

Magyar Sugárterápiás Társaság XVII. Kongresszusa

Keszthely, 2025. május 29–31.

Húgyhólyagrak személyre szabott immun-kemoirradiációja a modern klinikai vizsgálatok és a beteg preferenciájának integrálásával

Antal Diána¹, Varga Linda¹, Zagorac Márton⁴, Cserháti Adrienne¹, Fodor Emese¹, Vasas Béla², Besenyi Zsuzsanna³, Oláh Judit¹, Maráz Anikó¹
Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Patológiai Intézet, ³Nukleáris Medicina Intézet, Szeged, ⁴Kiskunhalasi Semmelweis Kórház, Urológia, Kiskunhalas

CÉLKITŰZÉS: A lokálisan izominvazív húgyhólyagrak definitív immun-kemoradioterápiás (KRT) kezelésének ismertetése.

BETEG: A 82 éves, ECOG 1 státuszú férfibetegnél lágyéksérvműtétet megelőző rutin hasi ultrahang 2024 augusztusában a húgyhólyagot érintő térfoglaló folyamat gyanúját vetette fel. A has-kismedence-CT a hólyagalapon mind a jobb, mind a bal oldalon egyenetlen falmegvastagodást véleményezett. 2024. 09. 05-én transurethralis resectio (TUR) elvégzése közben a bal ureterszájadék felett külső daganatos propagációnak imponáló léziót (cT3a) detektáltak. A szövettan izominfiltratív (MI), high-grade lymphoepithelioma-szerű húgyhólyagrakot (BC) írt le, nyálkahártya-érintettség nélkül. A PD-L1-immunhisztokémia erős pozitívítást mutatott (TPS: 40%, CPS: 60). A staging képalkotó vizsgálatok (csontszcintigráfia, mellkas-, has- és medence-CT) távoli áttét irányában negatívak voltak, perivesicalis terjedés és nyirokcsomó-érintettség nem volt kimutatható, a kiindulási stádium: cT3a N0 M0. 2024. 10. 08-án az urológiai onkoteam a beteg életkorát és kísérő betegségeit (G8 geriátriai score: 11) figyelembe véve trimodális terápiát javasolt. A korábbi maximális TUR-t követően definitív sugárkezelését heti cisplatinnal terveztük, kreatinin clearance (CrCl) 61 ml/min. A beteg immunterápiát akart. A 2024-es ESMO-n ismertetett Hellenic GU Cancer Group fázis 2 vizsgálata alapján a nivolumabbal kombinált KRT potenciális kezelési opció MIBC-betegek számára. Off-label és egyedi méltányossági kérelmezést követően lehetőségünk nyílt immunterápiával kombinált KRT-kezelésre.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Definitív sugárkezelése a Szegedi Tudományegyetem Onkoterápiás Klinikáján 2024. 11. 25.–2025. 01. 17. között rotációs intenzitásmódult besugárzási technikával (VMAT), maszkrogzítással, 1,8 Gy napi frakcióval, 45 Gy dózisban a kismedencére, majd adaptívan 16,2 Gy a húgyhólyagra, 61,2 Gy összdózisban zajlott. Konkommittáns kemoterápiás kezelése, vesefunkcióját figyelembe véve, heti cisplatinnal [25% dózisredukcióval 30 mg/m²] indult, valamint kéthetente 240 mg nivolumab immunterápiá beépítése történt. Vesefunkció-romlás miatt (CrCl 42 ml/min) három ciklust követően a ciszlatin felfüggesztésre került. A kombinált kezelés okozta mellékhatásként grade I fáradékonyság, grade II, de loperamid hatására megszűnő hasmenés, grade I dysuria, valamint grade I anaemia jelentkezett. Immune-related mellékhatás 4 hónap alatt nem alakult ki. A sugárkezelés utáni fenntartó 4 heti 480 mg nivolumabterápiá zajlik 2025. májusig protokoll szerint 6 hónapig.

EREDMÉNYEK: 2025 februárjában a korai kontroll medence-MRI, valamint a mellkas-, has- és medence-CT stabil betegséget igazolt. A kontroll cystoscopya komplett remisszió mellett radiomucositisnek imponáló, apró, vérékeny, enyhén nekrotikus felszínű, 1 cm-es területet írt le.

KÖVETKEZTETÉS: Az immun-kemoradioterápia jól tolerálható és esetünkben hatékonyan tűnő kezelési lehetőség idős, ciszlatinra alkalmatlanná váló MIBC-s beteg számára. Hatékonyágának megerősítése szükséges a jövőbeli fázis III vizsgálatok során a rutinszerű klinikai alkalmazás előtt.

Besugárzási tervek tömegdozimetriai elemzése

Antal Gergely¹, Lakosi Ferenc², Cselik Zsolt¹, Fröhlich Georgina³

¹Veszprém Vármegyei Csolnoky Ferenc Kórház, Onkoradiológiai osztály, Veszprém, ²Somogy Vármegyei Kaposi Mór Oktató Kórház, Dr. Baka József Diagnosztikai, Onkoradiológiai, Kutatási és Oktatási Központ, Kaposvár, ³Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

CÉLKITŰZÉS: A hagyományos térfogati dozimetria – amelynek keretében rendszerint dózis-térfogat hisztogramokat (DVH) értékelünk ki – a jelentős sűrűséginhomogenitású szervek, mint pl. a tüdő esetében nem mindig szolgáltat elegendően pontos értékeket a várható biológiai hatások tekintetében. Kutatásunkban a már ismert dózis-tömeg hisztogram (DMH) kiterjesztéseként bevezettünk egy új, komplexebb tömegdozimetriai fogalomrendszert, amely várhatóan pontosabban veszi figyelembe a sugárzás sejteknek átadott energiáját, szövetekre kifejtett hatását.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A térfogati dozimetria általánosan használt mennyiségeinek analógiájára megalkottuk tömegdozimetriai megfelelőket, így többek között a tömegátlagdózt, a tömegalapú biológiai effektív dózt, a tömegkonformitási számot. Egy balemelő-besugárzási tervből származó baltüdő-struktúra adatainak felhasználásával a szövetsűrűség és a dóziseloszlás inhomogenitási viszonyának 5 alapesetét különböztettük meg, vizsgálva a dózis-térfogat és dózis-tömeg hisztogramok viszonyára gyakorolt hatásait.

EREDMÉNYEK: Ha egy adott struktúrán belül a szövetsűrűség és a dóziseloszlás közül legalább az egyik közel homogén mintázatú (I–III. esetek: homogén-homogén, homogén-inhomogén, inhomogén-homogén), akkor a kétféle hisztogram lényegében fedi egymást. Ha viszont mindkét mintázat inhomogén, akkor pozitív korrelációjuk (IV. eset) esetén a DMH grafikonja a DVH fölött fut, negatív korreláció (V. eset) esetén pedig alatta. A tüdőre számolt térfogati és tömegdozimetriai mennyiségek akár a terápiás döntést befolyásoló mértékben is eltérhetnek.

KÖVETKEZTETÉSEK: A tömegdozimetria a tüdőben vagy más inhomogén struktúrákban pontosabbá teszi a besugárzási tervek kiértékelését, a sugárterápia biológiai következményeinek becslését. A módszer hasznosságának és klinikai rutinba illeszthetőségének igazolására további klinikai vizsgálatok szükségesek.

CyberKnife készüléken végzett sztereotaxiás sugárkezelések kvantitatív elemzése

Arnóczkiné Orbán Helga¹, Folyovich Éva¹, Jánváry Zsolt Levente¹, Kontra Gábor¹, Vékás Márton¹, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Az intézetünkben 2018 óta működő CyberKnife készüléken történő sztereotaxiás sugárkezelések kvantitatív elemzése.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézeti protokollnak megfelelően a napi betegforgalomról digitális adatbázist vezetünk. 2018 és 2024 közötti adatokat feldolgozva elemeztük a betegszámokat évenkénti bontásban különböző régiók szerint. Vizsgáltuk az éves összbetegszámokat, valamint a leggyakoribb lokalizációkban (intrakraniális, prosztata, tüdő, emlő, egyéb) előforduló beavatkozások számát.

EREDMÉNYEK: A CyberKnife indulása óta 4646 beteg sztereotaxiás sugárkezelését végeztük el, ebből 2280 intrakraniális (78% malignus,

21% benignus), 1729 prosztata-, 120 tüdő-, 95 emlő- és 422 egyéb (máj-, csigolya-, fej-, nyak-, nyirokcsomó-, mellékvese-) kezelés valósult meg. A kezelések száma évenkénti bontásban 2018 és 2024 között rendre 304, 729, 681, 678, 681, 763, 810.

KÖVETKEZTETÉSEK: Hazánkban egyedül az Országos Onkológiai Intézetben működik CyberKnife besugárzó készülék, mellyel valamennyi intra- és extrakraniális indikáció kezelhető. A robotkaros lineáris gyorsító segítségével jelentős számú beteg ellátására nyílik lehetőség széles körű indikációkban, melyek magukban foglalnak mind kuratív, mind jó prognózisú palliatív kezeléseket.

Prosztatatumor sugárkezelését követően kialakult helyi tumorkiújulás miatt végzett ismételt sztereotaxiás sugárkezelés CyberKnife készüléken

Ágoston Péter^{1,2}, Trautwein Péter³, Jorgo Kliton^{1,2}, Stelczér Gábor^{1,4}, Kontra Gábor¹, Tótor Szabolcs¹, Kocsis S. Zsuzsa⁵, Gesztési László¹, Nahaji István¹, Varga Levente¹, Polgár Csaba^{1,2,6}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,2,6}
¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, ³Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, ⁴Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, ⁵Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály, ⁶Országos Onkológiai Intézet, Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, Budapest

BEVEZETÉS: A prosztatatumor sugárkezelését követően kialakult helyi tumoros kiújulás bizonyos esetekben radikálisan kezelhető a teljes gyógyulás reményében. Az egyik ilyen kezelési lehetőség a sztereotaxiás külső sugárkezelés.

CÉLKITÜZÉS: Prosztatatumor sugárkezelését követően helyi tumorkiújulásra CyberKnife készüléken végzett salvage sztereotaxiás radioterápia (sSBRT) eredményeinek és szövődeményeinek bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2018. 06. és 2025. 02. között 51 prosztatatumoros, korábban sugárkezelésben részesített betegnél alkalmaztunk a tumor helyi kiújulása miatt ismételt lokális besugárzást CyberKnife készüléken. Az ismételt sugárkezelés kor a betegek átlagéletkora 71 év (57–83 év), medián PSA-értéke 4,25 ng/ml [0,9–30,5 ng/ml] volt, a két sugárkezelés között eltelt medián idő 77 hónap (36–235 hó) volt. A primer sugárkezelés 22 betegnél (43%) brachyterápia, 25 betegnél (49%) egyedüli külső besugárzás, 4 betegnél (8%) kombinált külső sugárkezelés és brachyterápia volt. A lokális recidívára adott medián dózis 35 Gy [25–40 Gy] volt másnaponta adott 5 frakcióban, miközben a teljes prosztata 5x5 Gy-t adtunk. Relapszuskor 9 beteg (18%) egyedüli sugárkezelést, 42 beteg (82%) a reirradiáció mellé hormonkezelést (6–24 hó) is kapott. A kezelés után rendszeresen mértük a betegek PSA-értékét, növekedése esetén képalkotó vizsgálatokat kértünk a klinikai relapszus igazolására. Az urogenitális (UG) és gasztrointesztinális (GI) mellékhatásokat feljegyeztük és az RTOG (Radiation Therapy and Oncology Group) skála alapján osztályoztuk.

EREDMÉNYEK: Medián 24,5 hó (2–48 hó) után a reirradiált betegek 2 éves biokémiai relapszus-, lokális relapszus-, regionális áttét-, távoli áttét- és betegségmentes túlélése rendre 68,1%, 94,5%, 84,4%, 84,4%, 76,1% volt. A betegek 2 éves teljes túlélése 90,5%, betegségsspecifikus túlélése 100% volt. A prognosztikus faktorok közül a primer kezelés előtti magasabb PSA-érték szignifikánsan gyengébb biokémiai relapszusmentes ($p=0,01$), távoli áttétmentes ($p=0,007$), betegségmentes ($p=0,009$) túlélést hozott az sSBRT után. Ugyanígy a primer kezelés előtti magasabb Gleason-pontszám szignifikánsan gyengébb biokémiai relapszusmentes ($p=0,004$), távoli áttétmentes ($p=0,015$), relapszusmentes ($p=0,009$) túlélést hozott az sSBRT után. Sem a reirradiáció előtti PSA-érték, sem a két sugárkezelés között eltelt idő nem mutatott összefüggést a túlélési paraméterekkel. Az sSBRT után akut UG grade 2-es mellékhatás 25%-ban, grade 3-as 3,8%-ban, akut GI grade 2 mellékhatás 1,9%-ban jelentkezett, akut grade 3 GI toxicitás nem volt. Krónikus UG grade 2 mellékhatás 17,3%-ban, grade 3 54,8%-ban, grade 4 1,9%-ban alakult ki. Krónikus GI grade 2 mellékhatást 2%-ban detektáltunk, grade 3-as késői GI mellékhatás nem volt, egy esetben grade 4 GI toxicitást rögzítettünk (vezikorektális fisztula). Sem a korai, sem a késői mellékhatások nem mutattak szignifikáns összefüggést, sem a két sugárkezelés közt eltelt idővel, sem a primer sugárkezelés típusával, sem az sSBRT dóziséval.

KÖVETKEZTETÉSEK: Kis betegszámú, retrospektív vizsgálatunk szerint a prosztatarák besugárzását követően kialakult lokális relapszus hatékonyan kezelhető ismételt sztereotaxiás sugárkezeléssel CyberKnife készülékkel. A primer kezelés előtti paraméterek korrelálnak az sSBRT utáni túlélési paraméterekkel. A kumulatív súlyos, ≥grade 3 UG és GI toxicitás 8% és 2% volt, ami elfogadható, tekintve, hogy reirradiációt végeztünk, ugyanakkor egy esetben grade 4 mellékhatás is előfordult.

Tapasztalataink CyberKnife gyorsítón végzett reirradiációval fej-nyaki daganatokon

Bakai Boglárka, Fröhlich Georgina, Takácsi-Nagy Zoltán
 Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS: A fej-nyaki daganatok a hatékony kezelések ellenére lokális kiújulásra hajlamosak. Ez esetben a prognózis kedvezőtlen. Helyi recidíva esetén ismételt sugárkezelés opcionális választás lehet, egyértelmű irányelvek azonban nem állnak rendelkezésre. Célunk a recidívák CyberKnife gyorsítón végzett reirradiációjával szerzett tapasztalatainak ismertetése.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2018 és 2024 között 17 fej-nyaki tumoros páciensnél végeztünk reirradiációt CyberKnife gyorsítón. Lokalizációt tekintve az elvártózatások a szájgarat (n=7) szájgarat-orrgarat (n=1), orrgarat (n=6), arcüreg (n=2) és szájüreg (n=1) területéről indultak ki. Szövetten alapján laphámsejtes (n=8) adenoid cysticus (n=2) és nasopharyngealis karcinóma (n=7) volt igazolható. A korábbi besugárzás és az ismételt terápia között eltelt medián idő 77 hónap (tartomány, 5–228 hónap), az átlagéletkor 55 év (tartomány, 24–84 év) volt. Tizenöt beteg 5 frakcióban 5 Gy (23,5%), 6 Gy (47%) és 7 Gy (23,5%) frakciódózissal, valamint egy-egy 4x7 Gy és 6x5 Gy dózissal kapta a kezelést. A céltérfogatok közül az átlagos gross tumor volume (GTV) 20,1 cm³ [1,63–54,24 cm³], a planning target volume (PTV) 50,78 cm³ [2,48–191 cm³] volt.

EREDMÉNYEK: A 17 hónapos (tartomány, 4–84 hónap) medián követési idő alatt 8-an haláloztak el, 6-an az alapbetegség, ketten egyéb belgyógyászati megbetegedés okán. 1 esetből 5 eset lokálisan nem volt tumormentes, 12-nél viszont komplett remisszió volt megfigyelhető. Az 1 és 2 éves teljes túlélés, lokális kontroll és progressziómentes túlélés 70% és 56,1%, 84,6% és 57,7%, és 80,5% és 54,9% volt. Grade 1-2 mellékhatásokon kívül csak 1 betegnél történt vérzés.

KÖVETKEZTETÉSEK: Tapasztalataink alapján a lokálisan kiújult fej-nyaki daganatoknál a hipofrakcionált reirradiáció CyberKnife készülékkel jól tolerálható kezelési alternatíva, kedvező mellékhatásprofilal.

Megdőböntő eredmények a háziorvoslás és onkológia kapcsolatáról

Bátori Liza¹, Antal Lil², Árkosy Péter Ferenc², Kolozsvári László Róbert¹, Furka Andrea Ilona²

¹Debreceni Egyetem ÁOK, Családorvosi és Foglalkozás-egészségügyi Tanszék, háziorvostan, ²Debreceni Egyetem Klinikai Központ, Onkológiai Klinika, Debrecen

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS: Napjainkban tovább emelkedik a daganatos megbetegedések száma, ellátásukban jelentős szerepet vállalnak a háziorvosok, onkológusok és sugárterapeuták egyaránt. Míg a háziorvosoknak a megelőzés, diagnosztika, szakorvoshoz irányítás, komorbiditások kezelése és szupportív kezelés a fő feladataik, addig a szakorvosok az aktív onkológiai és sugárterápiás kezeléseket biztosítják. Természetesen az alapellátásnak is megvannak a korlátai, az általuk megkérhető vizsgálatok milyensége és mennyisége szempontjából egyaránt. Továbbá fontos szempont, hogy a betegeknek igényük van a szakellátójukkal való találkozásra is. Az onkológiai betegek gondozása során a háziorvoslásnak és a szakellátásnak ideális esetben egymást támogatva és segítve, egy teamként kellene működniük, de sajnos ez nem minden esetben valósul meg. Célunk egy átfogó ismeretterjesztő anyag összeállítása a különböző kezelésekről, mellékhatásokról, illetve ezek terápiás lehetőségeiről.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Kutatásunk alatt felmérjük, hogy az alapellátásban dolgozó kollégák mennyire tájékozottak az adott kezelésekről,

mellékhatásokkal kapcsolatban, milyen az attitűdjük és mely területeken lenne szükség oktatásra, ismeretbővítésre. Mindezt egy kérdőív formájában valósítjuk meg, egyszerű kérdésekre főleg igen-nem válaszokat várunk és az adott témában 1–5-ig terjedő skálán kell az ismereteiket pontosítani, melyet pilotként a DE ÁOK Családorvosi és Foglalkozás-egészségügyi Tanszék háziorvos rezidenseivel töltetünk ki, majd minél szélesebb körben mérjük fel a háziorvos kollégák véleményét.

EREDMÉNYEK: Előzetes felmérések alapján igenis nagy szükség van a modern kezelések és azok mellékhatásainak összegyűjtésére, mivel ami a szakellátásnak mindennapos, az az alapellátásban ritkábban fordul elő. Azt tapasztaltuk, ha oktatással, ismeretterjesztéssel bővítenénk az ismereteket, akár egy intravénás port megszurásával kapcsolatban, akkor bátrabban állnának a témához a kollégák és részt tudnának venni ezen részfeladatok ellátásában is.

KÖVETKEZTETÉSEK: A kérdőívek eredményei alapján a kollégák igényeinek megfelelően készítünk egy mobilapplikációt, ismeretterjesztő anyagot, mely segítheti az onkológiai esetek könnyebb ellátását és esetleges félelmek, kevésbé ismert területek feltárását, szeretnénk oktató videókkal segíteni a kollégák felkészültségét az aktuális betegségekkel, kezelésekkal, valamint mellékhatásokkal kapcsolatban.

A Covid-19-pandémia hatása a diagnosztikus és terápiás beavatkozások jellemzőire, valamint az egészségügyi várakozási időkre fej-nyak laphámrákos betegeknél

Bellyei Szabolcs¹, Girán János², Szanyi István³, Szabó Éva³, Pozsgai Éva²
Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ, Onkoterápiás Intézet, ²Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Népegészségtani Intézet, ³Klinikai Központ, Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Pécs

BEVEZETÉS: A Covid-19-világjárvány nagymértékben befolyásolta a daganatos betegek ellátását világszerte, több külföldi tanulmány hosszabb egészségügyi várakozási időkről számolt be, ugyanakkor ezzel kapcsolatban hazai adatok csak korlátozottan állnak rendelkezésre. Kutatásunk célja, hogy a fej-nyak laphámrákos betegek diagnosztikus és terápiás jellemzőit, valamint az egészségügyi várakozási időket összehasonlítsuk a pandémia előtt és alatt.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Retrospektív vizsgálat keretében kerültek gyűjtésre a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központjának Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinikáján kezelt fej-nyak laphámrákos betegek adatai, 402 páciens a 2017. 01. 01.–2020. 03. 15. [pandémia előtti] és 123 beteg a 2020. 03. 16.–2021. 05. 13. [pandémia alatti] időszakokra vonatkozóan. A demográfiai és klinikai jellemzők mellett rögzítettük az elvégzett diagnosztikus vizsgálatokat és terápiatípusokat, valamint az első orvosi megjelenéstől a biopsziáig, és a biopsziától a terápia kezdetéig eltelt egészségügyi várakozási időket, majd leíró és feltáró statisztikai elemzést végeztünk.

EREDMÉNYEK: A páciensek demográfiai jellemzőiben nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést a két időszak között. A klinikai jellemzőket és ellátást tekintve szintén nem találtunk szignifikáns eltérést az egyes tumortípusok ($p=0,507$) és a diagnosztikai vizsgálatok jellegét ($p=0,066$) illetően. Bár a műtéti terápiában részesült betegek aránya kismértékben csökkent és az alkalmazott sugárterápia aránya első terápiás választásként nőtt (22%-ról 26%-ra), ez a különbség sem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak a két periódusra vonatkozóan ($p=0,278$). A biopsziáig eltelt idő mediánja jelentősen, 6-ról 3 napra csökkent a világjárvány alatt ($p=0,008$), viszont a terápiaig eltelt idő mediánja nem mutatott szignifikáns különbséget ($p=0,972$) a két vizsgálati időszak között; a pandémia előtt 28, a pandémia alatt 29 nap volt.

KÖVETKEZTETÉS: Bár a pandémia alatt életbe lépő európai irányelvek szerint azonos várható hatékonyság esetén a sugárterápia előnyben volt részesítendő a műtéti kezeléssel szemben fej-nyak daganatos betegeknél, vizsgálatunk szerint a világjárvány nem befolyásolta a választott terápia típusát. A pandémia idején a vizsgált páciensek demográfiai és klinikai jellemzőiben, az elvégzett diagnosztikai vizsgálatok tekintetében, valamint a terápiaig eltelt időben nem találtunk szignifikáns eltérést a pandémia előtti időszakhoz viszonyítva. Ezzel szemben a biopsziáig eltelt idő szignifikánsan csökkent. Eredményeink hátterében több tényező állhatott: a telemedicina elterjedése, a nem daganatos betegek csökkent diagnosztikai igénye, és az onkológiai páciensek prioritizálása

a nem daganatos páciensekkel szemben a világjárvány alatt. Kutatásunk kiemeli a részletes elemzések fontosságát a pandémia hatásainak mélyebb megértéséhez.

A kutatás a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (2022) támogatásával készült

Radioligand-terápia a klinikai gyakorlatban

Besenyi Zsuzsanna¹, Sipka Gábor¹, Farkas István¹, Maráz Anikó², Hideghéty Katalin², Pávics László¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Nukleáris Medicina Intézet, ²Onkoterápiás Klinika, Szeged

BEVEZETÉS: A teranosztikumok megjelenése paradigmaváltást hozott a daganatos betegségek terápiás megközelítésében, miközben a radioligand-terápiák alkalmazásának gyakorisága Magyarországon is számottevően emelkedett az elmúlt években. Vizsgálatunk célja az új terápiás radioligandumok klinikai alkalmazásának átfogó bemutatása, valamint szerepük és helyük meghatározása az onkológiai betegségek komplex kezelési stratégiájában.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A hazánkban két új radioligand-terápiával bővült az onkológiai ellátás palettája: 177Lu-oxodotreotid (Lutathera) és a 177Lu-vipivotid-tetraxetán (Pluvicto). A Szegedi Tudományegyetem Nukleáris Medicina Intézetében 2022 májusától rutinszerűen alkalmazzuk a 177Lu-oxodotreotid terápiát, míg 2025 februárjától a 177Lu-vipivotid-tetraxetán kezelés is elérhetővé vált betegellátásunkban. A kezelt betegek klinikai adatait elemeztük, különös tekintettel a szövettani diagnózisokra és a terápiás kimenetelekre. Ismertetjük a strukturált betegellátási protokollt, az injektlás metodikáját (gravitációs módszer), a beteg és környezete sugárterhelésének monitorozási stratégiáját, valamint az evidenciákra alapuló utánkövetési algoritmust. Külön hangsúlyt fektetünk a betegellátó személyzetre vonatkozó sugárvédelmi szempontok bemutatására.

EREDMÉNYEK: A vizsgálati periódusban összesen 35 beteg 118 radioligand-kezelését végeztük el, ebből 116 177Lu-oxodotreotid (33 betegben) és 2 177Lu-vipivotid-tetraxetán terápiát. A Lutatherával kezelt betegcsoportban 13 esetben stabil betegséget, 11 esetben parciális remissziót és 4 esetben komplett remissziót regisztráltunk. Hat betegnél az 1 éves kezdeti kedvező terápiás választ követően alakult ki progresszív betegség. A betegek és környezetük sugárterhelésének monitorozása során rendkívüli eseményt nem észleltünk.

KÖVETKEZTETÉS: Eredményeink alapján a 177Lu-oxodotreotid és a 177Lu-vipivotid-tetraxetán radioligand-terápiák megfelelő biztonságossági profillal és jelentős terápiás hatékonysággal alkalmazhatók az előrehaladott, szomatosztafinreceptort expresszáló (elsősorban gastropancreaticus eredetű) neuroendokrin tumorok, valamint a metasztatizáló kasztrációrezisztens prosztatákarcinómák kezelésében.

Preoperatív SRS kezelés értékelése: Egyéves tapasztalatok az SZTE Onkoterápiás Klinikán

Borzási Emőke¹, Kelemen Gyöngyi¹, Szabó Csilla¹, Paczona Viktor Róbert¹, Fodor Emese¹, Puskás Árpád¹, Varga Zoltán¹, Borzák Ferenc¹, Kis Dávid², Balázsfi Márton², Seyed Arad Senaobar Tahae², Oláh Judit¹, Hideghéty Katalin¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Idegsebészeti Klinika, Szeged

BEVEZETÉS: A Szegedi Tudományegyetem Onkoterápiás Klinikáján egy éve vezettük be a preoperatív sztereotaxiás sugársebészet (SRS) alkalmazását agyi metasztatizációk kezelésére a céltér fogat pontosítása céljából. A jelen összefoglaló célja a beavatkozás első tapasztalatainak bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Hét esetben végeztünk preoperatív SRS kezelést, a következő dózissémák alkalmazásával: egyfrakciós kezelés: 12 Gy (N=3), 9 Gy (N=1), hipofrakcionált kezelés: 2x9 Gy másnaponta (N=2), 2x10 Gy másnaponta (N=1). Az elvégzett besugárzás GTV, PTV, teljesagy-GTV, illetve további rizikószerkeket dózist hasonlítottuk össze a posztoperatív tumorágyra kijelölt PTV és struktúrák dózisszelésével. A besugárzás a tervezett műtét előtti napon fejeződött

be. A kezelés kimenetelének értékelése MRI-kontrollvizsgálatokkal történt 3 havonta.

EREDMÉNYEK: Az eddigi tapasztalatok alapján a preoperatív SRS nem késleltette a sebészeti beavatkozást. A célterület összehasonlítása alapján egyértelműen szignifikáns agyszövetkíméletet sikerült elérni a preoperatív SRS alkalmazásával a posztoperatív kezeléssel szemben. Nem alakult ki jelentős posztoperatív toxicitás.

KÖVETKEZTETÉSEK: A preoperatív SRS ígéretes alternatívát jelenthet az agyi metasztatizációk kezelésében, potenciálisan csökkentve a lokális kiújulás kockázatát és az ép agyszövet dózisterhelését. A módszer további betegpopuláción történő értékelése szükséges a hosszú távú hatékonyság és biztonságosság megítéléséhez.

