

Recidív sacrumdaganat frakcionált, konformális sztereotaxiás sugárkezelése. Esetismertetés és a módszer első hazai leírása

Horváth Zsolt¹, Szávai József², Bellyei Szabolcs², Farkas Róbert², Mangel László², Kovács Péter², Sebestyén Zsolt², Kasó Gábor¹, Gömöri Éva³, Horváth Gábor², Ésik Olga², Dóczi Tamás^{1,4}

Pécsi Tudományegyetem ¹Idegsebészeti Klinika, ²Onkoterápiás Intézet és ³Pathológiai Intézet, ⁴MTA-PTE Klinikai Idegtudományi Képző Kutatócsoport, Pécs

A dolgozatot a szerzők Dr. habil. Gömöri Éva PhD kiváló neuropatológusnak, kedves kollégának ajánlják, aki fiatalon, tragikusan korán, szakmai pályafutása csúcsán, 2012-ben eltávozott.

A központi idegrendszeri daganatok kezelésében a sebészi módszerek mellett egyre nagyobb szerepet játszanak a noninvazív (nem klasszikus sebészi) eljárások. Az agydaganatok kezelésében a konformális (a daganat alakjához illeszkedő) sugársebészeti kezelés (sztereotaxiás pontbesugárzás) rutineljárásnak számít, viszont a gerincvelő, illetve a gerincoszlop daganatainak konformális frakcionált sugárkezelése nehezebben kivitelezhető. Ennek részben az a magyarázata, hogy az extracranialis szervek pontatlanul rögzíthetők. Emellett a gerincvelő sugárérzékenysége számottevő, és sugársérülésének igen komoly, irreverzibilis következményei (pl. harántlézió) lehetnek. Az esetismertetésben a szerzők egy olyan recidív sacralis chordoma kezelése során mutatják be – hazánkban először – ezt a kezelési modalitást, ahol a kritériumoknak (nagy dózis a céltérfogatra, minimális dózis a szomszédos, sugárzásra különösen érzékeny, ún. rizikószervekre) a konformális sztereotaxiás sugárkezelés felelt meg. Az azóta hasonló eljárással kezelt további 13 extracranialis daganat sugárterápiája kapcsán még inkább kijelenthető, hogy a nagy pontosságú, sztereotaxiás konformális sugárkezelés a hagyományos sugárterápiához képest minőségi ugrást jelent, és – bár időigénye a hagyományos sugárkezelésnek többszöröse – spinális lokalizációkban elengedhetetlen követelménnyé vált. A kezelés onkológiai eredményessége, valamint a mellékhatások várható csökkenése, a betegek életminőségének javulása messze kárpótol a nagyobb munkaráfordítást. Magyar Onkológia 57:269–274, 2013

Kulcsszavak: chordoma, konformális sugárterápia, frakcionált sztereotaxiás pontbesugárzás, sacrumdaganat

Non-invasive procedures completing traditional surgical treatment play an increasing role in the management of central nervous system malignancies. Conformal stereotactic irradiation (radiosurgery) has become a routine method in intracranial malignancies. However, application of this modality in tumours of the spinal cord and spinal column is much more difficult to perform. It is because extracranial organs can be only inaccurately fixed, and radio-sensitivity of the spinal cord and risks of radionecrosis with ensuing paraplegia are high. A recurrent sacrum chordoma treated by means of this modality – first reported in Hungary – has been chosen for case presentation as the criteria for radiotherapy such as high dose to target volume, minimal dose to neighbouring structures highly sensitive to radiation are best met in these tumours by means of conformal stereotactic radiotherapy. On the basis of further 13 extracranial cases treated with this method one can conclude that high precision,

Levelezési cím: Dóczi Tamás, Pécsi Tudományegyetem, Idegsebészeti Klinika, H-7623, Pécs, Rét u. 2.
Tel.: (06) 72/535-932, Fax: (06) 72/535-931, E-mail: doczi.tamas@pte.hu

Közlésre érkezett: 2013 október 11. • Elfogadva: 2013. november 1.

stereotactic conformal radiotherapy offers up-grade to traditional radiotherapy despite the fact that it is a time-consuming procedure. The oncological efficiency, the reduced risks of side effects and the improved quality of life due to this treatment modality compensate duly for the increased labour input.

