elemzése, tárgyi és személyi feltételek, várható esetszám/központoszám, javaslat akkreditációs anyagra, javaslat finanszírozási módra, kiválthat-e a beavatkozás egy terápiát és létezik-e hasonló hatású terápia.

Eredmények: Öt olyan beavatkozást azonosítottunk, ahol a megfelelő mértékű alkalmazás és elérhetőség érdekében a finanszírozás változtatása javasolt: modern képzőanyag-vezérelt brachyterápia, intenzitásmodulált sugárterápia (IMRT), képvezérelt sugárkezelés (IGRT), frakcionált sztereotaxiás sugárkezelés, egésztest-besugárzás. A brachyterápia esetében a reális költségek ismeretében többszintű finanszírozást javasolunk, a felhasznált eszközök és a társszakmák (pl. anesztézia) közreműködésének figyelembevételével. Az IMRT és IGRT kezelések esetében a szokásos konformális kezelésekre képest szoroz bevezetését javasoljuk. A frakcionált test sztereotaxiás sugárkezelés esetén az eddig is finanszírozott agyi sugárbeszét finanszírozását alapul véve, a frakcionált és a ráfordított erőforrásokat figyelembe véve javasolunk térítést. Az egésztest-besugárzásnál a finanszírozás emelését látjuk szükségesnek, de az is problémát jelent, hogy a betegek az egésztest-besugárzás során gyakran a transzplantációs osztályon fekszenek, és így még a jelenlegi meglévő finanszírozási lehetőséget sem tudják a sugárterápiás osztályok kihasználni. Erre a javaslatunk, hogy az egésztest-besugárzás finanszírozása önálló legyen, ne vonódjon össze más finanszírozással. Mivel a különböző szintű központokban különböző szintű és volumenű speciális beavatkozásra van szükség, az IMRT, IGRT és a frakcionált sztereotaxiás sugárkezelés esetében az előterjesztés a progresszivitási szintekkel való harmonizálásra is tartalmaz javaslatokat.

Következtetések: Jelenleg a magyarországi egészségügyi intézmények gazdasági szempontból ellenérdekeltek a modern sugárterápiás technikák bevezetésében és alkalmazásában. Ennek következményeként a magyar betegek hozzáférése korlátozott a modern sugárterápiás eljárásokhoz. Várható, hogy bizonyos kezelésekkel külföldön próbálnak igénybe venni, mely az államháztartás számára komoly anyagi következménnyel járhat. A modern sugárterápiás technikák megfelelő finanszírozása elsősorban a magyar betegek gyógyulását szolgálja, de hosszabb távon nép-egészségügyi-népgazdasági érdek is.

Beszámoló az első extrakraniális sugársebészeti beavatkozásról.

Módszer és indikációk

Mangel L., László Z., Sebestyén Zs.

Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ, Onkoterápiás Intézet, Pécs

Céltűzés: Az onkológia fejlődésének és eredményességének jeleként a metastatikus betegségek kezelése során a lokális terápiás modalitások szerepe felértékelődött. A sugárterápiás technológia fejlődésével és elérhetőségével ebben az indikációs körben játszhatnak egyre nagyobb szerepet a különböző ultrakonformális-sztereotaxiás módszerek, például a sztereotaxiás sugársebészet. Célunk a tudomásunk szerint hazánkban első és eredményes extrakraniális sugársebészeti beavatkozás részleteinek az ismertetése, továbbá a fenti indikációs kör és a terápiás lehetőségek elemzése.

Módszer és eredmények: Egy 58 éves férfibetegnél cardia-adenocarcinoma miatt történt műtéti ellátás, adjuváns ELF kemoterápia, majd később mellékveseáttét miatt metasztazektómián, ECX kemoterápián és ellenoldali mellékvese-propagáció miatt újabb sebészeti beavatkozáson esett át. 4 évvel az első műtét után CT kétgócú, inoperábilis peritoneális áttétképződést mutatott, a májszél, illetve a bal vese alatt,

2-2,5 cm körüli legnagyobb átmérővel. A kiváló fizikai állapotú betegnél definitív ellátásként egy ülésben 12 Gy dózisú sztereotaxiás hasi sugársebészeti beavatkozást végeztünk, cone-beam CT-ellenőrzés mellett, IMAT technikával, 2-2 ívet alkalmazva. A kezelés következtében sem akut, sem késői mellékhatás nem észleltünk. Időközben CX kemoterápiás kezelést kezdtünk, a sugársebészeti beavatkozás után 3, illetve 6 hónappal elvégzett kontroll-CT lokálisan komplett regressziót igazolt, a beteg általános állapota továbbra is jónak mondható.

Következtetések: Megfelelő technológia és gyakorlottság birtokában, nem gyorsan növekvő oligometasztázisok esetében, a koponyán kívüli sztereotaxiás sugársebészeti ellátás biztonságos és megfelelő kezelési alternatíva lehet.

Csontrendszerre terjedő oligometasztatikuss prosztatatumoros betegek definitív sugárkezelésének eredményei

Maráz A., Cserhádi A., Együd Zs., Kahán Zs., Kószó R., Szabó Cs., Varga L., Varga Z., Hídeghéty K.

SZTE ÁOK Onkoterápiás Klinika, Szeged

Bevezetés: A legújabb irodalmi adatok alapján az áttétes prosztatatumorban szenvedő betegek esetén is kedvezőbb túlélés érhető el, amennyiben lokoregionális terápiában részesülnek.

Célkitűzés: Csontrendszerre terjedő oligometasztatikuss (low volume), definitív sugárkezelésben részesülő prosztatatumoros betegek adatainak elemzése.

Módszerek: A Szegei Onkoterápiás Klinikán 2011–2014 között csak csontrendszerre terjedő oligometasztatikuss prosztatatumoros, definitív sugárkezelésben részesülő 17 beteg adatait elemeztük retrospektív módon. A besugárzást 3D konformális technikával végeztük. A prosztata és vesicula seminalisok területére 70–74 Gy, a kismencedei nyirokutakra és az érintett csontáttétekre 25×1,8 Gy, a makroszkópos nyirokcsomóáttétekre további 9–11×1,8 Gy dózist alkalmaztunk. Feldolgoztuk a kiindulási PSA- és Gleason score adatokat, a metasztázisok kiterjedését, a sugárkezelés dózisait és akut mellékhatásait, valamint a hormonterápia alkalmazását. Értékeljük a sugárkezelés kimenetelét és a követési adatokat.

Eredmények: A kiindulási PSA-értékek átlaga 76,6 (22–330) µg/l, a Gleason score átlaga 8,3 (7–10) volt. Metasztázisok a regionális nyirokcsomókban 9 betegnél (53%), a csípőlapátokon 12 (70%), lumbális csigolyákon 9 (53%), szeméremcsonton és keresztcsonton 7-7 (41-41%), femurum 2 (12%) esetben fordultak elő. Androgénprivációs terápiában részesült minden beteg. A hormonterápia a sugárkezelés előtt átlagosan 6,9 (3–21) hónappal indult, kasztrációrezisztens volt 2 (12%) beteg. A sugárkezelés dózisa átlagosan 72,2 (70,2–73,8) Gy volt. Akut mellékhatásként 2 esetben fordult elő grade 3 hasmenés, 1 esetben grade 3 cystitis, egyéb mellékhatások grade 1-2 súlyosságúak voltak.

Következtetések: Klinikánkon szerzett tapasztalataink alapján a kismencedei nyirokrégiókkal és a kis kiterjedésű csontmetasztázisok egyidejű ellátásával kiegészített definitív prosztatairradiáció jól tolerálható. A sugárkezelés hatására bekövetkező eredményeink biztatóak. Az áttétes prosztatatumoros betegek definitív sugárkezelésének túlélésre való hatását és késői toxicitását prospektív randomizált nemzetközi vizsgálatok elemzik.

Második emlőmegtartó műtét és ismételt besugárzás szövetrokzi közti dózisteljesítményű brachyterápiával az emlőrák lokális kiújulásának kezelésére

Markgruber B.¹, Mészáros N.¹, Major T.¹, Mátrai Z.², Polgár Cs.¹

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás és ²Sebészeti Központ, Budapest

Cél: Előzetes emlőmegtartó kezelés után jelentkező azonos oldali emlőrecidíva miatt végzett második emlőmegtartó műtét és szövetrokzi közti nagy dózisteljesítményű (HDR) brachyterápia (BT) klinikai eredményeinek elemzése.

Anyag és módszer: Az Országos Onkológiai Intézetben 1999. március és 2015. február között 32, azonos oldali emlőrecidívával jelentkező betegnél végeztünk második emlőmegtartó műtétet és szövetrokzi HDR BT-t. A második lokális recidívától mentes túlélést, a távoli áttétől mentes túlélést, a teljes túlélést, a késői mellékhatásokat és a kozmetikai eredményeket elemeztük. A lokális recidívától számított átlagos követési idő 51,3 hónap (tartomány: 1–155 hónap) volt.

Eredmények: A 2. lokális recidíva kialakulásának 5 és 10 éves valószínűsége 4,5% (95%-os konfidenciaintervallum; CI: 0–13,2%), a távoli áttét kialakulásának 5 és 10 éves valószínűsége pedig 25,5% (CI: 7,5–43,5%) volt. Az 5 és 10 éves teljes túlélés 85,1% (CI: 69,2–100%) és 54,5% (CI: 23,6–85,4%) volt, azonos sorrendben. A késői G2 bőrmellékhatások, a G2 fibrózis, a zsírnekrózis, illetve a kiváló/jó kozmetikai eredmények aránya 7,1%, 25,9%, 30%, illetve 68,1% volt, azonos sorrendben. G3-4 mellékhatás eddig nem fordult elő.

Következtetés: Előzetes emlőmegtartó kezelés után jelentkező azonos oldali emlőrecidíva kezelésében a második emlőmegtartó műtét és szövetrokzi HDR BT biztonságos és hatékony módszer a 2. lokális recidíva megelőzésére, és hasonló teljes túlélést biztosít, mint a „salvage” masztektómia.

Beállítási bizonytalanságok okozta mérési hibák a lineáris gyorsítók minőségbiztosítási eljárásában

Márki I., Mokánszki B., Pajkos G.

Bács-Kiskun Megyei Kórház, az SZTE ÁOK Oktató Kórháza, Onkoradiológiai központ, Kecskemét

Célkitűzések: A lineáris gyorsítók napi bemérése a Bács-Kiskun Megyei Kórház Onkoradiológiai Központjában PTW gyártmányú QuickCheck-vel történik. Egy tesztsorozattal szeretnénk demonstrálni a szükséges minimális beállítási pontosságot.

Módszerek: A méréseket egy Siemens MX2-es típusú monoenergias lineáris gyorsítón végeztük 100 monitoregységgel, 6 MV fotonugárzással. A PTW QuickCheck térbeli pozícióját a nyálábhoz képest szándékosan elrontottuk: a tér 3 síkjával párhuzamosan, gantrydöntéssel, asztalforgatással, valamint az asztal vízszinteshez viszonyított eldöntésével, majd az így kapott értékeket (Flatness, Left-Right Symmetry, Central Axis Dose, Gun Target Symmetry, Beam Quality Factor) feldolgoztuk, a szándékos hibáknak megfelelően.

Eredmények: A készülékben előre definiált, a gyártó által megadott referenciaértékeket alkalmazzuk. 2 mm-es, valamint 4 mm-es beállítási pontatlanság, valamint 0,2, 0,4, 2, illetve 4 fokos gantry és asztal szögeltérés már a Left-Right, valamint Gun Target Symmetry-ben referenciaértékeket meghaladó eltéréseket tapasztaltunk, a várakozásoknak megfelelően.