Kezdeti tapasztalataink Lutathera [lutécium(177Lu)-oxodotreoid] kezeléssel meningeomás betegeknél

Dobi Ágnes¹, Hideghéty Katalin¹, Oláh Judit¹, Sipka Gábor², Besenyi Zsuzsanna², Kertai Júlia¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Nukleáris Medicina Intézet, Szeged

BEVEZETÉS: A leggyakoribb központi idegrendszeri daganat a meningeoma, mely 20–22%-a II–III grádusú. Az elsődleges terápia a maximális sebészeti reszekció. Magasabb grádusú, recidiváló és inoperábilis meningeomáknál az irradiáció is az ellátás része. A daganat sugárkezelés utáni kiújulása esetén szisztémás kezelésként bevacizumab-monoterápia alkalmazható, illetve az utóbbi időben lehetővé vált szomatostatin-szcintigráfia alapján lutécium-oxodotreoid-kezelés is. Magyarországon elsőként vezettük be e hatékony terápiás megoldást.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2022 óta összesen 25 recidiváló vagy inoperábilis, II–III grádusú meningeomás betegnél végeztük el a szomatostatin-szcintigráfiát. Az elvégzett szomatostatin-szcintigráfia minden esetben pozitív volt. Sugárkezelést követő progresszió esetén 1 beteg kivételével mindenki bevacizumab-monoterápiában részesült. A szisztémás kezelés melletti minimális progressziót 2 betegnél detektáltuk, mely miatt figyelembe véve a szomatostatin-szcintigráfia pozitívítását, Lutathera-kezelés indult NNGY- és EMK-engedély birtokában. 1 esetben a meningeoma progressziójakor első vonalban (sugárkezelés nélkül) részesülhetett a páciens radioizotóp-kezelésben. Terápiarezisztens betegeknél multigénés vizsgálatot kértünk. MRI-vizsgálatok 3 havonta készültek.

EREDMÉNYEK: Az első lutécium-oxodotreoid-kezelés 2023 decemberében történt. Mind a 3 beteg 4 ciklus lutécium-oxodotreoid-kezelésben részesült, 2 páciens a bevacizumabterápia mellett. Képzővizsgálatok során 2 esetben stabil betegség, egy esetben parciális regresszió igazolódott. Mellékhatásként az első páciensnél 2024 őszén szövettanilag igazolt, bevacizumab okozta nephroszis jelentkezett.

KÖVETKEZTETÉS: Bevacizumab mellett az izotópkezelés jelenlegi tapasztalataink alapján biztonságosan adható többszörös idegsebészeti beavatkozást és irradiációt követően is recidiváló/progrediáló meningeomás betegeknél. A továbbiakban a Lutathera-kezelés korábbi, a sugárkezelés utáni első progresszióval történő alkalmazása mértelegelendő.

Lokálisan előrehaladott, magas rizikójú végbéltumoros betegek teljes neoadjuváns terápiájának 4 éves eredményei

Együd Zsófia¹, Varga Linda¹, Torday László², Gaál Szilvia¹, Fodor Emese¹, Borzási Emőke¹, Végváry Zoltán¹, Paczona Viktor Róbert¹, Vasas Béla², Berényi Zsolt³, Lázár György⁴, Hideghéty Katalin¹, Oláh Judit¹, Maráz Anikó¹, Fekete Dávid¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, Sugárterápia, ²Patológiai Intézet, ³Radiológiai Klinika, ⁴Sebészeti Klinika, Szeged, ⁵Békés Megyei Pándy Kálmán Kórház, Megyei Onkológiai Központ, Onkológia, Gyula

CÉLKITŰZÉS: A lokálisan előrehaladott rektumtumorkok (LARC) műtét előtti onkológiai kezelésének újszerű iránya a sugárterápia (RT) vagy kemoradioterápia (KRT) és kemoterápia (KT) szekvenciális kombinált alkalmazása, ún. teljes neoadjuváns terápiaként (TNT). Célul tűztük ki a TNT alkalmazásával szerzett tapasztalataink értékelését magas rizikójú LARC preoperatív onkológiai kezelése során.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A Szegedi Tudományegyetem Onkoterápiás Klinikán 2020. 01. 01.–2024. 11. 30. között befejeződött TNT-ben részesült betegek adatait elemeztük, akiknél szövettanilag verifikált rektum-adenokarcinóma igazolódott és a klinikai adatok alapján neoadjuváns ellátásuk történt. Beválogatási kritérium volt mellkasi-hasi-kismedencei CT alapján távoli áttét kizárása, rektum-MR alapján meghatározott, legalább egy rizikófaktorral rendelkező (cT4 a-b, cN2, EMVI+, CRM+), potenciálisan reszekábilis LARC diagnózisa. Minden betegnél onkoteam-döntés alapján végeztünk neoadjuváns rövid kurzusú radioterápiát (25 Gy/5 frakció) vagy hosszú kurzusú kemo-radioterápiát (50,4 Gy/28 frakció+2×825 mg/m² capecitabin), valamint a sugárkezelést követően oxaliplatinbázisú, 3 hónapon át tartó kemoterápiát, majd ezt követte a műtét.

EREDMÉNYEK: A vizsgálatunkba 90 beteget vontunk be (66% férfi, 34% nő). Átlagéletkoruk 63 (28–78) év volt. A rektum-MR alapján a stádium egy esetben T2, 89 esetben ≥T3, nyirokcsomó-pozitivitás 73, MRF-érintettség 60, EMVI pedig 20 betegnél került leírásra. A kezelést megelőzően 24 betegnél volt szükség passzázsbiztosító műtetre kritikus lumenszűkület miatt. 12 betegnél KT-vel, 78-nél RT-vel kezdtük a TNT-t. Az RT-k megoszlása: rövid kurzusú RT (42 beteg) és hosszú kurzusú KRT (48 beteg). A radioterápiát hason fekve, individuális maszkkróizálással, hólyagtöltési protokoll alapján végeztük. RT során mellékhatást a betegek 61%-a jelzett, leggyakrabban Gr. 1–2-es radioproktitisz, -dermatitisz, rektális fájdalom formájában. A KT 97 esetben CAPOX volt. TNT utáni műtét 81 betegnél (81%) történt meg. 5 esetben (5%) irrezekábilis tumor miatt exploráció történt, sebészeti komplikáció 2 esetben sebgyógyulási zavarokként jelentkezett. A hisztológiai leletben sem a T, sem az N stádium növekedésére nem volt példa, 20 esetben patológiai komplett regresszió volt detektálható.

KÖVETKEZTETÉS: Korai eredményeinket utánkötésünk megerősítette, a TNT biztonsággal és sikeresen kivitelezhető a mindennapi klinikai gyakorlatban, a műtėti ellátást nem akadályozza. Az egyre több magas evidenciájú vizsgálati eredmény alapján a TNT a magas rizikójú LARC standard kezelésének tekinthető.

Elektronsugárzás dózisszámolási algoritmusának vizsgálata

Endrődi-Müller Réka Krisztina¹, Pesznyák Csilla^{1,2}, Major Tibor^{1,3}, Pócsa Tamás¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Munkánkban egy Monte Carlo szimuláció alapú elektronsugárzás-tervező szoftvert és annak számolási algoritmusát vizsgáltuk nem standard besugárzási körülmények esetén.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A vizsgált tervezőrendszer az Eclipse 16.1 (Varian, Palo Alto, CA, USA) volt, amelynek eMC 16.1 algoritmus a Monte Carlo-szimulációkat használ a dózisszámoláshoz, és ezt hasonlítottuk össze a lineáris gyorsító üzembehelyezési méréseit használó, táblázat alapú dózisszámolási módszerrel. Dozimetriai ellenőrzést is végeztünk 2D Octavius 729 (PTW, Freiburg, Németország) detektormátrix használatával. A mérés és tervezés összehasonlításához a Mephysto VeriSoft 7.0.0.131 (PTW, Freiburg, Németország) szoftvert használtuk, és gamma-analízissel elemeztük a 2D eloszlások egyezőségét. A klinikai gyakorlatban leggyakrabban előforduló mezőparamétereket vizsgáltuk, három energiát (6 MeV, 9 MeV és 12 MeV), három SSD-t (100 cm, 110 cm és 120 cm) és 15°-os gantry-szöveget, valamint hat mezőméretet (6×6 cm² négyzet, 8 cm átmérőjű kör, 10×6 cm² téglalap, 10×10 cm² négyzet, 12×4 cm² téglalap és 15×15 cm² négyzet) alkalmaztunk. Vizsgáltuk a dózisszámolás idejét, az általunk használt detektor effektív mélységét, a különböző módszerekkel megmért mélydózisgörbéket, az output faktorokat és a blokk anyagának sugárzásáteresztését.

EREDMÉNYEK: A tervezőrendszer dózisszámolási ideje a mezőparaméterektől függ, de minden esetben megfelelően kicsi volt. Az értékek egy és öt perc közé estek. A számolási idő kismértékben függ az energiától és az SSD-től, nagyobb mértékben pedig a mezőmérettől. Az üzembehelyezéskor mért, a detektormátrixsal mért és a tervezőrendszerrel számolt mélydózisgörbék a referencia 10×10 cm²-es mezőméret és 100 cm-es SSD esetén mm-es felbontáson belül megegyeztek. A referenciamélységben 2D detektormátrixsal megmért dóziseloszlásokat és a tervezőrend-

szerből exportált dóziseloszlásokat 3%, 3 mm, 5%-os levágási küszöbű gamma-analízissel hasonlítottuk össze. Azt tapasztaltuk, hogy a 10×10 cm²-es és a 6×6 cm²-es négyzet alakú mezők esetén a legnagyobb az egyezés, a pixelek 100%-a megegyezett minden esetben. A 10×6 cm²-es téglalap és 15×15 cm²-es négyzet alakú mezők esetén nagyobbak voltak a különbségek, átlagosan a pixelek 90%-a egyezett meg. A kivágások közül a 8 cm átmérőjű kör alakú mező megfelelt a kritériumoknak átlagosan 98%-os egyezséggel, míg a 12×4 cm²-es téglalap alakú mező esetén kaptuk a legrosszabb eredményeket (kb. 85%). Elmondható még, hogy a bizonytalanság az SSD növelésével nő, a legnagyobb eltérések a 15°-os döntés, valamint 6 MeV energiánál a 15×15 cm²-es applikátor esetén voltak. A referenciamelységben történő 2D mérések, a tervezőrendszerrel számolt értékek, valamint az üzembehelyezéskor meghatározott output faktorok 3%-on belül megegyeztek. A 110 cm-es és 120 cm-es SSD esetén a mért és számolt értékek között csökkentek a különbségek az energia növelésével. A blokkok sugárateresztése energiától függetlenül elhanyagolható.

KÖVETKEZTETÉSEK: Az üzembehelyezési méréseken alapuló dózisszámolás és a tervezőrendszer számolása is elfogadható a klinikai használatához.

Kórházi sugárveszélyes munkakörben dolgozók kromoszómaaberrációi, dozimetriai adatai és tumoros megbetegedéseik vizsgálata

Farkas Gyöngyi¹, Király Réka², Székely Gábor¹, Kocsis S. Zsuzsa^{1,3}, Sándor Gyöngyvér Orsolya^{1,3}, Pesznyák Csilla², Major Tibor², Takácsi-Nagy Zoltán^{2,3}, Jurányi Zsolt^{1,3}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály, ²Sugárterápiás Központ, ³Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, Budapest

BEVEZETÉS: Az egészségügyi dolgozók munkájuk során kis dózisu ionizáló sugárzással vagy különböző vegyi anyagokkal exponálódhatnak. Ez spontán kromoszómaaberrációt okozhat, aminek gyakorisága és a rák magasabb kockázata között szignifikáns kapcsolat van.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Tanulmányunkban 1033 egészséges egészségügyi dolgozó citogenetikai vizsgálatát végeztük el 1997 és 2022 között és követtük körükben a daganatok kialakulását. Közülük 301 személy dolgozott ionizáló sugaras és 732 fő adminisztratív munkakörben. Mind a strukturális, mind a számbeli kromoszómaaberrációkat értékeltük, és a nem, a kor, a dohányzás és foglalkozási expozíció figyelembevételével hasonlítottuk össze az eredményeket. A sugaras munkakörben dolgozókat négy csoportba soroltuk (nukleáris medicina, diagnosztikus röntgen, sugárterápia és CT) és összehasonlítottuk ezen csoportok személyi dózisével mért dózisait, valamint kapcsolatukat a kromoszómaaberrációkkal. A szerkezeti aberrációk és a rákkockázat közötti kapcsolat vizsgálatához 1–23 évig követtük a rákmorbiditási alakulását.

EREDMÉNYEK: Az átlagos doziméterdózisok a következők voltak a genotoxikológiai vizsgálat évében: nukleáris medicina 1,26±2,52 mSv; diagnosztikus röntgen: 0,07±0,17 mSv; sugárterápia: 0,08±0,20 mSv; CT: 0,02±0,06 mSv. Az ionizáló sugaras csoportban mindegyik típusú aberráció értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kontrollcsoportban. A kromoszómaaberrációk ionizáló csoporton belüli összehasonlításában a kromatid törések (p=0,032), az összes aberrációk (p=0,025) és aberráns sejtek (p=0,032) szignifikánsan nagyobbak voltak a nukleáris medicina csoportban, mint a CT-csoportban. Az aberráns sejtek gyakorisága legmagasabb volt a sugaras dohányzóknál (2,39/100 sejt). A daganatos esetek előfordulásában nem volt szignifikáns különbség a csoportok között, valamint a kontroll- és ionizáló sugaras csoport között sem. A 78 daganatos esetből (7,6%) a leggyakoribb daganat az emlő- (18), vastagbél- (8) és tüdődaganat (7) volt. A dohányzóknál 8,6%-ban alakult ki daganat, míg a nem dohányzóknál 7,3%-ban.

KÖVETKEZTETÉSEK: Sem a kromoszómaaberrációk, sem a rákmorbiditás nem emelkedett a sugárveszélyes munkahelyen dolgozóknál a megfelelő szabályok betartása mellett, viszont a dohányzás hatására nőtt mind a kromoszómaaberrációk, mind a daganatos esetek száma. Erőfeszítéseket kell tenni annak érdekében, hogy minimalizáljuk a dohányzást az egészségügyi dolgozók körében, ezzel is követendő példát mutassunk a betegeknek.

Saját készítésű elektrontubus Varian VitalBeam gyorsítóhoz és alkalmazása bőrgyógyászati betegségekre

Fekete Gábor, Kovács Réka Lilla, Bolobás Gábor, Szabó Imre

Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház, Klinikai Onkológiai és Sugárterápiás Centrum, Sugárterápiás Osztály, Miskolc

CÉLKITÜZÉS: A klinikai gyakorlatban előfordulnak kisméretű bőrelváltozások, amelyek a hagyományos elektronapplikátorokkal nem láthatók el a környező ép szövetek nem kívánatos besugárzása nélkül. Készítettünk házilag elektronbesugárzó tubust, amely az alkalmazás során érintkezik a bőrfelszínnel, így a nem kívánt szórt sugárzás elhanyagolható mértékűre csökken.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A tubus elkészítéséhez a gyári 6×6 cm-es applikátort alakítottuk át, illetve egészítettük ki egy négyzet keresztmetszetű vas elemmel. Elvégeztük az eszköz sugárfizikai tulajdonságainak bemérését, ami a mélydózisgörbék, keresztprofilok és mezőfaktorok felvételét jelenti. A tubussal ellátható térfogat méretei így meghatározhatók. A kezelés során az elektronenergia megfelelő megválasztásával, és esetleges bólusok alkalmazásával a kezelés egyénre szabható.

EREDMÉNYEK: A fent leírt tubus segítségével láttuk el egyik betegünk felső ajkát az orra alatt 60 Gy-vel. A fentebb leírt besugárzási technika alkalmazásával az egyébként komoly mellékhatásokkal járó kezelés során, és a későbbi követés során sem tapasztaltunk sugárzás okozta mellékhatásokat.

Súlyosan elhízott betegek sugárterápiájának dozimetriai kérdései

Fekete Gábor, Kovács Réka Lilla, Bolobás Gábor, Szabó Imre

Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház, Klinikai Onkológiai és Sugárterápiás Centrum, Sugárterápiás Osztály, Miskolc

CÉLKITÜZÉS: A súlyosan elhízott betegek sugárterápiája felveti a CT-vizsgálatok alkalmazásának, a pozicionálás problémáinak és a besugárzási tervek dozimetriai pontosságának kérdéseit. Vizsgálatunk céljait az tűztük ki, hogy jellemezni tudjuk számszerűen ezen hibaforrások hatását a dózisszámításokra, illetve a kezelés megvalósításának pontosságára.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A besugárzástervezés során központi jelentősége van a CT-készülék kalibrálásának. Ehhez speciális fantomok kaphatók kereskedelmi forgalomban (pl. CIRS). A súlyosan elhízott betegekkel kapcsolatos vizsgálatokhoz ezek mérete nem elég, ezért ehhez készítettünk egy kiegészítést méhviasszóból, melynek legnagyobb mérete 67 cm. Elvégeztük a CT-vizsgálatát, elemeztük a képalkotási hibákat (HU, geometriai torzítások, mérettartás), és besugárzási terveket számoltattunk ki rá a Varian Eclipse tervezőrendszerünkben, amelyeket mérésekkel ellenőriztünk. A mérések során Farmer típusú ionizációs kamrát használtunk az elnyelt dózisok lehető legpontosabb mérésének biztosítása érdekében. Létrehoztuk a fantomunk tényleges 3 dimenziós modelljét is, amelyre szintén kiszámoltattuk a terveket. A kétféle számítás eredményeit összehasonlítottuk.

EREDMÉNYEK: A súlyosan elhízott betegek testének jelentős része a kiterjesztett leképezési tartományba esik, ahol a HU-értékek torzulnak, a test kisebb-nagyobb része levágódik. Mindkét tényező komoly hibákat okozhat a dózisszámításokban, amelynek mértéke akár a 8%-ot is meghaladhatja. A beállítási pontosság hiánya tovább növelheti a bizonytalanságot, így összességében a túlsúlyos betegek sugárkezelése alaposan mérlegelendő.

A nyelv- és a szájfénéktumorok műtéti eltávolítását követő interstitiális HDR-BT és CK technikák dozimetriai összehasonlítása a kritikus szervek dózisparaméterei és a mellékhatások szempontjából – prospektív vizsgálat kezdeti eredményei

Ferenczi Örs

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

CÉLKITÜZÉS: A brachyterápia évtizedek óta kiemelkedő szerepet tölt be a nyelv és a szájfénék tumorainak adjuváns sugárkezelésében. A tanulmány célja a CyberKnife technika, mint külső besugárzási mo-

dalítás létjogosultságának igazolása a nyelv és a szájüreg daganatainak posztoperatív kezelésében. Az összehasonlítás során a céltérfogat dózislefedettségét, a védendő szervek (mandibula, ipsilaterális és kontralaterális parotis és submandibularis nyálmirigyek) dózisparamétereit, valamint az akut és késői mellékhatásokat elemeztük.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2024. május és 2024. november között 8 beteg (5 férfi, 3 nő) pT1-2 pN0 stádiumú nyelv- (n=4) és szájfenék- (n=4) daganattal részesült adjuváns sugárkezelésben brachyterápiás (BT, n=4) és CyberKnife (CK, n=4) technikával a tumorágy területére. A helyi posztoperatív BT indikációjához az alábbi kritériumok egyikének kellett teljesülnie: sebési reszekció szél ≤ 2 mm, lymphovascularis infiltráció vagy perineuralis invázió. A BT dózisa intézetünkben a nemzetközi ajánlások alapján 15×3 Gy volt, míg a CK esetében az EQD2 modell alapján 5×7 Gy frakcionálású dózist alkalmaztunk. A betegek életminőségét (beleértve a nyelési funkciót is) a kezelés első és utolsó napján, valamint a kezelést követő 2. héten és 3. hónapban kérdőívekkel (EORTC QLQ-C30, EORTC QLQ-H&N35, M.D. Anderson Dysphagia Scale) értékeltük.

EREDMÉNYEK: A céltérület dózislefedettsége mindkét technikával 90,0%-os volt. A mandibula dózisanak minimalizálása a BT esetében volt a legkedvezőbb ($D_{2\text{cm}^3}$: 1,3 Gy) a CK-hoz képest ($D_{2\text{cm}^3}$: 19,8 Gy). A nyálmirigyek tekintetében a CK technika biztosította a legalacsonyabb dózist mind az ipsilaterális, mind a kontralaterális oldalon (ipsz. parotis, kontralat. parotis, kontralat. submandibularis mirigy – CK $D_{2\text{cm}^3}$: 3,32 Gy, 1,87 Gy, 3,3 Gy vs. BT $D_{2\text{cm}^3}$: 6,8 Gy, 3,8 Gy, 7,2 Gy). Az M.D. Anderson Dysphagia Skála szerint a CK-csoportban a betegek 100%-a (n=3) a kezelés kezdetén és végén, valamint a 2 hónapos kontrollnál sem tapasztalt a nyeléssel kapcsolatos nehezítettséget. Ezzel szemben a BT-csoportban a betegek 100%-a számolt be a nyelés nehezítettségéről, valamint az étkezési szokásokat befolyásoló hatásáról. Az EORTC QLQ-C30 kérdőív „Hogyan értékelné az elmúlt héten az életminőségét?” kérdésére (1–7 skála, ahol 7 a kiváló) a CK-csoportban a betegek 100%-a a kezelés kezdetén, végén és 2 hónap múlva is 6-os értéket adott meg. A BT-csoportban a betegek a kezelés kezdetén és végén 3-as értéket, míg 2 hónap múlva 1 beteg 4-es és 2 beteg 5-ös értéket adott meg. Az EORTC QLQ-H&N35 kérdőív alapján a CK-csoportban a betegek 100%-a képes volt szilárd táplálék fogyasztására a kezelés alatt és után, míg a BT-csoportban ez kezdetben és a kezelés végén 0%-os volt; 2 hónap múlva 2 beteg képes volt szilárd ételt fogyasztani, 1 beteg pedig még pépes étkezést igényelt. Aspiráció egyik beteg esetében sem fordult elő, és nasogastricus szonda behelyezésére sem volt szükség.

KÖVETKEZTETÉSEK: Mindkét vizsgált sugárkezelési technika megfelelő dózislefedettséget biztosított a nyelv- és a szájfenéktumorsek posztoperatív radioterápiája során. A PTV dózislefedettsége és a mandibula dózisparaméterei a BT esetében voltak a legkedvezőbbek, míg a nyálmirigyek (parotis és submandibularis) szempontjából a CK technika biztosította a legalacsonyabb dózist. A CyberKnife módszer ígéretes alternatívának tűnik a fej-nyaki tumorok posztoperatív kezelésében, ugyanakkor a rutin alkalmazáshoz nagyobb betegszámú vizsgálatok szükségesek.

Biológiai dózisösszegzés méhnyak-, emlő- és prosztata daganatok kombinált tele- és brachyterápiája során

Fröhlich Georgina^{1,2}, Major Tibor^{1,3}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, ³Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Biológiai dózisösszegző módszerek vizsgálata méhnyak-, emlő- és prosztata daganatok kombinált tele- és brachyterápiája (BT) során.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Annak ellenére, hogy a kombinált teleterápiás és BT-s sugárkezelés elterjedt mind méhnyak-, emlő- és prosztatarákban, a kétféle modalitás biológiai dózisanak integrálása még megoldatlan feladat. Ennek fő oka a teleterápia és BT közti különbségek (képalkotó, tervezőrendszer, applikátor, anatómia stb.). Ezért a hagyományos dózisösszegző módszerekkel (pl. Uniform Dose Conception, UDC, DVH-összeadás, fizikai dózisösszegzés) számolt dózisokat kiszámoltuk manuálisan összegezve is, majd megvizsgáltuk a deformálható képregisztáció (DIR) használhatóságát (Velocity AI, Varian Medical Systems, Palo Alto, USA) is mindhárom lokalizációban. Az Országos Onkológiai Intézetben kezelt 20-20 méhnyak-, emlő- és prosztata daganatos beteg

intenzitásmodulált ívterápiás vagy 2 tangenciális mezős (emlő) tervét, a beállítási cone-beam CT-it, s a CT-, MR- vagy TRUH-alapú intersticiális BT-s dózistervét összegeztük. A DIR minőségét az elmozdulásvektorok vizuális vizsgálatán túl a warp-volume hisztogram elemzésével és a Jacobi-determináns meghatározásával vizsgáltuk. Külön regisztrációt végeztünk a céltérfogatra és a vizsgált védendő szervekre. Az összegzett EQD2 D90 céltérfogatdózist és a védendő szervek $D_{1\text{cm}^3}$ vagy $D_{2\text{cm}^3}$ dózisát Wilcoxon-féle párosított próbával hasonlítottuk össze a manuális és a DIR-alapú dózisösszegzés között.

EREDMÉNYEK: A DIR segítségével történt dózisösszegzés átlagosan 30 percig tartott betegenként. A CT-alapú méhnyak BT-s esetek közül 9 beteg esetében a DIR eredménye elfogadhatatlan volt, mert a deformált képeken egy védendő szerv átlapolt a céltérfogattal, így az összegzett dózisérték az előírt dózishoz is nagyobb volt. Ezekben az esetekben a warp-érték jóval magasabb volt az átlagosnál, rendre 1 cm feletti. Kizárólag a sikeres DIR eredményeit figyelembe véve, a hólyag $D_{2\text{cm}^3}$ dózisát átlagosan 27,3, a végbélét 59,0, a szigmbélét 6,0%-kal becsüli felül a DIR-módszer a manuális dózisösszegzéshez viszonyítva. Az MR-alapú BT-s képek deformációja pontosabb volt a CT-alapúnál. Emlődaganatok kombinált sugárkezelése esetén a hagyományos UDC módszer 54%-kal becsülte túl a tüdő, 28%-kal pedig a bordák $D_{1\text{cm}^3}$ dózisát. A DIR pontos eredményt adott, köszönhetően a két modalitás közötti csekély anatómiai különbségnek. Prosztata daganatok teleterápiája és BT-je esetén az UDC használatával a végbél $D_{2\text{cm}^3}$ dózisanak 37%-os, a hólyagénak 5%-os túlbecslését, a húgycső $D_{0,1\text{cm}^3}$ dózisanak pedig 1%-os alulbecslését eredményezte. Itt az elektronsűrűség-információt nem tartalmazó UH-képpel nem lehetséges a DIR végrehajtása.

KÖVETKEZTETÉSEK: A hagyományos UDC dózisösszegző módszer jelentősen túlbecsüli a védendő szervek összdózisát, a klinikumban használt többi módszer pedig nem veszi figyelembe a legnagyobb dózist kapott térfogatok helyét, így nem adnak adekvát eredményt. A manuális módszer időigényes, a DIR pedig nem minden esetben ad értékelhető eredményt. A deformáció minőségét MR-alapú BT használatával, a BT-s applikátor képből való kivonásával, a különböző szervek átlapolásának tiltásával lehetne javítani. Egy, a tervezőrendszerbe integrált, a klinikumban is használható dózisösszegző algoritmus kidolgozására egy ESTRO-munkacsoport alakult.

A kiterjesztett kilovoltos CBCT-felvételek képminőségének összehasonlítása hagyományos és O-ring lineáris gyorsító esetén

Gazdag-Hegyesi Szilvia^{1,2}, Gáldi Ádám^{1,4}, Major Tibor^{1,5}, Pesznyák Csilla^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, ²Fizikai Tudományok Doktori Iskola, ³Nukleáris Technikai Intézet; Semmelweis Egyetem, ⁴Doktori Iskola, ⁵Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Tanulmányunk célja a különböző felépítésű lineáris gyorsítókra szerelt kilovoltos képsugaras CT-k (kV CBCT) kiterjesztett képalkotási protokolljainak vizsgálata, longitudinális és laterális irányokban.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Vizsgálatunk során összehasonlítottuk egy hagyományos felépítésű (TrueBeam) és egy gyűrűs konstrukcióval rendelkező (Ethos) lineáris gyorsítóra szerelt kV CBCT képminőségét. Elemeztük a rekonstrukciós algoritmusok (szűrt visszavetítés – FDK, iteratív rekonstrukció – iCBCT) és a képalkotási protokollok hatását. A mérésekhez Catphan 604 képminőségfantomot és Gammex RMI szöveti inhomogenitás fantom szilárd víz inzeritjeit használtuk.

EREDMÉNYEK: A CT-kalibrációs görbék egyezését mutattak a különböző gyorsítótípusok, képalkotási protokollok, longitudinális eltolások és rekonstrukciós algoritmusok között. A legnagyobb eltéréseket az 50%-os csont- és teffloninzerterek esetében találtuk, ahol az abszolút különbségek rendre 150 ± 20 HU és 105 ± 25 HU voltak. Ezen kiugró értékek kizárásával a további inzerterek hosszanti eltolása során mért CT-számok átlagos különbsége 37 ± 15 HU volt. Az inzerterek Hounsfield-értékeinek szórása az elektronsűrűség növekedésével arányosan nőtt. A homogenitási vizsgálat során a laterális inzerterek jelhiányt mutattak centrális területükön, az izocentrumtól való kitolások hatásával arányosan. Például Ethos esetén a mellkasképalkotási protokoll alkalmazásakor a központi inzerter értéke stabilan ~ 8 HU körül maradt, míg a 20 cm-re elhelyezkedő laterális inzerterek jele 0 HU-ról ~ 160 HU-ra csökkent, rontva ezzel a képminőséget.