Horváth Z, Szávai J, Bellyei S, Farkas R, Mangel L, Kovács P, Sebestyén Z, Kasó G, Gömöri É, Horváth G, Ésik O, Dóczi T. Fractionated conformal stereotactic irradiation of recurrent sacral tumour. Case report and first description of the method in Hungary. *Hungarian Oncology* 57:269–274, 2013

Keywords: chordoma, conformal radiotherapy, fractionated stereotactic irradiation, sacral tumour

BEVEZETÉS

A központi idegrendszeri daganatok kezelésében a sebészi módszerek mellett egyre nagyobb szerepet játszanak a noninvazív (nem klasszikus sebészi) eljárások. Az agydaganatok kezelésében a konformális (a daganat alakjához illeszkedő) sugársebészeti kezelés (sztereotaxiás pontbesugárzás) rutineljárásnak számít, viszont a gerincvelő, illetve a gerincoszlop daganatainak konformális frakcionált sugárkezelése nehezebben kivitelezhető. Ennek részben az a magyarázata, hogy az extracranialis szervek pontatlanul rögzíthetők. Emellett a gerincvelő sugárérzékenysége számottevő, és sugársérülésének igen komoly, irreverzibilis következményei (pl. harántlézió) lehetnek.

A chordoma az embrionális chorda dorsalis maradványából származó daganat (1), mely az összes központi idegrendszeri daganat kevesebb, mint 1%-át és a primer csontdaganatok 2-4%-át teszi ki (2). Ötven százalékuk sacralis elhelyezkedésű, 30%-ban a clivus tájékán, 15%-ban pedig a csigolyatestekben jelennek meg (2). Az irodalomban beszámoltak parasellaris, sellaris megjelenésről, de extraaxialis előfordulást is leírtak. Ritkán metasztatizálnak és általában extraduralisak, de a durát a kórlefolyás későbbi stádiumában áttörhetik. Mivel elsősorban a környezetüket infiltrálják, teljes eltávolításuk nehéz. Így leggyakrabban a lokális terjedésük vezet a beteg halálához, különösen igaz ez a daganat intracranialis elhelyezkedésére (1, 3, 4).

A chordomák minden életkorcsoportban megjelennek. Klinikai megjelenésük az elhelyezkedésüktől függ. A clivus-chordomák általában hamarabb idéznek elő tüneteket az agytörzs és az agyidegek közelsége miatt, s így fiatalabb életkorban kórismézhetők. A jellemzően későbbi életkorcsoportban jelentkező sacralis chordomák keresztcsonti vagy alsó végtagi fájdalmakat, az esetek felében vegetatív tüneteket (rectalis diszfunkciót vagy incontinentiát) okoznak. A daganat az esetek mintegy felében tapintható a sacrum felett.

Makroszkópos megjelenésükben a chordomák változatos méretű, lágy, zselatinózus szerkezetű, szürkés színű daganatok. Némelykor kalcifikált vagy bevértett részeket tartalmazhatnak. A lágyszövetekben tok veszi körül a daganatot,

míg a csontokban tok nélküliek. Mikroszkópos szerkezetükre jellemző, hogy nyákos anyagot tartalmazó, lobuláris elrendeződésű, vakuolizált (szappanbuborék-szerű) sejtekből állnak. Szövettanilag típusos és chondroid formáit különböztetik meg, ez utóbbi prognózisa jobb. Kb. 10%-uk mutat malignus patológiai jellegzetességeket.

A chordomák kezelésének sarkalatos pontja a teljes eltávolítás. Ez sacralis megjelenés esetén sokszor kivitelezhető, míg intracranialis ritkábban sikerül. A műtétet követően gyakran alkalmazzák a sugárkezelés valamelyik formáját annak ellenére, hogy a daganatot eredendően sugárrezisztensnek tartják (5, 6). A sugárkezelés sikerének előfeltétele a megfelelő sugárdózis leadása, melynek a szomszédos szövetek közelsége és sugárérzékenysége szab határt (7).

Jelen közleményünkben sacralis chordoma-recidíva konformális, sztereotaxiás sugárkezelésének első hazai esetét ismertetjük, azzal a céllal, hogy bemutassuk az új modalitás helyét a gerincdaganatok terápiás armamentáriumában.

ESETISMERTETÉS

Kórtörténet

Az 56 éves nőbetegnek másfél éven át voltak fekvéskor jelentkező keresztcsonttáji fájdalmai. 2001 nyarán lett figyelmes a keresztcsont jobb széle felett növekvő, nyomásérzékeny képletre. Ezzel egy időben bal alsó végtagi fájdalmak is jelentkeztek. A kivizsgálás során proktológus fedezte fel (tapintotta) a betegséget, melyet képalkotó vizsgálatokkal (MR) is igazolt (1.a ábra).