Következtetések: A gyakorlatban a pontatlan beállítás történhet hianyagságból, rosszul kalibrált lézerpozícióból, hibás gantry-kollimátor pozíció visszajelzésből, valamint az asztalpozíció vízszintestől való eltérésekből. A mérésorozat arra adott választ, hogy mekkora síkbeli elmozdulás az, amely még nem befolyásolja a méréseket, valamint megállapítást nyert az a tény, hogy a rendszer különösen érzékeny a szögelfordulásokra az xy síkban, de nem érzékeny az asztal kicsi mértékű elhajlásaira.

Gyorsított, részleges külső emlőbesugárzás képvezérelt, intenzitásmódulált radioterápiával emlőmegtartó műtét után – Fázis II klinikai vizsgálat előzetes eredményei

Mészáros N., Major T., Stelczér G., Zaka Z., Mózsa E., Fodor J., Polgár Cs.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Célkitűzés: Alacsony kockázatú, korai invazív emlőrák miatt konzervatíván operált nőbetegeknél a posztoperatív képvezérelt, intenzitásmódulált radioterápiával (IG-IMRT) végzett akcelerált parciális emlő-radioterápia (APERT) bevezetése és korai eredményeinek bemutatása.

Anyag és módszer: 2011. július és 2014. március között 60 válogatott, korai invazív (St. I-II) emlőrák miatt konzervatíván operált beteget soroltunk be II. fázisú prospektív vizsgálatunkba. A kezelést 4-5 mezővel, „step and shoot” IMRT technikával végeztük 9×4,1 Gy (összdózis: 36,9 Gy) dózissal, napi 2 frakcióval. Valamennyi frakció előtt a kezelőhelyiségben lévő, sinen mozgó kilovolts CT-vel sorozatképeket készítettünk a célterefogat környékéről. Ezt követően képfűzés szoftver segítségével automatikus képregisztrációt végeztünk a pozíciós és verifikációs CT-képekre, majd három irányban (LAT, LONG, VERT) meghatároztuk a betegbeállítás pontatlanságát, és eltérés esetén a kezelőasztal automatikus elmozdításával korrekciót végeztünk. Az emlőrákos eseményeket, valamint a korai és késői mellékhatásokat feljegyeztük és a kozmetikai eredményekkel együtt elemeztük.

Eredmények: A 24 hónapos medián követési idő (tartomány: 12–44 hó) alatt helyi és környéki daganatkiújulást és távoli áttétet nem észleltünk. Korai mellékhatásként Grade 1 (G1) és G2 bőrpír 21 (35%) és 2 (3,3%), G1 ödéma 23 (38,3%), G1 és G2 fájdalom pedig 6 (10%) és 2 (3,3%) betegnél jelentkezett. Grade 3-4 akut mellékhatást nem észleltünk. Késői mellékhatásként G1 pigmentáció 5 (8,3%), G1 fibrózis 7 (11,7%), G1 zsírnekrózis pedig 2 (3,3%) betegnél alakult ki, ≥G2 késői mellékhatás eddig nem fordult elő. A kozmetikai eredmény minden betegnél kiváló (45 esetben, 75%) vagy jó (15 esetben, 25%) volt.

Következtetés: A képvezérelt, intenzitásmódulált gyorsított részleges emlőbesugárzás technikailag kivitelezhető és megfelelő dóziseloszlást eredményez. Előzetes eredményeink szerint a betegek a kezelést jól tolerálják, a korai mellékhatások enyhék, a kozmetikai eredmények kiválóak.

Polimer gél dozimetria alkalmazása a sugárterápiában

Miovecz A.¹, Glavák Cs.¹, Perlaki G.², Farkas A.¹, Vandulek Cs.¹, Kovács Á.¹, Hadjiev I.¹, Repa I.¹

¹Kaposvári Egyetem EÜ Centrum, Onkoradiológia, Kaposvár, ²Pécsi Diagnosztikai Központ, Pécs

Célkitűzés: A polimer gélekben az ionizáló sugárzás olyan szerkezeti változásokat okoz, amelyek MRI-vel detektálhatóak, így megfelelő kalibrálást követően a dóziseloszlás meghatározható. Célunk az volt, hogy egy intenzitásmódulált besugárzás (IMRT) 3D-s dóziseloszlását verifikáljuk egy általunk elkészített és elő-

zetesen kalibrált polimer gél segítségével. Ugyanezzel a módszerrel megpróbáltuk megvalósítani egy közelterápiás prosztatabesugárzás dozimetria ellenőrzését is.

Eredmények: Vizsgálatunkhoz az ún. MAGIC gélt választottuk, melyből kisebb mintákat ismert dózissal besugarztunk, és meghatároztuk a mintákban mérhető R2 relaxációsebességeket. Az R2 és az elnyelt dózis között lineáris összefüggést találtunk. A gélt tartalmazó edénnyel identikus fantom CT-képsorozatra elkészítettünk egy IMRT besugárzási tervet a XiO tervezőrendszerrel, amely alapján a gélt besugarztuk. A tervezőrendszer által számolt dóziseloszlást ezután összehasonlítottuk a gélben MRI-vel mért eloszlással. A közelterápiás besugárzás esetén a kalibrációt úgy végeztük el, hogy egy pontban megállítva az Iridium-192 izotópot a gélben létrehoztunk egy ismert dóziseloszlást, ami alapján az R2-dózis összefüggés meghatározható volt. Ezt felhasználva kiszámoltuk egy 5 katéterrel megtűzdelte gélben kialakult dóziseloszlást, amit előzőleg tervezőrendszerrel megterveztünk. A besugárzási tervet és az MRI segítségével mért eloszlást ezután összehasonlítottuk.

Konklúzió: A géllal kapott R2-dózis-összefüggés lineáris, így a gél könnyen kalibrálható, ezáltal alkalmas a dóziseloszlás 3D-s meghatározására MRI segítségével. A módszer lehetővé teszi, hogy az IMRT-kezelések, a prosztatatüdelés közelterápiás kezelése és más komplex besugárzások tervét verifikáljuk, és ezzel a kezeléseket megfelelő minőségű biztossítsuk.

Radikális sebési és sugárkezelés következtében kialakult nyaki lágyszínhány pótlása kettős nyelű alhasi perforátor szabadlebensnyel

Oberna F.¹, Tizedes Gy.², Sántha B., Sass T., Tóth I.³

¹Bács-Kiskun Megyei Kórház Arc-, Állcsont-, Szájsebészeti és Fül-Orr-Gégészeti Klinika, Kecskemét, ²PTE Sebészeti Klinika, ³Központi Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Osztály, Pécs

Bevezetés: A mikrosebészeti szövetátültetés a fej-nyak területe bonyolult szövethiányainak pótlására olykor a legmegfelelőbb megoldás.

Beteg, módszer: Az onkológusok által referált, tünetmentes 38 éves nőbeteg 17 éve follicularis pajzsmirigyárral operáltak, majd irradiáltak. A kétoldali radikális nyaki disszekció, valamint a sugárkárosodott bőr által stigmatizált páciens a külső megjelenésén kívánt javítani. A nyaki lágyszínhány volumetrikus pótlására a sovány betegnél az alhasi, perforátor, kettős nyelű zsír-irha lebeny mikrosebészeti átültetése tűnt ideálisnak. A nyaki érhiány okozta technikai nehézségeket a műtét 8. órájában a mentőövként meghagyott felületen lebenyvéna segítségével sikerült áthidalnunk.

Eredmény: A rövid, de eseménytelen posztoperatív szakot követően betegünk 10 nap múlva külföldi munkavállalásra indult.

Következtetés: A mikrosebészeti szövetpótlás gyakorlata interdiszciplináris együttműködéssel műtéti és sugárkezelést követően ritka szövethiány pótlására is, a beteg és orvos együttes meglégedettségével, adekvát megoldást kínálhat.

Aprepitanttal sikeresen kezelt, sugárkezelés indukálta hányás: esetbemutató 3 beteg kapcsán

Ortutay R., Lövey J.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Céltűzés: A sugárkezelés okozta émelygés és hányás (RINV) jelentőségét a klinikusok alábecsülik, annak ellenére, hogy előfordulása a felmérések szerint 50–80% között mozog. A RINV miatt a kezelés szüneteltetésére kényszerülhetünk, mely ronthatja annak hatékonyságát. A szokásos, RINV megelőzésére használatos szerek között található a B6-vitamin, metoclopramid, phenothiasinok, 5-HT3 receptor antagonisták, valamint szteroidok. Rezisztens RINV esetén új lehetőséget teremt a szelektív neurokinin-1 receptor antagonisták (aprepitant, fosaprepitant) alkalmazása. Három, craniospinalis axis besugárzásban részesült betegnél alkalmazott aprepitanttal szerzett tapasztalatainkat mutatjuk be.

Betegek: 1. beteg: anaplasticus, hátsó scalai ependymoma miatt operált (R2 reszekció) 35 éves férfibeteg, 36 Gy CNS axis irradiációban részesült, kiegészítve 24 Gy boosttal a primer tumor területére. A hányinger-hányás a kezelés harmadik hetére uralhatatlanná vált, 32 mg ondansetron, valamint 2x32 mg methylprednisolon alkalmazása ellenére is folyamatos infundálás vált szükségessé. Ekkor aprepitant adását kezdtük, melyből a beteg 6 ciklust kapott 26 nap alatt. Ennek hatására panaszai megszűntek, a kezelést a tervezett dózissal befejeztük. 2. beteg: craniotomián átesett 33 éves nőbetegnél a IV. agykamrából vett szövettani minta medulloblastomát igazolt. A beteg 36 Gy dózisú CNS axis besugárzást kapott, majd 60 Gy-ig boost besugárzást a hátsó scalára. A hányinger a negyedik hétig uralható volt 5HT3-antagonistával (ondansetron), valamint folyamatosan emelt dózisú methylprednisolonnal. Ekkortól parenterális folyadékpótlást, valamint aprepitant adagolását kezdtük (hetente egyszer). Ennek hatására a RINV csökkent, a parenterális folyadékpótlást el lehetett hagyni. 3. beteg: hátsó scalai medulloblastoma miatt operált 28 éves nőbeteg, 36 Gy dózisú CNS axis, majd 20 Gy

dózisú boost besugárzást kapott a hátsó scalára. A harmadik héttől súlyos hányás jelentkezett, mely nem reagált a megszokott szerekre (5HT3-antagonista, nagy dózisú szteroid). Ozmotikus dehidrációt kezdtünk (iv. mannitol, po. glicerin), mely szintén nem javította a beteg állapotát, gyengesége miatt kerekesszékre kényszerült. Ekkor aprepitant adását kezdtük. A betegnek a ciklusok során nem volt szükség parenterális folyadékbevitelre és önállóan közlekedett, de az aprepitantciklusok közötti szünetben újra hányt és kerekesszékre kényszerült. A sugárkezelést a beteg a terveknek megfelelően befejezte.

Megbeszélés: A sugárkezelések többsége komplettálható súlyos RINV nélkül is. A MASCC/ESMO guideline beosztása szerint a CNS axis besugárzás csupán alacsony rizikót jelent RINV-re. Az itt leírt 3 beteg esetén azonban a szokásos szerek nem nyújtottak kielégítő antiemetikus hatást. Három mechanizmus is szerepet játszott a nehezen kontrollálható RINV kialakulásában. Egyrészt a fossa posterior érintő operáció, mely direkt izgalmat okozhat a hányásközpontban (area postrema). Másrészt az area postrema körül kialakult (besugárzásindukált) oedema. A harmadik mechanizmus a felső gastrointestinalis tractust ért direkt sugárzás a direkt gerincmezőből.

