

# Koponyaalap-közeli daganatok frakcionált sztereotaxiás sugárkezelése (fSRT)

Horváth Zsolt<sup>1</sup>, Bellyei Szabolcs<sup>2</sup>, Farkas Róbert<sup>2</sup>, Mangel László<sup>2</sup>, Kovács Péter<sup>2</sup>,  
Sebestyén Zsolt<sup>2</sup>, Dóczi Tamás<sup>1,3</sup>

Pécsi Tudományegyetem <sup>1</sup>Idegsebészeti Klinika és <sup>2</sup>Onkoterápiás Intézet, <sup>3</sup>MTA-PTE Klinikai Idegtudományi Képző Kutatócsoport, Pécs

Az agydaganatok gyógyíthatósága a tumor biológiai természetén túl a daganat lokalizációjától függ. Sebészi kezelésükben az onkológiai műtéti elvek csak részben érvényesülhetnek. Elsődlegesen a daganatok lokalizációja szabja meg az eltávolíthatóság mértékét. Vezérelv az ép idegrendszeri struktúrák messzemenő megtartása, a szöveti károsításból eredő morbiditás minimalizálása a minél teljesebb daganateltávolítás mellett. Miután a koponyán belül a céltérfogat nem mozdul el, a hagyományos sugárterápiától ugyancsak eltérően, nagy sugárdózisokat (pontbesugárzás) lehet az agydaganatra egy-egy alkalommal biztonsággal leadni és kontrollált sugárnekrozist létrehozni. A koponyaalapi vagy ahhoz közel fekvő daganatok kezelésére – a funkcionális szövődmények (agyidegek, agytörzs, Willis-kör, substantia perforata anterior és posterior kis ereinek sérülése stb.) magas kockázata miatt – hasonló szabályok érvényesek. Ilyenek pl. csontos koponyaalapról kiinduló, a sinus cavernosust infiltráló daganatok, invazív hypophysistumorok, glomus jugulare- és kisagy-hídszögleti daganatok. E közlemény azt a hipotézist kívánja 4 eset bemutatásával illusztrálni és igazolni, hogy e speciális daganatok kezelésében a frakcionált sztereotaxiás sugárterápiának (fSRT) fontos szerepe van, mert kihasználja mind a nagy térbeli szelektivitású sztereotaxiás kezelések (sugársebészet), mind a hagyományos frakcionált sugárkezelések előnyös tulajdonságait. Lehetővé teszi, hogy az összdózis elegendő legyen úgy, hogy az a rizikószervek tolerancia-küszöbe alá essen. Az esetbemutató igazolja, hogy az fSRT már a műtéti indikáció felállításának fázisában, mint „műtétasszisztált sugárterápia” tervezhető. Magyar Onkológia 57:251–258, 2013

**Kulcsszavak:** agydaganat, frakcionált sugárterápia, koponyaalapi tumorok, sugársebészet, sztereotaxiás besugárzás

*The prognosis of the treatment of brain tumours depends on two main factors: biological nature and localisation of the neoplasm. Requirements of oncologic surgery can be met only partially if at all in neurological surgery of brain tumours. Resectability depends primarily on localisation of the neoplasms. The leading principle is preservation of fine neural structures, minimising morbidity from tissue resection with the goal of maximal tumour resection. As nervous structures and the target volume do not move in the intracranial space, large radiation doses unusual in traditional radiotherapy can be given either in one or in fractionated sessions to small targets (point-radiation) and a well-controlled radiation necrosis of the pathological tissue can be achieved. Management principles of treatment of skull-base related tumours are very similar due to high risks of functional morbidity evoked by surgical injury to the cranial nerves, brainstem structures, vessels of the Willis circle and those of the substantia perforata anterior and posterior, etc. Such tumours are neoplasms arising from the skull base, those infiltrating the cavernous sinuses, invasive pituitary tumours, those arising from the glomus jugulare, or located within the cerebello-pontine angle, etc. This manuscript intends to illustrate and prove the hypothesis by means of 4 cases that fractionated stereotactic radiotherapy (fSRT) is an important part of treatment armamentarium in the latter cases, as it is capable of exploiting both the advantages of traditional fractionated irradiation and that of the high conformality and selectivity of radiosurgery. It is capable of administering appropriate quantity of total target dose with a lower than limit dose on surrounding structures. The presentation proves that fSRT can be planned already in the phase of surgical indication as a „microsurgery-assisted radiotherapy”.*

Horváth Z, Bellyei S, Farkas R, Mangel L, Kovács P, Sebestyén Z, Dóczi T. Fractionated stereotactic irradiation of skull-base related tumours. Hungarian Oncology 57:251–258, 2013

**Keywords:** brain tumours, fractionated conformal treatment, radiosurgery, skull base, stereotactic irradiation

Levelezési cím: Dóczi Tamás, PTE, Idegsebészeti Klinika, H-7623, Pécs, Rét u. 2. Tel.: +36 (72) 535-932, Fax: +36 (72) 535-931,  
E-mail: doczi.tamas@pte.hu

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

## BEVEZETÉS

Az intrakraniális daganatok onkológiai kezelése több szempontból eltér a szervezet más területein keletkezett daganatos elváltozások terápiás elveitől és protokolljaitól. Az ideálisnak tekintett onkológiai műtéti radikalitást alapvetően korlátozza az, hogy az idegszövet sérülése sokszor súlyos funkciókárosodással járhat, akár étellel össze nem egyeztethető állapotot teremthet. Ezért az onkológiai kezelések során az idegrendszer épségének – és ennek révén természetesen a beteg életminőségének – a megőrzése vezető szempont. Emiatt a kezelés fő pillérét jelentő idegsebészeti eljárások módosultak. Az intrakraniális daganatokat általában nem az ép szövetben haladva, biztonsági margóval reszekáljuk, hanem belülről indulva, az egészséges szövetig haladva, részletekben távolítjuk el („tumorectomia”). Elokvens területi daganatok esetén nemritkán alkalmazunk parciális reszekciót a funkció megőrzése érdekében, sőt – főként beszédközpontok közelében lassan növekvő daganatok kezelése esetén – akár több műtéti kezelést is tervezünk, építve az agyi plaszticitás korrekációs képességére (1, 2). Az agydaganatok idegsebészeti kezelését tehát nem csupán onkológiai szempontok, hanem az agyi funkciók, azaz az életminőség lehető legteljesebb megőrzése vezérlik.