A sacrum III. szegmentumától distalisán kiinduló és a csontállományt destruáló, tok nélküli, zselatinózus térfoglaló folyamat radikális műtéti eltávolítására 2001 októberében került sor (1.b ábra). Az eseménytelen posztoperatív szak után a beteg panaszmentessé vált. A szövettani vizsgálat chordomát mutatott. A félévente végzett ellenőrző MR-vizsgálatok daganatmentességet igazoltak, míg 2003 nyarán recidíva gyanúját vetették fel a panaszmentes betegben. Bár az FDG (¹⁸fluorodezoxiglükóz) és metionin PET-vizsgálat a recidíva gyanúját nem támasztotta alá (annak okán, hogy a low-grade daganatok cukorfelvétele és fehérje-anyagcsereje

1. ábra. Az érintett régióról készült sagittális MR-felvételek a műtét előtt (a), után (b), valamint a sugárkezelés előtt (c). (a) A 2001 szeptemberében készült MR-felvételeken egy kb. 8 cm átmérőjű elváltozást lehet látni, mely a sacrumot destruálja és a kismedencei szerveket diszlokálja. (b) A tumor teljes eltávolítása utáni állapot; a kismedencei szervek visszanyerték eredeti helyzetüket (2001. december). (c) Az elváltozásról 2003 decemberében készített felvétel. Ez (ill. a nem mutatott axialis) felvétel képezte az alapját a szabadkézi biopszia tervezésének, melynek a helyét a nyíl mutatja. A szövettani vizsgálat chordoma recidíváját igazolta.



igen alacsony lehet), az újabb MR-felvételeken az elváltozás már nagyobbak mutatkoztak (1.c ábra). Az ellentmondásos képalkotó leletek alapján szükségessé váló, MR-vezérléssel végzett szabadkézi biopszia kiújulást igazolt (2. ábra).

A panaszmentes beteg az ismételt műtéti feltárástól elzárkózott, ezért a kisebb megterhelést jelentő sugárkezelést ajánlottuk fel alternatívaként. A kritériumoknak (nagy dózis a céltérfogatra, minimális dózis a szomszédos, sugárzásra különösen érzékeny, ún. rizikószervekre) a konformális sztereotaxiás sugárkezelés felelt meg.

A frakcionált, konformális, sztereotaxiás sugárkezelés technikai részletei

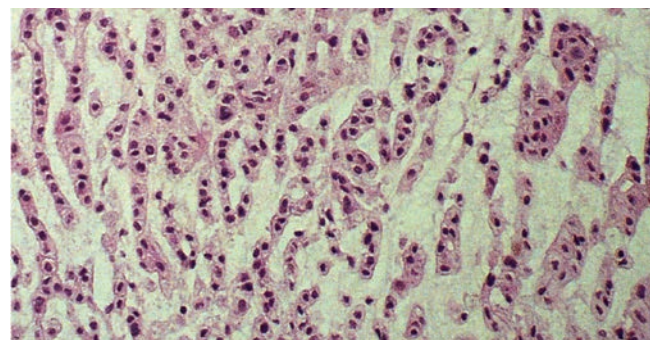
A besugárzástervezéshez a CT- és MR-adatok DICOM-információjára volt szükség. A vizsgálatok alatt a beteg ugyanolyan helyzetben – hason – feküdt, mint a későbbi besugárzás során. Ezt speciális vákuummatrac segítségével értük el. Ezenkívül a könnyen reprodukálható beállítás érdekében a beteg testére apró fényvisszaverő jelzőgömböket, ún. fiduciálisokat ragasztottunk (jelen esetben 6 db-ot), melyek a CT-felvételeken is jól láthatók voltak. A tervezés következő lépéseként minden egyes képszeleten meghatároztuk a besugárzandó (cél)térfogatot és a rizikószerveket (rectum, gerinccsatorna-cauda equina).

A tervezést a sztereotaxiás agyi besugárzásra kifejlesztett BRAINLAB-rendszerrel végeztük el a „conformal beam” technikával. Ennek során a céltérfogat mind teljesebb fedése érdekében több irányból érkező, a céltérfogat vetületéhez illeszkedő sugárnyalábokat használtunk. A szabálytalan alakú mezők kialakításához szükséges mikro-multileaf-kollimátor-rendszert lineáris gyorsítóra (Philips SLI+) szereltük fel.