A jelhiányos terület kialakulása minden képalkotási protokoll és lineáris gyorsító esetén megjelent. A lineáris gyorsítók közötti szórásértékek összehasonlítása azt mutatja, hogy a hagyományos gyorsító képalkotó rendszere alacsonyabb zajszinttel rendelkezik. Az iteratív rekonstrukciós algoritmus kiváló lehetőséget biztosít a kép zajszintjének csökkentésére.

KÖVETKEZTETÉS: Eredményeink alapján az izocentrum síkjától való longitudinális eltolások nem befolyásolják a kép linearitását, így a kiterjesztett CBCT-protokollok alkalmasak hosszú céltérfogatok leképezésére. Ugyanakkor, a CBCT-alapú adaptáció nem megfelelő nagy laterális kiterjedésű vagy a periférián elhelyezkedő tumorok esetén a gyenge képminőség miatt.

A „légzésvezérelt” sugárterápia szerepe az emlődaganatos betegek kezelésében

Gál Brigitta

Uzsoki utcai Kórház, Fővárosi Onkoradiológiai Központ, Budapest

BEVEZETÉS: Emlőrákos betegek esetében mind a kemoterápiás, mind a sugárkezelés ronthatja a szív pumpafunkcióját. Bal oldali emlőrák esetében a céltérfogat megfelelő ellátása gondot jelenthet a szív közelsége miatt. A szív felesleges sugárterhelésének elkerülése érdekében alkalmazhatunk „légzésvezérelt” sugárkezelést. Ez a speciális technika kórházunkban már rutinszerűen hozzáférhető.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Osztályunkon évek óta használunk bal oldali emlőtumoros betegeknél légzésvezérelt sugárkezelést. A technika lényege, hogy a mély belégzés során a mellkas eltávolodik a középvonali szervektől és a szívtől, így a sugárkezelés alatt álló céltérfogat és a szív közötti távolság megnő. A terápia megtervezéséhez a beteg légzési amplitúdóját a tervezési CT elkészítésekor méri fel. Az ott mért légzési amplitúdóval számolnak tovább a fizikusok és így készítik el a megfelelő személyre szabott tervet a betegnek. A beteg pozicionálása a kezelés során megegyezik a tervezési CT során beállítottal. A kezelés során a betegek pontos instrukciókat kapnak, hogy mikor és hogyan kell levegőt venniük és meddig kell bent tartaniuk. A légzésük mélységét pedig egy monitoron láthatják a kezelés alatt. A sugárkezelés során csak akkor adja le a sugarat a szakasszisztencia, ha a beteg légzése a kívánt pozícióba hozza a céltérfogatot. A betegek légzésének mélységéről speciális érzékelők adnak információt, amit a betegek mellkasára helyeznek. Vannak olyanok, akik nagyobb odafigyelést igényelnek, mint például idősebb, nagyothalló vagy COPD-s betegek.

KÖVETKEZTETÉS: Összességében megállapítható, hogy a légzésvezérelt sugárkezelés bal oldali emlőtumoros betegek esetében jól alkalmazható, biztonságos technika. A betegek visszajelzése alapján nem jelent kellemetlenséget. A szakasszisztencia napi rendszerességgel alkalmazza. A technika alkalmazásával lényegesen csökkenthető a szív sugárterhelése.

Kombinált, terápiás és CBCT sugárzás okozta kromoszómaaberrációk vizsgálata online adaptív sugárterápia esetén

Gáldi Ádám^{1,3}, Farkas Gyöngyi², Gazdag-Hegyesi Szilvia^{1,5}, Koszta Enikő^{1,5}, Ágoston Péter^{1,4}, Pesznyák Csilla^{1,6}, Major Tibor^{1,4}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,4}, Polgár Csaba^{1,4}, Jurányi Zsolt^{2,4}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály; Semmelweis Egyetem, ³Doktori Iskola, ⁴Onkológiai Tanszék; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, ⁵Fizikai Tudományok Doktori Iskola, ⁶Nukleáris Technikai Intézet, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Intézetünkben, 2022 júniusában kv-CBCT-alapú adaptív sugárterápiára (oART) alkalmas besugárzó készülék került telepítésre. E technika alkalmazásánál elengedhetetlen a nagyszámú CBCT képalkotás alkalmazása. Az egyedüli CBCT alkalmazásának biológiai hatása már átfogóan kutatott téma a nemzetközi szakirodalomban. Projektünk célja a kombinált terápiás és CBCT-s sugárzások biológiai hatásának vizsgálata klinikai oART feltételek mellett.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 5 egészséges önkéntestől vett vérmintán *in vitro* kromoszómaaberrációs vizsgálatokat végeztünk. A minták besugárzását kétféle fantomban végeztük. A vizsgálat első részében egy házilag készített, tiszta vízzel töltött, henger alakú fantomot alkalmaztunk, amelynek

közepén egy lyuk volt a vérminta számára. A vizsgálat második részében egy 9 lyukkal ellátott CTDI PMMA hengerfantomot (kismedence méretű) használtunk a klinikailag releváns mérésekhez. A vér besugárzásához az Ethos tervezőrendszerben IMRT „sliding window” terveket készítettünk az adaptív kezeléseknél leggyakrabban használt megoldáshoz hasonlóan. 12 egyenletes szögelosztású mezőt használtunk a tervek létrehozásához. A dózis-kromoszómaaberráció kalibrációs görbe létrehozásához hat dózislepcsőt (0,5, 1, 2, 4, 6, 8 Gy) hoztunk létre terápiás sugárzás segítségével mind a két fantom használatával. Különböző számú CBCT (15 CBCT) felvétellel is végeztünk méréseket a csak CBCT-kból származó aberrációk értékeléséhez. Ezt követően klinikailag releváns oART besugárzásokat végeztünk, növekvő számú CBCT-vel és 2 Gy terápiás dózis leadásával kombinálva. A becsült dózist a terápiás sugárzás kalibrációs görbéje alapján számoltuk ki.

EREDMÉNYEK: Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy mindkét fantomtípus alkalmazható kromoszómaaberrációk mérésére. Önmagában a CBCT okozta aberrációk nem voltak biológiai értelemben relevánsak, számuk elhanyagolható volt, hasonlóan a nemzetközi szakirodalomban található eredményekhez. Abban az esetben, amikor a terápiás és CBCT sugárzást kombináltuk és összehasonlítottuk az összegzett fizikai dózissal, a CBCT-k számától függően különbségeket találtunk. A becsült biológiai dózis 14%-kal (1-2 CBCT), 24,8%-kal (3 CBCT), 46,4%-kal (4 CBCT) és 59,8%-kal (5 CBCT) volt magasabb a fizikai dózishoz.

KÖVETKEZTETÉSEK: Megállapítható, hogy a kombinált CBCT és terápiás sugárzás valós biológiai hatása nagyobb, mint amit az összegzett fizikai dózissal számolnánk. Eredményeinkből is belátható, hogy a beteg számára döntő fontosságú az összegzett dózis ismerete, de a biológiai hatás ettől nagyobb lehet. Javasoljuk, hogy a fiatal betegeket ne kezeljék nagy számú CBCT-t alkalmazó sugárterápiás technikával, mert megnő a másodlagos rák kialakulásának kockázata.

Multimetaszatikus sztereotaxiás betegek minőség-ellenőrzése a salgótarjáni sugárterápiás centrumban

Gesztai Imre¹, Tamaskovics Bálint^{1,2}, Paczona Viktor³, Miriszlai Beatrix¹

¹Nógrád Vármegyei Szent Lázár Kórház, Onkológiai és Sugárterápiás Osztály, Salgótarján, ²Heinrich Heine Egyetem, Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, Németország, ³Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Onkoterápiás Klinika, Szeged

CÉLKITÜZÉS: Intézetünkben 2023. május óta végzünk sztereotaxiás kezeléseket, intra- és extracranialisakat egyaránt. Vizsgálataimhoz egy olyan beteget választottam, amelynek 3 céltérületét kezeltük parallel, különböző lokalizációval – egy májlaesio, illetve 1-1 pancreasfej melletti és lumbális paraaortikus nyirokcsomó – és göcdózissal – 5×10 Gy/8 Gy/7 Gy. Célnk megmutatni, hogy az intézetben használt QA/QC eszközökkel meghatározott és a tervezés során használt TOP CT segítségével számított dózisok – OAR és célvolumen tekintetében – az öt frakció során frakciónként és teljes frakciódózisra vetítve 5%, illetve 3%-os eltérésen belül vannak-e, amely a kivitelezés megfelelőségét jelzi.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Előkészületeink során a PAO régiót szabadlégzéses CT-vel képeztük le, a májban, illetve a peripancreas régiójában elhelyezkedő, megnagyobbodott nyirokcsomó lokalizációjára DIBH CT készült. Mivel a 2, nem identikus CT regisztráció után bizonytalan és nem elfogadható átfedést mutatott, jelentős OAR eltérésekkel, ezért végül a PAO régiós céltérfogatot is a DIBH CT-n kontúroztuk, terveztük, és a kezeléseket ezek figyelembevételével kivitelezte. A CT-szekvenciákat a Siemens go.Sim dedikált topometriai CT-vel, a Varian RGSC rendszerének segítségével DIBH protokollal 3 mm szeletvastagsággal vettük fel. A dózisok CBCT-képeken való meghatározásához szükséges kalibrációs HURED görbéinek definícióját CIRS 062M CT fantom segítségével végeztük. A kontúrozás az OAR esetében szakasszisztencia segítségével, PTV az eredeti TOP CT regisztrációja utáni másolással történt. Dózis számításához az eredeti tervben szereplő paramétereket (MLC konfiguráció, kontrollpontok, Gantry start-stop pozíciók, dózisteljesítmény, MU-értékek) használtuk a koregisztrációhoz használt CBCT képalkotó felvételeire aktualizálva. Emellett figyeztünk a SunCHECK QA/QC rendszerben keletkezett adatok CBCT-re vonatkozó céltérfogataira és rizikószeveire vonatkozó értékeit, és összehasonlítottuk az eredeti topometriai CT-kre kapott értékeivel.

EREDMÉNYEK: A 3 célvolumen tartalmazó sztereotaxiás beteg fektetése utáni, kezelés előtti, ellenőrző CBCT-felvételeken utólag be-

kontúrozott OAR és PTV térfogatok szimulált dózisainak meghatározása, összehasonlítása a topometriai CT alapján tervezett dózissal a következő eredményekre vezetett. Amennyiben a kezelés kivitelezése helyes, a fektetés, beállítás megfelelő, a célterületek tekintetében a minimum, maximum és a mean dózis eltérése 3%-os értékig elfogadható, az intézetünkben alkalmazott, konszenzuson alapuló protokoll szerint. Ehhez képest a legfontosabb OAR dózisok eltérését maximumdózs tekintetében +5%-nál kisebb eltéréseken belül szeretnénk tartani. A CBCT korlátozott méreteiből következik, hogy az egyes szervek átlagos dózisa nem határozható meg nagy pontossággal, ezért a maximumdózszt vettük alapul rizikószerkezet esetében is. A kezelések alatt a minőségbiztosításra az SNC DoseCheck QA/QC programját használjuk, amely a kezelések kivitelezését elfogadhatónak minősítette. A CBCT-vel készített pontosabb vizsgálatok azonban egyes esetekben a vártól nagyobb eltéréseket mutattak. Ez főként a PAO régió esetében volt megfigyelhető, ahol az a TOP CT, CBCT összevetéséből is látszik, hogy a beteg testkontúrjait nem lehetett fedésbe hozni a CBCT-vel. A nem megfelelő koregisztáció korrelál a dózisosokra vonatkoztatott differenciákkal.

KÖVETKEZTETÉS: A céltérfogatok esetében feldolgozott értékek – maximum, minimum, mean – közül a minimum értékei nagyon széles skálán mozogtak, és nem korreláltak a max és mean értékek differenciáival az egyes volumenek esetében, ezért az egyes térfogatokra vett minimumértékek nem jó fokmérőt jelentenek a kezelések hatékonyságának meghatározására. A max és mean értékek, a tervezett, az elvárt és a vélhetően ténylegesen megkapott értékek viszont jól korreláltak egymással.

Betegoktatás, szupportáció Sugárterápiás Központunkban

Gurgolné Marcsa Krisztina

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Sugárterápiás Központunkban nagy hangsúlyt fektetünk betegeink oktatására és szupportációjára attól függetlenül, hogy járóbetegként kezeljük őket vagy osztályos ellátást vesznek igénybe. Betegeink speciális felkészítést, ápolást, gondozást igényelnek. Ellátásuk holisztikus szemléletet kíván, mely az embert egészen tekinti, feltételezi testének, szellemének és érzelmeinek egységét.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Kezelésük multimodális onkoterápiát igényel. Elsődleges a sebészeti megoldás, majd ezt követi a kemo- vagy radiokemoterápia. Sugárkezelésnél kulcsfontosságú az akut mellékhatások ellátása, hogy elkerüljük a terápiás szüneteket. Az ápoló rendkívül fontos szerepet játszik a hatékony és sikeres mellékhatás-menedzsmentben. Prevenációs feladatokat lát el, megfigyelő tevékenysége lévén gyorsan felismerhető a kialakuló mellékhatások és az orvossal együttműködve hatékonyan részt vesz az elhárításukban is. Mindemellett pszichésen és érzelmileg is támogatja a beteget.

EREDMÉNYEK: A korán felfedezett mellékhatások könnyebben és hatékonyabban orvosolhatók, így a beteg kezelése hosszú távon sikeresebb lesz. A beteg életminősége javul és ez által a compliance és az adherencia is.

KÖVETKEZTETÉS: Betegeink a körülményekhez képest legoptimálisabb erőnléti állapotban tudják a sugárkezelést átvészelni, mert az oktatás során felkészültté válnak kezelésükkel, a rájuk való mellékhatásokkal és azok kivédésével kapcsolatban, a szupportáció során pedig a mellékhatások hatékony redukálásával a mindennapjaik élhetőbbé válnak.

„Sötét ügy” az idegek körül: esettanulmány gerincvelői lokalizációjú malignus melanotikus ideghüvelytumor sebészeti és sugárterápiás kezeléséről

Harasztosi Petra¹, Takácsi-Nagy Zoltán¹, Veres Róbert², Szivos László², Radics Bence³, Smányó Viktor¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest, Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ ²Idegsebészeti Klinika, ³Patológiai Intézet, Szeged

BEVEZETÉS: A malignus melanotikus ideghüvelytumor (malignant melanotic nerve sheath tumor, MMNST) egy extrém ritka daganat, amely a perifériás idegek axonjait szigetelő Schwann-sejtekből származik, és

melanocytá-differenciációt mutat – emiatt korábbi elnevezése a melanotikus Schwannoma volt. Az MMNST pontos incidenciája nem ismert, de nagyságrendileg 1 eset/több millió ember/év. A Schwann-sejtek a perifériás idegek támasztószövetéhez tartoznak, tehát az MMNST a lágyszövetes daganatok egyik típusa. Leggyakrabban gerincvelői idegek mentén alakul ki, ennek megfelelő tüneteket okozhat: zsibbadással, izomgyengeséggel, reflexeltérésekkel, fájdalommal, myelopathiás tünetekkel jelentkezhetnek a betegek. Korábban benignusnak tartották, azonban az áttétek és kiújulások magas incidenciája miatt a 2020-as WHO Classification of tumors of the Soft Tissue már a malignus daganatok között említi.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A poszteren egy 75 éves nőbeteg esetét kívánjuk ismertetni, akinél alsó végtagi izomgyengeség és progrediáló járásbizonytalanság miatt kezdődött kivizsgálás. Lumbalis gerinc-MR-vizsgálaton a thoracalis X-XI. csigolya magasságában írtak le a gerincscatornában egy 15×27 mm-es terimét, következményes myeloncompressióval és myelopathiával. Idegsebészeti konzultáció műteti ellátást javasolt, melyre a Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ Idegsebészeti Klinikáján került sor, a X-XI. thoracalis csigolyák jobb oldali laminectomiáját és az intraduralis exophyticus növekedésű tumor szubtotális extirpációját végezték el. A szövettan MMNST-t állapított meg. Oncoteam döntésnek megfelelően posztoperatív céllal 50/2 Gy dózissal végeztünk fotonirradiációt a thoracalis X-XI. csigolyák területére IMRT/IGRT technikával az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában.

EREDMÉNYEK: A fél évvel a műtét után készült PET-CT vizsgálat malignitásra utaló FDG-halmozást nem talált, gerinc-MR-vizsgálat residuumot vagy recidívát nem észlelt. Oncoteam szoros obszervációját javasolta. A mindennapokban önálló, teljes életet él.

KÖVETKEZTETÉS: Az idegsebészeti műtét és a posztoperatív sugárkezelés kevés mellékhatás mellett megfelelő lokális tumorkontrollt és jó életminőséget biztosít.

Ethos rendszerrel végzett sztereotaxiás prosztata-sugárterápia megvalósíthatóságának dozimetriai elemzése

Herein András¹, Szegedi Domonkos^{1,2}, Gáldi Ádám^{1,4}, Tódor István Szabolcs¹, Pócza Tamás^{1,3}, Stelczer Gábor^{1,3}, Pesznyák Csilla^{1,3}, Ágoston Péter^{1,5}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,5}, Major Tibor^{1,5}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, ²Fizikai Tudományok Doktori Iskola,

³Nukleáris Technikai Intézet; Semmelweis Egyetem, ⁴Doktori Iskola,

⁵Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Prostatadaganatos betegek sztereotaxiás besugárzástervezési lehetőségének vizsgálata Varian Ethos rendszerrel, különös tekintettel a céltérfogat ellátottságára és a védendő szervek dozimetriai paramétereire.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Dozimetriai vizsgálatunkhoz kiválasztottunk tíz, intézetünkben CyberKnife-fal (CK) kezelt prostatadaganatos beteget. Az eredeti besugárzási terv szimultán integrált boost technikával készült, a prosztatát és az ondóhólyagokat tartalmazó térfogat (PVS) 5×6 Gy dózist, míg ezen belül a prosztata (PROS) 5×7,5 Gy dózist kapott. A CTV-PTV kiterjesztések CK esetén 3 mm-esek voltak. A betegek CT-képkészletét, illetve kontúrjait átvittük az Ethos tervezőrendszerbe. Mivel az Ethos rendszeren nem alkalmazható folyamatos céltérfogat-követés, ennek megfelelően a PTV-kezt 5 mm-es biztonsági margóval hoztuk létre. Az Ethos tervezőrendszerben található egy ún. intelligens optimalizáló motor, mely a kezeléssel szemben támasztott klinikai megfelelési kritériumok alapján, mesterséges intelligencia segítségével végzi el az optimalizálást. Az optimalizálási folyamatra a klinikai megfelelési kritériumok fontossági sorrendjének meghatározásával van hatásunk. A jelen vizsgálathoz felállítottunk egy kritériumsorrendet, melyet minden beteg esetén alkalmaztunk. Tervezési geometriából előre meghatározottakat lehet választani, az összehasonlításhoz 9 és 12 mezős IMRT, illetve 2 vagy 3 teljes ívet tartalmazó VMAT kezelést választottunk. Vizsgálatainkban az Ethos rendszer által végzett besugárzástervezés működését elemeztük, illetve az elkészült terveket hasonlítottuk össze a CK-s tervekkel. Dozimetriai adatgyűjtést végeztünk a céltérfogatokra (CTV, PTV) és

a legfontosabb védendő szervekre (hólyagfal, végbél, szigmbél, teljes test). A vizsgált paraméterek a céltérfogatokra a V95, V100 és D_{max} a hólyagfalra, a végbélre és a szigmbélre $D_{0,04ccm}$ és rendre $V_{18,3Gy}$ ill. a belekre V_{25Gy} voltak. Kigyűjtöttük továbbá a teljes testre vonatkozó D_{max} és V_{15Gy} értékeket. A mintaszámra tekintettel a paraméterek leíró statisztikai adatait elemeztük.

EREDMÉNYEK: A céltérfogatok ellátottsága a PVS tekintetében minden Ethoson készített tervben megfelelő volt, a V100 érték átlagosan 0,3%-kal, míg a V95 érték átlagosan 0,7%-kal volt kisebb, mint a CK-n (rendre 99,52% és 99,95%). Az IMRT tervekben a PROS V95 értékek 1%-kal kisebbek voltak, mint a CK-s tervekben (98,85%), míg a VMAT tervek azonos vagy 0,5%-kal jobb eredményeket értek el átlagosan. A CTV-k ellátottsága minden esetben megfelelő volt. A CK-s tervekkel ellentétben a végbélre vonatkozó $D_{0,04ccm}$ dóziszfeltételt (≤ 38 Gy) az Ethos-os tervek nem tudták tartani, 10–25 cGy-jel túllépték a klinikai megfelelési kritériumot. A hólyagfal $D_{0,04ccm}$ értékét (≤ 40 Gy) az IMRT tervekben megfelelően tudták tartani, míg a VMAT tervekben enyhén túllépték a határértéket. A térfogati paraméterek (V_{25Gy} és $V_{18,3Gy}$) mind a végbélre, mind a hólyagfalra minden esetben megfelelőek voltak. A szigmbél mindkét vizsgált paramétere minden tervben megfelelő volt, a CK-hoz képest az Ethos-os tervek kisebb $D_{0,04ccm}$ értékeket adtak. Az Ethos-os tervekben alkalmazott nagyobb céltérfogat-kiterjesztésnek köszönhetően a teljes testre számolt V_{15Gy} értékek átlagosan 76%-kal adódtak nagyobbaknak a CK-s tervekhez képest és az Ethos-os tervek közül az IMRT-k esetén nagyobbak voltak, mint a VMAT használatokor.

KÖVETKEZTETÉS: A vizsgált 10 beteg CK-s és ethosos besugárzási tervei alapján megállapítható, hogy az Ethos rendszer beépített mester-séges intelligenciával kiegészített besugárzástervező motorja alapvetően alkalmas szinte minden szempontból megfelelő besugárzási tervek elkészítésére sztereotaxiás prosztatabesugárzások esetén is, azonban néhány paraméterre nem teljesülnek maradéktalanul a klinikai megfelelési kritériumok. Annak megállapítására, hogy milyen beállítások mellett lehet az Ethos rendszerrel minden szempontból megfelelő besugárzási tervet készíteni, még további vizsgálatok szükségesek.

Lézeralapú ionizáló sugárnyalábok keltése, sugárbiológiai vizsgálata

Hideghéty Katalin^{1,2}, Szabó Emilia Rita², Polanek Róbert², Molnár Réka², Ébert Attila², Dudás Julianna², Búzás Előd³, Varmazyar Parvin³, Bíró Barna⁴, Osvay Károly⁵, Lazzarini Carlo Maria⁵, Zymak Illia⁵, Grittani Gabriele Maria⁵, Fodor Emese¹, Varga Zoltán¹, Kamperidis Christos², Hafiz Nasr², Papp Dániel², Lorenz Sebastian⁵

¹Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Onkoterápiás Klinika, ²ELI ALPS ELI-HU Nonprofit Kft., ³Szegedi Tudományegyetem, Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratórium, Szeged, ⁴HUN-REN Atommagkutató Intézet, Debrecen, ⁵ELI Beamlines The Extreme Light Infrastructure ERIC, Dolní Břežany, Csehország

CÉLKITÜZÉS: Az ELI létesítményekben fejlesztett lézervezérelt ionizáló sugárnyalábok (elektronok, protonok, gyors neutronok) terápiás potenciáljának és első radiobiológiai vizsgálati eredményeinek bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: U251 glioblastomasejtek és 24 órás zeb-radánio-embriók besugárzását végeztük lézer-plazma technológiával előállított 3,2 MeV-es neutronnyalábbal (ELI ALPS, NTNL projekt). Emellett 15 MeV-os, lézerplazma-gyorsított elektronok biológiai hatásait vizsgáltuk az ALFA (ELI Beamlines) és e-SYLOS (ELI ALPS) berendezéseknél. Dózis-hatás görbékét állítottunk fel, és elemeztünk LINAC elektron referenciabesugárzással összehasonlítva, speciális kísérleti körülmények között.

EREDMÉNYEK: A nagy teljesítményű lézerek kompakt részecskegyorsítási lehetőségeit kínálják, egyre jobb paraméterekkel. Neutronnyalábbal három kísérleti kampány során 100–1000 mGy dózist értünk el. Fluoreszcens festéssel jelölve szignifikáns DNS kettős szál töréseket és apoptózist detektáltunk a kontrollal összehasonlítva. A lézer-plazma elektronnyalábbal végzett kísérletekben (5–76 Gy dózisok) a zeb-radánio-embriók sugárzási károsodása dóziszfüggő volt: csökkent túlélés, morfológiai elváltozások (rövidebb testhossz, kisebb szemátmérő, ödéma) figyelhető meg, hasonlóan a hagyományos LINAC besugárzáshoz.

KÖVETKEZTETÉS: A lézer keltette részecskenyalábok radiobiológiai kutatása egyre elérhetőbb, gyorsan fejlődő technikai feltételekkel. A kezdeti eredmények ígéretesek, az ultranagy dózisteljesítményű impulzus üzemmódban működő elektrongyorsítás és neutronkeltés új lehetőségeket nyújthat a sugárterápiában.

DIBH technika bevezetésének tanulságai intézetünkben jobb oldali adjuváns emlőirradiáció esetén

Imecs Gabriella¹, Mohammed Murad¹, Dudás Viktória¹, Paczona Viktor^{2,1}, Tamaskovics Bálint^{1,3}

¹Nógrád Vármegyei Szent Lázár Kórház, Onkológiai és Sugárterápiás Osztály, Salgótarján, ²Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Onkoterápiás Klinika, Szeged, ³Heinrich Heine Egyetem, Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, Németország

CÉLKITÜZÉS: A Nógrád Vármegyei Szent Lázár Kórházban 2024 második felétől jobb oldali emlődaganatok sugárkezelésénél is bevezetésre került mélybelélgzéses (DIBH) technika dozimetriai előnyeinek meghatározása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Vizsgálatunkban a jobb oldali DIBH bevezetését követő első 13 beteg adatait elemeztük, akik posztoperatív jobb emlőbesugárzáson estek át. Háromlépcsős SIB technikával készültek a besugárzási tervek az IMPORTLOW klinikai vizsgálat analógiájára 48,0/3,2 Gy, 40,05/2,67 Gy, ill. 36,0/2,4 Gy dózislepcsőkkel. A topometriai CT során minden betegről DIBH, illetve szabad légzéses (FB) felvétel készült. Utóbbiakra készítettünk – intézeti protokollunk előírásait betartva – besugárzási terveket, OAR-szegmentálást és orvosi céltérfogatkijelölést követően. A teljes emlő és a tumorágy deformábilis koregisztráció segítségével készült, majd szakorvos által szükség szerint korrigálásra került, a minél jobb összehasonlíthatóságot biztosítandó. Mindegyik terv IMRT technikával készült, átlagosan 1600 körüli monitoregységgel, mediális és laterális mezők alkalmazásával. Tervenként átlagosan 4–5 mezőt használtunk, opponáló mezők kizárása mellett, hat megavoltos fotonenergiával dolgozva. A tervezés során prioritást élvezett a tüdődózis alacsonyan tartása. A minél hitelesebb összehasonlíthatóság érdekében, amennyiben klinikailag elfogadható eredményre vezetett, a DIBH tervet az eredeti mezőelrendezést és optimalizálási feltételeket megtartva adaptáltuk az FB sorozatra. A tervek kiértékeléséhez az intézeti klinikai célokat használtuk, vizsgálva a célterületek dózislefedettséget, illetve a következő rizikószervek terhelését: ellenoldali emlő, nyelőcső, szív, vállízület, máj, jobb és bal oldali tüdő, össztüdő, 3 mm-es kiterjesztett gerinccsatorna és pajzsmirigy. Az FB és DIBH tervek céltérfogat- és OAR-dózisainak különbségét a normáelosztás vizsgálatát követően páros t-próbával elemeztük.