Következtetés: Komplikált vagy fokozott egyéni érzékenység miatt kialakuló RINV esetén az NK-1-antagonista aprepitant kifejezetten hatásos a hányás csökkentésében, ezáltal fontos szerepe lehet a kezelés sikeres véghezvitelében, valamint jelentősen javítja a betegek életminőségét.

Lokoregionális előrehaladott arcüregtumor sikeres multimodális kezelése

Padányi G.¹, Oberna F.², Heim A.¹, Csejtei A.¹

¹Markusovszky Egyetemi Oktatókórház, Onkoradiológiai Osztály, Szombathely, ²Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Kórháza, Oktatókórház, Arc-Állcsont-Szájsebészeti és Fül-orr-gégészeti Osztály, Kecskemét

Cél: A szerzők a primer ablasztikus műtétre nem alkalmas, lokoregionálisan előrehaladott fej-nyak daganatok szakmákon átívelő, sikeres multimodális kezelését szeretnék demonstrálni egy érdekes eset kapcsán.

Ányag és módszer: A 60 éves férfibeteg 2 hónapja fennálló panaszokkal fordult orvoshoz 2011. 01. 18-án. Részletes klinikai kivizsgálása T4N2-es stádiumú sinus maxillaris tumort igazolt. Hist.: ca. planocell., grade 3. A szájszészeti szakvizsgálat egy esetleges primer műtét kérdéses ablaszticitása miatt radio-kemoterápiás kezelést javasolt. 3D konformális technikával, napi 2 Gy-s frakciódózisokkal 68 Gy fotonbesugárzást adtunk le. Az irradiáció 1. és 5. hetében a beteg 3-3 napig napi 20 mg/m² cisplatin és 600 mg/m² 5-FU-t kapott. Kontrollvizsgálatok a primer tumor jelentős regresszióját írták le, részben perisztáló nyaki nyirokcsomóáttétekkel. Ismételt szájszészeti ellenőrzés után radikális műtét és disszekció mellett született döntés. 2011. 05. 30-án a hemimaxillektómiát rekonstrukcióval és a bal oldali módosított radikális nyaki disszekciót sikeresen elvégezték.

Eredmény: Rendszeres ellenőrzést követően a beteg 2015 márciusában továbbra is daganatmentes.

Következtetés: Megfelelő interdiszciplináris megközelítéssel és együttműködéssel még egy lokoregionálisan igen előrehaladott fej-nyak daganat is kezelhető eredményesen, és ez mindannyiunk örömeire idővel a beteg végleges gyógyulását is jelentheti.

Tapasztalatok a PET/CT alkalmazásával a nyelöcsőrak 3D sugárkezelésének tervezésében

Patonay P., Naszály A.

Uzsoki Utcai Kórház, Fővárosi Onkoradiológiai Központ, Budapest

Céltűzés: A PET/CT-vizsgálat beillesztése a nyelöcsőrak 3D sugárkezelésének tervezésébe.

Ányag és módszer: Az Uzsoki Kórház Onkoradiológiai Központban 2014. március és 2015. március között a nyelöcsőrak miatt kezelt betegek közül 15 esetben készült PET/CT-alapú 3D kezelési terv. A sugárkezelés rekonalizációs célú endoluminalis HDR AL kezeléssel indul, majd MV fotonbesugárzást alkalmazunk szimultán cisplatin-5-fluorouracil kemoterápiához hozzáadásával. Mind a HDR AL kezelést, mind az MV fotonbesugárzást 3D terv alapján történik. A topometriás CT (TCT) és a PET/CT fuzionálásával, a daganat biológiai aktivitását figyelembe véve készíthető el a terápiás terv.

Eredmények: A 15 beteg közül 6 betegnél a PET/CT- és a TCT-felvétel egyeztek egymással. Két betegnél a biológiai aktivitás daganat kisebbnek bizonyult a TCT által jelzetté, 1 betegnél a disszemináció kizárható volt, míg 4 esetben kiterjedtebb elváltozást mutatott. Két páciensnél távoli áttét igazolódott, emiatt ezeknél a betegknél a kuratív terápiától eltekintettünk.

Megbeszélés: A nyelöcsőrak tervezésében a PET/CT jól alkalmazható, mivel a daganat biológiai aktivitását figyelembe véve TCT alapján várható PTV és ezáltal a környező ép szövetek sugárterhelése csökkenthető, illetve a TCT alapján

várt kisebb elváltozás helyett a daganat tényleges kiterjedéséhez igazítható a besugárzási terv. Mindezek alapján a környező szervek sugárterhelésének csökkentése és a mellékhatások enyhülése várható.

Intenzitásmódulált és konformális besugárzási tervek dozimetriai elemzése fej-nyak tumorok külső besugárzásánál

Pesznyák Cs.^{1,2}, Béla D.¹, Takácsi-Nagy Z.¹, Major T.¹, Polgár Cs.¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²BME TTK, Nukleáris Technika Tanszék, Budapest

Célkitűzés: Munkánk célja különböző technikával készült besugárzási tervek dozimetriai összehasonlítása fej-nyak daganatos betegeken.

Módszerek: Négy különböző technikával készült teleterápiás tervet hasonlítottunk össze 10 betegre: két konformális (forward tervezés, konvencionális 90°–270°-os opponáló és alsó anterio-posterior illesztett mezős [Conv], illetve conformal parotis sparing [ConPas]), inverz módszerrel készült 3D konformális [INVCRT], valamint intenzitásmódulált radioterápiás [IMRT] tervet. A besugárzástervezést azonos PTV₅₀ illetve PTV₆₆ céltér-fogatokra készítve – a védendő szerveket (gerincvelő, mindkét oldali parotis, parotis-PTV₅₀, szájüreg, szájüreg-PTV₅₀) előre kijelölve – Philips Pinnacle3 v8.0m tervezőrendszerrel végeztük. IMRT esetében az adott térfogatokra előírtuk az optimalizálási feltételeket, dózismegszorításokat. Az alapbeállításánál 7 mezőt használtunk, egyenletes szögelosztással. Az optimalizálás során két protokollt alkalmaztunk, az egyik esetben a terv 40 szegmessel IMRT „step and shoot” technikával készült, míg a másik esetben (INVCRT) 14 szegmessel készült, amit statikus mezőkbe alakítottunk át. Meghatároztuk az egyes tervek konformitási és a homogenitási indexeit (COIN, illetve HI) a céltér-fogatokra, valamint elemeztük a védendő szervek dózisterhelését.

Eredmények: Az IMRT, INVCRT, Conv és ConPas technikánál a PTV₅₀ céltér-fogat ellátottságának vizsgálata után a homogenitási index (0,13), (0,18), (0,22) és (0,19), a konformitási index pedig (0,76), (0,68), (0,13) és (0,09) értéket mutatott. Ugyanezen technikáknál 66 Gy összdózis esetén a gerincvelő maximális dózisterhelése 38 Gy, 42 Gy, 45 Gy és 44 Gy-nek; a szájüreg céltér-fogaton kívüli részének átlagdózisa 33 Gy, 36 Gy, 30 Gy és 48 Gy-nek bizonyult. Abban az esetben, ha a 16 Gy kiegészítő kezelést csak az egyik oldalra kellett adni, az ellenoldali parotis átlagdózisa 28 Gy, 31 Gy, 49 Gy, illetve 43 Gy, míg az azonos oldali parotis átlagdózisa 39 Gy, 41 Gy, 59 Gy és 53 Gy volt.

Következtetések: A céltér-fogat ellátottságának és a védendő szervek terhelésének dozimetriai elemzése és a dozimetriai indexek értékei alapján egyértelműen megállapítható, hogy az alkalmazott IMRT technikával a céltérület ellátottsága jobb, mint a másik három módszernél. Bár a szájüreg védelmét a mezőelrendezésből adódóan a legjobban a konvencionális technika biztosítja, a parotis és a céltér-fogat szempontjából ez adja a legrosszabb eredményeket. A ConPas technika esetében a szájüreg terhelése a legnagyobb, amely súlyosabb korai és késői mellékhatásokat eredményezhet. IMRT technika esetében a szegmensszám növelésével csökkenthető a védendő szervek dózisterhelése, az ésszerűség határán belül.

Centrális tüdőtumorkok sugárkezelése brachyterápiával

Petre I., Árkocsevics E., Bajcsay A., Major T., Baricza K., Ágoston P.
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: Sugárterápiás Központunkban tüdőtumorkok iridium-192 sugárforrással végzett brachyterápiájának (BT) bemutatása a daganat elhelyezkedése és stádiuma szerint. A beteg körüli teendők áttekintése.

Anyag és módszer: Magyarországon a leggyakoribb daganatos halálok a tüdőrák. Szövettanilag, illetve az onkoterápiára adott viselkedése alapján a tüdőrákot két fő típusba soroljuk: a kissejtes rák (SCLC) és a nem kissejtes rák (NSCLC). A kissejtes tüdőrák prognózisa rosszabb. Ugyan a sugár- és kemoterápiára általában jól, látványosan reagál, viszont hajlamos a korai kiújulásra, áttétképzésre. Az NSCLC-t több szövettani altípusra osztjuk, melyek mindegyike a hörgők hámszejteiből indul ki és a hörgők elzáródásához vezethet. Ennek egyik kezelési lehetősége a hörgőbrachyterápia (BT). A tumorok kezelésére 1, 2 vagy 3 alkalommal (1×10 Gy, vagy 2×7 Gy, 3×5 Gy/0,5–1 cm szöveti mélységben) nagy dózisteljesítményű („high dose rate”=HDR) brachyterápiát (HDR-BT) adhatunk afterloading technikával. Ez lehet önálló kezelés a hörgőszűkület felszabadítására, vagy a külső sugárkezelést is kiegészítheti. Bemutatjuk a HDR-BT során a beteg előkészítését, az alkalmazott eszközöket, illetve a besugárzást.

Eredmények: Az előzőleg kivizsgált beteg speciális felvilágosítása a tervezett beavatkozásról elengedhetetlen, mivel egy speciális, a külső besugárzáshoz képest jóval kellemetlenebb beavatkozásról van szó. A beteg gondos vezetése, támogató jelenléttel segítése az egész eljárás során fontos a személyzet részéről. Ez elősegíti a beteg együttműködését, a kezelés sikerét. A beavatkozást bronchológus szakember közreműködésével végezzük. A beteg éhgyomorral érkezik. Intramuscularisan kap 1 ampulla (1 mg) atropininjekciót a simaizomgörcsök megelőzésére. Ezt követően

lidocain spray-vel a garatba fecskendezünk a száj- és toroknyálkahártya érzéstelenítése és a hányinger, hányás megelőzése céljából. A beteget kényelmesen háton fekvé elhelyezzük a műtőasztalon. Oxigént és szívtől készitünk mellé, ha szükséges, alkalmazunk. Bronchosopia segítségével az orvos feltérképezi a tracheát, főhörgőket, hörgőket, és meghatározza a daganat helyét, majd a bronchoscop munkacsatornáján keresztül levezeti a zárt végű, 1 mm átmérőjű, 150 cm hosszú bronchuskatétert (1, 2 vagy 3 darabot), és szem ellenőrzése mellett elhelyezi a megfelelő helyzetbe, mélységbe. Ezt követően az orvos a bronchoscopos eszközt eltávolítja anélkül, hogy a katétert kimozdítaná az előzőleg beállított helyéből. A katétert ragtapasszal rögzítjük az arcbőrhez, és a katéterekbe röntgenárnyékot adó, cm-beosztással ellátott jelölő markereket vezetünk. CT és/vagy „C-karos” képerősítővel ellenőrizzük a katéter(ek) helyzetét. Miközben az orvos és a fizikus a felvételek alapján elkészíti a besugárzási tervet, a markereket eltávolítjuk, és a katétereket összekötjük a besugárzókészülékkel. A néhány perces besugárzás alatt a beteget magára hagyjuk a kezelőhelyiségben kép és hang ellenőrzése mellett. A besugárzás végeztével a katétereket eltávolítjuk, és szükség szerint oxigént és szívtől alkalmazunk.