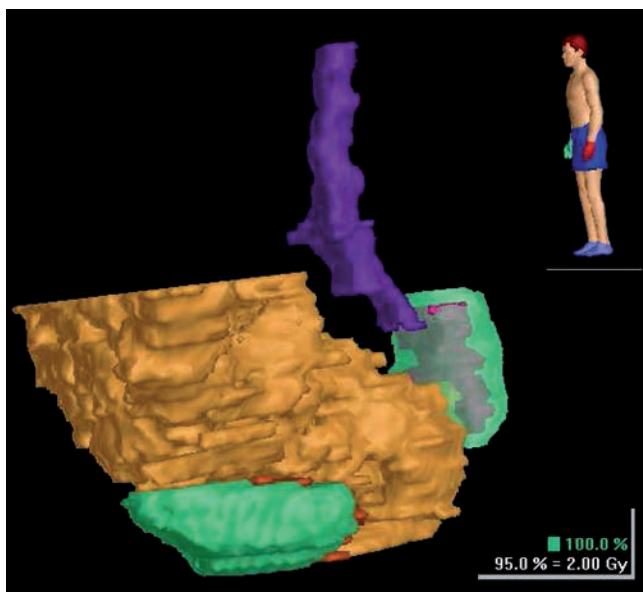
Az ily módon kialakított hardvert egy további technikai kiegészítés, az ún. „ExacTrac”-rendszer tette alkalmassá az

extracranialis testtáj szubmilliméteres pontosságú pozicionálására és így a későbbi sugárkezelésre. Az „ExacTrac” rendszer szinte semmiben nem különbözik az ún. „frameless” sztereotaxiás műtéti navigációtól, és elve a műholdas navigációéval (GPS; global positioning system) azonos. Lényege, hogy a rendszer számára valamilyen módon meg kell határozni a céltérfogat térbeli elhelyezkedését. Erre szolgálnak a kezelés alapjául szolgáló CT-vizsgálat előtt a beteg testére ragasztott jelzőgömbök (fiduciálisok). A napi kezelések előtt e fiduciálisokat ismét felhelyeztük a beteg bőrfelszínére (a rögzítősírokra szolgáló tapaszok a kezelés teljes ideje alatt a betegen maradtak). A beteg testhelyzetét érzékelő két infravörös kamera segítségével a fiduciálisok céltérfogathoz viszonyított pontos helyzetét az ExacTrac vezérlőrendszer számára meg lehetett határozni. A hatirányú testhelyzet-azonosságot (az asztal longitudinális, transzverzális, magassági pozíciója, illetve horizontális irányú elfordulása az izocentrum körül, valamint a beteg testének tengelyirányú, illetve arra merőleges rotációja) a számítógép elemezte, és a kezelést csak akkor

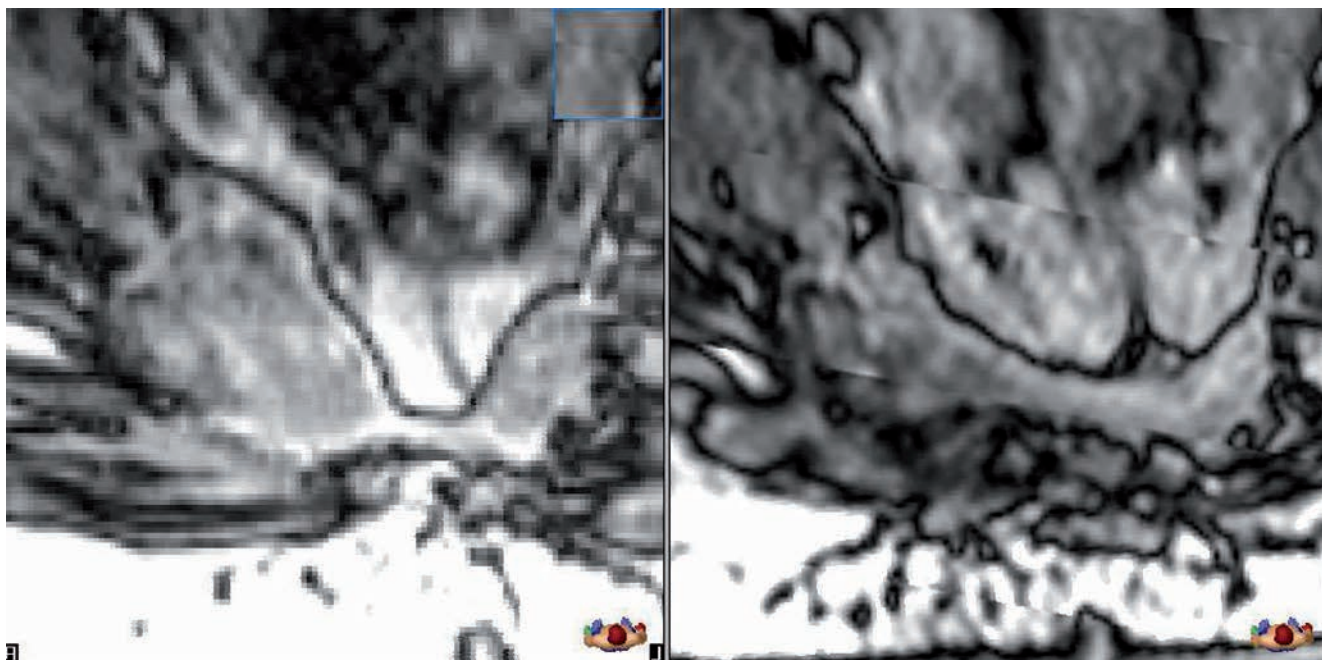
2. ábra. Az elváltozásnak az 1.c ábrán nyíllal jelzett helyéből vett biopszia szövettani képe