A másik kezelési opció, a sugárterápia is speciális a neuroonkológiában. Miután a céltérfogat nem mozdul el, a céltérfogatra a hagyományos sugárterápiában nem szokványos, nagy sugárdózisokat (pontbesugárzás) lehet egy-egy alkalommal biztonsággal leadni, és ezzel kontrollált sugárnekrózist létrehozni, megteremtve a sugársebesztet, illetve sztereotaxiás sugárterápia lehetőségét.

A sugárkezelést nehezíti, hogy a koponyaalap-közeli daganatok nagy sugárérzékenységű struktúrák közvetlen szomszédságában helyezkednek el. Emiatt a hagyományos sugárterápia kompromisszumra kényszerül: a frakcionálást és az összdózist úgy kénytelen megválasztani, hogy az a rizikószervek toleranciaküszöbe alá essen. Emiatt viszont a kevésbé érzékeny daganatok, pl. chordoma sugárkezelése elégtelenné válhat. Az agyidegek és agytörzs sugárvédelme mellett gondolni kell az érzékszervek védelmére és esetleg a céltérfogat közelében haladó artériák késői obliterációja révén következményes moya-moya hálózat kialakulására is (3–5).

E daganatok több formájában a frakcionált sztereotaxiás sugárterápia alkalmazását előnyösnek tartjuk. Milyen érvek támasztják alá ezt a hipotézisünket? 1.) A sztereotaxiás kezelés a konformalitás egyik alapja. A szóban forgó elváltozások nagy része benignus vagy lokálisan invazív daganat. A páciensek várható élettartama hosszú. Emiatt a hagyományos sugárkezelés egyik ismert, késői szövődményének, t. i. a második tumor (pl. glioma) megjelenésének a valószínű-

sége megnő (6–8). Ha az ép agyszövet sugárterhelését minimalizálni lehet, ezzel a késői szövődmények esélye csökken. 2.) Konformális sztereotaxiás kezelés során kisebb biztonsági margóra van szükség, ezáltal csökken az ép szövetek sugárterhelése. 3.) A kisebb céltérfogat nagyobb sugárdózis leadását teszi lehetővé. 4.) A hosszú várható élettartam (túlélés) miatt a későbbiekben szóba kerülhet reirradiáció, mint terápiás lehetőség. A dolgozatban esetbemutatásokkal kívánjuk illusztrálni és egyben igazolni fenti hipotézisünket.

## ANYAG ÉS MÓDSZEREK

A fSRT olyan frakcionált sugárkezelés, melyet a sztereotaxiás kezelések precizitásával végzünk. A kezeléshez használt képalkotó vizsgálatok felbontása, a kontúrozás pontossága, a céltérfogat szubmilliméteres pontosságú, reprodukálható és ellenőrizhető pozicionálása, a sugárnyaláb alakjának finom modulálhatósága jelentik a sztereotaxiás kezelések lényegét és előnyét. Ugyanakkor a fSRT kihasználja a daganat, ill. a normális agyszövet sugárérzékenységbeli különbségét. Használatával lehetőség nyílik olyan daganatok sztereotaxiás sugárkezelésére, amelyeknél nem tudunk elegendően meredek dózisesést létrehozni a céltérfogat környezetében, és így a rizikószervek sérülése az egy ülésben végzett sugársebészeti kezelés esetén nagyon valószínű lenne. Ennek köszönhetően kezelhetők olyan daganatok, amelyek áthaladnak idegelemek, vagy amelyek pl. az agytörzs mellett helyezkednek el.

A sztereotaxiás sugárkezelések tervezéséhez 1 mm-es szeletvastagságú, kontrasztanyagot T1-súlyozású MR-felvételeket, és a rögzítő rendszerben (sztereotaxiás keret vagy maszk) készített, natív, 1 mm szeletvastagságú CT-felvételeket használtunk.

Tíz évvel ezelőtti gyorsítónkon egy külön fölhelyezett finom, ún. „micro-multileaf collimator”, (mmlc; m3) tette lehetővé a konformális sztereotaxiás sugárkezeléseket. A finom ólomlemezek mozgását számítógép vezérli, segítségével bármilyen alakú sugárnyaláb előállítható.

„Conformal beam” technika: több különböző irányból irányítunk a daganatra sugárnyalábokat, melyek alakja mindig igazodik a daganat vetületéhez. Ezek a daganatban egyesülnek, és az előírt sugárdózist adják, de a céltérfogat határain kívül a dózisesés meredek, és így a környező szövetek sugárterhelése elviselhető.

„Novalis TX”: eleve beépített vékony ólomlemezekből álló kollimátor formálja a sugárnyaláb alakját. A lemezek helyzetét számítógép vezérli a sugárterv alapján.

„RapidArc” technika: a legmodernebb betegpozicionálás és -ellenőrzés meglétét feltételező, képvézelt besugárzási módszer, mely gyors és konformális frakcionált sugárkezelést tesz lehetővé a szervezet bármely területén.