Következtetések: A HDR-BT-val rövid idő alatt nagy dózisu besugárzás adható le a hörgőkbe. A hörgők intracavitális HDR-BT-ját körkörös szűkítő tumorok kezelésére alkalmazzuk. Ugyan a leadott dózis lokálisan a nyálkahártyán fokozottabb sugárreakciót eredményezhet, mint a külső sugárkezelés, de a környező szerveket érintő mellékhatások kisebbek, így a hörgő-BT kiegészíthető akár külső sugárkezeléssel is. Az eredményes besugárzást segíti a személyzet pontos felvilágosító munkája és a beavatkozás alatt a beteg vezetése, támogatása. Sikeres kezelés után a beteg napokon belül jelentős változást érez, hörgőszűkülete oldódik, légzése könnyebb lesz.

Vizsgálatok EBT2 filmmel

Pintye É.¹, Gáldi Á.², Holló T.³, Dobos E.¹, Kovács A.¹, Szabó I.¹, Gulyás L.³, Furka A.¹

¹DEKK Onkológiai Intézet, Sugárterápia Nem Önálló Tanszék, Debrecen, ²BME TTK Nukleáris Technikai Intézet, Orvosi Fizika Szakirány, ³Gamma Sugársebészeti Központ (Brain-X Kft), Debrecen

Cél: A bonyolult sugárkezelések ellenőrzése komplex és időigényes folyamat, ezért igyekszünk egyszerű, biztonságos és gyors módszert választani az ellenőrzésre. A mostani munkánk során a lehetőségek közül a különleges GaFchromic EBT2 (External Beam Radiotherapy) film használatát vizsgáltuk.

Anyag és módszer: A csomagolást nem igénylő GaFchromic EBT2 film 5 rétegű. Két külső poliészter rétege vízálló, így vízfantomban is használható. Nagy dózis- és energiartartományban alkalmazható. Besugárzást végeztünk Theratron 780C kobaltgyúval és az Elekta gyártmányú Synergy lineáris gyorsító 6 MV, 10 MV és 15 MV fotonnyalábjával. Kiértékeléshez az EPSON Perfection 4990 PHOTOCOPY scannert, és a FilmQA Pro software-t használtuk. Az energiafüggés vizsgálatához 5×5 cm mezőméretet választottunk, és akkor filmméretet vágtunk, hogy a félárnyék is ábrázolódjon. A besugárzást a film vágásától számítottan azonnal és legalább 24 óra elteltével is elvégeztük. A besugárzási terv ellenőrzésére a filmet az IBA gyártmányú MULTICube kockafantom filmminzertjébe helyeztük. A scannelés előtt a besugárzás után rövid időn belül végeztük el, majd hosszabb idő elteltével megismételtük. Vizsgálatunk arra is kiterjedt, hogy a scannerbe azonos és eltérő pozícionálással, azonos és eltérő területre helyeztük be a filmet.

Eredmények: A film egyszerűen kezelhető, de óvatosan kell vele bánni. A csomagolás nélküli filmet csak a szélén szabad megfogni, lehetőleg pamutkesztyűben, hogy ujjlenyomatot ne hagyjunk rajta, ami a mérési eredményt torzíthatja. Fontos a film vágása és felhasználása között eltelt idő, a szerkezetének módosulása miatt. Legalább 24 óra várakozási idő ajánlott. Az eredmények összehasonlíthatóságát és a mérés pontosságát növeli, ha a filmet azonos orientációban helyeztük be a scannerbe, azonos területre, és azonos scannert használunk a vizsgálati sorozatban részt vevő filmek kiértékeléséhez. A film kiértékelésekor kapott dóziseloszlás lényegesen jobb felbontású, mint egy mátrixdetektorral kapott eredmény, hiszen a 2D array mátrixdetektorok felbontásának határt szab a detektorok fizikai mérete.

Következtetések: A legegyszerűbb besugárzási elrendezéstől (szabályos, nyílt mező) a legbonyolultabbig (VMAT) a GaFchromic film eredményesen használható ellenőrzésre. A film, scannelését követően, digitalizált dokumentációra is alkalmazható. Jelenleg csak az EBT2 filmet próbáltuk ki, de tervezzük a GaFchromic RTQA2 (Radiotherapy Quality Assurance) film vizsgálatát is.

Különböző „boost” technikák összehasonlítása magas kockázatú prosztatarákos betegek külső sugárkezelésénél

Pócza T.^{1,2}, Ágoston P.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}, Major T.¹, Polgár Cs.¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, Budapest

Célkitűzés: Különböző besugárzási technikákkal készített „boost” tervek dozimetriai összehasonlítása magas kockázatú prosztata-daganatos betegek külső sugárkezelésénél.

Módszerek: 5 beteg topometriai CT-képzéskészletére besugárzási terveket készítettünk napi 2 Gy frakciódozissal. A célterefogatot mindegyik betegnél 44 Gy-ig a kismencedei nyirokregió, az ondóhólyagok és a prosztata, 60 Gy-ig az ondóhólyagok és a prosztata, valamint 78 Gy-ig a prosztata képezte. A kismencedei célterefogat teret intenzitásmódulált ívterápiával (RapidArc, RA), 2 teljes ív használatával terveztük meg. A további két célterefogatra 4-4 különböző tervet készítettünk, 3D konformális négyezős boksz (CRT), valamint inverz (egy teljes íves (IRA), két teljes íves (2RA) és „sliding window” (SW) intenzitásmódulált) technikákkal. Minden betegnél összegeztük a terveket az összes lehetséges párosításban, tehát betegenként 16 különböző tervet hasonlítottunk össze, azonos célterefogat-ellátottság mellett. A kismencedei célterefogat előírt lefedettsége V95%=99%, a „boost” térfogatoké V95%=99,5% volt, a maximum egyik esetben sem haladhatta meg az előírt dózis 110%-át. Az összegzett és az egyes „boost” tervek esetén is elemeztük a különböző tervezési módszerekkel a rektum, a húgyhólyag és a csípők dózisterhelése tekintetében, valamint vizsgáltuk a szükséges monitoregységek számát (MU) és a kezelési idő hosszát.

Eredmények: CRT, IRA, 2RA és SW technikával átlagosan 263 MU, 574 MU, 569 MU és 763 MU szükséges a tervek leadásához, a kezelési idő pedig 102, 80, 131 és 162 másodperc. Mindkét „boost” célterefogatra CRT, RA1, RA2, illetve SW technikát alkalmazva a rektum átlagdózási 49,7 Gy, 47,6 Gy, 45,4 Gy, illetve 43,7 Gy, a V50Gy értéke 43,1%, 34,7%, 34,6% és 31,3% volt. A rektum átlagos V70Gy értékei 2%-kal különböztek egymástól. A hólyag átlagdózási 44,7±0,9 Gy, illetve V50Gy-re számított átlagértéke 32,4±1,7%, vagyis a hólyag terhelését tekintve nem volt jelentős különbség az egyes tervek között, de az inverz módszerek kismértékű dóziscsökkenést eredményeztek. A csípők V50Gy értéke CRT technika esetén 6,7% volt, a legjobb eredményt (2,5%) az IRA technikával értük el.

Következtetések: A CRT-hez képest intenzitásmódulált radioterápiával csökkenthető a védendő szervek dózisa. A kismértékben megnövekedett MU és kezelési idő mellett az SW technika használatával érhető el a legjobb rektumvédelem. A hólyag dózisterhelése mindhárom inverz technikával hasonló. Az eredmények alapján legalább az egyik „boost” célterefogat kezelését érdemes SW technikával végezni.

A magyar sugárterápia helyzete a betegellátási adatok, a rendelkezésre álló infrastruktúra és emberi erőforrás tükrében

Polgár Cs., Major T., Király R., Fodor J., Kásler M.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: A magyar sugárterápia helyzetének felmérése és ismertetése a 2012–2014. évi betegadatok, a rendelkezésre álló infrastruktúra és emberi erőforrás tükrében.

Anyag és módszer: 2014 decemberében és 2015 januárjában valamennyi (n=12) magyar sugárterápiás központ vezetőjét egy 3 részből (1. betegellátási adatok; 2. sugárterápiás infrastruktúra; 3. emberi erőforrás) álló kérdőív kitöltésére kértük fel.

Eredmények: Az adatszolgáltatásnak mind a 12 sugárterápiás központ eleget tett. 1. Betegellátási adatok: 2014-ben Magyarországon 33 162 beteg részesült sugárkezelésben: teleterápiában 31 678 (95,5%), brachyterápiában (BT) pedig 1484 (4,5%) beteg. A 2012-es évhez képest az összes sugárkezelés beteg száma 6,6%-kal emelkedett: a külső sugárkezelések száma 7,6%-kal nőtt, a BT-k száma azonban 11%-kal csökkent. Az összes sugárkezelés 42%-át (n=14 047) a két fővárosi központ végezte: OOI – 9235 beteg (28%), Uzsoki – 4812 beteg (14%). A megavoltos besugárzásokon kezelt betegek (n=22 239) közül mindössze 901 (4%) részesült intenzitásmódulált radioterápiában (IMRT) és 2018 (9%) képzéssel sugárkezelésben (IGRT). Sztereotaxiás sugárkezelést (n=260) három, egésztest-besugárzást (n=36) két központ végzett. A BT-k 54%-át (n=778) Budapesten végezték: OOI – 539 beteg (36%); Uzsoki – 239 beteg (16%); 3 központban BT-t nem végeztek 2014-ben. Proszтата I-125 BT-t (n=77) és emlőtűzdelést (n=16) csak egy, prosztata HDR BT-t (n=75) kettő, míg fej-nyaki tűzdelést (n=24) három sugárterápiás központ végzett. 2. Infrastruktúra: A folyamatban lévő EU-s fejlesztéseket is beszámítva 2015 végétől 13 sugárterápiás központban összesen 39 megavoltos besugárzó (36 lineáris gyorsító és 3 kobaltágyú), illetve 11 brachyterápiás készülék fog üzemelni. A fejlesztéseket követően gyakorlatilag minden magyar sugárterápiás központban megteremtődik a modern sugárterápiás technikák (IMRT, IGRT) bevezetésének infrastrukturális feltételrendszere. 3. Emberi erőforrás: Jelenleg a 12 sugárterápiás központban 92 sugárterápiás szakorvos, 29 rezidens/segédorvos, 61 klinikai sugárfizikus, 10 dozimetrista/fizikus asszisztens és 10 mérnök/informatikus dolgozik. A szakorvosok 32%-a (n=29), a fizikusok 21%-a (n=13) rendelkezik tudományos (PhD) minősítéssel. A sugárterápiás rezidensek csaknem fele (n=14) Budapesten dolgozik. Országos átlagban az egy szakorvosra és egy fizikusra jutó betegszám 209 (tartomány: 108–387) és 368 (tartomány: 182–652). A sugárterápiás asszisztensek száma 229, közülük 61 (27%) felsőfokú (BSc) végzettséggel rendelkezik. A BT-s műtősök száma 19. Klinikai sugárbiológus (n=6) csak két központban áll alkalmazásban. Országosan a betöltetlen sugárterápiás állások száma 23, ebből az üres orvosi állások száma 11.