EREDMÉNYEK: A célterületek megfelelő dózislefedettséget mindkét légzéstechnikával teljesíteni lehetett. Szignifikáns különbséget tapasztaltunk a máj dózisterhelésének vizsgálatokor. Míg a szerv átlagdózisát DIBH mellett minden esetben sikerült 3 Gy alatt tartani, addig szabatdózisban két betegnél ezt nem sikerült teljesíteni ($D_{átlag}=3,37$, ill. 5,51 Gy), valamint átlagosan 1,5 Gy-es átlagdózis-emelkedés volt megfigyelhető. A másik vizsgált feltétel a $V_{10,00Gy} < 5,0\%$ volt. DIBH esetén minden betegnél teljesült ez az elvárás. FB-t alkalmazva azonban 7 páciensnél nem sikerült ezt megvalósítani. Itt átlagosan 5,3%-os romlás volt megfigyelhető, egy esetben pedig 16,54% adódott, ami jelentős májterhelésnek bizonyult a DIBH-hoz képest. Összességében elmondható, hogy tíz esetben jelentős különbség adódott a májterhelést illetően a szabadlégzés hátrányára, három esetben pedig kiskfokú differencia volt mérhető. Megfigyeléseink szerint a rekesz és a mellkas átlagos elmozdulása kisebbnek adódott, ezáltal az utóbbi mintában a tüdőterfogat sem növekedett jelentősen mélybelélgzésnél. A kétoldali átlagdózis szignifikánsan a DIBH előnyét mutatja, semmilyen más tüdőparaméterben nincs különbség. Tüdőterfogat tekintetében mélybelélgzésnél szignifikáns volumennövekedés figyelhető meg, ami radiobiológiailag előnyös, mivel szövetdenzitás-csökkenéssel jár. A többi védendő szervet illetően szignifikáns különbség nem volt kimutatható.

KÖVETKEZTETÉSEK: A DIBH technika dozimetriai előnyei több védendő szerv esetében demonstrálhatóak, legjelentősebb előny az átlagos májdózis érdemi csökkenésében mérhető. Dozimetriai hátrány nem volt kimutatható.

Korai stádiumú primer tüdődaganatok sztereotaxiás sugárkezelésének eredményei – 401 beteg adatai alapján

Jánváry Zsolt Levente¹, Bajcsay András¹, Stelczér Gábor^{1,2}, Kontra Gábor¹, Pócza Tamás¹, Ladányi Katalin¹, Pap Éva¹, Gerdán Mercédesz², Vékás Márton¹, Herein András¹, Major Tibor^{1,3}, Polgár Csaba^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Inoperábilis, korai stádiumú (cT1-2 cN0 cM0) primer tüdődaganatos betegek kuratív célú sztereotaxiás sugárkezelésével (SBRT) elért klinikai eredmények bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában a 2015–2023 közötti időszakban lineáris gyorsító (LINAC) és CyberKnife (CK) SBRT kezelésben részesült 401 beteg adatait elemeztük. A medián életkor 70 év (44–90) volt. T-stádium szerinti megoszlás: T1a: 32, T1b: 179, T1c: 112, T2a: 67 és T2b: 11 beteg. A daganatok szövettana 23%-ban adenocarcinoma, 12%-ban planocellularis carcinoma, 25%-ban egyéb szövettanú és 62,5%-ban ismeretlen volt. A magas rizikó miatt szövettani mintavételre alkalmatlan betegeknek PET-CT alapján került megerősítésre a malignitás alapos gyanúja. A kezeléseket 362 betegnél hagyományos lineáris gyorsítóval (Varian TrueBeam és VitalBeam) végeztük 4D tervezési CT alapján létrehozott ITV céltérfogatra (internal target volume), 39 esetben pedig CyberKnife robotkaros besugárzával, direkt légzőmozgás-követéssel. Az alkalmazott SBRT biológiai effektív dózisa (BED₁₀) 86 és 151 Gy között változott, a leggyakoribb dózissémák 8×7,5 Gy, 5×12 Gy és 3×18 Gy voltak. A klinikai eredmények értékeléséhez a Statistica szoftvert alkalmaztuk, a lokális kontroll (LC), lokális progressziótól mentes túlélés (LPFS), progressziómentes túlélés (PFS) és teljes túlélés (OS) elemzéséhez Kaplan–Meier-analízist végeztünk. A túlélési eredményeket befolyásoló prognosztikai faktorok megállapításához uni- és multivariáns Cox–Mantel-tesztet alkalmaztunk. A mellékhatásokat a CTCAE 5.0 (Common Terminology Criteria for Adverse Events) szerint értékeltük ki.

EREDMÉNYEK: 32 hónap medián követési idő után a 401-ből 233 beteg (58%) volt életben. Lokális daganatkiújulás mindössze 36 betegnél (9%) jelentkezett. Regionális nyirokcsomó- és mezőn kívüli tüdőrelapszus 33, ill. 60 esetben jelentkezett, míg távoli áttét 72 betegnél alakult ki. A medián OS 63 hónap volt, a 2, 3 és 4 éves OS 79, 68 és 56%-nak bizonyult. Az LC valószínűsége 2 évnél 94%, 3 évnél 90% és 4 évnél 87% volt. A medián LPFS és PFS értéke 49,5 és 37 hónap volt. Multivariáns analízis alapján a kisebb T-stádium (T1a, b vs. T1c, T2a, b) és az alacsonyabb ECOG-status szignifikánsan jobb teljes túléléssel párosult ($p=0,002$ és $p<0,001$). Az LPFS szempontjából az alkalmazott dózis mutatott erős korrelációt: BED₁₀ 132 Gy-el vagy magasabb dózissal kezelt betegcsoport szignifikánsan jobb lokális progressziómentes túlélést mutatott ($p<0,0001$). Sem a szövettani verifikáció megléte/hiánya, sem az életkor vagy az alkalmazott sugárterápiás technika (LINAC vs. CK) nem befolyásolta a klinikai eredményeket. Grade 3, vagy annál súlyosabb akut mellékhatást nem észleltünk. A leggyakoribb késői mellékhatás a Grade 1–2 fibrosis volt 130 betegnél (32%). Grade 3 késői toxicitás 4 betegnél (1%) jelentkezett (3 tüdőfibrosis, 1 pneumothorax). Késői bordatörés 14 betegnél (3%) alakult ki.

KÖVETKEZTETÉS: Nagy betegszámú, hosszú követési idejű retrospektív vizsgálatunk az irodalmi adatokhoz hasonló kiváló lokális kontrollt mutatott SBRT sugárkezelés után. A magas PFS-, LPFS- és OS-értékek megfelelnek a nemzetközi vizsgálatok eredményeinek. A súlyos mellékhatások aránya igen alacsony. Összességében eredményeink megerősítik a tüdő-SBRT hatékonyságát és biztonságosságát inoperábilis, idősebb, társbetegségekkel terhelt betegcsoportban.

SEED brachyterápia és sztereotaxiás külső sugárkezelés eredményeinek összehasonlítása szervre lokalizált kis és közepes kockázatú prosztata daganatos betegeknek

Jorgo Kliton^{1,4}, Kocsis S. Zsuzsa^{2,3}, Stelczér Gábor^{1,5}, Gesztesi László¹, Major Tibor^{1,3,4}, Polgár Csaba^{1,3,4}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3,4}, Ágoston Péter^{1,4} Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocitogenetikai Osztály, ³Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, ⁴Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, ⁵Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Retrospektív vizsgálatunk célja a prosztata daganat definitív ellátásként alkalmazott SEED brachyterápia (BT) és CyberKnife (CK) gyorsított végzett sztereotaxiás sugárkezelések (SBRT) klinikai eredményeinek és a kezelés radiogén urogenitális (UG) és gasztrointesztinális (GI) mellékhatásainak összehasonlítása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézetünkben 2018. 01. 01. és 2019. 12. 31. között 260 kis és közepes kockázatú prosztatarákos beteget kezeltünk SBRT technikával ($n=135$) vagy BT-vel ($n=125$). SBRT esetén a prosztatára 7–8 Gy-s frakciót, közepes kockázatú betegeknek ezzel együtt a vesicula seminalisok kezdeti szakaszára 6–6,5 Gy-s frakciót alkalmaztunk szimultán integrált „boost” technikával. Összesen 5 frakciót adtunk (összdózis 35–40 Gy) minden második munkanapon. BT során I-125 izotópi implantációt végeztünk, a leadott összdózis 145 Gy volt. Kis kockázat esetén a céltér fogat maga a prosztata mirigy volt, közepes kockázatú betegeknek a prosztata körül 3 mm-es biztonsági margót is használtunk. Betegeink 38,9%-a átlagosan 7,1 hónapig részesült hormonterápiában. A 2 betegcsoportban szereplő prognosztikai faktorok közötti különbségek kiegyenlítéséhez Propensity score súlyozást végeztünk. A mellékhatásokat az RTOG/EORTC pontrendszere alapján osztályoztuk.

EREDMÉNYEK: A medián követési idő 63 hónap volt, a betegek 84,2%-a közepes kockázatú volt. A közepes kockázatú betegeknek a lokális relapszustól mentes és teljes túlélés szignifikánsan jobb volt CK-val, mint BT-vel (98,2±1,2% vs. 93,8±2,5%, $p=0,048$ és 98,3±1,2% vs. 89,4±3,0%, $p=0,006$ sorrendben). A biokémiai relapszustól mentes és a teljes relapszusmentes túlélésben szintén a CK-nál mutatkozott jobb tendencia (96,5±1,7% vs. 93,8±2,5%, $p=0,084$ és 95,6±1,9% vs. 90,4±3,1%, $p=0,099$). A betegségmentes túlélés a CK és a BT esetében 95,6±1,9%-nak és 93,8±2,5%-nak ($p=0,237$) adódott. A CK-val vs. BT-vel kezelt betegeknek a regionális relapszustól mentes túlélés 98,2±1,2% vs. 96,9±1,8% volt. Kis kockázatú betegeknek egyik paraméterben sem mutatkozott szignifikáns különbség. Akut Grade II GI mellékhatás CK vs. BT csoportban 5,2% vs. 1,9%-ban alakult ki. Akut Gr. II és súlyosabb UG mellékhatás 53,9% vs. 43,3% volt ebben a sorrendben, ebből Gr. III fokú 0,9% vs. 1,9%-ban jelentkezett. Krónikus Gr. II-es GI toxicitást CK vs. BT kezeléseknél 1,7% vs. 2,9%-ban regisztráltunk. Krónikus Grade II és súlyosabb UG mellékhatás gyakrabban fordult elő a CK kezelési karon (25,2% vs. 20,2%), amiből több volt a Gr. III súlyosságú toxicitás is (5,2% vs. 3,8%).

KÖVETKEZTETÉSEK: Kis és közepes kockázatú prosztata daganat definitív sugárkezelése modern technikákkal (SBRT) is hatékony gyógymód. A standard, hosszú távú eredményekkel rendelkező SEED brachyterápiával összehasonlítva hatásossága és tolerálhatósága is kiváló. Közepes kockázat esetén a lokális relapszustól mentes és teljes túlélés szignifikánsan jobb volt a CK-s karon, ugyanakkor több radiogén toxicitást is tapasztaltunk. A fenti eredmények lehetővé teszik a betegek preferenciáinak figyelembevételét a sugárkezelés módjának megválasztásában.

Reirradiáció: ismeretlen vizeken hajózva

Jurányi Zsolt¹, Farkas Gyöngyi¹, Kocsis S. Zsuzsa¹, Sándor Gyöngyvér¹, Székely Gábor¹, Takácsi-Nagy Zoltán², Dank Magdolna³ Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocitogenetikai Osztály, ²Sugárterápiás Központ, ³Országos Onkológiai Intézet, Budapest

Az elmúlt években egyre gyakrabban kerül sor korábban sugárterápiában részesült betegek ismételt besugárzására, rekurrencia vagy újabb tumor kialakulása miatt. Bár az alkalmazott dózisok, különös tekintettel a normális szövetek esetében, egyre pontosabban definiálhatók és adhatók le a modern tervezőrendszereknek és berendezéseknek köszönhetően, a reirradiáció során még biztonságosan használható dózisok tekintetében nagy a bizonytalanság. A poszter áttekinti az ezzel kapcsolatos preklinikai vizsgálatok eredményeit, bemutatja a sugárbiológiai alapokat és próbál segítséget adni a klinikusoknak a mindennapi munkájukhoz.

Bőrtumorok hipofrakcionált sugárkezelésével szerzett kezdeti tapasztalataink

Karkas Réka¹, Kelemen Gyöngyi¹, Fodor Emese¹, Fuszko Melinda¹, Borzák Ferenc¹, Borzási Emőke¹, Varga Zoltán¹, Baltás Eszter², Oláh Judit¹, Hideghéty Katalin^{1,3}

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Bőrgyógyászati és Allergológiai Klinika; ³ELI-ALPS Non-profit Kft., Szeged

BEVEZETÉS: Az időskorú, több társbetegséggel küzdő betegek bőrtumorainak sugárterápiás kezelése különös kihívásokat jelent a hagyományos frakcionálási sémák alkalmazása során. A betegek általános állapota, a társbetegségek jelenléte, valamint a hosszabb kezelési időtartamok egyaránt befolyásolhatják a terápia tolerálhatóságát és hatékonyságát.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Klinikánkon 2024. májusban vezettük be a fenti betegcsoport esetén a hipofrakcionált sugárkezelést. Két kezelési sémát alkalmaztunk. Heti egy kezelési nap mellett, napi 8 Gy/frakció dózist adtunk 4–6 alkalommal, illetve másnaponta 4–4,5 Gy-t 12 alkalommal. A kezeléseket 6–9 MeV elektronbesugárással végeztük 0,5–1 cm-es bolus alkalmazásával. Célul tűztük ki a kezelés tolerálhatóságának, biztonságosságának és hatékonyságának értékelését ebben a betegpopulációban.

EREDMÉNYEK: 2025. februárig 13 beteg adatait dolgoztuk fel. A betegek életkora 55–95 év közé esett (átlag 76,85 év). 11 esetben a kezelést fej-nyaki régióban, 2 esetben végtagon végeztük. Az esetek legnagyobb százalékában melanomás betegeket kezeltünk (n=7). 4 betegnél lapáthamkarcinóma, 2 esetben basalioma volt a szövettan. A sugárkezelés alatt Grade I radiodermatitist detektáltunk. Súlyosabb mellékhatás nem fordult elő. 1 esetben végeztük a kezelést posztoperatíván. A feldolgozás időpontjáig nem igazolódott tumoros recidíva a kezelt területeken. A kezelés hatékonyságát a kontrollvizsgálatok eredményei alapján értékeltük: teljes remissziót (CR) a betegek 23%-ánál, részleges remissziót (PR) 38,5%-ban, stabil betegséget (SD) 23%-ban, míg progressziót (PD) 15,5%-ban tapasztaltunk.

KÖVETKEZTETÉS: Eredményeink alapján a hipofrakcionált sugárkezelés biztonságos és jól tolerálható kezelési mód az idős, társbetegségekkel rendelkező bőrtumoros betegek számára. A mellékhatások enyhék voltak, súlyos toxicitást nem tapasztaltunk. Az alkalmazott sémák ígéretes alternatívát jelenthetnek a hagyományos frakcionálási protokollokkal szemben, különösen a csökkentett kezelési idő és a jobb betegkomfort szempontjából.

Szimultán integrált boost technikával szerzett tapasztalataink fej-nyaki daganatok sugárkezelésében

Kelemen Gyöngyi¹, Fodor Emese¹, Csenki Melinda¹, Fuszko Melánia¹, Puskás Árpád¹, Borzási Emőke¹, Besenyi Zsuzsanna², Paczona Viktor¹, Borzák Ferenc¹, Szakács László³, Paczona Róbert⁴, Varga Zoltán¹, Oláh Judit¹, Hideghéty Katalin^{1,5}, Fronto Anna¹, Hosseini Armita¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Nukleáris Medicina Intézet, ³Fül-orr-gégészeti és Fej-nyaksebészeti Osztály, ⁴Arc-, Állcsont- és Szájsebészeti Klinika; ⁵ELI ALPS ELI-HU Nonprofit Kft., Szeged

BEVEZETÉS ÉS MÓDSZEREK: Vizsgálatunkba olyan fej-nyaki daganatos betegeket vontunk be, akik definitív vagy posztoperatív sugárterápiában (RT) részesültek 2022 szeptembere és 2023 októbere között a Szegedi Tudományegyetem Onkoterápiás Klinikáján. Összesen 66 beteg adatait elemeztük, közülük 33 kapott szimultán integrált boost (SIB), 33 pedig szekvenciális boost (SB) kezelést. Minden beteg adaptív RT-n esett át egyidejű ciszplatin- vagy cetuximabkezeléssel vagy anélkül. A két csoportban a különböző demográfiai és patológiai adatokat hasonlítottuk össze. Felmértük az akut toxicitást, illetve a lokális kontrollt, az RT alatt és három hónappal az RT után.

EREDMÉNYEK: Nem volt szignifikáns különbség a dysphagia, radio-mucositis és xerostomia tekintetében a két csoport között. A grade II-III radiodermatitis szignifikánsan gyakrabban fordult elő az SB-csoportban (42,4% vs. 15,6%, p=0,01) és gyakrabban kellett terápiás szünetet tartani, mint SIB esetén. Nem volt szignifikáns különbség a helyi tumorválasz arányában a csoportok között az RT alatt és után.

KÖVETKEZTETÉSEK: A SIB technika biztonságosan és hatékonyan alkalmazható fej-nyaki daganatok sugárkezelése során, csökkentve az akut bőrtotoxicitást és fenntartva a megfelelő tumorválaszt. Eredményeinkből arra következtethetünk, hogy a SIB megfontolandó lehetőség a fej-nyaki daganatok kezelésére.

18F-DOPA PET/CT szerepe az agydaganatok céltérforagat-meghatározásában

Kelemen Gyöngyi¹, Besenyi Zsuzsanna², Mikó Zsófia², Sipka Gábor², Pávics László², Dobi Ágnes¹, Paczona Viktor¹, Borzási Emőke¹, Tóth Rozália¹, Borzák Ferenc¹, Varga Zoltán¹, Fodor Emese¹, Oláh Judit¹, Hideghéty Katalin^{1,3}, Erdős Réka¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Nukleáris Medicina Intézet; ³ELI ALPS ELI-HU Nonprofit Kft., Szeged

BEVEZETÉS ÉS CÉL: Az aminosav-alapú PET/CT egyre fontosabb szerepet játszik a központi idegrendszeri daganatok kezelésében. Ennek a prospektív vizsgálatnak a célja az volt, hogy felmérje az MRI alapján meghatározott tumortérforagat (GTV) és a 18F-DOPA PET/CT-vel körülhatárolt biológiai céltérforagat (BTv) közötti lehetséges eltérést.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Az agydaganatok posztoperatív sugárkezelése során a céltérforagat (PTV) meghatározásához a preoperatív és posztoperatív MR-t használjuk rutinszerűen, a sugárkezelés kétharmadánál pedig köztes MRI (reMRI) alapján adaptáljuk a PTV-t. Vizsgálatunkban ezenkívül a műtét után, a sugárkezelés előtt elvégzett DOPA PET/CT-t is fuzionáltuk a besugárástervezési képkalkulációkhoz.

EREDMÉNYEK: 55 beteg adatait elemeztük. Elsődleges besugárázásra 44, reirradiációra 11 esetben került sor. A Dice index alapján azt találtuk, hogy a két MRI alapján rajzolt kontúrok között van a legszorosabb egyezés (DICE index 0,602), majd a DOPA-PET és a reMRI alapján meghatározott GTV-k egyezése következik (DICE index 0,498), a DOPA-PET és a posztoperatív MRI között volt a leggyengébb egyezés a DICE index: 0,424 alapján (p<0,05). Ha a posztoperatív MRI reziduális daganatot mutatott, az átlagos OS szignifikánsan alacsonyabb volt (p<0,05). Amikor a PET/CT negatív volt, illetve tumoraktivitást detektált, az átlagos OS 28,9, illetve 16,9 hónap volt (p<0,05).

KÖVETKEZTETÉSEK: Az aminosav-alapú PET/CT fontos szerepet játszik a sugárterápia tervezési folyamatában, és eredménye fontos prognosztikus tényező. Segíthet a céltérforagat meghatározásában, ezáltal minimalizálhatja a lehetséges mellékhatásokat és növelheti a besugárázás hatékonyságát.

Hasnyálmirigy-tumorok lineáris gyorsító alapú, valós idejű tumorkövetéssel végzett sztereotaxiás sugárterápiája

Kisváry Katalin^{1,2}, Sajti Péter¹, Farkas Andrea¹, Glavák Csaba¹, Máhr Károly³, Káposztás Zsolt⁴, Lakosi Ferenc^{1,2}

¹Somogy Vármegyei Kaposi Mór Oktató Kórház, Dr. Baka József Diagnosztikai, Onkoradiológiai, Kutatási és Oktatási Központ, Kaposvár; ²Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Egészségtudományi Doktori Iskola, Pécs; ³Zala Vármegyei Szent Rafael Kórház, Klinikai Onkológia, Zalaegerszeg; ⁴Somogy Vármegyei Kaposi Mór Oktató Kórház, Sebészeti Osztály, Kaposvár

CÉLKITÜZÉS: Célunk a hasnyálmirigy sztereotaxiás radioterápiája különböző mozgáskezelési stratégiáinak és klinikai eredményeinek bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2016. 10. és 2025. 02. között 18 betegnél végeztünk VMAT-alapú SABR (sztereotaxiás ablatív radioterápia) kezelést hasnyálmirigy lokalizációban. Varian TrueBeam (3.0 verzió, Advanced IGRT & Motion Package) lineáris gyorsítón végeztük a kezeléseket. A tervezéshez 3D (12/18) vagy 4D CT (6/18) készült és kiegészítő axiális T2-súlyozott MRI-méréseket (6/18) is használtunk. Az előírt dózis: átlagosan 35,6 Gy-t (25–52,5 Gy) 5(6) frakcióban [13 esetben: 5(6)×5–6,6 Gy, 2 esetben: SIB (szimultán integrált boost) 5×5, 5×8], vagy dóziseszkálát besugárási módszerrel 15 frakcióban [3 eset: SIB 15×2,5, 15×3,5, 15×4]. A nem légzőkapuzott és DIBH (mélybelégzés légzésvisszatartással) technika esetén 3D CBCT-vel, légzőkapuzott RT esetén 4D CBCT-vel

történt a kezelésverifikáció. A SABR alatti tumorkövetéshez a tumor köré helyezett jelölőket (15/18) használtunk. 3 másodpercenként készülték kv-os felvételek. A kezelés után a fennmaradó hibák meghatározásához és a dózis adaptációjához újabb CBCT (poszt-CBCT) készült. Rögzítettük a kezelési időt és a kezelés alatti korrekciók számát, majd e két paraméter közti összefüggésekhez Spearman-korrelációanalízist végeztünk. A különböző kezelési technikák kezelési idejének összehasonlításához Kruskal-Wallis H-tesztet és Mann-Whitney U-tesztet végeztünk $p < 0,05$ statisztikai szignifikanciaszinttel. 16 beteg kapott indukciós kemoterápiát, 12 páciens Folfirinot (6–18 ciklus), 3 gemcitabint (1–7 ciklus) és 1 beteg 2 ciklus Folfirinotot, majd 3 ciklus abraxánt és gemcitabint. A teljes túlélésre (OS), a progressziómentes túlélésre (PFS) és a lokális recidívától mentes túlélésre (LRFS) Kaplan-Meier-becslest végeztünk, melyet mind az ICT (indukciós kemoterápia), mind a SABR befejezésétől kalkuláltuk. Az OS és a PFS az ICT kezdő dátumától és a SABR befejezési dátumától a halálozás/progresszió/lokális recidíva időpontjáig tartó időszakként volt meghatározva.

EREDMÉNYEK: Azoknál a kezeléseknél, ahol intrafrakcionális tumorkövetés (99 frakció) is történt, a medián kezelési idő 18,8±10,7 perc volt. A besugárzást átlagosan 1-szer kellett megszakítani (tartomány: 0–4) kezelésenként. A kezelési idő és a korrekciók száma jól korreláltak ($R=0,54$, $p < 0,001$). Szignifikáns különbség volt a három kezelési technika kezelési ideje között ($p < 0,001$). A medián OS-ICT 23 (9–63), PFS-ICT 19 (1–63) és ICT-LRFS 23 (9–63) hónap, míg az OS-SABR 17 (4–48), PFS-SABR 12 (1–48) és LRFS-SABR 17 (3–48) hónap volt. Az akut mellékhatások minimálisak voltak, mindössze két esetben volt Grade 1 hányinger/hányás/émelygés/hasmenés/puffadás, amikor kezelés közben a daganat közelében gázok voltak a rizikószervek. Nem volt késői RT-vel kapcsolatos toxicitás (hasmenés, gasztrointesztinális vérzés/elzáródás).

KÖVETKEZTETÉSEK: Kutatásunk alapján a sztereotaxiás ablatív sugárterápia biztonságos és hatékony kezelésnek tűnik lokálisan előrehaladott hasnyálmirigyrákban szenvedő betegek számára, G2 vagy annál nagyobb toxicitás nélkül.

Prosztata-aranymarkerek elmozdulásának összehasonlítása típus szerint

Kocsik-Garancsi Viktória Anna, Tamaskovics Bálint, Geszti Imre, Paczona Viktor Róbert

Szent Lázár Megyei Kórház, Onkológiai Osztály, Salgótarján

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS: Sugárterápiában a célzott kezelés pontossága kulcsfontosságú, csakúgy, mint a prosztata-daganatok esetében, amelyek térfogata viszonylag kicsi. A pontos célzás a környező rizikószervek sugárterhelésének csökkentését teszi lehetővé. Ezen célok elérését szolgálják a prosztata-aranymarkerek, melyek segítik a prosztata pontos követését a kezelés alatt. Azonban a különböző gyártók által előállított markerek elmozdulása eltérő mértékű lehet kialakításuknak megfelelően, ami befolyásolhatja a terápia hatékonyságát. A jelen tanulmány célja, hogy összehasonlítsa a különböző gyártók által készített prosztata-aranymarkerek elmozdulását a behelyezéstől a sugárterápia végéig.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A vizsgálatba intézeti prospektív regiszterünkben 18 prosztata-daganatos beteget vontunk be, akik fiduciális markerbeültetést követően sugárterápiában részesültek. A páciensek egy részénél Cívco, a másik részénél Gold Anchor, a harmadik részénél pedig a GM1033-1820 gyártmányú marker került beültetésre. Aktív IGRT programunk keretében napi cone-beam CT (CBCT) képkalkító vizsgálatokkal követtük a markerek pozícióját a kúra alatt. Az elmozdulás mértékét és irányát statisztikai módszerekkel hasonlítottuk össze a három különböző markertípus között. A marker elmozdulása kezelés során előfordulhat, mivel a prosztata maga is elmozdulhat a kezelése alatt. Ez a mozgás apró mértékű lehet, de befolyásolhatja a sugárkezelés pontosságát. Intézetünkben az aranymarkerek beültetése napján elkészítjük a topometriai CT-t, mely a fiduciális markerek lokalizációjának kontrolljaként is szolgál. A tervezéses natív CT az első sugárkezelés alkalmával készült CBCT-, valamint az utolsó sugárkezelés előtt végzett CBCT-szekvenciákkal került összehasonlításra, majd kimértük az elmozdulás mértékét. Ezekből a képanyagokból kaptuk az aranymarker helyzetének változását egymáshoz viszonyítva.

EREDMÉNYEK: A Cívco aranymarkerek átlagos 0,136 cm-es elmozdulását regisztráltuk. Ez az érték arra utal, hogy az elmozdulás mértéke nem kiemelkedő, de nem is gyenge. A Gold Anchor markerek átlagos elmozdulása a prosztatában 0,061 cm volt a vizsgált betegeknek. Ez egy igen minimális elmozdulási ráta. A GM 1033-1820 aranymarkerek elmozdulása 0,141 cm volt a szövetségben.

KÖVETKEZTETÉS: Tanulmányunkból azt a végső következtetést vonhatjuk le, hogy a Gold Anchor gyártmányú markerek átlagos szöveti elmozdulása a legkisebb a teljes kúra során. Ennek oka vélhetően a kialakítása, horgony formája, mellyel jobban megkapaszkodik a prosztata-szövetben, tehát kevesebb az elmozdulása a másik két markerhez képest. Egy tervezett intrabeam IGRT program tervezése során a fenti elmozdulásokat érdemi bizonytalansági tényezőként kell majd figyelembe vennünk.