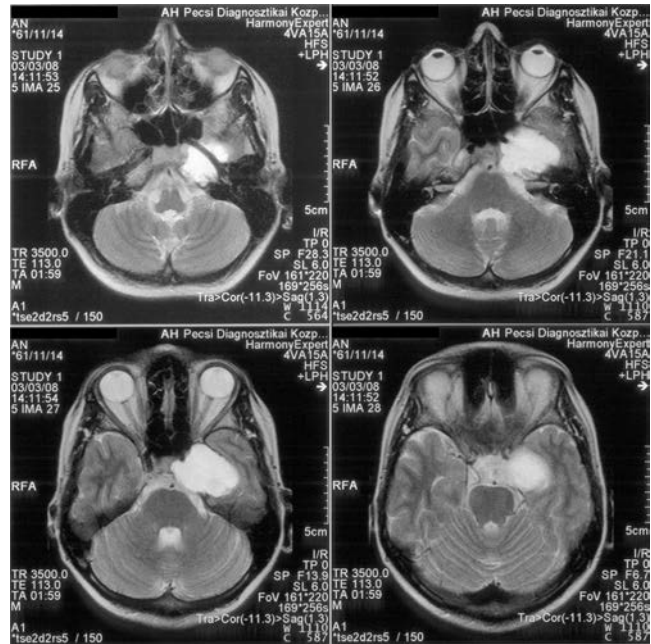
A céltér fogat pozicionálása: A sztereotaxiás sugárkezelésekhez a beteg fejét a gyorsító asztalához erősítjük és a céltér fogat helyzetét szubmilliméteres pontossággal beállítjuk a rendszer középpontjába. Az egyetlen ülésben végzett sugársebészeti kezelésnél a beteg fejét a sztereotaxiás kerettel rögzítjük az asztalhoz. Ezt nem tehetjük meg abban az esetben, ha több héten át ismételni kell a kezelést és a fej precíz beállítását a frakcionált kezelése alatt. E paradoxont oldja fel az a hőre lágyuló maszkrendszer, melyet minden páciensre egyedileg készítünk el. Már a tervezéshez szükséges CT-vizsgálatnál is ebben a maszkban van a páciens feje. A maszk a kezelés után szétszedhető, majd a következő kezelés előtt a beteg feje 1 mm pontossággal rögzíthető ismét. A beteg fejének esetleges elmozdulását a maszkon belül a modern gyorsítók (CT) ellenőrzik, és az eltérést robotaszta segítségével korrigálják.

## BETEGEK ÉS EREDMÉNYEK

A bemutatott betegek közös jellemzője: 1.) sebészi kezeléssel eleve nem lehetett teljes eltávolítást elérni; 2.) az elváltozás recidivált; 3.) a daganat mérete vagy elhelyezkedése az egy ülésben történő, tehát sugársebészeti kezelést nem tette lehetővé.

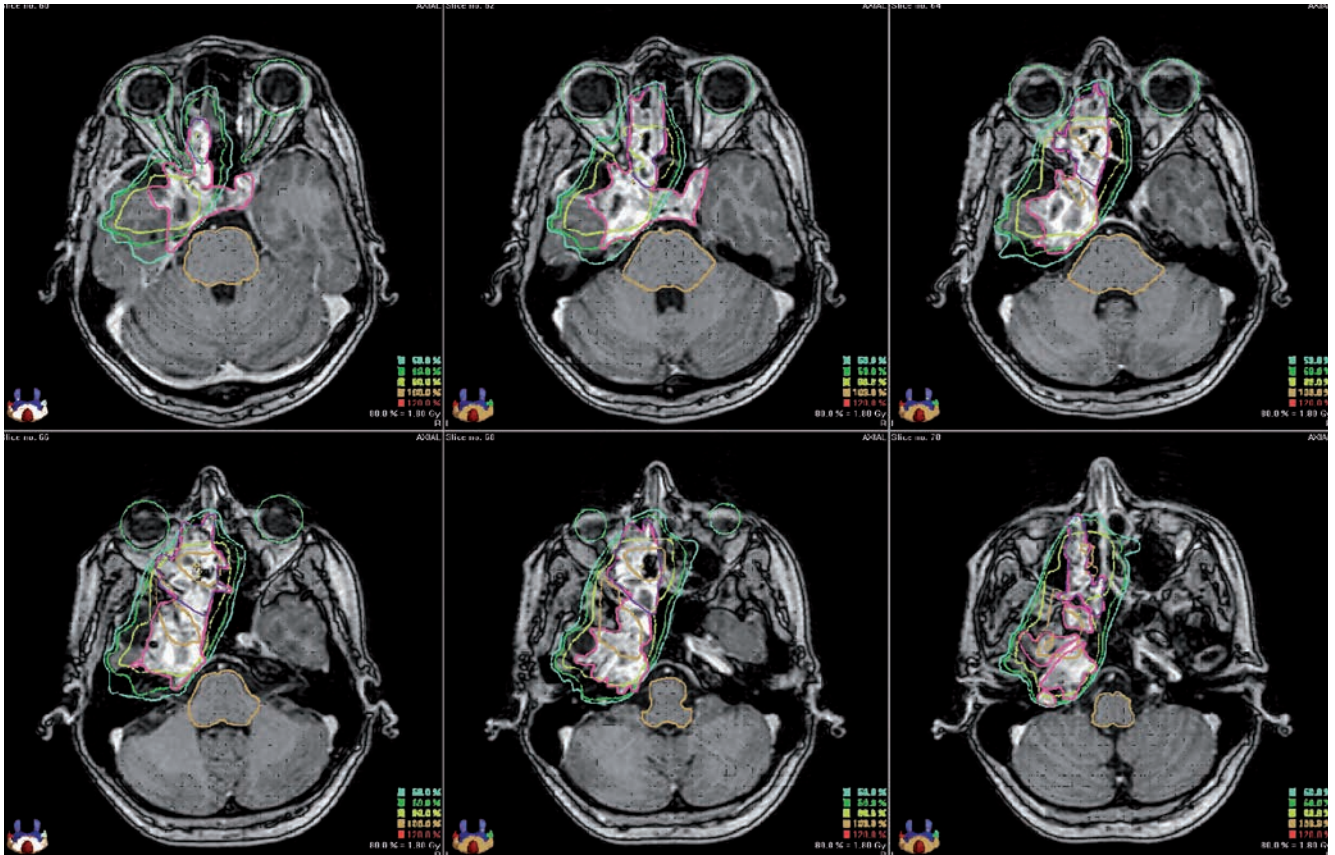
**1. eset: koponyaalapot infiltráló chondroid daganat.** 42 éves hölgy, a bal szem felső zugában lüktető fájdalom, szemszárazság, bal középfülgyulladás, állandó orrdugulásérzés. Neurológiai kórjel nem volt. MR: főként a bal oldali sinus cavernosust érintő, a pyramis csúcsától kezdve az orrüregrendszerbe is terjedő, a kontrasztanyagot mérsékelten halmozó térfoglalás (1. ábra). Erős vérzés miatt csak kicsiny minta vételének lehetősége a transnasalis biopsziánál, s ennek szövettani vizsgálata inkonkluzív. Egy héttel később bal pterionalis feltárásból a nagyrészt extraduralis, csontot destruáló daganat – a sinus cavernosus excessiv vérzése miatt – csak parciális reszekciója. Szövettan: chondroid eredetű daganat. Követéses MR-vizsgálat a daganatreziduum növekedését igazolta. Onkoteam a tumor morfológiai invazivitása, ill. a reziduális tumor térfogata miatt fSRT-t indikált (2. ábra). „Conformal beam” technikával a daganatra összesen 54 Gy sugárdózist szolgáltatunk ki, 1,8 Gy frakció-dózisokkal (3. ábra). A műtét és a sugárkezelés között is növekedést mutató daganat kontrasztanyag-halmozása a hathetes kontrollvizsgálatnál már csökkent, és az orrüregi tumor rész kezdett kisebbedni. Három hónappal a sugárkezelést követően már a daganat egésze összehúzódott, és a temporalis lebeny kezdte elfoglalni a rendelkezésre álló helyet. Egy év elteltével alig volt látható daganatmaszsa (4., 5. ábra). A tíz év elteltével készült MR-felvételek megegyeznek az egyéves kontrollalval.