3. ábra. 3D rajz a rizikószervekről, valamint a céltér fogatot lefedő 100%-os izodózis-felületről. Gerincvelő: lila, belek: sárga, uterus: barna, húgyhólyag: zöld, daganat (céltér fogat): lila. Ez utóbbit csaknem teljesen lefedi a 100%-os izodózis-felület (át-tetsző zöld). Az orientációt a jobb felső sarokban álló alak demon-strálja.



4. ábra. Bal oldalon a recidív chordoma MR-vizsgálatának egy reprezentatív szelete látszik. Jobb oldalon a sugárkezelést követő 9 hónapos kontroll identikus szelete. Látható, hogy a daganat mérete jelentősen csökkent. A jobb oldali kép sávozottságának magyarázata az, hogy ez egy, a bal oldali szeletre fuzionált, rekonstruált kép. Miután a két vizsgálat különböző időben készült, és a kontrollvizsgálatkor nem sikerült pontosan az előző vizsgálattal azonos síkokat megjeleníteni, a számítógép csak úgy volt képes a sugárkezelés előttivel azonos szeletet létrehozni a posztirradiációs, háromdimenziós képtömbből, hogy ez utóbbi kép egyes részsávjai más-más (szomszédos) szeletésíkből származnak.



engedélyezte, ha a pontosság a kívánatos határon (0,5 mm) belül volt.

A betegnél 25 (öt héten át heti 5) kezelést alkalmaztunk a 95%-os izodózis-felületre értelmzett 2 Gy-s frakciókkal. A dóziseloszlást a céltér fogatban, illetve a rizikószervekben a 3. ábrán mutatjuk be. A kezelés alatt és a körlefolyás során – bizonytalan sacrumtáji zsibbadásos panaszokat leszámítva – mellékhatások nem jelentkeztek.

A sugárkezelés hatékonyságának nyomon követésére a BRAINLAB szoftverbe beolvasott ellenőrző MR-adatokat használtuk. A kontroll képalkotó vizsgálatok adatait fuzionáltuk a preoperatív információkkal, s így matematikai eljárásokkal lehetőség volt a pre- és posztoperatív képek különbségének meghatározására.

A fuzionált képekkel történő tetszőleges műveletek (kivonás, összeadás) mellett alkalmazni lehetett az ún. „Spy Glass” technikát is. Ennek lényege a pre- és posztoperatív identikus képszeletek egy kis részletének megjelenítése, illetve a számítógépes egér segítségével a virtuális abla-

1. táblázat. A sugárkezelt daganat térfogati változása

Daganattérfogat (cm ³)	
Kezelés előtt	20,1
6 hét	20,7
3 hó	13,9
9 hó	10,6

kockák elmozdítása. Így a kezelés hatására bekövetkező változások sokkal jobban követhetők, mint a két különböző időpontban készült képsorozat egymás melletti nézegetésével. A daganat térfogata a low-grade daganatokra jellemző, sugárkezelést követő átmeneti stagnálást követően 9 hónap alatt közel a felére csökkent (4. ábra, 1. táblázat).