Sugárterápia hatása az immunsejtekre a tripla-negatív emlőtumorsebetegek komplex kezelése során

Kocsis S. Zsuzsa^{1,2}, Sándor Gyöngyvér¹, Orsolya^{1,2}, Farkas Gyöngyi¹, Székely Gábor¹, Rubovszky Gábor³, Székely Borbála³, Sávolt Ákos⁴, Smaykó Viktor⁵, Takácsi-Nagy Zoltán^{2,5}, Polgár Csaba^{2,5}, Jurányi Zsolt^{1,2}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály, ²Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, ³Mellkasi és Hasüregi Daganatok és Klinikai Farmakológiai Osztály, ⁴Emlő-lágyrész Daganatsebészeti Osztály, ⁵Sugárterápiás Központ, Budapest

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS: Bár a sugárterápia immunsejtekre gyakorolt hatását régóta vizsgálják, az immunterápiák elterjedésével új jelentőséget kapott. Mivel ezek a kezelések a betegek saját immunsejtjeit hasznosítják, az ezeket a sejteket elpusztító vagy aktivitásukat csökkentő párhuzamos modalitások károsak lehetnek az immunterápia sikerére. A tripla-negatív emlőrák (TNBC) a legrosszabb prognózisú emlőráktípus, ezért az immunellenőrzőpont-gátló immunterápiákhoz, leginkább az anti-PD-1 terápiához már Magyarországon is hozzáférhetnek a betegek egyéni méltányossági kérelemmel. Illetve sok beteg sugárterápiában is részesül az immunkezelés mellett. Ezen túl, mivel jelenleg nem ismert a perifériás vérből mérhető prediktív immunterápiás marker, nagy jelentőségű lenne ilyen tulajdonságú sejtípusok meghatározása. Célunk volt az immunterápiával párhuzamosan alkalmazott sugárkezelés, ezen túl a kemoterápia és műtét hatásának vizsgálata olyan immunsejtekre, amelyek befolyásolhatják a komplex kezelés kimenetelét.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Eddig besoroltunk 181 tripla-negatív emlőtumoros beteget és vért veszünk tőlük az összes kezelés előtt, és minden kezelési modalitás után (kemoterápia, műtét, sugárkezelés, capecitabin-kemoterápia) majd a kezeléseik befejezése után három hónappal. A vérből mononukleáris sejtfrakciót izolálunk és több mint hetven immunsejtípusot határozzunk meg áramlási citométer segítségével. Az értékelést egyelőre immunterápiát nem kapó betegeken végeztük ($n=27$), de részt vettek adjuváns és neoadjuváns kemoterápiában részesülő betegek is, illetve korban illesztett egészséges kontrollokkal ($n=11$) is végeztünk összehasonlítást.

EREDMÉNYEK: A CD8+ PD-1+ sejtek előfordulása szignifikánsan magasabb volt a betegeknek (kiindulási érték), mint a kontrolloknak ($3,7 \pm 2,3\%$ vs. $1,8 \pm 2,3\%$, $p=0,021$), azonban a TIM3+ ($3,9 \pm 3,4\%$ vs. $8,6 \pm 5,7\%$, $p=0,0001$), ICOS+ ($0,9 \pm 1,0\%$ vs. $2,9 \pm 3,7\%$, $p=0,043$), VISTA+ ($1,6 \pm 1,9\%$ vs. $1,8 \pm 5,9\%$, $p=0,023$) és TIGIT+ ($23,0 \pm 20,3\%$ vs. $45,6 \pm 15,2\%$, $p=0,011$) CD8+ sejtek, illetve a PD-1+ NK-sejtek ($4,3 \pm 7,7\%$ vs. $28,3 \pm 10,1\%$, $p < 0,001$) alacsonyabb arányban voltak mérhetőek a terápia előtt a betegeknek az egészséges kontrollokhoz képest. Sugárterápia után szignifikánsan magasabb volt a CD8+ limfociták között a PD-L1+ sejtek aránya ($3,1 \pm 1,8\%$ vs. $1,8 \pm 0,4\%$, $p=0,016$) a sugárkezelés előttéhez képest. Összehasonlítottuk a neoadjuváns kemoterápiát követő patológiai teljes remissziót elérő (pCR) ($n=12$) és el nem érő betegeket ($n=10$). Trendet találtunk a degranuláló NK-sejtek ($14,3 \pm 4,5\%$ pCR-ben és $11,9 \pm 6,9\%$ pCR nélkül, $p=0,065$) és a TIM3+CD8+ ($2,8 \pm 1,8\%$ pCR-ben és $5,6 \pm 4,7\%$ pCR nélkül, $p=0,081$) tekintetében.

KÖVETKEZTETÉS: Vizsgálatunk rávilágít, hogy a sugárterápia az immunterápia megkezdéséhez képest mikorra időzítendő a minél hatékonyabb kezelés érdekében. Továbbá a későbbiekben lehetséges, hogy a kiindulási mintákban mért sejtípusok között az immunterápia hatásosságát prediktáló és a perifériás vérből mérhető biomarkereket találunk, ami hozzájárulhat a betegek jobb gyógyulási esélyeihez.

Különböző térerősségű mágneses rezonancia (MR) képalkotó berendezések geometriai torzításának vizsgálata és összehasonlítása komputertomográf (CT) 3D rácsfantom használatával

Kosza Enikő^{1,2}, Pesznyák Csilla^{1,3}, Gazdag-Hegyesi Szilvia^{1,2}, Gáldi Ádám^{1,4}, Major Tibor^{1,5}, Stelczér Gábor^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, ²Fizikai Tudományok Doktori Iskola, ³Nukleáris Technikai Intézet; Semmelweis Egyetem, ⁴Doktori Iskola, ⁵Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: A CyberKnife lineáris gyorsítón végzett, nagy pontosságú kezelések esetében kiemelt jelentőséggel bír a pontos MR-képalkotás a céltér fogat meghatározása szempontjából. Mivel az MR-képalkotó vizsgálatok különböző intézmények eltérő paraméterekkel rendelkező berendezésén készülhetnek, elengedhetetlen a felvételi protokollok és technikai jellemzők alapos ismerete. Tanulmányunk célja a 0,55 Tesla térerősségű Siemens (0,55T-S) és 3 Tesla térerősségű Siemens (3T-S), valamint Philips (3T-P) MR-berendezések geometriai torzításának vizsgálata saját készítésű 3D nyomtatott rácsfantommal.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK: A CT esetében a geometriai torzítás jellemzően elhanyagolható, ezért alkalmazható referenciaalapként. Az MR esetében a mágneses tér inhomogenitása, a gradiensrendszer nemlinearitása és kémiai eltolódások miatt a torzulás sokkal jelentősebb és nehezebben javítható, különösen eltérő anyagi minőségű határfelületeknél, nagyobb térerősségnél és a látómező szélein. Az MR- és CT-felvételek 20×20×20 cm³ méretű 3D nyomtatott rácsfantommal készültek. A CT-képalkotást levegőben, 1,5 mm-es szeletvastagsággal végeztük. Az MR-képalkotásokhoz vízbe helyezett rácsfantomot és 3D-T2-súlyozott szekvenciákat használtunk. A képekészleteket Varian Eclipse tervezőrendszerben elemeztük. A kiszegmentált rácsokkal hasonlósági vizsgálatokat végeztünk a nem korrigált (NK), a 2D-ben korrigált (2DK) és 3D-ben korrigált (3DK) gyári szoftveres torzításkorrekciókra vonatkozóan a 0,55T-S MR berendezés esetében, ún. „dice similarity coefficient” (DSC) segítségével. Összehasonlítottuk a rácsfantomon belül kijelölt 14 nevezetes pont (csúcspontok, oldalatlók metszéspontjai) térbeli helyzetét különböző térerősség és szoftveres korrekció mellett a referencia-CT-hez képest.

EREDMÉNYEK: A CT-felvétel ellenőrzött hosszúságparaméterek megfelelnek a valóságban mért értékeknek. A 0,55T-S berendezésnél számolt legkisebb DSC-értékek a kiszegmentált rácsokra NK, 2DK esetén a referencia 3DK-hoz viszonyítva 0,18 és 0,58. A különbségek a látómező határaihoz közeledve növekednek. A rácsfantom csúcspontjainak átlagos eltérése a CT-hez képest 0,55T-S készüléken NK, 2DK és 3DK alkalmazása mellett 8 mm, 6,3 mm és 3 mm; 3T-S esetén 5 mm; 3T-P esetén 5,3 mm. Az oldalatlók metszéspontjai tekintetében átlagosan 3 mm; 2 mm és 0,5 mm eltérés adódott 0,55T-S, valamint 3 mm és 3,1 mm 3T-S és 3T-P készüléken. A 3T berendezésekkel végzett méréseknél dielektromos műterméket is tapasztaltunk.

KÖVETKEZTETÉS: A CT megfelelően alkalmazható referencia-képalkotóként geometriai torzítás vizsgálatára. Szükséges egy geometriai torzítás mérésére irányuló egységes mérési protokoll kidolgozása, különösen azoknál az MR-berendezéseknél, amelyeket sugárterápiás besugárzástervezési munkafolyamatokban használunk. A 3T-s berendezések vizsgálata során jelentkező dielektromos műtermék kiküszöbölésére további vizsgálatok elvégzése szükséges.

Bal emlőtumorok mélybelégzésben történő SGRT sugárkezelésének jelentősége gyakorlati szempontból

Kovács Katinka¹, Kopácsi Tímea¹, Sebestyén Zsolt¹, Csapó László¹, Kotrusz Barnabás¹, Musch Zoltán¹, László Zoltán^{1,2}, Mangel László¹

¹Pécsi Tudományegyetem, Onkoterápiás Intézet, Pécs, ²Somogy Vármegyei Kaposi Mór Oktató Kórház, Sugárterápiás Részleg, Kaposvár

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS: Az utóbbi években nagyon elterjedt a felületvezérelt sugárkezelések alkalmazása bal oldali emlők kezelésében. A mély belégzésben tartott (DIBH) sugárkezelések lehetővé teszik, hogy nagymértékben csökkentsük a szív és a bal oldali leszálló artéria (LAD) sugárdózisát, illetve az esetleges beállítási hibák lehetőségét. Munkánk célja az volt, hogy megmutassuk a bal emlő DIBH SGRT kezelések gyakorlati jelentőségét az IDENTIFY 3.0 rendszerrel.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2023. november óta a bal emlő malignus daganatával diagnosztizált betegeket kezelünk mélybelégzésben a VARIAN IDENTIFY 3.0 rendszerével, illetve a VARIAN HALCYON 4.0 lineáris gyorsító Online CBCT verifikációjával. Szimulációs bejelölést követően az első kezelés megkezdése előtt megtörténik a ROI berajzolása a beteg szimulációs CT-jével létrehozott 3D-s kontúrra, illetve az ortogonális elmozdulási értékek beállítása. Demonstráljuk a légzésbenntartást a Visual Coaching Device (VCD) egységgel majd az SGRT kamerák segítségével megtörténik a beteg pozicionálása. Az online CBCT-verifikáció alapján történik esetleges pozíciókorrekciók után elkezdjük a beteg sugárkezelését, a VCD segítségével pedig a sugárleadás közben monitorozzuk a beteg légzését. Amint a beteg légzése következtében a célterület kimozdul a biztonsági margóból, megszakítjuk a besugárzást, amit csak akkor folytatunk, ha a célterület újra a megfelelő pozícióba kerül.

EREDMÉNYEK: A kezelés vizuális nyomon követhetősége és a kezelőszemélyzet, illetve beteg szempontjából jelentősen megkönnyíti a munkafolyamatot.

KÖVETKEZTETÉS: A DIBH SGRT az IDENTIFY gyakorlati felhasználhatósága és a vizuális segédeszközök nagyban javították mind a beteg kooperációját, komfortérzetét, mind pedig a radiográfusok munkafolyamatát, valamint a napi elmozdulások könnyebb korrigálását és minimalizálását.

CT-szám testméretfüggésének vizsgálata saját készítésű fantom segítségével

Kovács Réka Lilla, Fekete Gábor, Bolobás Gábor, Molnár Tünde, Kovács Attila Barna, Szabó Imre

Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház, Klinikai Onkológiai és Sugárterápiás Centrum, Sugárterápiás Osztály, Miskolc

BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS: A CT-szám helyes megállapítása, relatív elektronsűrűséggé (RES) konvertálása kritikus fontosságú a sugárterápiában, egyértelműen meghatározza a besugárzástervezés során elérhető dózisszámítási pontosságot. Az irodalomból ismert, hogy a Hounsfield-érték a páciens testméretével változhat. Ennek elsődleges oka a nyálb testben való áthaladásakor bekövetkező keményedésekben keresendő. A rendkívül magas testtömegindex-értékkel (BMI) jellemezhető betegek esetében a besugárzás előkészítéséhez szükséges képalkotás nehézségekbe ütközik. Az utóbbi betegcsoport testkontúrjának helyes felvételéhez a vizsgálati látómező kiterjesztése (High-Definition Field of View, HDOFV) szükséges. Továbbá a CT-berendezések kalibrálására használt, kereskedelmi forgalomban elérhető elektronsűrűség-fantomok méretei elmaradnak az extrém elhízott betegek jellemző testméreteitől, megnehezítve ezzel a bekövetkező sugárkeményedés okozta CT-szám-változás megismerését. Mindezeket figyelembe véve szükséges a kiterjesztett látómezőben nyerhető CT-értékek testméretfüggésének vizsgálata, melyhez azonban saját készítésű fantomok előállítása szükséges.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Vizsgálatainkhoz a Cirs Model 062 elektronsűrűség-fantomot saját készítésű méhviasz kiegészítéssel láttunk el. A kiegészítő térfogat vastagsága 5, magassága 39,7, legnagyobb szélessége 67 cm. A méhviasz homogén, megfelelően szilárd, jól kezelhető anyag, sugárfizikai paraméterei közelítenek a zsír jellemzőihez. A kiegészített CT-fantomot Siemens Somatom Confidance CT berendezésben, 80 cm kiterjesztett rekonstrukciós mező használatával, CARE Dose4D dózis-csökkentő opció kikapcsolása mellett különböző csőfeszültségek (70, 80, 100, 120, 140 kV) alkalmazásával vizsgáltuk. Munkánk során a sűrű csont (RES=1,61), trabecularis csont (RES=1,16), víz (RES=1,0), tüdő belégzés (RES=0,2) betétek CT-számát vizsgáltuk a Cirs fantom fej-nyak, has, és utóbbiakat méhviasszal kiterjesztett elrendezéseiben.

EREDMÉNYEK: A Cirs fantom fej-nyak és has méreteket összehasonlítva a betétek CT-számában eltérés tapasztalható. Sűrű csont esetében 70 kV mellett a különbség átlagosan 220 HU, tüdő belégzés 27 HU, míg a vizet tekintve 10 HU. A csőfeszültség értéket növelve az eltérések csökkennek. A méhviasz kiterjesztéssel ellátott fantom teljes testkontúrjának leképezése a gyártó által megnevezett kiterjesztett rekonstrukciós mező, HDOFV (50 és 80 cm közötti terület) alkalmazása mellett sem valósult meg. Legnagyobb szélességében bal és jobb oldalról egyaránt körülbelül 1-1 cm anyagvastagság hiányzik az elkészült CT-sorozatról. Az 50 cm-es rekonstrukciós mezőn túl a geometriai torzítás jelentős,

a kör keresztmetszetű betétek rombuszá módosulnak. A méhviasszal kiterjesztett fantomban a korábbiakkal azonos pozícióba elhelyezett betétek Hounsfield-értéke az alkalmazott valamennyi csőfeszültség mellett távol esik az előző két elrendezésben mértéktől. A tervezéshez használt 120 kV alkalmazásakor a CT-számok eltérése a készülék kézikönyvében kalibrálási célra leírt, hasi elrendezésben mért értékekhez képest minden betét esetében több tíz, nagy elektronsűrűségek vizsgálatakor száz-as nagyságrendbe esik.

KÖVETKEZTETÉSEK: Az extrém magas BMI-értékkel jellemezhető betegekről besugárzástervezési céllal készült CT-felvételeken a test-kontúr megjelenítése, a HURES konverzió bizonytalansággal terhelt. A pontatlanságok számszerűsítése, a leadott dózisban okozott eltérés meghatározása az egyre növekvő létszámú betegcsoport biztonságos kezelésében nélkülözhetetlen.

A betegpozicionálás elemzése a prosztatarák online adaptív sugárkezelése során

Könyves Kata¹, Herein András¹, Gáldi Ádám^{1,2}, Szegedi Domonkos^{1,3}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,4}, Ágoston Péter^{1,4}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Doktori Iskola, ³Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Tudományok Doktori Iskola, ⁴Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Annak vizsgálata, hogy a betegek kezelőszalonon töltött ideje befolyásolja-e a prosztatarák online adaptív sugárterápiája (oART) során a céltérfogat helyzetében bekövetkező változásokat. Az adaptációs idő változásának elemzése a módszer tanulása során.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Összesen 29 prosztatarákos beteg 145 kezelési frakcióját elemeztük, akik 2023 decembere és 2024 októbere között oART-kezelést kaptak a Varian Ethos lineáris gyorsítón. Az oART során minden frakcióban két CBCT (Cone Beam CT) vizsgálat történt. Az első CBCT célja a betegek napi anatómiájának és a szervek napi helyzetének felmérése, és ezen történt az adott napi kezelési térfogatok és védendő szervek kontúrozása. A kontúrozás és besugárzástervezés időtartama alatt bizonyos anatómiai és helyzetbeli változások léphetnek fel, ezért szükség van egy második CBCT-re. Ez a második vizsgálat az elsőhöz viszonyítva segít a céltérfogat helyzetében esetlegesen bekövetkezett eltérések pontos meghatározásában, lehetővé téve az intraadaptációs anatómiai változások korrekcióját. Az Ethos kezeléstervező rendszerből kinyertük a két CBCT között eltelt időt és a vektoros elmozdulás mértékét.

EREDMÉNYEK: A két CBCT-vizsgálat között átlagosan 13,17 perc telt el (tartomány: 8,8–19,4 perc, SD: 3,69 perc), a céltérfogat térbeli elmozdulásának vektoriális hossza átlagosan 0,16 cm volt (tartomány: 0,02–1,77 cm, SD: 0,15 cm). Az eltelt idő és az elmozdulás mértéke nem mutatott jelentős összefüggést. A tanulási görbe során az intraadaptációs idő csak minimálisan változott, enyhén csökkenő tendenciát mutatva.

KÖVETKEZTETÉSEK: A prosztatarák oART-kezelése során a napi két CBCT-vizsgálat között eltelt idő nem befolyásolta jelentősen a céltérfogatok helyzetét. Az alacsony átlagos elmozdulás a megfelelő beteg-előkészítés és a kényelmes betegpozicionálásnak köszönhető. Az intraadaptációs idő az elemzett betegek körében nem változott jelentősen.

PET/CT alapján tervezett progresszióorientált lokális terápia oligoprogresszív kasztrációrezisztens metasztatikus prosztatarákban

Lakosi Ferenc¹, Kóródi Fanni², Glavák Csaba¹, Pavelka Zóra¹, Walter Norbert¹, Kovács Barbara¹, Tóth Zoltán¹

¹Somogy Vármegyei Kaposi Mór Oktató Kórház, Dr. Baka József Onkoradiológiai, Kutatási és Oktatási Központ, Kaposvár, ²Semmelweis Egyetem, Budapest

CÉLKITŰZÉS: A PET/CT alapján tervezett progresszióorientált lokális terápia (PDT) klinikai eredményeinek bemutatása, különös tekintettel a következő szisztémás kezelésig eltelt időig (next-systemic treatment free survival: NEST-FS) oligoprogresszív metasztatikus kasztrációrezisztens prosztatarákban (omCRPC) szenvedő betegeknél.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Ez a retrospektív, egyközpontú elemzés olyan omCRPC-ben (≤ 5 metasztázis) szenvedő betegekre terjedt ki, akiket PDT-vel kezeltünk, miközben a folyamatban lévő szisztémás terápiát (ADT vagy ADT+ARTA) fenntartottuk. A PDT frakcionált vagy sztereotaxiás ablatív sugárterápiából, műtétből vagy ezek kombinációjából állt. A leggyakoribb frakcionálási sémák a következők voltak: 30–35 Gy 5 fx-ben, 45/55 Gy 25 fx-ben. A NEST-FS-t, a prosztataspecifikus antigénre adott választ (a PSA 50%/90%-os csökkenése: PSA50/PSA90), a prosztatarák-specifikus túlélést (PCSS), a progressziómentes túlélést (PFS) és a teljes túlélést (OS) elemeztük. A helyi (LF), távoli (DF) relapszusokat és a PDT-vel kapcsolatos mellékhatásokat is rögzítettük.

EREDMÉNYEK: 2019. 12. hó és 2024. 08. hó között 18 betegnél 54 lézió kezelését végeztük (RT: 16, műtét: 1, kombináció: 1) Hetvennyolc százaléknál (14/18) PET/CT képalkotás (18F-kolin: 11, 18F-PSMA: 3) készült az RT tervezéséhez. Tizennégy beteg ADT+ARTA-t (enzalutamid/abirateron), míg 4 beteg csak ADT-t kapott. A 23,9 hónapos medián követés után a medián NEST-FS 21 hónap (95% CI: 13,3–28,8) volt, a 2 éves NEST-FS arány 32,6%. Öt beteg továbbra is az eredeti szisztémás terápián van, míg 9 betegnél megkezdődött a NEST (docetaxel: 4, ARTA: 3, PARPi: 2), 3 beteg közvetlenül palliatív ellátásra került, egy beteg pedig szívelégtelenségben halt meg progresszió nélkül. Összesen 4 PC-vel kapcsolatos halálesetet jegyeztünk fel. A PSA50 és PSA90 válaszarányok a PDT után 61% és 22% voltak, a medián PSA-nadír 0,64 ng/ml volt. Távoli áttétek 12 betegnél (67%) léptek fel, köztük egy betegnél egyidejűleg retroperitoneális nyirokcsomó-recidívák is jelentkeztek a korábban besugárzott területen (LC: 91%). A medián PFS total a CRPC diagnosztától a NEST-ig 34,2 hónap (95% CI: 18–50,4), míg a 2 éves OS és PCSS 93% volt. Az RT-populációban nem észleltünk súlyos akut vagy késői mellékhatást, míg a csak műtéttel kezelt esetben Gr. 3 mediastinalis lymphocela fordult elő.

KÖVETKEZTETÉS: Az omCRPC-s betegeknél a PET/CT alapján tervezett progresszióorientált lokális terápia a következő szisztémás kezelésig eltelt időt klinikailag jelentős, medián 21 hónappal tolta ki, súlyos toxicitás nélkül. Egy több intézményt érintő regisztrált tervezünk nagyobb betegszám elemzésére.

Brachyterápia vs. modern külső besugárzás: integráldózisok összehasonlítása emlő- és fej-nyak daganatos betegek besugárzásánál

Major Tibor, Polgár Csaba, Takácsi-Nagy Zoltán

Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Normál szöveteket és védendő szerveket érő integráldózisok összehasonlítása emlő- és fej-nyak daganatos betegek intersticiális, nagy dózisteljesítményű brachyterápiával (BT) és modern külső sugárterápiás (EBRT) technikával végzett besugárzásainál.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Harmincnégy emlő- és ötvenhat fej-nyak daganatos beteg BT-s és EBRT-s besugárzási tervében (emlőnél IMRT, fej-nyaknál VMAT) számoltuk ki az előírt dózis 10%-ával (NT_V10), 5%-ával (NT_V5) és 2%-ával (NT_V2) besugárzott normál szövetben az integráldózsist az adott térfogat nagyságának és a térfogatban számolt átlagdózsinnak a szorzatával. Az eltérő frakcionálás miatt az előírt dózisokat átszámoltuk biológiai ekvivalens dózisokra (BED2, $\alpha/\beta = 3$ Gyl). Harminchat fej-nyak daganatos betegnél a céltérfogat nagysága azonos volt a BT-s és EBRT-s tervekben, míg az emlődaganatos és húsz fej-nyak daganatos betegnél a CTV-PTV biztonsági zóna használata miatt az EBRT-s céltérfogatok nagyobbak voltak, mint BT-nél. Az integráldózsist védendő szervekre is meghatároztuk, emlőbesugárzásoknál az azonos oldali tüdőre és az azonos oldali normál emlőállományra, fej-nyaki besugárzásoknál pedig a mindkét oldali fültőmirigyre és állkapocs alatti nyálmirigyre. A kétféle besugárzási technikánál meghatározott átlag-integráldózisok összehasonlítására párosított Wilcoxon előjeles rangtesztet használtunk.

EREDMÉNYEK: Emlődaganatoknál az NT_V10 integráldózsia 18,7 vs. 30,6 Gy₂-liter, az NT_V5-é 23,9 vs. 34,9 Gy₂-liter és az NT_V2-é 27,8 vs. 37,6 Gy₂-liter volt a BT-s vs. IMRT-s tervekben ($p < 0,05$ mindegyik térfogatra). Fej-nyak daganatos betegeknél a különbségek kissé nagyobbak voltak. Az azonos nagyságú céltérfogatú csoportban 8,3 vs. 15,1 Gy₂-liter, 11,0 vs. 17,1 Gy₂-liter és 13,4 vs. 18,3 Gy₂-liter, míg a másik csoportban, ahol a VMAT-nál nagyobbak voltak a céltérfogatok, 7,1 vs. 16,0 Gy₂-liter, 9,3 vs.

18,1 Gy₂-liter és 12,3 vs. 19,5 Gy₂-liter volt az NT_V10, NT_V5 és NT_V2 integráldózis értéke a BT vs. VMAT tervekben. A különbség mindegyik esetben szignifikáns volt ($p < 0,05$). A BT-s tervekben az azonos oldali tüdő integráldózisa 67%-a volt az IMRT-s tervekben kapotthoz viszonyítva ($p < 0,05$), a normál emlőállományánál pedig ez az érték 97% ($p = 0,55$) volt. A nyálmirigyekre számolt integráldózis jelentősen kisebb volt a BT-s tervekben. A fültömirigyeknél 38–40%-os, az állkapocs alatti mirigyeknél 45–50%-os csökkenést kaptunk a VMAT-hoz képest. A különbségek mindegyik szervre szignifikánsak voltak ($p < 0,05$).

KÖVETKEZTETÉSEK: Emlő- és fej-nyak daganatok sugárterápiájánál a szövetközi brachyterápia alacsonyabb integráldózist eredményez a normál szövetekben és a védendő szervekben a külső besugárzásokhoz képest. Ebből következik, hogy a brachyterápia csökkentheti a másodlagos daganatok kialakulásának a kockázatát, ami figyelembe vehető az optimális kezelési módszer kiválasztásánál.

Posztoperatív részleges emlőbesugárzás CyberKnife gyorsítóval: a sztereotaxiás, légzéskövető, képzérelt technika 5 éves eredményeinek bemutatása

Mészáros Norbert^{1,2,3}, Jánváry Levente^{1,3}, Stelczér Gábor⁴, Smánykó Viktor^{1,2,3}, Major Tibor^{1,2,3}, Polgár Csaba^{1,2,3}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,2,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, ³Országos Onkológiai Intézet, Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Alacsony kockázatú, korai invazív emlőrák miatt konzervatív műtéten átesett nőbetegek CyberKnife (CK) gyorsítóval végzett posztoperatív sztereotaxiás légzéskövető, részleges emlőbesugárzás (SAPBI) ötéves eredményeinek bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2018 novembere és 2022 novembere között 71, korai invazív (St. I-II) emlőrák miatt konzervatíván operált beteget vontunk be II. fázisú prospektív vizsgálatunkba. A műtétet követően posztoperatív SAPBI-t alkalmaztunk 4×6,25 Gy dózisban (összdózis: 25 Gy), négy egymást követő munkanapon CK készülékkel. A Synchrony rendszer és a beültetett aranymarkerek segítségével követtük a légzőmozgásokat. A követés során feljegyeztük a klinikai eredményeket, a korai és késői mellékhatásokat, valamint a kozmetikai eredményeket.

EREDMÉNYEK: A kezeléseket valamennyi betegnél sikeresen elvégeztük, az előírt dóziselőírásokat és dóziskorlátozókat betartottuk. A medián követési idő 61 hónap (tartomány: 24–73 hónap), elteltével minden beteg életben van, az 5 éves teljes túlélés (OS) 100%. Egy betegnél kétoldali emlődaganat-kiújulást figyeltünk meg, az 5 éves helyi kiújulástól mentes túlélés (LRF5) 98,6%, valamint egy betegnél tüdőáttét jelentkezett, így az 5 éves áttétmentes túlélés (MFS) 98,3% volt. A sebészeti üreg átlagos térfogata 8,78 cm³ (tartomány: 0,99–30,01 cm³), a CTV térfogata 59,5 cm³ (tartomány: 10,16–134,02 cm³), míg a PTV_EVAL térfogata 82,05 cm³ (tartomány: 17,12–170,9 cm³) volt. A követés során nem figyeltünk meg 2. fokozatú vagy annál súlyosabb akut vagy késői mellékhatásokat. Korai mellékhatásként 1. fokozatú (G1) bőrpír 9 betegnél (12,7%) jelentkezett, míg 7 betegnél (9,8%) G1 ödéma volt megfigyelhető. Két beteg (2,7%) számolt be G1 fájdalomról. Késői mellékhatásként 3 betegnél (4,2%) G1 bőrelváltozást észleltünk, míg 7 beteg (9,8%) fájdalomról számolt be. Mammográfias vizsgálat alapján 32 betegnél (45,0%) G1 fibrózist, míg 13 betegnél (18,3%) zsírnekrózist azonosítottunk. A kozmetikai eredmények minden esetben kiválóak (46 beteg, 64,8%) vagy jók (25 beteg, 35,2%) voltak.

KÖVETKEZTETÉS: Eredményeink alapján a CK-val végzett SAPBI kezelések hatékony, és biztonságos lehetőséget kínálnak a korai invazív emlőrák posztoperatív kezelésében, enyhe mellékhatásokkal és kitűnő kozmetikai eredményekkel.