**1. ábra.** Preoperatív T2-súlyozott MR-felvételek. Bal oldali temporalis lebenyt diszlokáló, és a sinus cavernosust infiltráló daganat

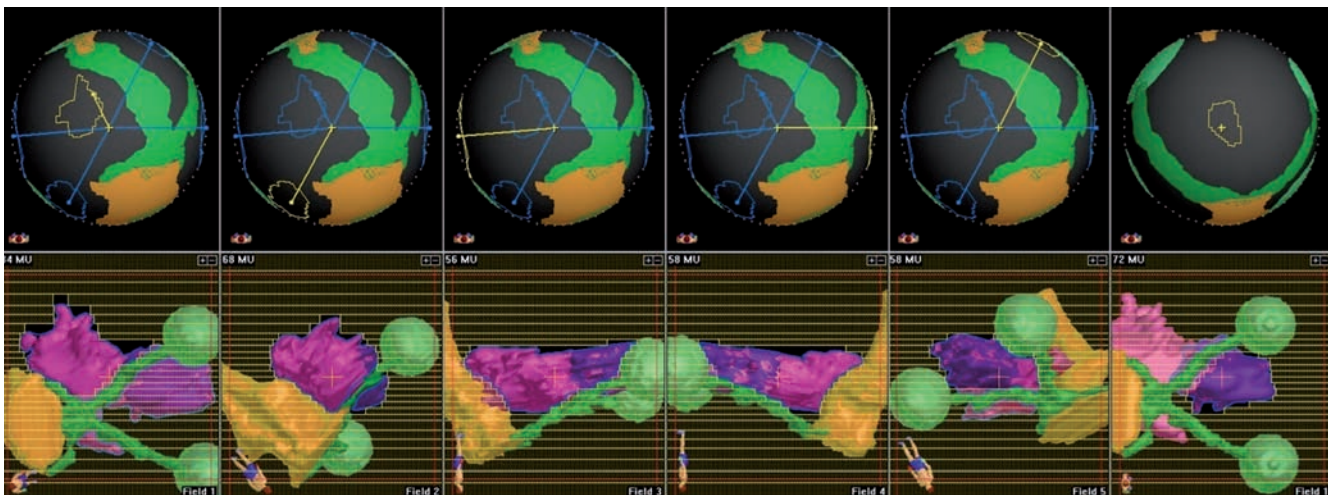


**2. eset: többször recidiváló hypophysis-macroadenoma.** 35 éves férfi. Két hónappal korábban jobb szemén homályos látás: bal homonym hemianopsia. CT: intrasuprasellaris térfoglalás. Endokrin átvizsgálás: extrém magas prolaktinérték (folyadékháztartás rendben) alapján, invazív, prolaktint termelő hypophysis-macroadenoma. Kettő hónapos dopaminagonista (Bromocriptin) kezelés csak mérsékelt prolaktinszint-csökkenést ért el a daganat megkisebbedése nélkül. Emiatt transspenoidalis parciális tumorreszekció történt. Jobb oldali n. oculomotorius paresis kialakulása miatt a supra-parasellarisan lévő kiterjedt tumor részlet lehetséges maximális mértékű eltávolítása érdekében jobb oldali pterionalis feltárásból újabb műtét, mindkét oldali látóideg és az a. carotis dekompressziója történt. A daganat invazivitása, ill. a reziduális tumor térfogata miatt fSRT-t indikáltunk, melyet az előzőekben részletezett előkészítést követően adtunk meg hasonló sugárterápiás protokollt használva (6. ábra). A sugárkezelés az alábbi eredményt hozta. A daganat eredeti térfogata 31,05 cm<sup>3</sup>. Hat héttel a kezelés után a daganat térfogata 22,41 cm<sup>3</sup>-re, eredeti térfogatának 72%-ára csökkent. A három hónapos kontroll adata: 19,95 cm<sup>3</sup>, az eredeti térfogat 64%-a. Hat hónappal a kezelés megkezdése után az elváltozás térfogata 17,04 cm<sup>3</sup>, az eredeti térfogat 55%-a. Tíz év elteltével a korábbi hypophysis-macroadenoma gyakorlatilag teljesen felszívódott; a sella üregét maradvány cysta tölti ki, jobb oldalon csak kb. 4 mm átmérőjű