MEGBESZÉLÉS

A chordoma első megjelenésekor operábilis volt, ezért a standard kezelési elveknek megfelelően a sebészi kezelést választottuk. A kisméretű recidíva kezelésére a tünetmentes beteg nem sebészi, noninvazív terápia keresését vetette fel. E kívánságot támogatva az is, hogy a hegesedés miatt az ismételt műtéti kezelés morbiditási kockázata nagyobb lett volna, mint első alkalommal. A sugárkezelés feltétele volt, hogy a daganat a megfelelő sugárdózist megkapja, s közben a szomszédos rizikószerveket (rectum, cauda equina) csak korlátozott mennyiségű sugárdózis érje. A fenti kritériumoknak a konformális, sztereotaxiás sugárkezelés felelt meg. Bár közzismert, hogy a chordoma sugárrezisztens elváltozás, a megfelelő módon és dózisban véghezvitt sugárkezelés eredményes lehet (8). Randomizált, prospektív tanulmányból származó eredmények nem állnak rendelkezésre a betegség viszonylagos ritkasága miatt.

A konformális, sztereotaxiás sugárkezelés lényege, hogy csak a céltérfogat kapja meg az előírt nagyságú sugárdózist, s ugyanakkor a környező szövetek sugárterhelése a lehető legkisebb marad. Könnyen belátható, hogy a konformális kialakításának szükséges előfeltétele a megfelelő precizitás, melynek elérése több összetevőt igényel: adekvát anatómiai-funkcionális információ, a besugárzási tervek előírt kritériumoknak megfelelő elkészítése, valamint a besugárzott testtáj helyzetének pontos reprodukálása.

A besugárzástervező szoftverek a 3D metszetképkalkoló eljárások (CT, MR, SPECT, PET) adatfájljainak felhasználásával működnek. A különböző képi modalitások fúzióját az teszi szükségessé, hogy az egyes anatómiai struktúrák más-más képkalkoló eljárás segítségével vizualizálhatók optimálisan. A képfúzió általánosan két (általában különböző) tomográfias adathalmaz regisztrációját (az anatómiai képletek azonos helyzetbe való hozását), majd két eltérő színskálán történő vizualizálását jelenti. A morfológiai részletek (CT, MRI) és a funkcionális sajátosságok (SPECT, PET) egyidejű ábrázolása az onkológiai rutindiagnosztika és a besugárzástervezés napjaink legfontosabb eszközévé vált (lásd PET/CT-berendezések). Esetünkben az idegsebész és a sugárterapeuta az MR-adatokat használta a céltérfogat, illetve a rizikószervek kijelölésére, míg a sugárfizikus a CT nyújtotta denzitásadatokat alapján tervezett.

A kívánalmaknak megfelelő pontos tervezés 3D besugárzástervező szoftverekkel (így az alkalmazott BRAINLAB-rendszerrel) viszonylag könnyen megvalósítható. A 2003-

ban rendelkezésünkre álló sztereotaxiás besugárzástervező szoftver 3 különböző üzemmódban volt képes a tervezésre. Az ún. „circular arc” (köríves besugárzás) üzemmódban cirkuláris (kónikus) kollimátort használva, több, előre meghatározott ív mentén adjuk le a sugarat. Több ívet használva gömbszerű vagy enyhén elliptikus céltérfogatokat lehet besugározni. Ezt az üzemmódot használtuk a legritkábban, mert csak a szórványosan előforduló, gömbhöz közelítő céltérfogatok konformális kezelésére alkalmas. Szabálytalan alakú céltérfogatot cirkuláris kollimátorok segítségével kialakított sugárnyalábokkal csak akkor lehet lefedni, ha egynél több ív mentén mozgatjuk a sugárnyalábot. Ilyenkor a több sugárnyaláb használata miatt a tervezés komplikáltabbá válik, illetve megnő a sugárkezelés időtartama. További problémát jelent az inhomogén dóziseloszlás, ami a különböző mezők nem teljesen pontos érintkezése következtében jön létre. Ez arra vezet, hogy a céltérfogatban (illetve a szomszédos kritikus szervekben) hideg (illetve forró) területek jönnek létre, melyek a hatás (illetve a mellékhatás) szempontjából előnytelenekek.