Következtetés: A sugárterápiás szakmai minimumfeltételek és a WHO ajánlásainak biztosításához további 11 új lineáris gyorsító és 2 brachyterápiás készülék telepítésére lenne szükség. A kezelési adatokat, az infrastruktúra állapotát és a rendelkezésre álló emberi erőforrást is figyelembe véve a sugárterápiás géppark további bővítésére és felújítására a vidéken zajló fejlesztések befejezését követően elsősorban Budapesten van szakmai szempontból alátámasztott igény. A sugárterápiás központi fejlesztésekből ki-

maradt OOI gépparkjának felújítása nem halasztható tovább. Magyarországon nemzetközi összehasonlításban alacsony a BT-ban és modern teleterápiában (IMRT és IGRT) részesülő betegek aránya. A felzárkózás és a modern sugárterápiás technikák bevezetésének további feltétele a meglévő szakemberek továbbképzése és újak kiképzése erre felkészült hazai és nemzetközi központokban. A sugárterápia hiányszakmák közötti besorolása továbbra is indokolt.

Korszerű RapidArc tervezési technika prosztatatumorok többlépcsős sugárkezeléséhez

Sebestyén Zs., Kovács P., Sebestyén K., Szappanos Sz., Lőcsei Z., Kalinacsák J., László Z., Boronkai Á., Belyei Sz., Farkas R., Mangel L.

Pécsi Tudományegyetem, ÁOK KK Onkoterápiás Intézet, Pécs

Céltűzés: Prosztatatumorok 3D konformális technikával történő besugárzás-tervezésénél a tervezési célterefogat (PTV) megfelelő dózisszállottsága mellett a rectum relatív térfogati dózisterhelési tapasztalataink szerint toleranciaszint felett vannak. Egylépcsős besugárzásoknál standard (ST) RapidArc tervezési technikát alkalmazva a rectum relatív térfogati dózisa toleranciaszintjük alatt tarthatók, azonban komplex, többlépcsős besugárzásoknál a rectum V40, V50, V60 és V70 relatív térfogati dózisa sok esetben toleranciaszint feletti. Célünk egy új, korszerű RapidArc tervezési módszer kifejlesztése, ami többlépcsős besugárzások esetében is hatékonyan védi a kritikus szerveket a célterefogat homogenitásának és konformitásának romlása nélkül.

Módszerek: Intézetünkben 2012. március óta már több mint 350 prosztatatumoros beteg részesült RapidArc típusú intenzitásmódulált ívterápiás (IMAT) sugárkezelésben. A CT-alapú 3D-s IMAT besugárzástervezés Eclipse 10.039 rendszerrel (Varian, Palo Alto CA, USA) történt 1,8 Gy frakciókban leadott 45+36 Gy dózissal, azaz 81 Gy összdózissal. A kritikus szervek közül minden esetben a rectumot (annak elülső és hátsó falát külön is), a hólyagot, a femurfejeket és az anuszt jelöltük be. A ST RapidArc tervezési technikához képest az intézetünkben kifejlesztett új ARA (Advanced RapidArc) korszerű tervezési módszer két 5-5 fokban kiforgatott non-koplanáris, teljes körbefordulási 6 MV fotonenergiájú RapidArc mezőt tartalmaz. Az optimalizálási folyamatra történő előkészület fontos része a számos, következetesen alkalmazott fiktív (dummy) segédstruktúra létrehozása. E segédstruktúrák egy része a rizikószervek hatékonyabb védelmében segít, másik részük a célterület lefedettségének további javítását könnyíti, harmadik részük pedig a célterület és a rizikószervek összefekvő területén segít a dózis minimálisan csökkenti a kívánt 95%-os lefedettség rontása nélkül. A módszer további lényeges eleme az intézetünkben kifejlesztett optimalizálási folyamat, mely minden besugárzási lépcső esetén külön-külön nem az adott besugárzási lépcső előírt dózissal, hanem a frakciószám növelésével mindig az összdózissal történik. Kritikusan az átlagdózissának és relatív térfogati dózissának toleranciaszint alatt tartására. Végül az optimalizálás után minden besugárzási lépcső esetén visszaállítottuk az eredeti frakciószámot. A rizikószervek esetében a következő átlagdóziskorlátokra törekedtünk: rectum <45 Gy, hólyag <60 Gy, femurfejek <40 Gy, valamint a következő relatív térfogati dóziskorlátokat tettük figyelembe: rectum + anus: V40<80%, V50<50%, V60<40%, V70<20%; hólyag: V65<30%, V70<35%, V75<25%.

Eredmények: A jelen stádiumban statisztikai kiértékelés még nem készült, az ehhez szükséges korrekciók, azaz az egész tervezési és optimalizálási folyamatra részletes kiterjedő, és az ARA technikához hasonlóan precízen reprodukálható retrospektív ST RapidArc besugárzási tervek elkészítése még folyamatban van. Eddigi tapasztalataink alapján elmondható, hogy minden olyan betegnél, ahol a ST RapidArc technika alkalmazásával a rectum relatív térfogati dózisa toleranciaszint feletti volt, az ARA tervezési módszerrel a dózisterhelés toleranciaszint alá csökkent a célterület dózishomogenitásának érdemi változása nélkül.

Következtetések: Az ARA tervezési módszerrel többlépcsős besugárzások esetén az aktuális relatív térfogati dózisok várhatóan szignifikánsan csökkenthetők a ST RapidArc technikához képest, míg a tervek konformitása, a PTV dózishomogenitása és a többi kritikus szerv dózisterhelése várhatóan nem változik szignifikánsan. Az ARA korszerű RapidArc tervezési módszer IMAT besugárzási technikát alkalmazva megteremti a további dózisszkaláció lehetőségét. A módszer várhatóan minden más IMRT és IMAT technikánál hatékonyan alkalmazható más tumorregiókban (különösen tekintettel a fej-nyak régióra) levő többlépcsős besugárzások esetén is a relatív térfogati dózisok toleranciaszint alatt tartásában.

Az integrált boost kezelési technika dozimetriai összehasonlítása a kétlépcsős besugárzással

Sebestyén Zs., Kovács P., Sebestyén K., Lőcsei Z., Kalinacsák J., László Z., Szappanos Sz., Boronkai Á., Belyei Sz., Mangel L.

Pécsi Tudományegyetem, ÁOK KK Onkoterápiás Intézet, Pécs

Céltűzés: Ugyanazon célterületekre nézve az Integrált Boost (IB) és a kétlépcsős (Two Phase – 2PH) besugárzási tervek dozimetriai kiértékelése, és ez alapján az egyes tervezési technikák egymáshoz képesti értékelése.

Módszerek: A kiértékelést egy agytmoros beteg kezelése esetén végeztük el. A tényleges kezelés IB kezelés volt, a kétlépcsős besugárzási tervet retrospektíven készítettük el. Mindkét esetben RapidArc típusú intenzitásmódulált ívterápiás (IMAT) sugárkezelési terv készült. A CT-alapú 3D-s IMAT besugárzástervezés Eclipse 10.039 rendszerrel (Varian, Palo Alto, CA, USA) történt. A célterületre (PTV) és a boost célterületre (PTVboost) előírt összdózis 54 Gy és 60 Gy volt 2 Gy frakciódózzissal. A kritikus szervek közül az agytörzset, a szemeket, a szemlencsét, a látóideget, valamint a chiasmát jelöltük be. A tervezési és az optimalizálási folyamatban mindkét esetben az intézetünkben kifejlesztett ARA (Advanced RapidArc) korszerű tervezési módszert alkalmaztuk, amely két 5-5 fokban kifogartott non-koplanáris, teljes körbefordulású 6 MV fotonenergijú RapidArc mezőt tartalmaz. A 2PH esetében az első lépcsőben 54 Gy összdózzissal készült terv a PTV-re, valamint második lépcsőként 6 Gy összdózzissal készült terv a PTVboost-ra, mindkét esetben 2 Gy-es frakciódózzissal, így összesen 30 db frakcióra készült el a terv. Az IB esetében elsőnek logikusnak tűnne a 60 Gy-es összdózis a PTVboost célterületre 2 Gy-es frakciódózzissal, 30 db frakcióban, valamint az 54 Gy-es összdózis a PTV PTVbooston kívüli részére (PTV-PTVboost) a 30 db-os frakciószám miatt 1,8 Gy-es frakciódózzissal. Ebben az esetben azonban sugárbiológiai hatását tekintve nem lenne egyenértékű az eredetileg előírt dózissal (54/2 Gy) az így leadandó (54/1,8 Gy) dózis. Így annak érdekében, hogy a leadandó dózis biológiailag egyenértékű legyen a tervezett, 30 db összfrakció esetén 55,8 Gy-es összdózzist kell leadnunk 1,86 Gy-es frakciódózzissal, ami már biológiailag egyenértékű az eredetileg 27 db frakcióban, 2 Gy-es frakciódózzissal leadni kívánt 54 Gy-es dózissal. Az ekvivalens dózisa történő átszámoláshoz a szakirodalomban megtalálható megfelelő képleteket használtuk, mely során a részben az agytörzsben levő agytmor alfa/béta arányát 3-nak vettük. A rizikószervek esetében a következő átlagdózisoktól torokkedünk: szemek <10 Gy, szemlencsék <5 Gy, valamint a következő relatív térfogati dóziskorlátokat vettük figyelembe: agytörzs, látóideg, chiasma: V54=0%. A PTV-PTVboost célterületrészt dózishomogenitását az ICRU 50 alapján értékeltük (V95%).

Eredmények: Az IB és a 2PH tervek dozimetriai összehasonlítása az alábbi táblázatban látható:

Átlagdózisok	2 lépcsős (2PH)	Integrált Boost (IB)
PTV	59,68 Gy	58,41 Gy
PTVboost	59,96 Gy	60,00 Gy
PTV-PTVboost	59,32 Gy	56,33 Gy
Body-PTV	5,08 Gy	4,37 Gy
szemek	8,48 Gy	6,03 Gy
	2 lépcsős (2PH)	Integrált Boost (IB)
V54 agytörzs 3 mm PRV – PTV	1,430%	0,002%
V54 chiasma 3 mm PRV – PTV	0,169%	0,000%
PTV-PTVboost dózishomogenitása: V _{95%} PTV-PTVboost	97,2%	97,9%

Következtetések: Az eredmények alapján megállapítható, hogy dozimetriai szempontból a 2PH technikához képest az IB technikával jelentősen csökkenthető a rizikószervek és minden célterületen kívüli normális szövet dózisterhelése. A PTV-PTVboost célterületrészt előírásán felüli dózisszállótsága úgy csökkenthető jelentős mértékben, hogy közben nem romlik, sőt még javulhat is annak dózishomogenitása.

Különböző intenzitásmódulált sugárterápiás technikával készült besugárzási tervek elemzése fej-nyak tumorok esetében

Smanyó V.¹, Béla D.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}, Takácsi-Nagy Z.¹, Polgár Cs.¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²BME TTK, Nukleáris Technika Tanszék, Budapest

Célkitűzés: Intenzitásmódulált radioterápiás (IMRT) technikával készült besugárzási tervek összehasonlítása fej-nyak daganatos betegeknél.