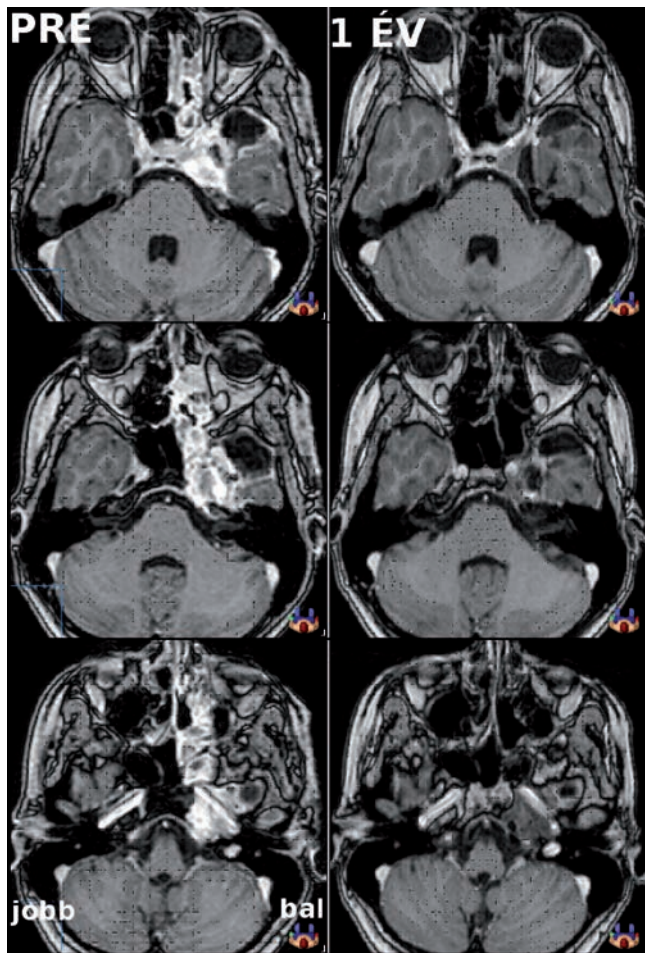
**2. ábra.** A sugárkezelés alapját képező MR-felvételek (fordított oldalilag!). Megállapítható a daganat térfogat-növekedése a műtéti állapothoz képest. A műtét során eltávolított daganatrészek is megfigyelhetők. Lilával jelöltük a céltérfogatot, a zöld, illetve sárga vonalak az izodózisgörbék (50-100%). A magasabb dózist jelentő görbék körbeölelik a daganatot, miközben az agytörzset és a látóidegeket szabadon hagyják.



**3. ábra.** Az ábra bemutatja, hogy a multileaf kollimátor milyen alakokat vesz fel a különböző irányból érkező sugárnyalábok alakítására („blendezésére”). A zöld színnel jelzett látórendszert, valamint a barna agytörzset kitarják az ólomlemezek.



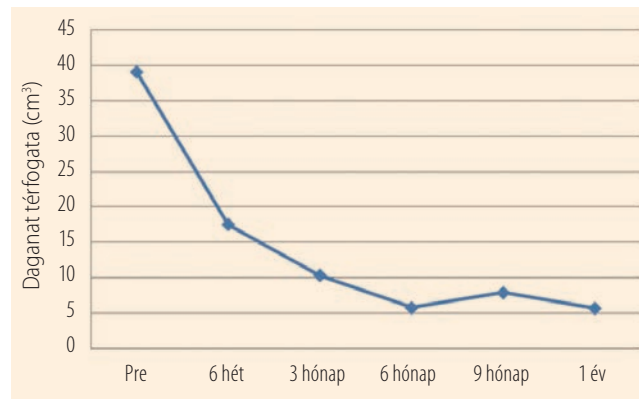
**4. ábra.** Bal oldalon a sugárkezelés előtti, jobb oldalon pedig az 1 évvel később készült, identikus szeletek láthatók. Az egy-éves kontrollképeken már alig látható daganatmassza.



kontrasztanyag-halmozás látható (7., 8. ábra). A chiasma nem komprimált. A beteg n. oculomotorius paresise már a sugárkezelés alatt javulni kezdett. Eleinte a ptosis oldódott, majd néhány hónappal később a szemmozgások is visszatértek. Hypophysis-aluműködés miatt szubsztitúció történik. Visszatért korábbi munkájához.

**3. eset: recidiváló vestibularis schwannoma.** 22 éves nőbeteg, 2001-ben jobb oldali vestibularis schwannoma subtotalis eltávolítása (tumortok-reziduum a n. facialison) az arcmozgás megtartásával. 2006-ban a reziduum növekedésnek indult a meatus acusticus internus felé. Terhesség és a szoptatás másfél éve alatt az elváltozás 22 mm átmérőjűre nőtt (2009). Onkoteam fSRT sugárkezelést javasolt a tumor mérete és a tumor „nagy felszínű” agytörzsi benyomata miatt. Az elváltozásra nyolc konformális mezőből, 2 Gy-s frakciódózissal 52 Gy összdózisú 6 MV energiájú fotonbesugárzást adtunk le. Három hónap elteltével a schwannoma belsejében hipointenz foltok jelentek meg,

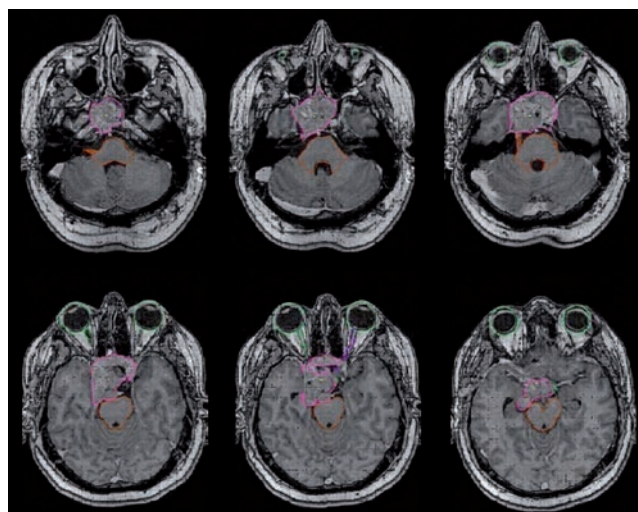
**5. ábra.** A chondroid daganat térfogatának csökkenése az eltelt idő függvényében