Méhtestdaganatok posztoperatív hüvelyconk-biztosító brachyterápiája: tapasztalataink a 0,55 T-s MR-készülékkel

Mészáros Norbert^{1,4}, Fröhlich Georgina^{1,5}, Heintz Ádám², Lukács Edina³, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,4}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Onkológiai Képző-alkotó és Invazív Diagnosztikai Központ, ³Nőgyógyászati Daganatok Multidiszciplináris Központ, ⁴Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, ⁵Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biofizika Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Az Országos Onkológiai Intézetben méhtestdaganat miatt operált betegek posztoperatív hüvelyconk-biztosító brachyterápiájának (BT) vizsgálata MR-alapú dózistervezés alapján.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2024. december és 2025. március között 27, szövettanilag igazolt méhtestdaganat miatt operált beteget vontunk be vizsgálatunkba. A műtétet követően posztoperatív hüvelyconk-biztosító HDR BT-t alkalmaztunk, 3×5 Gy (22 beteg) vagy 3×7 Gy (5 beteg) dózisban, 5 cm aktív hosszban, az egycsatornás hüvelyi applikátor felszínétől 0,5 cm-re dózizva, geometriai optimalizálást használva. A BT előtt natív kismencedei MR-vizsgálatot végeztünk 0,55 T-s Siemens FreeMax készülékkel, MR-kompatibilis egycsatornás hüvelyi applikátorral. A képanyagon radiológus szakorvos segítségével bekentőztük a hüvelyconkot, és amennyiben azonosítható volt, a hüvely nyálkahártyáját, valamint a hólyagot, végbélet, szigmbélet és a céltérfogat közelében fekvő egyéb beleket. Az így kapott kontúrokról készült konformális dózistervek (geometriai és grafikus optimalizációval) dózis-térfogat paraméereit Wilcoxon-féle párosított rangpróbával hasonlítottuk össze a hagyományos technikával készült tervekével.

EREDMÉNYEK: A CTV átlagos térfogata 37,9 cm³ volt (20,8–45,5 cm³ tartományban). A hagyományos és a 3D terv között nem volt szignifikáns különbség a V100 (90,8% vs. 90,2%, $p = 0,3327$), az EQD2-D90 (59,3 Gy vs. 57,7 Gy, $p = 0,0946$), a DNR (0,57 vs. 0,57, $p = 0,7127$) és az EQD2-D2 értékekben a belek esetében (42,9 Gy vs. 42,4 Gy, $p = 0,1300$). Szignifikáns eltérést mutatott viszont a konformitási index (COIN: 0,51 vs. 0,65, $p < 0,001$), valamint az EQD2-D2 dózis a hólyagban (53,5 Gy vs. 51,4 Gy, $p = 0,0018$), a végbélben (56,0 Gy vs. 50,7 Gy, $p < 0,001$) és a szigmbéltben (50,3 Gy vs. 48,6 Gy, $p = 0,0133$).

KÖVETKEZTETÉS: Az MR-alapú tervek konformálisabbak voltak, és kisebb végbéldózist eredményeztek, mint a képkötő nélkül készült hagyományos tervek, de a különbség klinikailag nem releváns. A hagyományos dózistervek is minden esetben teljesítették a GEC-ESTRO által ajánlott EQD2 dózislímiteket. Az intézetünk klinikai gyakorlatában alkalmazott 5 cm-es aktív hossz és 0,5 cm-es dózizási mélység elegendő a méhtestdaganatos betegek posztoperatív ellátásához.

Méhnyakdaganatok kombinált intrakavitális-intersticiális brachyterápiás kezelésének hosszú távú eredményei

Molnár Vivien¹, Fröhlich Georgina^{1,2}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3,4}, Vízkeleti Júlia¹

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Eötvös Loránd Tudományegyetem TTK, Biofizika Tanszék, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, ⁴Országos Onkológiai Intézet, Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Lokálisan előrehaladott méhnyakrák definitív kezelése részeként alkalmazott kombinált intrakavitális-intersticiális (IC-IS) brachyterápiája (BT) eredményeinek és mellékhatásainak retrospektív értékelése.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézetünkben 2016 áprilisa és 2024 decembere között 49 méhnyakdaganatos beteg (2018-as FIGO-beosztás szerint St. IIB n=10, IIIB n=8, IIIC1 n=21, IIIC2 n=6, IVA n=3, hüvelyconki recidíva n=1 esetben) részesült definitív radiokemoterápiát követő kombinált IC-IS kezelésben összesen 179 alkalommal. A betegek átlagéletkora 53,6 év volt (tartomány: 33–77 év), regionális és paraaortikus nyirokcsomóáttét 25, ill. 6 esetben fordult elő. A jelen vizsgálatba azok a betegek kerültek beválasztásra, akik a 4 frakcióból legalább 2 alkalommal részesültek IC-IS kezelésben. A külső kismencedei besugárzás dózisa 42 beteg esetén 50,4/1,8 Gy, 7 betegnél 45/1,8 Gy volt, majd a kóros nyirokcsomókra 54–56 Gy-ig szimultán integrált boost (SIB) technikával dóziskiegészítést adtunk. Neoadjuváns kemoterápiában egy beteg sem részesült. A teleterápia befejezését követően minden esetben ismételt kontrasztanyag kismencedei MR-vizsgálatot végeztünk a reziduális tumor méretének és kiterjedésének felmérése, valamint a szükséges tűk számának és optimális elhelyezkedésének megtervezése céljából. Az implantációt követően 42 esetben kismencedei CT-t, 7 esetben pedig MR-vizsgálatot végeztünk a besugárzástervezéshez. A tervezés során geometriai és grafikus (IC esetek) vagy HIPO inverz és grafikus optimalizációt (IS esetek) használtunk. A vizsgált végpontok: lokális relapszustól mentes túlélés (local relapse free survival, LRF5), távoli relapszustól mentes túlélés (distant metastasis free survival, DMFS), teljes túlélés (overall

survival, OS), betegségsspecifikus túlélés (disease-free survival, DFS). A radiogén korai és késői urogenitális (UG) és gasztrointesztinális (GI) mellékhatásokat CTCAE (Common Terminology Criteria for Adverse Events) beosztása szerint elemeztük. Az adatelemzéshez Kaplan–Meier-analízist és Cox-regressziót használtunk, a szignifikanciaszintet 0,05-ben határoztuk meg.

EREDMÉNYEK: A medián 36 hónapos (tartomány: 3–103 hónap) követési időszak során 14 beteg hunyt el, az 5 éves OS 64,4% volt. Közülük 11 esetben a halálozás az alapbetegséggel hozható összefüggésbe, az 5 éves DFS 71% volt. Lokális kiújulás 9 betegnél fordult elő, az 5 éves LRFS 79,7%-nak bizonyult. Távoli metasztázist 19 betegnél észleltünk, az 5 éves DMFS 54,5% volt. Akut grade 1 és 2 UG mellékhatások 18%-ban és 10%-ban jelentkeztek, a késői grade 1, 2 és 4 UG mellékhatások előfordulása 4%, 4% és 2% volt. Akut grade 1–2 GI mellékhatásokat 4–4%-ban, késői GI grade 1 és 4 toxicitást az esetek 2 és 6%-ában figyeltünk meg. A HR-CTV térfogata átlagosan 37,22 cm³ volt (tartomány: 3,7–93,4 cm³).

KÖVETKEZTETÉS: A kombinált IC-IS brachyterápia hatékony kezelése lehetőség lokálisan előrehaladott méhnyakrák esetén, jó lokális kontrollt és túlélési eredményeket biztosítva. A kezelés toxicitási profilja elfogadható, a súlyos mellékhatások előfordulása alacsony. Eredményeink alátámasztják a technika hatékonyságát, azonban a távoli kiújulás csökkentése miatt további kutatás szükséges.

Nagy és igen nagy kockázatú prosztatarákos betegek CyberKnife készülékkel végzett lokális, sztereotaxiás sugárterápiájának 4 éves eredményei

Molnár Vivien¹, Jorgo Kliton^{1,4}, Kocsis S. Zsuzsa^{2,3}, Kontra Gábor¹, Stelczer Gábor^{1,5}, Tótor Szabolcs¹, Gesztesi László¹, Varga Levente¹, Nahajai István¹, Polgár Csaba^{1,3,4}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3,4}, Ágoston Péter^{1,4}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály, ³Nemzeti Tumorbíológiai Laboratórium, ⁴Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tan-szék, ⁵Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, Budapest

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS: Nagy kockázatú és igen nagy kockázatú prosztatarákos betegek esetében az elektív kismedencei sugárkezelés hatásossága vitatott. Intézményünk protokollja alapján ebben a betegcsoportban a toxicitás kockázata miatt a kismedencei sugárkezelés egyedi mérlegelés alapján elhagyható 70 év feletti vagy súlyos társbetegséggel küzdő betegeknél. Munkánk célja a nagy kockázatú vagy lokálisan előrehaladott prosztatarákban szenvedő, komorbid, idős betegek számára a nyirokcsomó-besugárzás nélkül adott sztereotaxiás sugárkezelés eredményeinek és toxicitásának retrospektív vizsgálata volt.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2018. május és 2022. február között az intézetünkben 262 nem metasztatikus (klinikailag NOM0), ebből 122 nagy kockázatú (high risk, HR, T státusz: >T3a és/vagy GS >8 és/vagy PSA >20) és 140 igen nagy kockázatú (very high risk, VHR, legalább két előbbi kritérium teljesülése) prosztatatumoros beteget kezeltünk sztereotaxiás sugárkezeléssel CyberKnife (CK) készüléken. A betegek átlagéletkora 77,7 év (tartomány: 60–89), az átlagos kiindulási PSA-érték 26,1 ng/ml (tartomány: 1,8–223 ng/ml), az átlagos Gleason-score 8 (tartomány: 5–10) volt. A betegek 11%-a kapott rövid (<12 hó) és 83%-a hosszút (>12 hó) hormonterápiát. A hormonterápia hossza átlagosan 29 hónap (tartomány: 0–171) volt. A betegek 5×6–6,5 Gy dózist kaptak az ondóhólyagokra és 5×7–8 Gy dózist a prosztata szimultán integrált boost technikával. A vizsgált végpontok: biokémiai és klinikai relapszustól mentes túlélés (BRMT, KRMT), betegségmentes túlélés (BMT), daganatspecifikus túlélés (DST) és teljes túlélés (TT). A radiogén korai és késői urogenitális (UG) és gasztrointesztinális (GI) mellékhatásokat elemeztük az RTOG (Radiation Therapy Oncology Group) beosztása szerint. Az adatelemzéshez Kaplan–Meier-analízist, log-rank tesztet, Mann–Whitney U-próbát használtunk, a szignifikanciaszintet 0,05-ben határoztuk meg.

EREDMÉNYEK: A 39 hónapos medián követési idő alatt (tartomány: 1–69 hónap) 41 beteg (15,6%) hunyt el. A teljes populációban a 4 éves BRMT, KRMT, BMT, DST és TT értékei rendre 89%, 94%, 88%, 98% és 81% voltak. A HR vs. VHR betegek 4 éves túlélési eredményei a következők voltak: BRMT 92% vs. 86% (p=0,012), KRMT 95% vs. 91% (p=0,003), BMT 92% vs. 84% (p=0,006), DST 98% vs. 99% (p=0,99), TT 87% vs. 76%

(p=0,08). Akut grade 2 és 3 UG mellékhatások 41%-ban és 1%-ban jelentkeztek, a késői grade 2 és 3 UG mellékhatások előfordulása 9,5% és 2,7% volt. Akut és késői grade 2 GI mellékhatásokat az esetek 3%-ában és 0,8%-ában figyeltünk meg. Grade 3 GI toxicitást nem észleltünk. A mellékhatások arányában a hormonterápia hossza szerint a különbség nem volt szignifikáns.

KÖVETKEZTETÉS: Lokális, CK-alapú sztereotaxiás sugárkezeléssel a HR és VHR prosztatarákos betegek középtávú túlélési eredményei kiválóak alacsony korai és késői mellékhatásarány mellett, így a módszer hatékony és jól tolerálható kezelési lehetőséget jelent az idősebb, komorbid betegcsoportban.

Minőség-ellenőrzési módszerek összehasonlítása kismedencei besugárzások esetén

Murad Mohammed^{1,2}, Stelczer Gábor^{1,3}, Pesznyák Csilla^{1,3}, Tamaskovics Bálint^{2,4}

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, Budapest, ²Nógrád Vármegyei Szent Lázár Kórház, Onkológiai és Sugárterápiás Osztály, Salgótarján, ³Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest, ⁴Heinrich Heine Egyetem, Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, Németország

CÉLKITÜZÉS: Munkánk célja a kismedencei daganatok sugárkezeléséhez alkalmazott betegségsspecifikus minőség-ellenőrzési módszerek összehasonlítása. Különösen a szoftveres és detektormátrix-alapú rendszerek teljesítményének vizsgálata, mint például a Mobius3D, SunCheck, Portal Dosimetry, MapCheck és ArcCheck rendszerek. A kutatás során gamma-analízis segítségével elemezzük a tervezett és a mért dózisszámítások közötti eltéréseket.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Vizsgálatunkban 30 beteg Halcyon lineáris gyorsítóra készített térfogatmodulált ívterápiás (VMAT) tervét elemeztük. Kutatásunkban három lokalizációt (rektum, prosztata, nőgyógyászat) és három dózisszámítási algoritmust (AAA, AcurosXB_{Dose to Medium} és AcurosXB_{Dose to Water}) vizsgáltunk. Az algoritmusok teljesítményét öt különböző ellenőrzési rendszerrel elemeztük, három különböző gamma-index kritérium (5%/3 mm, 3%/3 mm, 2%/2 mm) és 10%-os küszöbérték alkalmazása mellett.

EREDMÉNYEK: A három vizsgált algoritmus teljesítménye eltérő tendenciákat mutatott a különböző verifikációs rendszerek és gamma-kritériumok esetén. Az ARCCheck mérések során az AcurosXB_{Dose to Medium} algoritmus bizonyult a legstabilabbnak és legpontosabbnak, különösen szigorúbb gamma-kritériumok mellett (98,55%). Az AcurosXB_{Dose to Water} és az AAA algoritmusok a rektum és nőgyógyászati területeken kisebb eltéréseket mutattak (98,33%), míg a prosztatarégióban nagyobb eltérés figyelhető meg (97,87%). A Portal Dosimetry eredményei szerint mind az AcurosXB, mind az AAA algoritmusok kiváló teljesítményt nyújtottak az enyhébb (5%/3 mm és 3%/3 mm) gamma-kritériumok mellett (100%). A szigorúbb, 2%/2 mm kritériumnál azonban az AAA algoritmus teljesítménye csökken (99,5%), míg az AcurosXB továbbra is magas szinten maradt (99,8%). A SunCheck és Mobius3D rendszereknél ellentétes tendencia mutatkozott, míg enyhébb kritériumoknál minden algoritmus jó eredményt ért el, a 2%/2 mm kritériumnál az AcurosXB_{Dose to Water} jelentős visszaesést mutatott (86–91%), az AAA viszont stabilabb maradt (91–98%). Az öt verifikációs rendszer közül az ARCCheck és a Portal Dosimetry mutatta a legmagasabb teljesítményt, gyakorlatilag azonos eredményekkel. A legtöbb esetben 100%-os megfelelést értek el, kisebb eltérések csak a 2%/2 mm kritériumnál jelentkeztek (98,4–98,8%). A Mobius3D és SunCheck az enyhébb kritériumok mellett magas szintű teljesítményt nyújtott (95–99,9%), de a 2%/2 mm kritériumnál jelentősen visszaestek (86–95%), főként a rektum és nőgyógyászati területeken. A MapCheck esetén az 5%/3 mm és 3%/3 mm kritériumoknál magas megfelelési arányt regisztráltak (97,41–99,9%), de a 2%/2 mm kritériumnál szintén csökkenés volt megfigyelhető (90–97%). Régiók összehasonlításában az AcurosXB_{Dose to Medium} számításoknál a prosztatarégió mutatta a legkonzisztensebb eredményeket (93–100%) és a legjobb átlagos megfelelési arányt regisztráltak (97,41–99,9%), de a 2%/2 mm kritériumnál szintén csökkenés volt megfigyelhető (90–97%). Régiók összehasonlításában az AcurosXB_{Dose to Medium} számításoknál a prosztatarégió mutatta a legkonzisztensebb eredményeket (93–100%) és a legjobb átlagos megfelelési arányt regisztráltak (97,41–99,9%), de a 2%/2 mm kritériumnál szintén csökkenés volt észlelhető (90–100%), különösen szigorúbb kritériumoknál (90%). A legnagyobb eltérések a rektum régióban jelentkeztek (86,98–100%), amit több tényező (pl. anatómiai komplexitás, szöveti heterogenitás) magyarázhat.

KÖVETKEZTETÉSEK: Az eredmények alapján elmondható, hogy az eredmények függnek a választott verifikációs rendszertől és a gamma-kritériumoktól. Az enyhébb kritériumoknál (5%/3 mm és 3%/3 mm) mindhárom algoritmus megbízhatóan teljesít, azonban a szigorúbb (2%/2 mm) kritériumnál már jelentős különbségek mutatkoznak. A három gamma-kritérium közül az 5%/3 mm és 3%/3 mm kritériumok a legmegfelelőbbek a sugárterápiás besugárzási tervek minőségbiztosítására. Ezek a kritériumok elegendő pontosságot nyújtanak a legtöbb célterület esetén, míg a 2%/2 mm kritérium használata csak speciális esetekben indokolt, ahol kiemelten fontos a szigorúbb dóziskontroll, mint például sztereotaxiás sugárterápia esetén.

Totális neoadjuváns kezeléssel szerzett tapasztalataink előrehaladott stádiumú rectumtumороk kezelésében

Nagy Bettina¹, Lakosi Ferenc¹, László Zoltán¹, Lukács Gábor², Horváth Pacsirta Krisztina², Gelencsér Viktória²

Somogy Vármegyei Kaposi Mór Oktató Kórház, ¹Dr. Baka József Diagnosztikai, Onkoradiológiai, Kutatási és Oktatási Központ, ²Klinikai Onkológiai Osztály, Kaposvár

BEVEZETÉS: Napjainkban egyre nagyobb jelentőséggel bír a totális neoadjuváns terápia (TNT) a lokálisan előrehaladott rectumdagaganat kezelésében, mely során a neoadjuváns radiokemoterápiás kezelést kiegészítjük a korábban adjuvánsan adott FOLFOX vagy CAPOX kemoterápiával, ezzel megnövelve az esélyt a komplett patológiai remisszióhoz (pCR).

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézetünkben 2022. január és 2024. december között 20, MR alapján magas kockázatú (T3-4, N1-2, M0, ±EMVI+, ±CRM, ±laterális nyirokcsomó) rectumtumoros beteg esett át TNT kezelésén. A betegek medián életkora 60 [34–78] év volt. Sugárterápia részeként VMAT (volumetric-modulated arc therapy) tervezést követően, 45–50,4/1,8 Gy dózisú sugárkezelésben részesültek, melyet napi kétszeri, 825 mg/m² dózisú capecitabinnal egészítettünk ki. Kemoterápia részeként a betegek döntő többsége FOLFOX kezelést kapott, átlagosan 6 ciklussal (N: 3–8), 1 beteg kapott FOLFIRINOX kezelést (N: 6). A betegek 65%-a a radiokemoterápiás kezeléssel kezdte a neoadjuváns kezelést. A TNT kezelést követően medián 2,8 hónappal [1,8–5] került sor a műtéti ellátásra.

EREDMÉNYEK: A kontroll képalkotók alapján 16 betegnél parciális remissziót (pCR), 4 betegnél pedig komplett remissziót (cCR) értünk el. A komplett remissziót mutató betegeknél rectoscopya történt biopsziával kiegészítve, és amennyiben a biopszia nem igazolt malignitást, szoros követés is fel lett ajánlva. Végül a cCR-t elért betegek közül kettőnél nem történt műtéti ellátás, 18 betegnél (90%) került sor műtetre. 9 esetben Dixon-műtét, 8 esetben rectumexstirpáció, 1 esetben pedig TAMIS műtét (transanál minimálisan invazív sebészet) történt. A végleges szövettani feldolgozás alapján 2 betegnél igazolódott komplett patológiai remisszió (pCR: 2/18, 11%), a többi betegnél parciális remissziót sikerült elérni (pPR: 16/18, 89%). Összesen 4 betegnél értünk el cCR+pCR-t (4/20: 20%). Tizenhét betegnél történt R0 reszekció, 1 esetben pedig R1 reszekció. Medián 25,8 hónap [1–36,1] követés után lokális recidívát nem igazoltunk, 1 betegnél jelentek meg tüdőáttétek. Egy beteg halt meg posztoperatív szövődményekben.

KÖVETKEZTETÉSEK: A nemzetközi ajánlásoknak megfelelően intézetünkben is felváltotta a neoadjuváns radiokemoterápiás kezelést a TNT kezelés, eddigi eredményeink biztatóak, nagyobb betegszám és hosszabb betegkövetés tervezett.

Elektív kismedencei sugárkezelés szerepének vizsgálata nagy és igen nagy kockázatú, nem metasztatikus prosztatarákos betegek esetében

Nahaji István¹, Kocsis S. Zsuzsa^{1,2}, Kovács Andrea¹, Varga Levente¹, Gesztési László¹, Jorgo Kliton^{1,3}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,2,3}, Polgár Csaba^{1,2,3}, Ágoston Péter^{1,3}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Nemzeti Tumorbio-
lógiai Laboratórium, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS: A nyirokcsomó-negatív, nem áttétes, magas kockázatú (HR) [Gleason-score ≥ 8 vagy PSA ≥ 20 vagy klinikai stádium $\geq T2c$, 1 értékre igaz] és nagyon magas kockázatú (VHR) [Gleason-score

≥ 8 vagy PSA ≥ 20 vagy klinikai stádium $\geq T2c$, legalább 2 értékre igaz] prosztatarák kezelésében az elektív kismedencei besugárzás szükségessége vitatott. Intézményi kezelési protokollunk szerint a 70 év feletti vagy rossz általános állapotú HR és VHR betegek esetében az elektív kismedencei besugárzás általában elhagyásra kerül annak toxicitása miatt. Munkánk célja az elektív teljes kismedencei sugárkezeléssel (WPRT), illetve csak prosztata-sugárkezeléssel (PORT) kezelt HR és VHR prosztatarákos betegek eredményeinek retrospektív összehasonlítása volt.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Vizsgálatunkban 434, definitív céllal kezelt prosztatarákos beteg adatait elemeztük. A PORT és WPRT csoportok átlagéletkora 73,9 év, illetve 66,5 év volt. A kezelési csoportok kiegyensúlyozására T-stádium, PSA és Gleason-score szerint „inverse propensity score weighting” módszert alkalmaztunk, de az életkor tekintetében nem történt kiegyenlítés. A medián követési idő 76 hónap volt [3–134 hónap], továbbá minden beteg minimum 24 hónap androgénprivációs terápiában részesült.

EREDMÉNYEK: A VHR alcsoport öt éves eredményei szignifikáns előnyt mutattak a WPRT-t kapó betegek javára a következő mutatók esetében: BRMT (biokémiai relapszustól mentes túlélés): 82,2% vs. 73% (p=0,028), TÁMT (távoli metasztázistól mentes túlélés): 87,5% vs. 73,6% (p=0,025), BMT (betegségmentes túlélés): 86,1% vs. 70,5% (p=0,012), RMT (relapszusmentes túlélés): 82,3% vs. 68,9% (p=0,005). A TT (teljes túlélés) tekintetében is jobb trend volt megfigyelhető a WPRT csoportban (92,8% vs. 81,8%, p=0,056). Nem volt szignifikáns különbség az LRMT (lokális relapszustól mentes túlélés): 95,8% vs. 96,4% (p=0,763) és az RRMT (regionális relapszustól mentes túlélés): 95,8% vs. 89,9% (p=0,099) mutatókban. Ezzel szemben a HR alcsoportban nem volt megfigyelhető szignifikáns túlélési különbség a WPRT vs. PORT csoportok között: BRMT: 93,0% vs. 93,3% (p=0,978), LRMT: 99,0% vs. 100% (p=0,120), RRMT: 98,2% vs. 95,1% (p=0,813), TÁMT: 93,5% vs. 95,5% (p=0,793), BMT: 91,7% vs. 92,9% (p=0,691), RMT: 89,5% vs. 90,9% (p=0,853), TT: 91,0% vs. 87,7% (p=0,407).

KÖVETKEZTETÉS: Retrospektív adataink alapján HR betegek esetében – különösen 70 éves kor felett – az elektív kismedencei sugárkezelés elhagyható. A VHR betegek esetében viszont az elektív kismedencei besugárzás mérlegelendő, még az idősebb betegeknél is.

Országos sugárterápiás klinikai audit

Pesznyák Csilla, Zaka Zoltán, Major Tibor, Takácsi-Nagy Zoltán
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Országos sugárterápiás klinikai audit programjának kidolgozása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A klinikai audit fogalmát a 2013/59/EURATOM IRÁNYELVE a következőképpen határozza meg: a „klinikai audit” az orvosi radiológiai eljárások szisztematikus vizsgálata vagy áttekintése azzal a céllal, hogy az elvégzett strukturált vizsgálat eredményeképpen javuljon a beteggondozás minősége és eredményessége; ennek érdekében az orvosi radiológiai gyakorlatot, eljárásokat és eredményeket összevetik a helyes orvosi radiológiai eljárásrendekre vonatkozóan elfogadott normákkal, és adott esetben módosítják a gyakorlatot, illetve új normákat alkalmaznak. Hazánkban ezt az irányelvet a 21/2018 EMMI-rendeletben implementálták, és 2024-ben indult el egy közös projekt a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel (NAÜ), hogy kidolgozzuk a hazai sugárterápiás klinikai audit programját.

EREDMÉNYEK: A hazai klinikai audit program összeállításában részt vesz az Országos Onkológiai Intézet vezetésével a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ, a Magyar Sugárterápiás Társaság és a Magyar Orvosi Fizikai Társaság tagsága. A klinikai audit program alapját a NAÜ QUATRO programja képezi, és figyelembe vesszük a nemzetközi szakmai szervezetek, így az ESTRO, az EFOMP és a HERCA ajánlásait. A munkacsoport igyekszik azonosítani és kiválasztani a legrelevánsabb minőségi mutatókat, megtervezni és megvalósítani a klinikai audit programját. Az Országos Onkológiai Intézet az elmúlt években folyamatosan részt vett különböző független minőség-ellenőrzési tevékenységekben. Az intézet vezetésével tizenegy magyarországi sugárterápiás központ vett részt a NAÜ által összeállított IMRT end-to-end teszt felmérésben 2018-ban.

KÖVETKEZTETÉS: A klinikai audit az egyik legfontosabb és leghatékonyabb eszköz, amelyet a sugárterápiás ellátás színvonalának nyomon

követésére és minőségének javítására alkalmaznak nemzetközi szinten. A klinikai auditok időigényes és összetett eljárások, javíthatják a betegek biztonságát és a kezelés minőségét.

Gyorsított részleges emlőbesugárzás indikációi: A GEC-ESTRO Emlőrák Munkacsoport klinikai evidenciákon alapuló frissített ajánlái

Polgár Csaba^{1,2}, Gutierrez-Miguel Cristina³, Ivanov Olivera⁴, Smánykó Viktor^{1,2}, Stankiewicz Magdalena⁵, Martinez Irène⁶, Lössl Kristina⁷, Guinot Jose Luis⁸, Hannoun-Levi Jean-Michel⁹, Strnad Vratislav¹⁰

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest, ³Institut Català d'Oncologia, Barcelona, Spanyolország, ⁴Oncology Institute of Vojvodina, Sremska Kamenica, Szerbia, ⁵Maria Skłodowska-Curie National Research Institute of Oncology, Gliwice, Lengyelország, ⁶Hospital Universitario de Navarra, Navarra, Spanyolország, ⁷Bern University Hospital and University of Bern, Bern, Svájc, ⁸Fundacion Instituto Valenciano de Oncologia, Valencia, Spanyolország, ⁹Centre Antoine-Lacassagne, Nizza, Franciaország, ¹⁰University Hospital Erlangen, Erlangen, Németország

CÉLKITÜZÉS: Az Akcelerált Parciális Emlő RadioTerápia (APERT) betegbeválasztási ajánlásainak klinikai evidenciákon alapuló frissítése.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2010 és 2024 között 607 cikket találtunk a PubMed, Medline, Scopus és Cochrane adatbázisokban, amik az „accelerated partial breast irradiation” és/vagy „APBI” kulcsszavakat tartalmazták. A keresést kiegészítettük a releváns konferencia-összefoglalók és könyvfejezetek felkutatásával. Mindezek alapján összesen 11 prospektív randomizált klinikai vizsgálatot azonosítottunk, amiknek medián követési ideje minimálisan 5 év volt. Áttekintettük az APERT témakörében megjelent klinikai evidenciákat, elemeztük az alkalmazott betegbeválasztási kritériumokat, amit kiegészítettünk az emlőmegtartó kezeléssel kapcsolatban megjelent, releváns klinikai és patológiai vizsgálatok eredményeivel. Az előadásban bemutatott ajánlásokat ezen tudományos bizonyítékok elemzése és többszörös személyes véleménycsere alapján alakítottuk ki.