Anyag és módszer: Három különböző IMRT technikával („Step and Shoot” [SS], „Sliding Window” [SW], valamint „RapidArc” [RA]), azonos tervezési célterületre (PTV_{50-re}, illetve PTV_{66-ra}), inverz tervezéssel készült teleterápiás terv dózisszállótságot hasonlítottunk össze 5 betegen. A védendő szerveket (gerincvelő, mindkét oldali parotis, parotis-PTV₅₀, szájüreg, szájüreg-PTV₅₀) kijelöltük. SS módszernél a Philips Pinnacle3 v8.0m, míg SW és RA technikánál a Varian Eclipse tervezőrendszereket használtuk. SS és SW kezelés során 7 mezőt használtunk, RA terápiánál a PTV₅₀ esetében két ívet, a PTV_{66-ra} egy ívet alkalmaztunk. A SS terv 40 szegmensen készült. A különböző módszereknél meghatároztuk a homogenitási

indexet (HI), valamint elemeztük a védendő szervek dózisterhelését. Vizsgáltuk a tervek monitoregységét (MU), mivel ez az érték arányos a másodlagos tumorok kockázatát növelő szórt sugárzással.

Eredmények és megbeszélés: A HI a SS, SW, illetve RA technikánál a PTV_{50-re} 0,13, 0,07 és 0,09 volt. Ugyanezen technikáknál 66 Gy összdózis esetén a gerincvelő maximális dózisterhelése 38, 41 és 41,6 Gy, míg a szájüreg célterületen kívüli részének átlagdózzisa 33, 31,8 és 32,4 Gy volt, azonos sorrendben. Ha „boost” kezelést csak az egyik nyakfélre adtunk, az ellenoldali parotis átlagdózzisa 28, 22,3, illetve 21,6 Gy, míg az azonos oldalié 39, 24,3 és 22,2 Gy volt. A leadott MU 66 Gy összdózzisnál a SS, SW és RA technikánál 966, 1720 és 751 volt. A kezelési idő az RA módszernél átlagosan 2 percig, míg SS-nál 14, SW-nál pedig 8 percig tartott.

Következtetések: A SW és RA technikánál mind a védendő szervek dózisterhelése, mind a célterület ellátottsága jobb, mint a SS módszernél, bár utóbbinál a szegmensek növelésével mindkét érték javítható. A leadott MU és a kezelés gyorsaságának tekintetében egyértelműen a RA technikával kaptuk a legjobb eredményeket.

A syngo VSim munkaállomás előnyei a virtuális szimulációban

Somogyi E., Stefán A., Herein A., Bajcsay A.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: Poszterünkkel a Siemens syngo VSim munkaállomás használatát és a virtuális szimulálásban betöltött szerepét mutatjuk be.

Anyag és módszer: Az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában 2012 óta a virtuális szimulációhoz Siemens Definition AS típusú CT-szimulátort használunk, amelynek elengedhetetlen részegysége és egyben a lelke is a syngo VSim. A syngo VSim lehetőségei: bármilyen rekonstruált metszet felhasználható; klinikai tumortérfogat („clinical target volume”, CTV) berajzolása; tervezési tumortérfogat („planning target volume”, PTV) kialakítása a CTV kiterjesztésével; izocentrum-jelölés; besugárzási mezők felvétele; tervezett besugárzás 3D megjelenítése.

Eredmények: Az izocentrum-jelölés egyszerű, 3D-s rekonstrukciós képek segítik. A besugárzástervezés elő- és utószimulálás nélkül, „egy ülésben” történik. A sugárterápiás kezeléseket a minőségbiztosítás szabályainak megfelelően végezzük.

Következtetés: Tapasztalataink alapján a speciális syngo VSim munkaállomás felgyorsítja a páciens jelölését, a virtuális szimuláció munkafolyamatát. A rendszer valamennyi besugárzási mező szimulálására alkalmazható. Lehetővé teszi, hogy a beteg már a szimuláció napján besugárzást kapjon. A terápiát biztonságosabbá, pontosabbá teszi.

Diagnosztikai képalkotó precizitása a sugárterápiában

Stefán A., Somogyi E., Herein A., Ágoston P., Székely J., Bajcsay A.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Cél: A CT-szakasszisztensek munkájának bemutatása topometriai CT-vizsgálatok során.

Anyag és módszer: Intézetünkben egy 20 szeletes Siemens Definition AS készülékekkel végezzük a besugárzástervezéshez szükséges topometriai CT-vizsgálatokat.

Eredmények: A látott elváltozások függvényében kiegészítő méréseket végeztünk (denzitás, nagyság mérése) az elváltozások pontosabb megítélése céljából. Találkoztunk olyan esetekkel, melyek a sugárkezelés tervezett időpontját befolyásolták (pl. emlőbesugárzásnál seroma, mellkasi besugárzásnál pleurális folyadékgyülem, hasi-kismedencei besugárzásnál ascites), illetve előfordultak olyan elváltozások, melyek a sugárkezelést ugyan nem befolyásolják, de fontosnak tartottuk a kezelőorvos értesíteni (pl. máj-elváltozásokra utaló denzitásváltozások, vese üregrendszerének tágulata, pajzsmirigy nagyság- és szerkezetbeli eltérése, hydrocele testis). Ha bármilyen (nem feltétlenül a diagnózissal összefüggő) elváltozást találunk a rétegfelvételi képeken, képi dokumentációt készítünk, melyen az elváltozás nagyságát, denzitását lemérjük.

Következtetés: A modern egészségügyi ellátásban a képalkotó vizsgálatok nélkülözhetetlenek. A sugárkezelések tervezése és kivitelezése során elengedhetetlen a jó képalkotó diagnosztika, ami egyben az eredményes gyógyítás feltétele is.

Különböző modern besugárzási technikák dozimetriai összehasonlítása gyorsított részleges külső emlőbesugárzásnál

Stelcer G.^{1,2}, Mészáros N.¹, Major T.¹, Polgár Cs.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technika Tanszék, Budapest

Célkitűzés: Gyorsított részleges emlőbesugárzás esetén összehasonlítani a háromdimenziós konformális (3D-KRT), a „step and shoot” (SS) és „sliding window” (SW) intenzitásmódulált, valamint az intenzitásmódulált ívbesugárzási (IMAT) technikákat dozimetriai, terminológiai és gyakorlati szempontok figyelembevételével.

Módszerek: 10, parciális emlőbesugárzásra alkalmas beteg 3 mm-es szelvetvasztású CT-képkészletére 4 különböző besugárzási technikával készítettünk terveket. A céltérfogatot a titán sebészli klipek által határolt tumorágyból, a CTV-n keresztül kiterjesztett PTV képezte. Az intézeti tervezési célokat a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően határoztuk meg. A 3D-KRT technika non-koplanáris, míg az IMRT és IMAT tervek koplanáris mezőelrendezésekkel készültek. Valamennyi technikával azonos PTV-ellátottságra törekedtünk az objektív összehasonlíthatóság érdekében. A kigyűjtött, különböző szervekre vonatkozó térfogati és dozimetriai paraméterek alapján határoztuk meg az egyes tervek jellemző homogenitását (HI), konformitását (CN) és tervmínőség (PQI) indexeket. Vizsgáltuk a kezeléshez szükséges monitoringszámát és a tervek klinikai megvalósíthatóságát.

Eredmények: A céltérfogatok ellátottságában nem találtunk különbséget. A SW tervek (HI=0,033) szignifikánsan homogénebb dóziseloszlást eredményeztek, mint a 3D-KRT (HI=0,057) és az IMAT (HI=0,073). A SS technika homogenitása (HI=0,053) nem különbözött szignifikánsan a többitől. A 3D-KRT konformitása (CN=0,62) szignifikánsan rosszabb, mint a SS (CN=0,85), a SW (CN=0,85), valamint az IMAT (CN=0,86). Az azonos oldali emlő átlagos $V_{50\%}$ értéke szignifikánsan alacsonyabb volt az IMAT tervekben (29,4%), mint a 3D-KRT (44,1%) és SW (35,6%) tervekben. Az azonos oldali tüdő átlagos $V_{10\%}$ értéke szignifikánsan alacsonyabb volt a 3D-KRT tervekben (10,1%), mint a SS (34,3%), SW (34,3%) és IMAT (35,3%) technikáknál. A szív a 3D-KRT technikával védhető a legjobban.

Következtetések: Mindegyik technikával jó céltérfogat-lefedettség érhető el és megfelelően védhető a kritikus szervek. Az összes szempontot figyelembe véve a „sliding window” IMRT a legmegfelelőbb technika a gyorsított részleges külső emlőbesugárzás kivételére.

Szervre lokalizált prosztatacarcinómás betegek IGRT-IMRT kezeléseinek tapasztalatai – késői mellékhatásprofil, illetve hipofrakcionált sémák bevezetése

Szappanos Sz.¹, Halász J.¹, Lőcsei Z.¹, László Z.¹, Kalincák J.¹, Sebestyén Zs.¹, Sebestyén K.¹, Csapó L.¹, Kovács P.¹, Mangel L.¹, Farkas R.², Jorgo K.³, Ágoston P.³, Polgár Cs.³
¹PTE KK Onkoterápiás Intézet, Pécs, ²Uzsoki Utcai Kórház, Fővárosi Onkoradiológiai Központ, ³Országos Onkológiai Intézet, Budapest

Céltűzés: Intézetünkben 2011 vége óta adottak a tárgyi és személyi feltételek szervre lokalizált prosztatacarcinómás betegek képvezérelt-intenzitásmódult (IGRT-IMRT) technikával történő kezelésére, 2013 óta pedig szelektált betegpopuláció esetében integrált boost technika alkalmazásával hipofrakcionált kezelési sémát is bevezettünk. Az ivbesugárzás (IMAT) első hazai tapasztalatairól, akut mellékhatásprofiljáról korábbi előadásainkban beszámoltunk már, a jelen prezentációban bemutatjuk az intézeti protokollunknak megfelelő kezeléseket mellett észlelt késői toxicitási, illetve túlélési adatainkat.

Anyag és módszer: Intézetünkben 2011 novembere és 2015 márciusa között 304 prosztata-daganatos betegét kezeltünk definitív céllal, míg 43 esetben salvage irradiatio történt. Pácienseink medián életkora 70 év (47–84), rizikócsoporthoz szerinti megoszlásuk: 62 alacsony rizikójú (LR), 108 közepes rizikójú (MR) és 134 magas rizikójú (HR) beteg, közülük 284-en részesültek 3–6 havi, neoadjuváns hormonkezelésben (TAB/ADT). Az előírt sugárterápiás dózisok a következők voltak rizikócsoporthoz szerinti: alacsony rizikó: 74/2 Gy, közepes rizikó: PTV1: 46/2 Gy, PTV2: 78/2 Gy, magas rizikó: PTV1: 45/1,8 Gy, PTV2: 81/1,8 Gy. Salvage irradiatio esetén, ha a kismencedei nyirokregiót is elláttuk: PTV1: 45/1,8 Gy (vagy 46/2, illetve 50,4/1,8 Gy), majd PTV2: 22/2 (vagy 19,8/1,8 Gy, illetve 22,6/1,8 Gy). Integrált boost technikával kivitelezett kezeléseket magas rizikójú betegeknél végeztünk, itt PTV3: 55/2,2 Gy. Betegeink 89,66%-a számára került diétás protokoll kiadásra. A betegek a fektetési pontosság és a célszervmozgások kivédése céljából offline protokoll szerinti CBCT-ellenőrzést, illetve kevés, szelektált betegünknel aranymarker beültetését követően online módon ExacTrac rendszert alkalmaztunk.

Eredmények: Betegeink átlagos utánkövetési ideje 20,68 hónap. Az utánkövetési időszak során összesen 12 betegünkről nem sikerült érdemi információt gyűjtünk, biokémiai progresszió összesen 11 esetben alakult ki, 8 beteg vesztettünk el, közülük 3-an egyéb társbetegségben hunytak el. Bármilyen fokú, akut urogenitális mellékhatást 170, gastrointestinális mellékhatást 147 esetben detektáltunk. Késői urogenitális mellékhatást 71, gastrointestinális mellékhatást 62 esetben észleltünk. Bármilyen korai vagy késői Grade III mellékhatás 13 esetben, Grade IV egyetlen esetben jelentkezett. Enyhén hipofrakcionált, integrált boost technikát alkalmazó kezeléseket összesen 7 esetben végeztünk, érdemi különbséget a standard RapidArc kezelésektől toxicitásprofiljához képest nem észleltünk.