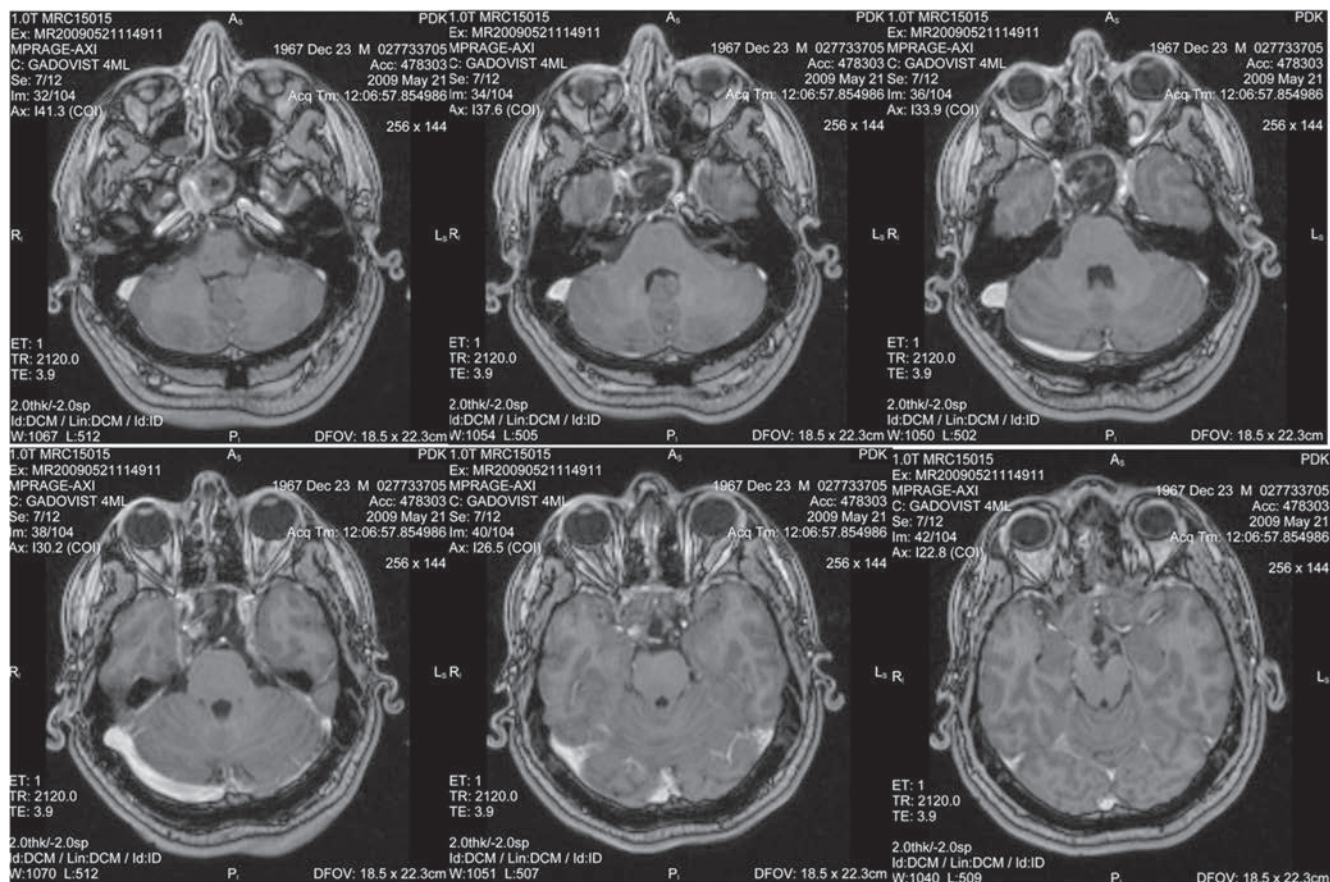
majd 9 hónap múlva a mérete is csökkenni kezdett. Egy év elteltével már jelentős regresszió látszott: a daganat többé már nem komprimálta a hídkart, köztük liquortér jelent meg. Az elváltozás kiterjedése minden irányban csökkent. Másfél év múlva a daganat nem halmozó területei eltűntek, és eredeti méretének töredékére zsugorodott össze (9. ábra). Az arcmozgás változatlan további 4 év követés során.

**4. eset: sinus cavernosust infiltráló haemangio-pericytoma.** 14 éves fiú. 2008: kettős látás, bal oldali abducens paresis miatt. A parasellaris, középső koponyagödri extra-axialis daganatot más intézetben megkísérelték eltávolítani. Az excessiv vérzés miatt bal oldali a. carotis interna elzárása történt a nyaki szakaszon nyitott műtétes ligatúrával, illetve az a. ophthalmica fölött klippel. A daganatot nem távolították el. Előbb endovaszkuláris embolizációt (ellen-

**6. ábra.** A sugártervezéshez használt, T1 súlyozású kontrasztanyag MR-felvételek. A daganat a jobb oldali sinus cavernosust infiltrálja, az agytörzset mérsékelten diszlokálja.



**7. ábra.** Hat évvel a fSRT után készült ellenőrző T1 súlyozású MR-felvételek. A daganat teljesen eltűnt, helyét ciszta tölti ki.



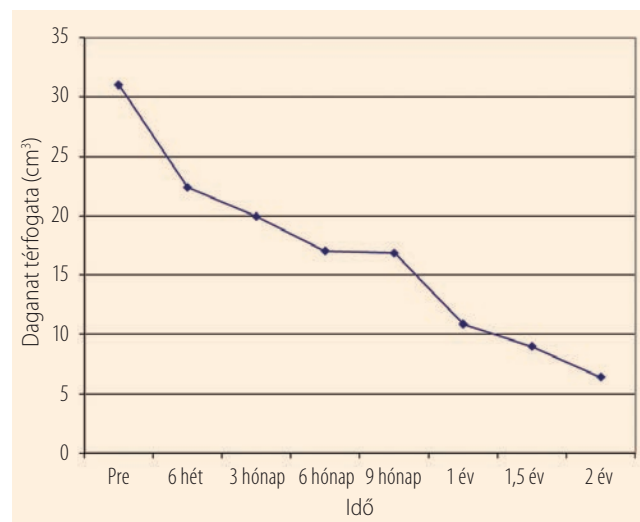
kező oldalról, valamint a carotis externa rendszeren át) követően a bal sinus cavernosuson áthaladó idegképletek feláldozásával a tumort radikálisan reszekáltuk. Szöveten: intravascularis papillaris endothelialis hyperplasia (Masson-haemangioma). 2013. januárban, 5 évvel a felfedezése után azonban kicsiny recidíva indult növekedésnek. Újabb műtét nem volt végezhető. A recidívát fSRT-vel, „RapidArc” technikával kezeltük. A kezelést 2013. áprilisban fejeztük be, korai sugárszövődményt nem észleltünk. Első ellenőrző MR-vizsgálata a közeljövőben esedékes.