EREDMÉNYEK: A legfrissebb publikált klinikai evidenciák alapján a GEC-ESTRO Emlőrák Munkacsoport az APERT indikációja szempontjából két kategóriába javasolja sorolni a betegeket: (1) alacsony-közepes kockázatú betegek, akiknél az APERT jó kezelési alternatíva: legalább 40 éves vagy idősebb betegek, unicentrikus, unifokális *in situ* (pTis) vagy bármely típusú, pT1-2 (≤30 mm) méretű invazív emlőrákkal, pN0 vagy pN1mi axilláris státusszal, extenzív intraduktális komponens (EIC) és extenzív nyirokérbetörés (LVI) nélkül, NSABP-kritériumok szerinti negatív sebészi széllel, (2) magas kockázatú betegek, akiknél az APERT kontraindikált: BRCA 1-2 mutációt hordozó vagy 40 évnél fiatalabb betegek, pozitív sebészi széllel, multicentrikus vagy nagy (>30 mm), tripla-negatív vagy EIC-pozitív tumorról, ≥pN1a vagy ismeretlen (pNx) axilláris státusszal.

KÖVETKEZTETÉSEK: Az elérhető klinikai evidenciák alapján a 2009 óta érvényben lévő APERT betegszelekciós ajánlások jelentősen kiterjeszthetők, ami alapján a jövőben több betegnek lehet felajánlani a gyorsított részleges emlőbesugárzást a napi klinikai rutin kezelés részeként.

Tumorfolumen-csökkenés és ennek prognosztikai jelentősége fej-nyaki daganatok sugárkezelése során

Poós Márton¹, Kocsis S. Zsuzsa², Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

BEVEZETÉS: A lokálisan előrehaladott fej-nyaki daganatok kezelésének egyik legfontosabb eszköze a sugárterápia, önmagában vagy kemoterápiával kombinálva. A betegség jellegéből fakadóan gyakran találkozhatunk olyan esetekkel, amikor kiinduláskor jelentős makroszkópos tumortérfogat kerül meghatározásra a tervezési CT-n. A fej-nyaki sugárkezelések jelentős mellékhatásokkal járhatnak rövid és hosszú távon egyaránt, és számos tényezőtől függ a kezelésektől várható eredmény. Kedvező szövettani paraméterek mellett gyakran már a sugárterápia köz-

ben is jelentős tumorregresszió látható, aminek a mértéke előrejelezhető a várható lokális tumorkontrollt és a túlélési esélyeket. A kezelés közbeni tumorregresszió mértéke és ennek objektivizálása jelentős prognosztikai tényező lehet a jövőben a klinikusok számára.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2019 decembere és 2022 májusa között az Országos Onkológiai Intézet beteganyagából 46 definitív, 70 Gy dózisú fej-nyaki radio- vagy radiokemoterápiában részesült betegen vizsgáltuk meg natív tervezési CT segítségével az irradiáció kezdetéhez viszonyított GTV-csökkenés mértékét 50 Gy dózisonál, a boost megkezdése előtt. 18 beteg egyedüli sugárkezelést, 27 platinaalapú definitív radiokemoterápiát, míg 1 beteg párhuzamos cetuximabkezelést kapott. A 46 betegből 10 p16-negatív, 19 p16-pozitív, 2 EBV-pozitív tumorról, míg 15 ismeretlen p16-státuszú daganattal rendelkezett. Az átlagéletrök 61 évnek (tartomány, 41–79 év) adódott.

EREDMÉNYEK: A teljes betegcsoport tekintetében a kiindulási makroszkópos tumortérfogat átlagosan 37,74 cm³ (tartomány, 2,7–144,9 cm³) volt, beleértve a primer tumort és a makroszkópos nyirokcsomóáttéteket is. A kiindulási tumortérfogat 50 Gy dózis hatására átlagosan 12,58 cm³-re (tartomány, 1,3–36,6 cm³) változott, amely 65,2%-os átlagos csökkenést jelent (tartomány, 13–91,4%). A teljes csoport tekintetében 3 évnél a lokális kontroll (LK) 76,8%, a regionális kontroll (RK) 83,1% lett. Az 50 Gy dózis leadása után visszamaradt makroszkópos tumortérfogat szignifikánsan befolyásolta az LK-t (p=0,014) és az RK-t (p=0,005). Az LK tekintetében további szignifikáns tényező volt a tumortérfogat %-os csökkenési aránya (p=0,031).

KÖVETKEZTETÉS: A jelen vizsgálat alapján úgy tűnik, hogy az 50 Gy dózisú sugárkezelés hatására bekövetkező %-os tumortérfogat-csökkenés előre jelzi a várható lokális és regionális kontrollt. A vizsgálat natív tervezési CT-vel történt, azonban a lineáris gyorsítók által elvégzett cone-beam CT is alkalmas lehet olyan képanyag előállítására, amely alapján meghatározható a tumorfolumen-csökkenés mértéke 50 Gy után. A betegszám növelésével és további statisztikai analízissel a célunk olyan mérőszámok meghatározása, melyek segítségével kiszűrhető a lokoregionális relapszusra magas kockázatú betegcsoport, akiknek az utánkövetése kiemelt fontosságú.

Biztonsági margó számításának bizonytalansága sztereotaxiás prostatábesugárzás esetén

Pócsa Tamás^{1,2}, Herein András¹, Tódor István Szabolcs¹, Gesztesi László¹, Jorgo Kliton^{1,3}, Ágoston Péter^{1,3}, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3}, Major Tibor^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Prostatadaganatos betegek sztereotaxiás kezelésekor a besugárzástervezés során alkalmazott biztonsági kiterjesztés meghatározási nehézségeinek bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézetünkben 2018 óta végezzük CyberKnife (CK) (Accuray, Sunnyvale, CA, USA) készüléken kis és közepes kockázatú prostatatumoros betegek 5 frakciós besugárzását, a prosztatát és az ondóhólyagokat tartalmazó térfogat (6–6,5 Gy), valamint a prosztatát (7–8 Gy) területére. A megnövekedett betegszám miatt a kezeléseket kiterjesztettük előbb az online adaptív kezelésekre leadására képes Varian Ethos (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, USA), majd a hagyományos Varian TrueBeam (TB) (Varian Medical Systems) készülékekre. CK és TB készülékek esetén aranymarkeket (3 vagy 4 db) beültetése mellett a CTV-PTV kiterjesztés CK-nál 3 mm, TB-nél 5 mm. A hagyományos lineáris gyorsítóval végzett kezeléseket képalkotási, betegbeállítási és képvezérlési tapasztalatait foglaltuk össze az első 10 beteg tervezési CT-, valamint a kezelés előtti és utáni kilovolts CBCT-képekészleteinek elemzése alapján. Vizsgáltuk azokat a változókat, amelyek befolyással vannak a biztonsági margó meghatározására, úgymint a céltérfogat meghatározásának bizonytalansága, a betegbeállítás reprodukálhatósága, a képillesztések pontossága, valamint az intrafrakcionális elmozdulások nagysága.

EREDMÉNYEK: Első lépésben az egyes hibák besorolását kellett elvégezni az alapján, hogy szisztematikus vagy véletlenszerű eltéréseket okoznak. Kontúrozás esetén egyértelműen szisztematikusak az eltérések, a többi esetben inkább véletlenszerűnek tekinthetők a hibák, de

egyes esetekben – például az intrafrakcionális elmozdulások elemzésekor – tapasztaltunk egyes irányokban szisztematikus eltéréseket is. Az aranymarkerek használata segíti a prosztata beállítási pontosságának ellenőrzését, azonban az ondóhólyagok helyzetének meghatározásában használatuk már nem jelent hozzáadott értéket. Az intrafrakcionális elmozdulások kezelésében az általunk preferált megoldást – a lehető legrövidebbre szabott kezelési időt (kb. 6 perc) – az eddigi tapasztalataink alapján megfelelő alternatívának tekintjük a dózisleadás közbeni képkalkotás-ellenőrzéshez képest. A 6 dimenziós képillesztés ugyan kibővíti a korrigálható betegbeállítási hibák korrekciójának tartományát, azonban az online adaptív terápia alkalmazása ebből a szempontból kétségtelen előnnyel rendelkezik. Az egyes irányokban a kiszámított biztonsági margó értéke 5 és 8 mm között változott, annak függvényében, hogy milyen módon történt a szisztematikus és a véletlenszerű komponensek szétválasztása, illetve az egyes eltérések hibáit mekkora értéknek becsültük.

KÖVETKEZTETÉS: A munkafolyamatok optimalizálásával és az egyes lépések alapos vizsgálatával biztonságosabbá és gördülékenyebbé tehető a kezelése. A betegek képkezeléseinek elemzése alapján további, szélesebb körű vizsgálatot igényel az egyes betegek esetén alkalmazandó biztonsági margó meghatározása. Populációátlagok alkalmazása helyett, az alacsony frakciósám miatt, egyénre szabott kiterjesztések meghatározására alkalmas módszer kidolgozása segítséget nyújthat a prosztatatumoros betegek sztereotaxiás kezelésében.

DIBH technika dozimetria előnyeinek vizsgálata jobb emlő adjuváns lokoregionális radioterápiája esetén

Sipos Krisztina¹, Mohammed Murad¹, Paczona Viktor^{1,2}, Tamaskovics Bálint Ferenc^{1,3}, Utassy Petra¹

¹Nógrád Vármegyei Szent László Kórház, Onkológiai és Sugárterápiás Osztály, Salgótarján, ²Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Onkoterápiás Klinika, Szeged, ³Heinrich Heine Egyetem, Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, Németország

CÉLKITÜZÉS: A bal oldali mamma/mellkasfali sugárkezelésnél konszenzusos standard a kitarított mélybelégzéses technika (DIBH) alkalmazása, mely több védendő szerv dózisének is szignifikáns csökkentésére képes. Jobb oldali posztoperatív irradiáció esetén a DIBH előnyeinek és hátrányainak aránya aktív nemzetközi diszkusszió tárgya. Vizsgálatunk célja az alkalmazott technika mellett kapott OAR dózisterhelés elemzése és előnyeinek meghatározása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézetünk standardja szerint minden posztoperatív emlőbesugárzást moderate hipofrakcionáltan végzünk, intenzitásmódultán, napi aktív IGRF mellett. DIBH technikát az arra fizikailag alkalmas pácienseknél használunk, bal oldalon a centrum indulásától, illetve jobb oldalon 2024 júniusa óta. Protokollunk alapján minden, emlőregiónban kezelt betegnek készítettünk egy topometriai CT-t szabadlégzésben, majd ezt követően, ha alkalmas, akkor mélybelégzéses technikával megismételtük. Intézetünk prospektív radioonkológiai regiszteréből jelen vizsgálatunkba mindazon páciensek képanyaga került beválasztásra, akiknek egy ülésben szabad légzéses és kitarított mélybelégzéses tervezési CT is készült, és sugárkezelésüket DIBH technikával végeztük. A szabad légzéses CT-kre utólag készítettük el az intézetünk terápiás irányelveinek megfelelő OAR- és céltérfogatkontúrokat, majd a besugárzást Eclipse TPS-ben, TrueBeam gyorsítóra, a valóban leadottal megegyező besugárzási technikával. Kigyűjtésre kerültek az egyes tervek dozimetria adatai: a rizikószervek és a céltérfogatok térfogatai és dózisterhelései. Utóbbiakat intézeti eljárásrendben meghatározott szervenkénti klinikai céljaink („clinical goals”) tükrében elemeztük. Ezen felül a tüdő térfogatának változását követtük. Az adatgyűjtést követően összehasonlításra kerültek rizikószervekre lebontva a DIBH-s és szabadlégzéses technikával kapott dózisterhelések, ehhez a statisztikai elemzéshez páros t-próbát alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK: A LazaReg prospektív regiszterből 16 páciens teljesítette a beválasztási kritériumokat. Statisztikai próbák elvégzése után az eredmények azt mutatják, hogy a DIBH technikával kezelt pácienseknek szignifikánsan jobb PTV-lefedettséget tudunk biztosítani ($p=0,02$), megegyező OAR védelem mellett. A tüdővolumen megnövekedése szignifikáns a bent tartott levegő által, ami radiobiológiailag

jelent előnyt, mivel a besugárzott volumenben így valószínűleg kevesebb tüdőszövet károsodik, a csökkent szöveti denzitásnak köszönhetően. A szív és a bal elülső leszálló koszorúér dózisterhelésében a két légzéses technika között nem volt kimutatható szignifikáns eltérés. Nem szignifikáns, de számottevően kevesebb dózist kap DIBH technika alkalmazása mellett a rizikószervek közül a vállízület, a nyelőcső és a máj is. A pajzsmirigy dózisa szabad légzéses technikával szignifikánsan alacsonyabbnak bizonyult – ezt minden bizonnyal az intézeti protokollunk időközi módosítása okozza, mely csak az újabb esetekben és az utólag elkészített szabad légzéses tervek esetén írta elő a pajzsmirigy dózisoptimalizálását.

KÖVETKEZTETÉS: A szabadlégzéses technikával szemben a DIBH alkalmazása úgy teszi lehetővé a PTV-lefedettség javítását, hogy mellette egyes rizikószervek dózisterhelése csökkenthető. Fiatal emlőtumoros betegek várható túlélését tekintve, fontos, hogy a lehető legkevesebb késői mellékhatással kelljen számolniuk. Ennek fényében érdemes megfontolni a technika alkalmazásának lehetőségét és mérlegelni a befektetett időnek köszönhető dóziscsökkenés hasznát.

Az azonos oldali emlőrecidívák lokális kezelése: alternatív terápiás lehetőségek 10 éves eredményeinek összehasonlító elemzése

Smányó Viktor^{1,2}, Mészáros Norbert^{1,2}, Fröhlich Georgina¹, Major Tibor^{1,2}, Polgár Csaba^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITÜZÉS: Második emlőmegtartó műtét és nagy dózisteljesítő szövetközi sugárkezelés eredményeinek összehasonlítása az egyedüli masztektómiával szemben, azonos oldali emlődaganat-kiújulás miatt kezelt betegek esetében.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Emlőtumor lokális kiújulása miatt 1999 és 2015 között 195 fő, korábban emlőmegtartó kezelésben részesült betegünk esetében végeztünk második emlőmegtartó műtétet perioperatív szövetközi sugárkezeléssel ($n=39$) vagy salvage masztektómiát ($n=156$). A második emlőmegtartó kezelés során, a tumorágyat lefedve, átlagosan 8 darab (tartomány: 4–24) flexibilis katéter került behelyezésre 1–3 síkban. A tumorágy és biztonsági zónájának területére összesen 22 Gy-t adtunk le, 4,4 Gy frakciódózissal, 5 alkalommal három egymást követő napon. Adjuváns szisztémás kezelésként, mindkét csoportban, a páciensek többsége egyedüli hormonterápiában részesült (74% és 56%, $p=0,1800$).

EREDMÉNYEK: A medián követési idő a második emlőmegtartó kezelés során 124 hónap (tartomány: 11–269), masztektómia során 110 hónap (tartomány: 5–285) volt. Az átlagos tumorméret 16 mm (tartomány: 2–70) és 24 mm (tartomány: 2–90) volt a két csoportban. Az egyéb betegspecifikus (kor, menopauzális állapot) és patológiai (szöveti típus és fokozat, sebészi szél, receptorstátusz) jellemzők vonatkozásában nem találtunk szignifikáns különbségeket a két csoport között. Emlőmegtartás után 39 esetből 7 alkalommal (17,9%), masztektómia után 156 esetből 33 alkalommal (21,2%) fordult elő második lokális kiújulás, melynek 10 éves valószínűsége 18% volt a második emlőmegtartó kezelést és 20% a masztektómiát követően ($p=0,2980$). A 10 éves regionális kiújulástól mentes, távoli áttétől mentes, betegségmentes és daganatspecifikus túlélés 95% vs. 89% ($p=0,3650$), 78% vs. 62% ($p=0,9260$), 78% vs. 58% ($p=0,0650$) és 78% vs. 64% ($p=0,0710$) volt a két csoportban, azonos sorrendben. Ugyanakkor szignifikáns különbség mutatkozott a 10 éves teljes túlélés tekintetében a két csoport között (70% vs. 47%, $p=0,0270$). Ez utóbbi eredmény a masztektómiás betegeknek leírt nagyobb tumormérettel magyarázható. Második emlőmegtartó kezelés után a páciensek 72%-ánál kiváló vagy jó kozmetikai eredményt tapasztaltunk. Grade 3 késői bőrmellékhatás 1 beteg esetében jelent meg. Grade 3 fibrózis 2 betegnél alakult ki. Zsírnekrózis csak tünetmentes formában figyeltünk meg.

KÖVETKEZTETÉS: A második emlőmegtartó műtét perioperatív szövetközi sugárkezeléssel biztonságos lehetőséget kínál az emlődaganatok lokális kiújulásának ellátására, hasonló 10 éves onkológiai kimenetelt biztosítva a standard salvage masztektómiához képest. A szövetközi brachyterápia elfogadható kozmetikai eredmények és kevés késői mellékhatás mellett csökkentheti a második lokális kiújulás esélyét.

A CyberKnife tervezőrendszerében elérhető Monte Carlo és FSPB számolási algoritmusok összehasonlítása prosztatabesugárzásoknál
Stelczer Gábor^{1,2}, Koszta Enikő^{1,3}, Kontra Gábor¹, Jorgo Kliton^{1,4}, Major Tibor^{1,4}, Pesznyák Csilla^{1,2}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, ²Nukleáris Technikai Intézet, ³Fizikai Tudományok Doktori Iskola, ⁴Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Az Országos Onkológiai Intézetben CyberKnife (CK) robotkaros lineáris gyorsítóval végzett sztereotaxiás prosztata-sugárkezelések (SBRT) esetén kétféle számolási algoritmus áll rendelkezésünkre a Precision tervezőrendszerben. A régóta elérhető Finite Size Pencil Beam (FSPB) sokkal rövidebb idő alatt nagyobb pontatlansággal, míg a Monte Carlo (MC) számolási algoritmus sokkal hosszabb idő alatt, de nagy pontossággal képes a dózisszámolások végrehajtására. Vizsgálatunk célja meghatározni, hogy a nagy idő- és erőforrás-ráfordítás jelent-e különbséget prosztatakezelések esetén.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Az InCise 2 MLC-vel felszerelt CK M6 készülékhez fejlesztettük ki az FSPB számolási algoritmust, amely a „fluens” tekintetében végez sűrűségkorrekciót, azonban az inhomogén területek dózisszámolása pontatlan lehet. Ezen bizonytalanságok csökkentésére implementálták az úgynevezett „lateral scaling” korrekciót. Azonban az inhomogén területeken a dózisszámolások etalonjának (gold standard) az MC algoritmust tartják, amely a szövetben elnyelt dózist az elsődleges fotonok és másodlagos töltött részecskék közötti fizikai folyamatok statisztikai szimulációjával határozza meg. Azonban az MC számítások nagyon idő- és számításikapacitás-igényesek, főleg magas elvárt pontosság esetén. Véletlenszerűen kiválasztott 12, prosztatatumorral kezelt beteg kezelési tervét elemeztük. Megtartottuk az eredeti kezelési tervek összes paraméterét, és azonos monitoregységszámmal végeztük el a kétféle dózisszámolást. A tervek dozírozása SIB technikával történt, 5 frakcióban 40 Gy a prosztata és 32,5 Gy az ondóhólyagok kezdeti szakaszára. Vizsgáltuk a különböző céltérfogatokra, az egyes véendő szervekre és a teljes testre vonatkozó térfogati és dozimetriai paramétereket.

EREDMÉNYEK: Az IMRT tervek átlagos szegmensszáma és monitoregysége 72 db és 5679 MU/fr volt. A DMAX értékek átlagosan 0,4%-kal voltak alacsonyabbak FSPB esetén (46,2 Gy vs. 46 Gyl). A lefedettség paraméterek közül a PTVPROS V40Gy értékeiben volt a legnagyobb különbség, 0,85% az MC javára (96,1% vs. 95,3%), de ez sem volt szignifikáns. A CTVPROS és PTVPROS D_{MEAN} értékeinek átlagos eltérése nagyon kicsi volt, rendre 0,2% és 0%. A céltérfogatok D_{MIN} és D_{98%} paraméterei alacsonyabbak voltak FSPB esetén. A D_{98%} paramétert vizsgálva az MC és az FSPB értékek PTVPROS₊ illetve PTVPROS₋ esetén rendre 39,2 Gy és 38,8 Gy [-0,88%], illetve 34,3 Gy és 33,9 Gy [-1,33%] voltak. A rectum átlagos D_{0,04ccm} értéke FSPB-vel 1,45%-kal alacsonyabb volt (37,6 Gy vs. 37 Gyl). A hólyagfal D_{0,04ccm} paraméterében nem volt jelentős különbség, ez a térfogatrés a céltérfogaton belül található. Azonban az átlagos D_{15ccm} értékek már 3,67%-kal kisebbek voltak FSPB-nél (16,3 Gy vs. 15,7 Gy). A szigmbélre és a bélzsákra az átlagos D_{0,04ccm} értékek nagyjából 0,5 Gy-vel voltak kisebbek FSPB esetén. A teljes testre számolt V_{40Gy} V_{20Gy} és V_{40Gy} térfogatok rendre 3,81%-kal, 3,45%-kal és 8,61%-kal kisebbnek adódtak FSPB-vel.

KÖVETKEZTETÉSEK: A céltérfogatokon belüli nagy dózisok tekintetében nincsenek jelentős eltérések a két számolási algoritmus között. A céltérfogatok határán, főleg a nagy dózisgradiensek területén már vannak szignifikáns eltérések, így a céltérfogatok minimumdózisában és a rectumdózis értékeiben. Az alacsonyabb dózisokkal lefedett térfogatok alulbecsüli az FSPB algoritmus. Az itt bemutatott limitációk figyelembevételre szükséges FSPB használata esetén, és amennyiben lehetőség van rá, érdemes az MC algoritmus használni.

Az oligometasztitikus fej-nyaki tumoros betegek hatékony sugárterápiás kezelése

Szabó Csilla, Kelemen Gyöngyi, Borzási Emőke, Csenki Melinda, Hideghéty Katalin, Oláh Judit
 Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Onkoterápiás Klinika, Szeged

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS: Irodalmi adatok alapján az oligometasztitikus fej-nyaki laphámcarcinomás betegek a multiplex metasztázisos esetekkel szemben kedvezőbb prognózissal rendelkeznek. A metasztázisok lokális ellátása tartós tumorválaszt eredményezhet. Négy oligometasztitikus fej-nyaki laphámcarcinomás beteg sikeres sugárterápiás kezelését mutatjuk be.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Három esetben cetuximabbal potenciózott radioterápiát végeztünk, mivel a betegek komorbiditás miatt nem voltak alkalmasak cisplatinkezelésre; egy esetben pedig a beteg idős kora miatt egyedüli sugárkezelés történt. Egy betegünknek a primer sugárkezeléssel egyidejűleg végeztük az egygócú csonttáttét ellátását, két másik esetben szövettanilag, egy esetben radiológiaiilag igazolt tüdő-, illetve mediasztinális metasztázisok sugárkezelésére került sor a primer tumor ellátása után átlagosan 4,5 hónappal. Egy beteg esetében egy évvel később megjelent új tüdőmetasztázist ismételtelen sikeresen kezeltünk. A mellkasi lokalizációban sztereotaxiás sugárkezelést alkalmaztunk (5×7 Gy, 8×7,5 Gy, illetve 4×12 Gy dózisban) 4D CT alapján meghatározott ITV-PTV-re tervezve, míg a csontmetasztázis esetén konvencionálisan frakcionált kezelést végeztünk, 64 Gy összdózisig.

EREDMÉNYEK: Átlagosan 21,25 hónapos követési idő alatt egy betegnél teljes remissziót, két betegnél pedig stabil betegséget értünk el, egy betegnek a kontroll képalkotása folyamatban van. Egyik esetben sem volt szükség kiegészítő vagy fenntartó gyógyszeres kezelésre, és szignifikáns mellékhatásokat sem tapasztaltunk.

KÖVETKEZTETÉSEK: Eredményeink alapján a sugárterápia hatékony és jól tolerálható kezelési lehetőség az oligometasztitikus fej-nyaki tumoros betegek számára, amely hatékonyan kiegészítheti a szisztémás terápiákat, és egyes szelektált esetekben akár helyettesítheti is azokat. Az SBRT különösen fontos szerepet játszhat azokban az esetekben, amikor a szisztémás kezelés kontraindikált, lehetővé téve a hosszabb betegségkontrollt és a betegek életminőségének fenntartását.

Különböző sugárkezelési technikák hatékony alkalmazása bőrtumoros betegek kezelése során

Takács Martin Gyöngyi¹, Kelemen Gyöngyi¹, Fodor Emese¹, Borzák Ferenc¹, Varga Zoltán¹, Baltás Eszter², Oláh Judit¹, Hideghéty Katalin^{1,3}
 Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Bőrgyógyászati és Allergológiai Klinika; ³ELI ALPS ELI-HU Nonprofit Kft., Szeged

BEVEZETÉS: Bőrtumoros betegek komplex terápiája során számos alkalommal lehet szükség sugárkezelés alkalmazására, akár elsődleges ellátás, akár palliáció, akár gyógyszeres terápia kiegészítése céljából.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Három beteg esetét mutatjuk be, akiknél a sugárkezelés kiegészítette vagy kiváltotta a szisztémás, illetve lokális terápiát.

EREDMÉNYEK: 1979-ben született, melanoma malignummal diagnosztizált metasztitikus beteget 4 alkalommal kezeltünk SBRT-vel, különböző lokalizációkban (nyaki, mediastinális nyirokcsomó, csonttáttét) [2×7 Gy, 3×9 Gy, 6×6 Gy, 4×10 Gy] a célt, majd az immunterápia kiegészítéseként. Minden sugarazott lézió vonatkozásában parciális vagy komplett remissziót értünk el. A beteg a mai napig panaszmentes. 1944-ben született nőbetegünk esetében testszerte különböző lokalizációkban és kiterjedésben jelentkező bőrtumorkok (mycosis fungoides, laphámcarcinoma, basalioma) sugárkezelését végeztük 1998 és 2024 között összesen 16 alkalommal. Közben egy basalioma elektro-kemoterápiás kezelése is megtörtént (a szisztémás terápiát folyamatosan visszatartottuk). Szövet-tantól függően eltérő frakcionálási sémákat és technikákat alkalmaztunk. Jelenleg az irradiált bőrtumorkok regrediáltak, azonban folyamatosan új elváltozások megjelenésére számítottunk. Egy 1992-ben született nőbeteg nagy volumenű axilláris melanomametasztázisát kezeltük 6×3 Gy, majd 13×2 Gy dózissal pembrolizumabterápiával párhuzamosan. A sugárkezelést követően jelentős tumorregresszió jelentkezett, majd a reziduum műtéti eltávolítása történt. A beteg jelenleg tumor- és panaszmentes, aktív kezelésben nem részesül.

KÖVETKEZTETÉS: A bőrtumorkok kezelésében a sugárterápia szerepe az új kezelési lehetőségek bevezetésével jelentősen átalakult, de a korszerű sugárkezelés továbbra is fontos, hatékony kiegészítője vagy helyettesítője a komplex bőronkológiai kezeléseknél.

Ajakdaganatok nagy dózisteljesítményű (HDR) intersticiális brachyterápiája

Takácsi-Nagy Zoltán, Ferenczi Örs, Fröhlich Georgina, Major Tibor
Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, Budapest

CÉLKITŰZÉS: A nagy dózisteljesítményű (high dose rate, HDR) intersticiális brachyterápia (BT) szerepének vizsgálata ajakdaganatok sugárkezelésében és az eredmények bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK: 2014 és 2023 között 23 korai stádiumú ajaktumoros beteg (T1-3N0) kezelése történt az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában intersticiális BT-vel. Az átlagéletkor 68 év (tartomány: 37–87 év), a férfi/nő arány 12/11, a terápia indikációja definitív (n=12) vagy műtét utáni adjuváns kezelés (n=11) volt. Posztoperatív ellátás R1 reszekció vagy ≤2 mm-es sebési szél vagy perineurális terjedés miatt történt. A szövettan laphámrákot (n=20), adenocisztikus karcinómát (n=1), illetve non-Hodgkin-limfómát (n=2) igazolt. Ir-192 sugárforrással, rugalmas műanyag katéterek (2, illetve 3 szál) alkalmazásával és CT-alapú tervezéssel átlagosan 43 Gy (tartomány: 27–45 Gy) dózis került leadásra, általában 15 alkalommal 3 Gy-s frakciókkal (3 kivétellel), naponta kétszer.