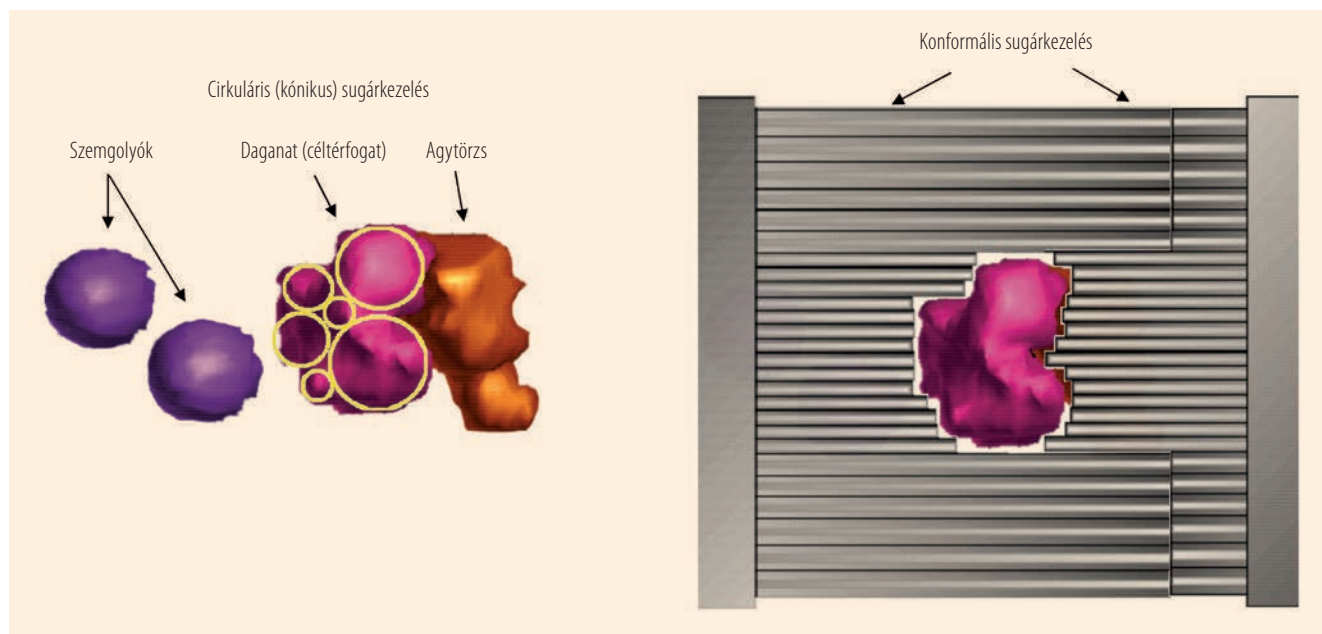
A céltérfogat szabálytalan alakja miatt mi is a leggyakrabban használt „conformal beam” eljárást alkalmaztuk. Ez azt jelenti, hogy több irányból, a céltérfogat vetületéhez illeszkedő sugárnyalábokat alakítunk ki. E technikával szabálytalan alakú képletek is kezelhetők a szomszédos struktúrák sugárterhelésének minimális értéken való tartásával. A módszerrel a tervezés folyamata egyszerűbb és a dóziseloszlás homogén marad. A szoftver meghatározza, hogy egy adott irányból milyen a céltérfogat vetülete, és ehhez alakítja ki a megfelelő kollimátoralakzatot. Ezt követően kiszámítja, hogy az összes sugárnyalábot figyelembe véve, az adott irányból mekkora sugármennyiséget kell leadni.

A harmadik besugárzási módszer, az ún. „conformal arc” technika a két előző üzemmódot ötvözi. Ennek következtében olyan szabálytalan alakú sugárnyalábokkal „húzza” az íveket, amelyek segítségével hatékonyan el lehet látni a daganat ív felé eső vetületét.

A pontos testtájrögzítést feltételező sztereotaxiás sugárkezeléseket a koponyán belüli céltérfogatokra kezdték el alkalmazni az 1960-as évektől, miután a koponya sztereotaxiás célzókerettel jól rögzíthető szerv. Ezekben az esetekben a frakcionált kezeléseket mellett az egy ülésben történő sugárkezeléseket (ún. sugársebészeti kezeléseket) is alkalmazni kezdték, mert a céltérfogat szubmilliméteres pontosságú rögzítése, s így a besugárzási terv hasonló precizitású megvalósítása garantálható volt. E módszer a kevéssé sugárérzékeny elváltozások egyszeri, „nekrózist okozó” dózisz kezelését is lehetővé teszi (sugársebészet).