Következtetés: Megfelelő betegfektetés, diétás protokoll, képi ellenőrzés mellett a dóziseszkálációt követően IMAT kezeléseket biztonságosan elvégezhetőek, akár hipofrakcionált kezelési séma mellett is. További utánkövetés szükséges a késői mellékhatások hosszú távú monitorozása végett. Moderált, illetve extrém hipofrakcionált sémák bevezetése csupán multicentrikus formában, klinikai vizsgálatok keretén belül lehetséges.

A sugárérzékenység modellvizsgálata a sejtciklus korai G1 fázisában

Székely G., Gundy S.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Diagnosztikus Onkocitogenetikai Osztály, Budapest

Céltűzés: Az ionizáló sugárzás a sejtciklus bármelyik fázisában (G1, S, G2) károsíthatja a DNS-t, ezáltal az egyes kromoszómaaberrációk különböző mechanizmusok útján alakulnak ki. A sugárzás közvetlen és közvetett, együttes hatása fogja meghatározni a kromoszómaaberrációk fajtáit, ami a sejtpusztulás vagy a reparáció kinetikájáról nyújt információt. Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy a korai G1 fázisban milyen mértékű a mutagénérzékenység, és változik-e a sejtciklus G0-G1 átmenetében, és a kromoszómaaberráció típusai (kicserélődések, illetve egyszerű törések) milyen kinetikával jutnak kifejezésre. Ennek a kérdésnek az egyéni sugárérzékenység vizsgálataban lehet jelentősége.

Anyag és módszer: A sugárhatás mechanizmusát azonos sejtciklusban lévő perifériás vér limfociták kultúráján érdemes tanulmányozni. A korai G1 fázisban a kicserélődéssel (dicentrikus+ring), illetve egyszerű töréssel létrejött aberrációk (acentrikus fragmentek) kialakulását kétféle módon vizsgáltuk. Annak megállapítására, hogy a sejtciklus G0 fázisában leadott első 2 Gy dózis által okozott léziók meddig léphetnek interakcióba a fitohemagglutinin (PHA) stimulációt követő 2–8 óra között leadott második 2 Gy dózissal, 3 önkéntes donor vérmintáját használtuk fel. A három kísérlet ún. pozitív kontrollját a PHA-stimulációt követő 2 óránként alkalmazott egyszeri 4 Gy dózisú besugárzás jelentette. A vérminták tenyésztése, a metafázisok értékelése a WHO előírásai szerint történt. A statisztikai analízishez mind a töréssel, mind a kicserélődéssel kialakuló aberrációkat vizsgáltuk.

Eredmények: Az egyszeri dózisban leadott 4 Gy valamennyi esetben magasabb aberrációs hozamot produkált, mint az osztott 2x2 Gy dózis, mind a dicentrikus+ring, mind az acentrikus fragmentek esetében. Ugyanakkor a bonyolultabb mechanizmusú kicserélődéses aberrációk magasabb százalékban fordultak elő, mint az egyszerű töréssel keletkeztek. A 4 Gy dózis 4–6 óra között 20%-kal emelte a dicentrikus+ring gyakoriságát, azaz a PHA-stimuláció után a korai G1 fázisban ez a leginkább sugárérzékeny időpont. Hasonló viselkedés tapasztalható, ha 2x2 Gy dózist alkalmazunk annak megállapítására, hogy a különböző kromoszómaaberrációk kialakulásához vezető léziók meddig maradnak „nyitottak”, vagyis a közvetlen károsodást miként fokozhatja az indirekt hatás következtében kialakuló ún. konvertált lézió. Úgy tűnik, hogy az elsődleges direkt hatás szintén a G1 fázis 6. órája körül képes a legnagyobb fokú interakcióra, ez után az aberrációk száma tovább már nem emelkedik. Tehát a reparáció, vagy a sejtpusztulás ebben az időpontban veszi kezdetét. A vélt közvetlen hatásokra kialakuló egyszerű törések szempontjából viszont a G1 fázis első 8 órájában a sugárérzékenység azonos.

Következtetés: Megállapítottuk, hogy a sejtciklus G0-G1 átmenete, illetve a G1 korai fázisának mutagénérzékenysége nem azonos. A különböző aberrációk eltérő dinamika szerint alakulnak ki, más-más repair rendszerek javítják a léziókat, ami nagy valószínűséggel általános érvényű és feltételezhetően az egyéni sugárérzékenységet, mint kizárólagos tényezőt nem befolyásolja.

Korai stádiumú tüdődaganatok légzőmozgást kompenzáló technikával végzett sugárkezelése: korai eredmények

Szilágyi A., Bajcsay A., Pócsa T., Major T., Polgár Cs., Lövey J.

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

Bevezetés: A tüdődaganatok sugárkezelésében a céltérfogat légzésből fakadó mozgása jelentős technikai nehézséget jelent, különösen kisméretű daganatok esetén. A korai stádiumú, belgyógyászati okok miatt inoperábilis tüdődaganatos betegeknél a nagy dózisú fokális besugárzás a műtét alternatívája. Intézetünkben 2012 februárja óta egy általunk kidolgozott, légzőmozgást kompenzáló sugárkezelési technikát alkalmazunk a korai tüdődaganatokban. Ennek rövid távú tapasztalatairól szeretnénk beszámolni.

Anyag és módszer: Osztályunkon 47 (12 nő, 35 férfi), nem kissejtes tüdődaganatos betegét kezeltünk légzőmozgást kompenzáló technika alkalmazásával. A betegek medián életkora 71 év volt. Stádium szerinti megoszlás: T1a: 18 (38,3%), T1b: 20 (42,6%), T2a: 8 (17,0%), T2b: 1 (2,1%), minden beteg N0M0. Szövetanyag: 17 (36,2%) mirigyhám-, 4 (8,5%) laphám-, 26 (55,3%) esetben csak klinikai lefolyás és PET-pozitivitás alapján verifikált tumor. A besugárzástervezés során CT-felvételeket készítettünk mély belégzési, mély kilégzési és egy közepes állapotban, melyeket fuzionáltunk. Mindhárom képsorozaton meghatároztuk a gross tumor volume-t (GTV), majd ezekből internal target volume-t (ITV) képeztünk, melynek kiterjesztésével nyertük a planning target volume-t (PTV). A tervezés 3 dimenziós konformális technikával történt. A kezelés során a daganat elhelyezkedése és mérete szerint különböző frakcionálást alkalmaztunk: 60/2 Gy (n=33), 60/3 Gy (n=8), 60/2,5 Gy (n=6). A feldolgozás során a CT által meghatározott regressziót, a teljes és betegségmentes túlélést, a lokális és távoli relapszus arányát, valamint a korai és késői mellékhatásokat vizsgáltuk. A túlélés becslését Kaplan–Meier-módszerrel végeztük.

Eredmények: A medián követési idő 14,5 hónap volt. Komplet remissziót 12 (25,5%), parciális remissziót 14 (29,8%), stabil betegséget 11 (23,4%) és progresszív betegséget 3 (6,4%) betegnél észleltünk. A követés során izolált helyi kiújulás 4 (8,5%), egyedüli távoli áttét 2 (4,3%), illetve lokális és távoli relapszus együtt 3 (6,3%) esetben alakult ki. A rövid követési idő miatt a mediánt a betegek túlélése nem érte el, ezért a becslést két éves túléléseket vizsgáltuk: teljes túlélés 91,6%, betegségmentes túlélés 60,3%. Gr1 és Gr2 korai mellékhatás 9 (19,1%) és 4 (8,5%) esetben jelentkezett. Gr3 vagy annál súlyosabb korai mellékhatás nem volt. Gr1, Gr2 és Gr3 késői mellékhatást 13 (27,7%), 5 (10,6%) és 2 (4,3%) betegnél észleltünk. Egy beteg 20 hónappal a kezelés után pneumonia és légzési elégtelenség miatt halt meg, de a körlefolys alapján ezt nem tartjuk a sugárterápia mellékhatásának.

Következtetések: Az általunk kidolgozott technika könnyen kivitelezhető, egyszerű, nem igényel különleges technikai felszerelést, bármelyik magyar sugárterápiás központban elvégezhető. A korai lokális kontroll és a túlélési adatok biztatóak, melyekhez enyhe mellékhatásarány társul. A késői mellékhatások és hosszú távú túlélés vizsgálatához további követésre van szükség.

Elő tapasztalataink teljes agyi besugárzást követően parciális remissziót elért agyi áttétek céltolt, intenzitásmódult ismételt sugárterápiájával

Tamaskovics B., Doll T., Budach W.

Heinrich Heine Egyetem, Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, Németország

Cél: Agyi áttétek intenzitásmódult, ismételt besugárzásával elért első eredmények bemutatása.

Anyag és módszer: Tíznel több agyi áttét sztereotaxiás sugárterápiáját a nemzetközi irodalom nem javasolja. Jó általános állapotú, extrakraniálisan remisszióban lévő, teljes agyi besugárzást (10x3 Gy) követően parciális remissziót elért áttétes (jellemzően emlő-)daganatos betegeinknél alternatív kezelési módot jelent az agyi áttétek magas precizitású, intenzitásmódult sugárterápiája (15x2 Gy, ill. 15x3 Gy SIB).

Eredmények: A fenti irradációs technika IMRT-képes, de nem dedikált sztereotaxiás lineáris besugárzás is elérhető (Precise Treatment System, Monaco). Első esetünk a kezelést követő kilencedik hónapban is relapszusmentes, kiemelkedően jó általános és kognitív állapotú. IMAT-technológiát alkalmazva a konformitás javul, a tervezési és a besugárzási idő csökken.

Következtetés: Jó általános állapotú és extrakraniálisan (tartós) remisszióban lévő betegeknél a teljes agyi besugárzást követően parciális remissziót elért betegeknél individuálisan javasolható a kontroll MR-en látható áttétek intenzitásmódult reirradiációja akkor is, ha ezek száma tíz feletti.

Sugárterápia és az fMRI a szakdolgozók szemszögéből

Vandulek Cs., Szalai Z., Biró G., Fenyvesi J.-né, Farkas A., Hadjiev J., Kovács Á., Repa I.

Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Centrum, Kaposvár

Bevezetés: A funkcionális mágneses rezonancia képalkotás (fMRI) az MR-képalkotás egy specializált területe, amely az idegi aktivitással összefüggésben lévő hemodinamikum változásait méri az emberek agyában. Előnye, hogy non-invaszív, nem használ radioaktivitást, valamint viszonylag széleskörűen hasznosítható. A vizsgálatok minőségét nagyban befolyásolja az alkalmazott eszközök és a radiográfusok szakmai felkészültsége. Előadásunkban a funkcionális MR-képalkotásban betöltött radiográfusi szerepkört – és annak fontosságát – ismertetjük a sugárterápia szemszögéből.

Anyag és módszer: Intézményünkönél beszerzésre került egy dedikált fMRI hardver-szoftver rendszer (NordicNeuroLab), melynek tesztelése és optimalizálása radiográfusi feladat volt. Az ingerek közvetítése és a vizsgálati alannal való kommunikáláshoz alkalmazott hardver: Visual system, Audio system, Response Grip, SyncBox. A vizsgálati protokoll, mérések és stimulusok vezérlése a nordicAktiva programmal történik. Az fMRI-vizsgálatok kiértékelése a nordicICE programmal történik. Az fMRI-vizsgálatok kivitelezése egy 1.5T Siemens Avanto berendezésen történik. Többféle alapparadigma került tesztelésre önkéntesen, majd optimalizálva a radiográfusok által.