EREDMÉNYEK: A 46 hónapos (4–136 hónap) átlagos követési időszak alatt az 5 éves lokális és regionális tumorkontroll, a teljes túlélés, valamint a daganatspecifikus túlélés 95%, 91%, 81% és 95% volt. A tervezési céltérfogat (PTV) 4 cm³ (tartomány: 0,5–22,2 cm³), a referenciadózis általi lefedettsége (V100) 91,4% (tartomány: 73,1–97,6%), az állkapocs D dózisa 0,5 Gy (tartomány: 0,2–2 Gy) volt. Az 1., 2. és 3. fokozatú akut toxicitás 35%, 48% és 17%-ban fordult elő, ugyanakkor késői toxicitás nem jelentkezett. A kozmetikai eredmények 35%-ban kiválónak, 57%-ban jónak és 8%-ban gyengébbnek bizonyultak.

KÖVETKEZTETÉS: A 15x3 Gy frakcionálású HDR BT hatékony és biztonságos kezelés a korai ajakdaganatok ellátására mind definitív, mind posztoperatív céllal, kiváló lokális kontrollal és kozmetikai eredménnyel.

Oligometasztatikuss betegség ablatív sugárterápiája

Tamaskovics Bálint^{1,2}, Deme Dániel^{3,1}, Paczona Viktor^{4,1}, Gesztly Imre¹, Sipos Krisztina¹, Erfán József¹, Molnár Katalin¹, Kovács Kázmér³, Pápai Irén¹, Somorjai Béla³, Bishr Abdulfatah¹, Landherr László¹, Furka Andrea^{1,5}
¹Nógrád Vármegyei Szent Lázár Kórház, Onkológiai és Sugárterápiás Osztály, Salgótarján, ²Heinrich Heine Egyetem Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, ³Németszágy, ⁴Markhot Ferenc Oktatókórház és Rendelőintézet, Onkológiai Osztály, Eger, ⁵Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Onkoterápiás Klinika, Szeged, ⁶Debreceni Egyetem AOK, Onkológiai Tanszék, Debrecen

CÉLKITŰZÉS: Az oligometasztatikuss betegség (OMD) átmenetet képez a lokoregionális és multiplex metasztatikuss állapot közt. Az oligometasztázisok radikális lokális ellátása előnyös lehet a prognózis szempontjából. A radioonkológiai progresszív fejlődése lehetővé tette a sztereotaxiás besugárzást dedikált célgép nélkül is. A megfelelően felszerelt gyorsítóinkon, regionális multidiszciplináris és multiprofesszionális együttműködésben végzett sztereotaxiás extrakraniális (SBRT) és frakcionált sztereotaxiás kraniális (fSRT) sugárterápiás eredményeinket vizsgáltuk.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Intézeti prospektív regisztervizsgálatunk interim analízise során a centrum indulása óta végzett oligometasztatikuss esetekben végzett SBRT és fSRT terápiák adatait elemeztük: páciens-, betegség- és sugárterápia-karakterisztikai adatokat, a szinkron és későbbi szisztémás terápiákat, továbbá a korai és késői toxicitást, leíró statisztikai eszközökkel. A teljes (OS) és progressziómentes túlélést (PFS), a teljes adathalmazra és alcsoportokra is bontva, Kaplan-Meier-módszerrel számítottuk, R szoftvert használatával. Az OMD definiálása és alcsoporti besorolása az ESTRO-ASTRO konszenzusnak megfelelően történt.

EREDMÉNYEK: A Salgótarjáni Sugárterápiás Centrum indulása óta eltelt 20 hónapban 65 OMD-s páciens 92 léziója került ablatív irradálásra, 76 kúra keretében. A követési idő 1–20 hónap, a medián follow-up 4,43 hónap [95% CI: 3,0–9,0] volt. Az esetek 26%-ában végeztünk tüdő-SBRT-t, lokalizációtól függően 3x15 Gy vagy 8x7,5 Gy dózissal. Májjattétek (16%) ellátása minden esetben 5x10 Gy dózissal történt. Minden tüdő- és

máj-oligometasztázis esetében a BED10 100 Gy feletti. Agyi (14%) és csontjattétek (20%) előírt dózisa 5x6–7 Gy volt. Az egyéb lokalizációk (22%) a környező OAR által limitált dózissal és frakcionálással kerültek ellátásra. Az átlagéletkor 65,6 év (39,2–86,6 év). A primer tumor 28%-ban emlő-, 22%-ban kolorektális, 13%-ban női kismencedei, 12%-ban tüdő-, 8%-ban fej-nyaki, 7%-ban húgyúti, valamint 4–4%-ban vese- és gyomor/GEJ eredetű volt. Az OMD altípusai közül a leggyakoribbnak a metakron oligorekurrencia (35,5%) bizonyult, melyet az indukált oligoprogresszió (26,3%) és az indukált oligoperzisztencia (14,6%) követett gyakoriságban. Az esetek 9,2%-a szinkron OMD volt, esetükben a primer tumor ellátására is sor került. A medián OS 17,7 hónap [95% CI: 9,5–NR], a medián PFS 9,0 hónap [95% CI: 5,8–10,9] volt. Az esetek 65,8%-ában progresszió nem volt. Nem kezelt szervben az esetek 21,4%-ában tapasztaltunk progressziót. Kezelt szervben a sugármezőn (10%-os izodózison) kívüli progresszió az esetek 10,5%-ában lépett fel. Mezőhatáron (10–50% izodózisok között) egyetlen progresszió igazolódott, in-field (50% izodózison belüli) recidíva a követési időn belül nem volt. Grade III vagy magasabb toxicitást nem észleltünk. A leggyakoribb grade I–II korai mellékhatás a fájdalom, gyengeség, szédülés, hányinger, hiperpigmentáció és alopecia volt. Az OMD ablatív irradációja az első palliatív terápiás vonallal párhuzamosan vagy azt közvetlenül követően az esetek 56,4%-ában történt. Másodvonalon 28,2%, harmad- vagy későbbi vonalon 15,4%. Az ablatívióval az esetek 64,1%-ában a biológiai terápia megtartását érték el. 6 esetben végeztünk SBRT-t immunterápiával párhuzamosan, ebből minden beteg jelenleg is progressziómentes. Az azonos terápiás vonal folytatási ideje („time-on-treatment”) az SBRT/fSRT-t követően medián 8,57 hónap [95% CI: 7,2–NR] volt.

KÖVETKEZTETÉS: Oligometasztatikuss állapot konzekvens ablatív ellátása magas lokális kontroll mellett előnyös lehet a progressziómentes túlélés, illetve a következő szisztémás terápiás vonalig eltelt idő növelésével. A fenti hatások bizonyítására prospektív, randomizált klinikai vizsgálatok szükségesek. Kiemelt figyelmet igényelnének az indukált OMD esetek, melyek ablatív sugárkezelése az interdiszciplináris együttműködés javításával kerülhet át a napi rutinba.

Mélybelégzés-megtartásos, bal oldali emlő és nyirokregiók besugárzására alkalmas forgóíves besugárzási geometriák vizsgálata

Tótor István Szabolcs¹, Pócza Tamás^{1,2}, Herein András¹, Takácsi-Nagy Zoltán^{1,3}, Major Tibor^{1,3}

¹Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, ²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet, ³Semmelweis Egyetem, Onkológiai Osztály, Budapest

CÉLKITŰZÉS: Forgóíves (RArc) besugárzási geometriák dozimetriai összehasonlítása a klinikai rutinban használt „sliding window” IMRT besugárzási geometriával bal oldali emlő, axilla, supraclavium és parasternalis régió besugárzása esetén mélybelégzés-megtartásos technikával.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A vizsgálatban 5 beteg 5 különböző mezőbeállítás alapján számolt besugárzási tervének dozimetriai elemzését végeztük el. A választott indulási geometriák a következők voltak: 5 mezős IMRT, RArc 2 ív (3000–1600 és 1600–3000), RArc 2 osztott ív (3000–500, 500–3000 és 500–1600, 1600–500), RArc 6 parciális ív [(3000–150, 150–3000)×2 és 1000–1600, 1600–1000], RArc 8 parciális ív [(3000–00, 00–3000)×2 és 1000–1600, 1600–1000]×2. A tervezés során 6 FFF energiát használtunk maximális dózisteljesítmény mellett a gyorsabb dóziskiszolgálás érdekében. Az előírt dózis minden esetben 15x2,67 Gy volt és a tervet normalizálása után a PTV átlagdózisa az előírt dózis 101%-ának felelt meg. A kiértékelés során vizsgáltuk a tervet monitoreaegység számát (MU), a PTV dózislefedettségét (V95%, V98%), a dózishomogenitást (HI), a kvázi dózismaximumot (D1cc), átlagos szív dózist (Heart[Dmean]), a bal elülső leszálló artéria maximumát (LAD[Dmax]), az ellenoldali emlő maximumát (Dmax) és átlagát (Dmean), azonos oldali tüdő esetén a Dmean, V17Gy értékeket, ellenoldali tüdő V4Gy paraméterét, valamint a teljes tüdő V4Gy értékét.

EREDMÉNYEK: A céltérfogat-lefedettség V95% esetén nem mutatott lényeges különbséget, mindegyik geometria esetén átlagosan 96–96,7% közt volt. V98% esetében az IMRT biztosította a legjobb ellátottságot

91%-kal, míg a vizsgált RArc geometriák közül a 2 éves 88%-kal. Az IMRT technika esetén a tervekhez felhasznált MU majdnem kétszerese a RArc technikákhoz képest, átlagosan 1800 vs. 1020 MU. Homogenitás tekintetében nem tapasztaltunk különbséget, de az 1 cm³ térfogatra számolt maximum az IMRT-vel átlagosan 107% volt, míg a RArc-okkal 109%. A legalacsonyabb átlagos szívterhelést a 2 éves RArc szolgáltatja (223 cGy), míg a legmagasabbat a 6 parciális ív (251 cGy). A legmagasabb LAD(Dmax) értéket az IMRT adta, átlagosan 1954 cGy-t, amely már az 1700 cGy-es toleranciadózist is meghaladta. A 2 éves RArc geometria biztosította a legalacsonyabb LAD terhelést, átlagosan 1356 cGy-s dózismaximummal. Az azonos oldali tüdő átlagdózisát és V17Gy értékét vizsgálva az IMRT esetében volt a legmagasabb a dózisterhelés, rendre átlagosan 1178 cGy és 26,65%, míg a legalacsonyabb átlagos dózisterhelést és V17Gy értéket a 2 éves RArc technika biztosította, 1003 cGy és 22,15% mellett. Az ellenoldali tüdő és teljes tüdő V4Gy paramétere esetén viszont a 2 éves technika bizonyult a legkevésbé előnyösnek, 33,86% és 10,34% értékekkel, szemben az IMRT 31% és 1,25%-ával. Vizsgálva az ellenoldali emlőt, IMRT esetén az átlagos dózisterhelés 126 cGy, míg a maximum 1486 cGy volt, RArc geometriák esetén viszont 165 cGy és 1280 cGy.

KÖVETKEZTETÉS: Céltérfoogat-lefedettség szempontjából az összes vizsgált technika megfelelőnek bizonyult. Az alacsonyabb MU-szám miatt a RArc technikák esetén a kezelés gyorsabban leadható, ezáltal csökkentve a beteg mélybelégzés-megtartásainak számát. A RArc technika esetén nagyobb az alacsony dózisok által lefedett térfogat, amely megjelenik mind a tüdőben, mind pedig az ellenoldali emlőben. Az IMRT technikát a kis területen kialakuló magas dózisok jellemzik, amelyek megjelennek mind az azonos oldali tüdő V17Gy paraméterében, mind pedig az ellenoldali emlő dózismaximumában.

Jobb emlő DIBH bevezetésének erőforrásigénye

Utassy Petra¹, Tamaskovics Bálint^{1,2}, Sipos Krisztina¹

¹Nógrád Vármegyei Szent Lázár Kórház, Onkológiai és Sugárterápiás Osztály, Salgótarján, ²Heinrich Heine Egyetem, Radioonkológiai Klinika, Düsseldorf, Németország

CÉLKITÜZÉS: A posztoperatív jobb oldali maradék emlő/mellkasfali sugárkezelésnél a kitartott mélybelégzéses technika (DIBH) előkészítési és tervezési ideje eltér a hagyományos szabadlégzéses technikától. Vizsgálatunk célja az általunk alkalmazott technika előnyei mellett a ráfordított többlet erőforrásigény meghatározása.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A jobb oldali emlőtumoros betegeink kezelési idejét és az ellenőrző képalkotás idejét vetettük össze a szabadlégzéses és légzésvezérelt technikával végzett sugárkezelések esetében. Intézetünk standardja szerint, minden emlőtumoros páciensnél egységes fektetési protokollt használunk a tervezési CT készítésénél. Minden esetben először egy standard szabadlégzéses CT-, majd egy mélybelégzéses CT-felvételt is készítünk. A kitartott mélybelégzéses (DIBH) technikát az arra fizikailag alkalmas, jól együttműködő pácienseknél használjuk a terápia során. Az intézetünk prospektív regisztervizsgálatában való részvétel minden páciensünknek felajánlásra kerül. A „LazaReg” intézeti prospektív regisztervizsgálatunk adatbázisából a beválasztási kritériumoknak megfelelően választottuk ki azonos számú, jobb oldali, szabadlégzésben és mélybelégzésben (DIBH-vel) sugárkezelt betegeket. Kigyűjtésre kerültek a frakciók során készült CBCT és a kezelés elkezdése között eltelt időtartamok, illetve a kilovoltos képalkotás és a kezelés elkezdése közti időtartamok. Az adatgyűjtés során előre meghatározott kritériumok szerinti szűrést alkalmaztunk, melyek közé tartozott, hogy 71 év alatti, nem degenerált mellkasformájú, nem ismert tüdőbetegségű és ECOG: 0-1 állapotú betegek legyenek. A feljegyzett adatok alapján meghatározásra került a kezelés teljes időtartama is, ezáltal statisztikai próbával megállapítható, hogy mennyivel több időt vesz igénybe az emlő légzésvezérelt kezelése. A statisztikai elemzéshez páros t-próbát alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK: A Sugárterápiás Centrumunk nyitása óta 80 jobb oldali mammatumoros beteg részesült sugárkezelésben. Ezen betegek 51%-át (41 fő) kezeltük DIBH technikával. A többi beteg 2024. június előtt kapott kezelést vagy alkalmatlan volt a mélybelégzéses technika alkalmazására és szabadlégzésben kezeltük őket. A célcsoport 16 jobb oldali mammatumoros páciens adataira szűkült le, akik megfeleltek

a vizsgálat feltételeinek. Figyelembe vettük a mezők számát, az IGRT módját, a kezelési energiát, a dózisteljesítményt és a kezelő asszisztens személyét. Ezek alapján a statisztikai próbák eredménye azt mutatja, hogy a képalkotási idők átlaga mindkét esetben 4 perc, közöttük nincs szignifikáns különbség ($p=0,999$). A kezelési idők között sem mutatható ki szignifikáns különbség ($p=0,160$). A szabadlégzésben kezelt esetenél 6 perc 50 másodperc, a DIBH technikával kezelt eseteknél pedig 7 perc 16 másodperc az átlagos kezelési idő.

KÖVETKEZTETÉSEK: A kinyert adatok alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a terápia során nincs szignifikáns különbség a két kezelési forma között. A tervezési CT-n a DIBH alkalmazása, s az ezt megelőző betegedukáció jelentik az egyetlen szignifikáns időbeli többletfordítást. Így kimondható, hogy a jobb oldali emlőtumoros betegeknél a kitartott mélybelégzéses technika (DIBH) használata tolerálható időtöbblettel megvalósítható, és a gépidőt nem csökkenti a sugárkezelések során.

Proszta sztereotaxiás sugárkezelése napi online adaptív technikával, fiduciális marker beültetése nélkül: mellékhatások értékelése

Varga Levente¹, Pulgor Dóra³, Gáldi Ádám^{1,4}, Nahaji István¹, Gesztesi László¹, Herein András¹, Szegedi Domonkos¹, Jorgo Kliton^{1,5}, Kocsis S. Zsuzsa², Ágoston Péter^{1,5}

Országos Onkológiai Intézet, ¹Sugárterápiás Központ, ²Sugárterápiás Központ, Klinikai Sugárbiológiai és Onkocytogenetikai Osztály; Semmelweis Egyetem, ³Általános Orvostudományi Kar, ⁴Doktori Iskola, ⁵Onkológiai Tanszék, Budapest

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS: A prosztata dagánatok sugárkezelése a modern sugárterápia egyik dinamikus fejlődő területe. Amennyiben a kockázati besorolás, az életkor vagy jelentős társbetegségek alapján a kismencedei besugárzás elhagyható, a sztereotaxiás sugárterápia egyre szélesebb körben alkalmazott modalitássá válik. A fiduciális markerekkel végzett valós idejű sztereotaxiás sugárkezelés mellett a közelmúltban megjelent napi online adaptív sztereotaxiás sugárkezelés (oASRT) ígéretes alternatívát kínálhat olyan esetekben, ahol a marker-beültetés ellenjavallt. Vizsgálatunk célja az Ethos Varian Medical System alapú oASRT klinikai alkalmazásának értékelése, különös tekintettel a kezelés hatékonyságára és a korai mellékhatásokra. Eredményeink rámutathatnak az adaptív sugárkezelés előnyeire és kihívásaira a modern sugárterápiában.

ANYAG ÉS MÓDSZER: 2023. 12. 06. és 2024. 11. 11. között 35 betegnél végeztünk oASRT-t. A kezeléseket az Ethos Varian Medical Systemmel végeztük. A kezeléseket elsősorban idős, súlyos társbetegségekkel élő vagy tartós koagulációra szoruló betegeknél végeztük el, ahol az arany-marker-beültetés jelentős kockázattal járt volna. Az átlagéletkor 74,5 év (65–83) volt, a betegek 5,7%-a a kis, a 45,7%-a a közepes, 48,6%-a a nagy kockázati csoportba tartozott. A leadott teljes dózis 5×6–8 Gy a prosztatára és 5×5–6,5 Gy az ondóhólyagokra szimultán integrált boost technikával. A nagyon korai (kezelés végén), korai és késői gastrointestinalis (GI) és genitourinális (GU) mellékhatásokat RTOG/EORTC beosztás szerint rögzítettük.

EREDMÉNYEK: A medián követési idő 8,6 hónap volt (3,9–15,4 hónap). A kezelés közvetlen befejezését követően a betegek 25,7%-ánál grade I GI mellékhatás jelentkezett. GU mellékhatások tekintetében 5,7%-ban grade 3, 25,7%-ban grade 2 és 51,4%-ban grade 1 toxicitást észleltünk. Három hónappal a kezelés után grade 3 mellékhatás már nem volt megfigyelhető, a GI toxicitás legmagasabb fokozata grade 1 volt (19,2%). Az GU mellékhatások között 3,8%-ban grade 2 és 15,4%-ban grade 1 toxicitást regisztráltunk. Azoknál a betegeknél, akiknél legalább hat hónapos utánkövetés történt ($n=18$), 16,7%-ban grade 1 GI, valamint 11,1%-ban grade 2 és 5,6%-ban grade 1 GU késői toxicitást figyeltünk meg. Grade 3 késői toxicitást nem tapasztaltunk.

KÖVETKEZTETÉSEK: A rövid követés és kis betegszám ellenére, a kutatás eredményei alapján az oASRT egy biztonságosan alkalmazható módszernek bizonyult idős, súlyos társbetegségekkel rendelkező betegeknél. Súlyos GU mellékhatásokat alig tapasztaltunk, a GI mellékhatások pedig elhanyagolhatóak voltak. A klinikai eredmények meghatározásához hosszú távú követés szükséges.

Már a magas rizikó sem olyan rizikós: abirateron-acetát + prednisolon beépítése az ADT és sugárkezelés mellé

Varga Linda¹, Fodor Emese¹, Puskás Árpád¹, Varga Zoltán¹, Cserháti Adrienne¹, Antal Diána¹, Rozsvai Tímea¹, Pósfai Boglárka², Besenyi Zsuzsanna³, Farkas István³, Fejes Zsuzsanna⁴, Bajory Zoltán⁵, Oláh Judit¹, Maráz Anikó¹

Szegedi Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, ¹Onkoterápiás Klinika, ²Patológiai Intézet, ³Nukleáris Medicina Intézet, ⁴Radio-lógiai Klinika, ⁵Urológiai Klinika, Szeged

CÉLKITŰZÉS: A nem áttétes, igen magas rizikójú, hormonszenzitív prosztataadaganatok (nmHSPC) hatékony terápiás lehetősége a sugárkezelés (RT) és androgénprivációs terápia (ADT) mellett két évig alkalmazott abirateron (ABI) + prednisolon (P), mely a betegek metasztatizásmentes és teljes túlélését is javítja, és új standardnak tekinthető. Jelen munkánk célja a korai eredményeink értékelése.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A Szegedi Tudományegyetem Onkoterápiás Klinikán 2023. 12. 04-től RT+ADT+ABI+P kezelésben részesült, szövettanilag verifikált, lokoregionális kiterjedésű, igen magas rizikójú prosztata-adenokarcinómás betegek adatait elemeztük. Beválogatási kritérium volt konvencionális képkalkotó alapján távoli áttét kizárása, STAMPEDE klinikai vizsgálat alapján igen magas rizikó. Minden beteg részesült onkoteam döntés alapján lokális/lokoregionális sugárkezelésben, ADT-ben, illetve off-label és egyedi méltányossági kérelem birtokában ABI (1000 mg/nap) + P (5 mg/nap) terápiában. Ellenőrzés céljából háromhavonta PSA-, labor- és fizikális vizsgálat, valamint konvencionális képkalkotó először három, majd hathavonta történt. A betegek adatait prospektíven gyűjtöttük, az adatok elemzése retrospektíven történt.

EREDMÉNYEK: 14 beteg analízise történt, átlagéletkoruk ($\pm$ SD) 66 év ($\pm$ 7,44), kiindulási PSA átlagértéke ($\pm$ SD) 60,36 ng/ml ($\pm$ 56,96), a Gleason-score medián értéke ($\pm$ SD) 9 ($\pm$ 1,04) volt. A távoli áttét kizárása céljából 6 (42,86%) esetben történt PSMA PET/CT. Definitív sugárkezelésben 10 (71,43%), radikális prosztatektómia utáni sugárkezelésben 4 (28,57%) beteg részesült. A szisztémás kezelés még minden betegnél folyamatban van, az ABI+P eddigi átlagos ciklusszáma ($\pm$ SD) 8,86 ($\pm$ 4,41). Kezelés felfüggesztésére nem került sor, grade 3-4-es mellékhatás nem jelentkezett. Minden betegnél PSA-nadír alakult ki, konvencionális képkalkotón progressziót nem detektáltunk. A rövid utánkövetés miatt túlélési adatok az absztraktheadás időpontjában még nem állnak rendelkezésre.

KÖVETKEZTETÉSEK: A nem áttétes, igen magas rizikójú, hormonszenzitív prosztataadaganatok jól tolerálható, modern terápiás lehetősége a sugárkezelés és androgénprivációs terápia mellett két évig alkalmazott abirateron + prednisolon kezelés. A megfelelő betegselekciónban a klinikai vizsgálatokban szereplő beválasztási kritérium pontos ismerete nélkülözhetetlen.

Egy év tapasztalatai a Halcyon gyorsítón

Weiczl Hajnalka, Rauch Lilla, Mangel László Csaba, Bellyei Szabolcs, Musch Zoltán, Csapo László, Kotrusz Barnabás, Sebestyén Zsolt
Pécsi Tudományegyetem, Onkoterápiás Intézet, Sugárterápia, Pécs

CÉLKITŰZÉS: 2023 novemberében került sor a Varian Halcyon 4.0 lineáris gyorsító installálására a pécsi Onkoterápiás Intézetben, amely a sugárkezelési folyamatok gyorsítását, a kezelési idő csökkentését és a betegek kényelmének növelését célozta meg. Az eszköz alkalmazásának célja a klinikai környezetbe való hatékony integrálás, az onkológiai kezelések precizitásának és eredményességének javítása volt.

ANYAG ÉS MÓDSZER: A Halcyon beüzemelését követően a kezelési protokollokat és technológiai folyamatokat az új eszköz lehetőségeihez igazítottuk. A gyorsító különlegessége a gyors kezelési idő, a hatékonyabb

pozicionálás és a fejlett képkalkotó rendszer, amely biztosítja a rizikószerv-védelem mellett a célterület nagyobb besugárzási pontosságát. A kezeléseket a gép integrált fektetési és képkalkotó rendszereinek segítségével végeztük el, figyelembe véve a betegek egyedi adottságait.

EREDMÉNYEK: A Halcyon alkalmazása jelentős csökkenést eredményezett a kezelési időkhöz, amelyek akár 15–20%-kal is rövidebbek lettek. Az adaptációs időszak után a napi átlagos kezelési idő 12 perc alá csökkent. A kezelési idő magába foglalta a páciens beállítását, az online ellenőrzést CBCT-vel, a beállítási korrekciót és a besugárzás idejét. A gép kompakt kialakítása és egyszerű kezelőfelülete hozzájárult a kezelői hatékonyság növeléséhez.

KÖVETKEZTETÉSEK: A Varian Halcyon 4.0 lineáris gyorsító hatékony alkalmazása a pécsi Onkoterápiás Intézetben egy újabb lépést jelent a sugárkezelési technológiák fejlődésében. Az eszköz gyors, pontos és kényelmes kezeléseket tesz lehetővé, amelyek közvetlenül hozzájárulnak a betegek gyorsabb rehabilitációjához és jobb életminőségéhez. A Halcyon gyorsító egyértelműen javítja az intézeti sugárkezelések hatékonyságát és a betegek ellátásának minőségét.

Bal emlőtumorok mély belégzésben történő SGRT kezelésének előkészítése

Werner Franciska, Várady Gyöngyi, László Zoltán, Mangel László Csaba, Sebestyén Zsolt, Kotrusz Barnabás, Csapo László, Musch Zoltán
Pécsi Tudományegyetem, Onkoterápiás Intézet, Sugárterápia, Pécs

CÉLKITŰZÉS: Az absztrakt célja, hogy szemléltesse a PTE Onkoterápiás Intézetben végzett bal oldali emlőtumoros betegek felületvezérelt sugárkezelésének (SGRT) előkészítési folyamatát. Intézetünkben 2023. november óta részesülnek felületvezérelt sugárterápiában a bal oldali emlőtumoros, illetve a jobb oldali emlőtumoros, de mamma interna érintettségű betegek Identify 3.0 felületvezérlési rendszerrel felszerelt Varian Halcyon 4.0 készüléken. Ezzel a technikával jelentősen csökkenthető a szívét, valamint a LAD-ot érő dózisterhelés, valamint pontosabb betegfektetés lehetséges. A bemutató során ismertetjük a fektetés, CT-képkalkotás, valamint a rizikószerv-kontúrozás folyamatát, a nem felületvezérelt sugárkezelés előkészítésével összehasonlítva.

ANYAG ÉS MÓDSZER: Bemutatjuk az intézetünkben alkalmazott emlő-fektetőrendszert, valamint a légzésvezérléshez használt eszközöket és módszereket. A CT-szimulálás előtt ismertetjük és begyakoroltatjuk a beteggel a helyes belégzés módját, ez alapján felmérjük, hogy alkalmas-e a beteg az SGRT kezelésre. A CT-vizsgálat során két felvétel készül, egy szabad légzésben, valamint egy mély belégzésben. A helyes légvételi technika ellenőrzése történhet szabad szemmel, vagy a CT-berendezésbe épített légzéskapuzási rendszer (Varian Respiratory Gating System) segítségével. A rizikószerv-kontúrozást a mély belégzésben történt CT-felvétel sorozaton végezzük, valamint a tervezés is erre a képanyagra történik. Ezt követően a mély belégzéses CT-re másoljuk a szabadlégzésben történt CT-n látható testkontúrt, így a tervezésnél mindkét testkontúr látható egy képanyagon.

EREDMÉNYEK: A két CT-felvétel (mély belégzésben és szabad légzésben) által két testkontúrt kapunk, mely a pontos betegfektetéshez szükséges, így válik lehetővé az Identify 3.0 légzésfigyelő rendszer használata.

KÖVETKEZTETÉSEK: Tapasztalataink alapján a légzésvezérelt sugárkezelés nem igényel különösen bonyolultabb előkészítést, csupán két CT-felvétel készítésére van szükség, illetve a rizikószerv-kontúrozás is mindössze néhány plusz lépést igényel. Az SGRT használatával nemcsak a betegek jutnak előnyösebb kezeléshez, de a kezelőszemélyzet munkáját is megkönnyíti a felületvezérelt kezelés, mivel pontosabb betegfektetés és kezelésmonitorozás válik lehetővé.