## MEGBESZÉLÉS

Az agydaganatok gyógyíthatósága a tumor biológiai természetén túl a daganat lokalizációjától is függ. Az idegrendszeri daganatok sebészi kezelésében az onkológiai sebészet elvei gyakran csak részben vagy egyáltalán nem érvényesülhetnek. Elsődlegesen a daganatok lokalizációja szabja meg a radikalitás mértékét. Vezérelve az ép idegrendszeri struktúrák messzemenő megtartása, a szöveti károsításból eredő morbiditás minimalizálása a minél teljesebb daganattávolítás mellett. Az ún. elokvens területekben (pl.

gyrus centralis anterior, gyrus frontalis inferior hátsó része stb.) elhelyezkedő daganatok – legyenek ezek akár teljesen jóindulatúak is – a súlyos neuropszichológiai károsítás ve-

**8. ábra.** Az invazív hypophysisdaganat méretének csökkenése a sugárkezelést követően

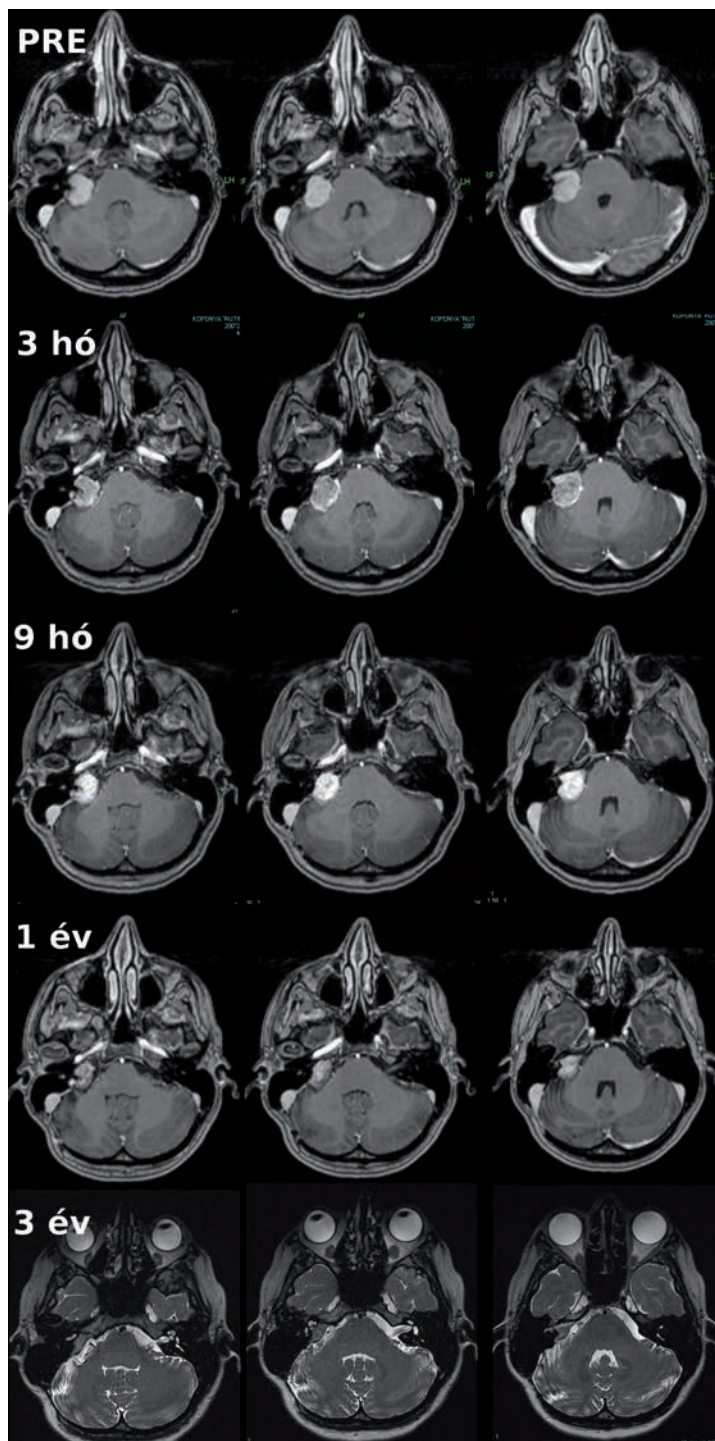


szélye miatt nemegyszer teljesen nem eltávolíthatók. Hasonló szabály érvényes a koponyaalap bizonyos (pl. sinus cavernosust vagy annak egy részét magában foglaló, a kisagy-hídszöglet stb.) daganataira, amelyeknek a radikális eltávolítása – a daganat szövettani természetétől függetlenül – esetleg a normális életvitelt akadályozó agyideg-károsodás tüneteit okozhatja.

A központi idegrendszer sejtjeinek nagy része a születést követően nem osztódik, ezért jelentős terápiás margó alkalmazható a sugárterápia során. A koponya merevsége, illetve a koponya és az agy egymáshoz képest történő elmozdulásának viszonylagosan csekély volta lehetővé teszi a klasszikus sugárterápiás technikák módosítását: az agyat a koponyán át tizedmilliméteres pontossággal lehet rögzíteni; a „szervi mozgások” csekély volta miatt az általános sugárterápiás biztonsági margók nagyságát, s ezáltal az ép szövetek sugárterhelését csökkenteni lehet (9). A fSRT kihasználja mind a nagy térbeli szelektivitású sztereotaxiás kezelések (sugársebészet), mind a hagyományos frakcionált sugárkezelések előnyös tulajdonságait, mert egy olyan frakcionált sugárkezelés, melyet a sztereotaxiás kezelések precizitásával végzünk. A sztereotaxiás sugárkezelések célja, hogy a daganat elpusztításához szükséges nagy sugárdózist úgy adja le, hogy eközben a környezetben lévő életfontosságú struktúrák (agytörzs, látóideg, szemmozgató idegek, szemek) ne sérüljenek. A sugársebészeti kezelés (kis céltérfogat esetén is) kénytelen figyelembe venni, hogy az agytörzs biztonságos terhelhetősége egy ülésben kb. 10 Gy, de 12 Gy fölött 5-10 százalékban kell számolni sugárnekrózis megjelenésével (10).