Az extracranialis célpontok egy ülésben vagy frakcionáltan történő kezelését a nagyságrenddel pontatlanabb beállítási reprodukálhatóság miatt sokkal később kezdték el bevezetni (9, 10). E kezeléseket megvalósításának is sarkalatos

5. ábra. A hagyományos cirkuláris (bal oldal), és a „multileaf” (jobb oldal) kollimátorral végzett sugárkezelés. Látható, hogy a céltér-fogat a cirkuláris kollimátorokat használva csak több izocentrummal (sárga körök) fedhető le. Ezzel szemben a konformális sugárkezelés egyetlen izocentrummal operál, így a dóziseloszlás homogén, a tervezés egyszerűbb, és a kezelés lerövidül.



pontja a beteg helyzetének precíz reprodukálása, mely a GPS-elvű „ExacTrac”-rendszerrel lehetségessé vált. E technika alkalmazása a személyzettől igen nagy gyakorlatot igényelt. Ez azzal volt kapcsolatos, hogy a lineáris gyorsító asztala és az ExacTrac rendszer közt nincs közvetlen számítógépes kapcsolat, ezért az asztalt manuálisan kellett a megkívánt helyzetbe hozni. A különböző irányokba történő asztalmozgatások optimális sorrendjét néha nem volt egyszerű meghatározni, több próbálkozást igényelt. A testhelyzet reprodukálását lényegesen felgyorsítja a fiducialisoknak a légzés által legkevésbé mozgásba hozott testfelszíneken történő elhelyezése.

A konformális mezők a lineáris gyorsítóra szerelt, másodlagos sugármező-módosító berendezéssel, az ún. mikro-multileaf kollimátorral (BRAINLAB) állíthatók elő. A 26 pár ólomlemez a besugárzási terv által megkívánt alakra számítógép-vezérlés állítja be (5. ábra).

Itt jegyezzük meg, hogy ma már léteznek olyan gyorsítók, pl. CyberKnife, Accuray, USA, vagy a 2011 óta már nekünk is rendelkezésre álló NOVALIS Tx, amellyel megoldható a besugárzástervezés és a kezelés kivitelezése minden fázisának számítógépes vezérlése (ilyenkor csak a céltér-fogat és a kritikus szervek berajzolása, valamint a terv elkészítése és elfogadása igényel emberi tevékenységet). Ezeknek az igen drága berendezéseknek az elterjedése egyelőre csak a legfejlettebb országokban megfigyelhető.

Összegezve, az ismertett és azóta hasonló eljárással kezelt további 13 extracranialis daganat sugárterápiája kapcsán meg-

győződésünké vált, hogy a nagy pontosságú sztereotaxiás konformális sugárkezelés a hagyományos sugárterápiához képest minőségi ugrást jelent, és – bár időigénye a hagyományos sugárkezelésnek többszöröse – bizonyos lokalizációkban elengedhetetlen követelménnyé vált. A kezelés onkológiai eredményessége, valamint a mellékhatások várható csökkenése, a betegek életminőségének javulása messze kárpótol a nagyobb munkaráfördítésért. Reméljük, hogy a technika a közeljövőben egyre több helyen elérhetővé válik Magyarországon.

IRODALOM

1. Heffelfinger MJ, Dahlin DC, MacCarty CS. Chordomas and cartilaginous tumors at the skull base. *Cancer* 32:410–420, 1973
2. Okazaki H, Scheithauer BW. Atlas of Neuropathology. Gower Medical Publishing, 1988
3. Gay E, Sekhar LN, Rubinstein E. Chordomas and chondrosarcomas of the cranial base: results and follow-up of 60 patients. *Neurosurgery* 36:887–897, 1995
4. Kaye AH, Laws ER Jr. Brain Tumors. An Encyclopedic Approach. Churchill Livingstone, Edinburgh 1995
5. Cummings BJ, Hodson DI, Bush RS. Chordoma: the results of megavoltage radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9:633–642, 1983
6. Rich TA, Schiller A, Suit HD. Clinical and pathologic review of 48 cases of chordoma. *Cancer* 56:182–187, 1985
7. Debus J, Schulz-Ertner D, Schad L. Stereotactic fractionated radiotherapy for chordomas and chondrosarcomas of the skull base. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 47:591–596, 2000
8. Catton C, O’Sullivan B, Bell R, et al. Chordoma: long-term follow-up after radical photon irradiation. *Radiother Oncol* 41:67–72, 1996
9. Hamilton AJ, Lulu BA. A prototype design for linear accelerator-based extracranial radiosurgery. *Acta Neurochir Suppl* 63:40–43, 1995
10. Hamilton AJ, Lulu BA, Fosmire H. LINAC-based spinal stereotactic radiosurgery. *Stereotact Funct Neurosurg* 66:1–9, 1996