Eredmények: Az új fMRI technológia beüzemelését követően céltolt belső továbbképzést tartottunk az fMRI-ben részt vevő radiográfusoknak. Az fMRI-vizsgálat során számos agyi terület aktiválódott, melyekből a főbb aktivációk rizikószervként (OR) definiálhatóak a sugárterápia (RT) tervezésekor. Az fMRI-vizsgálat végrehajtása mellett a radiográfus feladata volt a beteg előzetes tájékoztatása, a feladatok begyakoroltatása, az fMRI közben a beteggel való kapcsolattartás, a (feladatok kezdetét, illetve végét jelző) vezényszavak adása, valamint az ingerek adása is.

Következtetések: Az fMRI alapvető célja, hogy felfedje az agy különböző funkcionális központjait. Ehhez szükséges egy dedikált eszközpark, melynek alkalmazása jól képzett radiográfusokkal kivitelezhető. Az eddigi tapasztalataink igazolják,

hogy egy jól felkészült és összeszokott radiográfusi csapat nagyban hozzájárul az fMRI-vizsgálatok sikeréhez. Kezdeti eredményeink azt mutatják, hogy az önkéntesen történt vizsgálatok során szerzett tapasztalatok alapján a radiográfusok önállóan tudnak végezni alap klinikai fMRI-vizsgálatokat.

fMRI-információ volumetria vizsgálata agytumoros betegek 3D besugárzástervezésében

Vékás M.¹, Vandulek Cs.¹, Farkas A.¹, Emri M.², Opposits G.², Hadjiev J.¹, Kovács Á.¹, Repa I.¹

¹Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrum, Onkodiagnosztika, Kaposvár, ²Debreceni Egyetem, Izotópdiaagnosztika, Debrecen

Célkitűzés: A Kaposvári Egyetem Egészségügyi Centrumában 2010 óta folyik a funkcionális MRI-információ sugárterápiába való bevonásáról szóló kutatás. Célom a rendelkezésre álló adatokból az fMRI-tervezéses sugárterápia következményeként történő térfogati változások mérése az agy funkcionális központjaiban.

Módszerek: Az adatbázisból négy astrocytomás beteg került be a kutatásba. A betegek a konvencionális CT-MR vizsgálatok mellett átestek egy fMRI-vizsgálaton, mellyel definiálták az agyi központokat, mint rizikószerveket. A funkcionális vizsgálat során a paradigmák a látó-, halló-, szenzomotoros kérgét és az elsőleges beszédközpontot aktiválták. A betegek a sugárterápiát követően újra átestek az fMRI-vizsgálatokon. Az aktivált területeken kézi kontúrozással szeletről szeletra haladva térfogatokat mértem, majd elemeztem a két vizsgálat közötti volumetria változásokat. A pontosabb mérés érdekében felkerem egy szakértővel, hogy végezze el az analízist tőlem függetlenül. A két mérés adatait összehasonlítottam, leíró statisztikát készítettem róluk, melyek során átlagot, szórást, mediánt, legkisebb és legnagyobb értékeket számoltam.

Eredmények: Két beteg esetén a legnagyobb arányú térfogati csökkenés a daganat körül mutatkozott. Az átlagok alapján a látókéregben és a szenzomotoros központban csökkentek az aktivált térfogatok sugárterápia hatására, míg az elsőleges halló- és beszédközpontban a volumen növekedését észleltük.

Következtetések: Az eredmények demonstrálták, hogy a sugárterápia hatására az fMRI-szignál megváltozik az emberi agyban. A minta a tumorközelben – azaz a magasabb dózisú területeken jelentkező – aktivációk nagyobb mértékű csökkenését mutatja. Javasolom a kutatás folytatását nagyobb elemszámmal, illetve az aktivált térfogatok változásainak vizsgálatát az idő, lokalizáció és dózis függvényében

Az emlődaganatos betegek fektetőrendszereinek összehasonlítása

Verecke E., Racsó T., Várady Gy., Mangel L.

PTE KK Onkoterápiás Intézet, Pécs

Célkitűzés: A sugárterápiás kezelések alatt nagyon fontos, hogy olyan testhelyzetben történjen a betegrögzítés, ami a CT-ben történő beállítással teljes mértékben kompatibilis. A PTE KK Onkoterápiás Intézetében korábban az emlődaganatos betegeknél az Orfit (Orfit Industries) fektetőrendszert használtuk, amit a napi gyakorlatunkban egyre inkább felvált a CIVCO (CIVCO Medical Solutions) típusú. Poszterünkkel a különbségeket szeretnénk demonstrálni a két fektetőrendszer között.

Módszerek: A heti ellenőrző iView képeket összehasonlítottuk a tervezési CT-ből nyert DRR-ekkel. A lateralis, longitudinális és verticalis eltéréseket kiértékeljük. A betegeknek kérdőívet osztottunk a kényelmi szempontokkal kapcsolatban, melyet kiértékelünk. Szintén felmértük a két fektetővel történő gyorsaságbeli különbséget.

Eredmények: Tapasztalatunk szerint mind az Orfit, mind a CIVCO fektetőrendszer használata számos változtatási lehetőséget nyújt a betegek pozicionálására, mind a kényelem, mind a biztonságos beállítás szempontjából. Az eltérő alkatú és magasságú betegek rögzítése még optimálisabb azáltal, hogy a felkar- és alkartartó karok, illetve a fejtartó számos pozícióban fixálható, továbbá magát a rendszert az asztalhoz is tudjuk rögzíteni.

Következtetés: A pontos, gyors és kényelmes pozicionálás érdekében minden esetben a beteg testi adottságait kell maximálisan figyelembe venni.

Pozicionálási kihívások gyermekkori és fiatal felnőttkori daganatok RapidArc technikával történő craniospinalis besugárzása esetén

Weizl H.¹, Halász J.¹, Simonné Révész J.¹, Vitári I.¹, Brauner T.¹, Lőcsei Z.¹, Farkas R.², Szappanos Sz.¹, László Z.¹, Kalinacsák J.¹, Bellyei Sz.¹, Boronkai Á.¹, Mangel L.¹

¹PTE KK Onkoterápiás Intézet, Pécs, ²Uzsoki Utcai Kórház, Fővárosi Onkodiagnosztikai Központ, Budapest

Célkitűzés: A PTE KK Onkoterápiás Intézetben 2012 októberétől 2015 januárjáig 77 craniospinalis besugárzást (Craniospinal Irradiation; CSI) végeztünk. Betegeink pozicionálása új kihívások elé állított bennünket, mivel az ivbesugárzás során a megfelelően rögzített fektetőrendszer elengedhetetlen fontosságú a célterület repodukálható és homogén ellátása céljából.

Módszerek: A standard kezelési pozíció CSI esetén hason fekvő történik a 3D conformalis kezelés során. Kis betegeink kényelmét is szem előtt tartva a háton történő fektetés mellett döntöttünk. Az indexált asztallapunkhoz betegeinket termoplasztikus maszk és vákuumágy használatával rögzítettük. Minden esetben kezeiket a combjuk mellett, tenyerükkel befelé rögzítettük le. Online protokoll szerint kétirányú kV-os képalkotással ellenőriztük a kezelési pozíciót. Először a koponya, majd a distalis lumbalis szakasz ellenőrzését végeztük. A longitudinális és verticalis eltolási értékek közül azokat, amelyek a beállítási biztonsági margón kívül estek, a számtani közép kiszámításával korrigáltuk. A lateralis eltérés esetén a distalis lumbalis szakasz korrekciója a sagittális sík mentén rotációval történt. A beállítási margónk 0,5 cm volt.

Eredmények: A gyerekeknél, a kisebb célterület esetében a következő átlagos eltéréseket tapasztaltuk: verticalisan 0,2 cm, longitudinálisan 0,3 cm és laterálisan 0,2 cm. A felnőtteknél, a nagyobb célterület esetében pedig a következő átlagos eltéréseket tapasztaltuk: verticalisan -0,2 cm, longitudinálisan 0,4 cm, laterálisan 0,4 cm.

Következtetések: Fenti fektetési módszerünkkel a napi beállítás során keletkező hibákat, valamint az ellenőrzés idejét minimalizáltuk. Ezeknek köszönhetően a teljes kezelési idő okozta kényelmetlen pozíció jobban tolerálható volt a betegek számára.

Az EBT2 önhívó filmek klinikai alkalmazhatóságának vizsgálata

Zongor Zs.¹, Major T.¹, Pesznyák Cs.^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technika Tanszék, Budapest

Célkitűzés: Az EBT2 önhívó filmek fizikai tulajdonságainak megismerése és klinikai alkalmazási feltételeinek meghatározása.

Módszerek: Munkánk során vizsgáltuk az önhívó filmek fizikai tulajdonságait, dózisteljesítmény- és energiafüggését. Elvégeztük a filmelemző programok dózis-

kalibrálását és a szkener homogenitásvizsgálatát. Megmértük a dózisprofilokat, mélydózisgörbéket, és összehasonlítottuk félvezető detektorral, illetve ionizációs kamrával kapott eredményekkel. Különböző besugárzási technikájú tervekkel (3D konformális (3DCRT), intenzitásmódulált (IMRT), intenzitásmódulált ívbesugárzás – RapidArc (RA), szimultán integrált boost (SIB), sztereotaxiás testbesugárzás (SBRT)) sugaraztuk be az EBT2 filmeket, és hasonlítottuk össze a tervezőrendszerből exportált dóziseloszlással. Az összehasonlításához két különböző gyártó filmelemző szoftverét használtuk: PTW Mephysto és FilmQPro. A tervek összehasonlítását gamma-analízissel végeztük, 3%, 3 mm-es, illetve 2%, 2 mm-es gamma-kritériumra.

Eredmények: Az EBT2 film energia- és dózisteljesítmény-független MV-os fotonenergia-tartományban. A szkener felülete nem homogén, ezért a filmet a szkener üvegfelületének közepére kell helyezni, mindig ugyanabban az orientációban, vagy korrekciós mátrixot kell alkalmazni az elemzés során. A dózisprofilok, mélydózisgörbék, ékelt mezők mérési eredményei 2–4% egyezést mutattak az ionizációs kamrával mért értékekhez viszonyítva. PTW Mephysto, illetve FilmQPro szoftverrel végzett gamma-analízis eredményei 3%, 3 mm-es feltételekre: 3DCRT (95,5/100%), IMRT (98,2/93,6%), RA (91,5/99,3%), SBRT (99,7/100%), SIB (98,3/92,2%). A 2%, 2 mm-es gamma-kritérium esetén 83% feletti egyezést kaptunk a PTW Mephysto-val, valamint 87%-ot a FilmQPro „OneScan” protokolljával. A nagyméretű céltérfogatok esetén, amelyek lefedik a teljes filmet, a szélhatás nagyobb eltéréseket okoz a gamma-analízis eredményében.

Következtetések: Az eredmények alapján megállapítható, hogy a szkener tulajdonságai megfelelő használat mellett nem befolyásolják az eredményeket. Mindkét kiértékelő szoftver alkalmas a filmek kalibrálására, kiértékelésére, valamint a tervezőrendszerből exportált és a filmen kialakult dózistérképek összehasonlítására. Az önhívó film alkalmas a sugárterápiás tervek kétdimenziós ellenőrzésére megfelelő mérési protokoll alkalmazása mellett. Mivel az önhívó filmeknek nagy a felbontása, ezért kis mezők vizsgálatára is használható.