Különös jelentősége van ennek a koponyaalapi vagy ahhoz közel fekvő daganatoknál a funkcionális szövödmények (agyidegek, agytörzs, Willis-kör, substantia perforata anterior és posterior finom ereinek sérülése stb.) magas kockázata miatt. A következő tumortípusokról van szó: csontos koponyaalapról kiinduló tumorok, ill. fejlődési zavarok (chordoma, chondroid tumor); sinus cavernosust infiltráló daganatok (para/retrosellaris meningeomák); haemangiopericytoma; hypophysisdaganatok; glomus jugulare daganatok; kisagy-hídszögleti tumorok (vestibularis schwannomák) stb. Érthetően e daganatok kezelése sebészi és sugárkezelés szempontjából is kihívást jelent, s sokszor komplex megoldást kíván. A négy ismertett esetben azért nem az egy ülésben végzett sugársebészeti kezelést alkalmaztuk, mert az elváltozások mérete és a rizikószervek közelsége nem tett le-

**9. ábra.** Vestibularis schwannoma jellegének és méretének változása a frakcionált sztereotaxiás sugárkezelés után. Három hónap elteltével a schwannoma belsejében hipointenz foltok jelentek meg, majd 9 hónap múltán mérete is csökkenni kezdett. Egy év elteltével a daganat többé már nem komprimálta a hídkart, köztük agyvíztér jelent meg. Az elváltozás kiterjedése minden irányban csökkent. Három év múlva a daganat eredeti méretének töredékére zsugorodott össze.



hetővé olyan meredek dózisesést, amely garantálhatta volna e különösen sugárérzékeny területek védelmét. Alternatívát jelenthetett volna az, hogy az egy ülésben leadott sugárdózist a rizikószervek toleranciadózisához igazítjuk, de akkor a céltérfogatok széli területei nem kaphatták volna meg az előírt sugárdózist.

Az elokvens területekhez hasonlóan a koponyaalap-közeli daganatok kezelésénél is számolni kell azzal a lehetőséggel, hogy az elváltozás műtéti úton nem távolítható el radikálisan. Ugyanakkor a fenti megfontolások miatt egy esetleges sugársebészeti kezelés is akadályokba ütközhet. Mindkét terápiás modalitás előnyét ki lehet azonban használni, ha a műtéti kezelés során sikerül létrehozni egy biztonsági margót a daganat és a rizikószerv között, és ezáltal a parciális reszekció egy adjuváns sugársebészeti (vagy frakcionált sztereotaxiás) kezelés segítségével kompletálható.

A PTE-n 10 éve van lehetőségünk sztereotaxiás sugárkezeléseket végezni. Nyolc éven át egy Philips (illetve később Elekta) gyorsítóra applikált BrainLAB „micro-multi-leaf collimator”-t használtunk; a tervek a BrainLAB AG BrainScan tervező rendszerével készültek. E nem dedikált sugársebészeti rendszer használata során szerzett tapasztalataink alapján az egyetem két éve installálta a jelenleg üzemben lévő, modern Novalis TX sugárkészüléket a kiszolgáló tervezőrendszerekkel együtt. Ez a készülék a sztereotaxiás kezeléseket már nemcsak a koponyán belül és a fej-nyak régióban, hanem a szervezet bármely pontján képes elvégezni („stereotactic body radiation therapy”, SBRT).

## KÖVETKEZTETÉSEK

Igazoltuk, hogy megfelelő technikával a még kevésbé sugárérzékeny koponyaalapi vagy koponyaalap-közeli daganatok is eredményesen kezelhetők. E módszerrel a koponyaalap szabálytalan alakú, a műtét számára az óriási morbiditási ve-

szély miatt nehezen hozzáférhető elváltozásai is kezelhetők. Az ilyen esetekben a műtét célja, hogy igyekezzék biztonsági határt létrehozni a céltérfogat és a rizikószervek közt, és ezáltal lehetővé/biztonságossá tenni a sugárkezelést („műtétasszisztált sugárterápia”). Az eredményes kezelés a különböző szakmák szoros együttműködését feltételezi! Jelenleg Magyarországon – tudásunk szerint – két, frakcionált sztereotaxiás sugárkezelést végző intézmény van. Nem kétséges, hogy jelenleg kapacitáshiány van dedikált lineáris gyorsítókból, de meggyőződésünk, hogy megfelelő szervezéssel, az erőforrások megosztásával, ésszerű betegirányítással több rászoruló kaphatná meg az adekvát sugárkezelést.

## IRODALOM

1. Desmurget M, Bonnetblanc F, Duffau H. Contrasting acute and slow-growing lesions: a new door to brain plasticity. *Brain* 130:898–914, 2007
2. Duffau H. New concepts in surgery of WHO grade II gliomas: functional brain mapping, connectionism and plasticity – a review. *J Neurooncol* 79:77–115, 2006
3. Bitzer M, Topka H. Progressive cerebral occlusive disease after radiation therapy. *Stroke* 26:131–136, 1995
4. Okuno T, Prenskey AL, Gado M. The moyamoya syndrome associated with irradiation of an optic glioma in children: Report of two cases and review of the literature. *Pediatr Neurol* 1:311–316, 1985
5. Ullrich NJ, Robertson R, Kinnamon DD, et al. Moyamoya following cranial irradiation for primary brain tumors in children. *Neurology* 68:932–938, 2007
6. Chowdhary A, Spence AM, Sales L, et al. Radiation associated tumors following therapeutic cranial radiation. *Surg Neurol Int* 3:48, 2012
7. Coleman CN. Secondary neoplasms in patients treated for cancer: Etiology and perspective. *Radiat Res* 92:188–200, 1982
8. Tward JD, Wendland MM, Shrive DC, et al. The risk of secondary malignancies over 30 years after the treatment of non-Hodgkin's lymphoma. *Cancer* 107:108–115, 2006
9. Dawson LA, Jaffray DA. Advances in image-guided radiation therapy. *J Clin Oncol* 25:938–946, 2007
10. Mayo C, Yorke E, Merchant TE. Radiation associated brainstem injury. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 76(3 Suppl): S36–S41, 2011