

A képfúzió szerepe stereotaxiás agyműtéteknél

Dr. med. habil. Julow Jenő, Dr. Viola Árpád, Fővárosi Önkormányzat Szent János Kórház
 Dr. Sági Sarolta, Fővárosi Önkormányzat Szent János Kórház
 Dr. Major Tibor, prof. Dr. Németh György, Országos Onkológiai Intézet
 Emri Miklós, Dr. Trón Lajos, DOTE PET Centruma

A szerzők a képfúziós módszer alkalmazásának előnyeit ismertetik stereotaxiás agyműtéteknél, elsősorban agydaganatok szövethiányos (interstitialis, brachytherápiás) besugárzása során.

A képfúziós eljárás a CT, ismételt CT, MR, MR spektroszkópia, SPECT, PET stb. képek közül legalább kettő, de néha több együttes megjelenítése egy stereotacticus (3D) rendszerben, mely a morfológiai és funkcionális adatok együttes megjelenítésén kívül az időbeli eltérések vizsgálatát is lehetővé teszi.

Az agydaganatok képfúzióval irányított sugárkezelését a BrainLab (Heimstetten, Németország) Target 1.8 szoftverével végzik Digital alfa munka állomáson.

A képfúziós módszerrel tervezett szövethiányos besugárzás pontosságát vetekszik a legmodernebb besugárzó bevezetések pontosságával és messze meghaladja a hagyományos sugárterápiás kezeléseket. Az eljárás alkalmazása a műtét előtt, azaz a besugárzás tervezésekor a tervezési céltérfigat pontosabb meghatározását, a műtét alatt a katéter és izotópok elhelyezésének ellenőrzését, a posztoperatív időszakban a daganat nekrotikus és élő részeinek elkülönítését teszi lehetővé, segítséget nyújtva a további terápiás teendők megállapításához.

A képfúzió a háromdimenziós (3D) képfeldolgozás egyik módszere, amely regisztráció után a különböző modalitású képek együttes megjelenítését teszi lehetővé. A fuzionált képek megfelelő feldolgozása nemcsak anatómiai, hanem anatómiai és funkcionális információk egy képben történő megjelenítését is biztosítja. Hazai leírói Emri, Ésik, Repa, Márián és Trón.

Saját gyakorlatunkban a képfúziót stereotaxiás agyműtéteknél használjuk. A stereotaxiás készülék felhelyezése után készített CT képeket ill. az azokon látható lokalizációs referencia (fiducialis vagy marker) pontokat komputer segítségével regisztráljuk majd fuzionáljuk MRI, PET vagy más eljárás során nyert képekkel, azok képi információiban is lehetővé téve a tájékozódást ill. sebészeti beavatkozást illetően a szövethiányos besugárzást.

MÓDSZER

Az agydaganatok interstitialis brachyterápiáját lágy gammasugárzású Jód¹²⁵ radioaktív rudacsokkal ún. „seed”-ekkel végezzük. A jód sugárforrásnak többféle formája van.

A „Modell 6702”-es forrásban a radioaktív anyagot egy kis méretű titán kapszula foglalja magában, melynek hossza 4,5 mm, átmérője 0,8 mm, a falvastagsága pedig 0,05 mm. A kapszula három műgyanta golyócskát tartalmaz, amelyeknek a felszínén van az abszorbeált radioaktív anyag. A kapszulák kezdeti aktivitása 5 – 20 mCi (185-740 MBq). A radioaktív Jód¹²⁵-nek három fő foton energiája van, 27,4 keV és 31,4 keV fékezési, valamint 35,5 keV gammasugárzás, 1,00, 0,25 és 0,06 foton intenzitásokkal. A felezési ideje 59,6 nap, a felezőréteg vastagsága ólomban 0,025 mm. Az alacsony energia hozzájárul ahhoz, hogy a kezelés során a céltérfigatot körülvevő ép szövetek dózisterhelése kicsi legyen. Sugárvédelmi szempontból is kedvező az alacsony energia, mivel kisebb mértékű (lokális) sugárvédelmet igényel.

A „seedeket” helyi érzéstelenítés mellett, műanyag katéterekben, sztereotacticus műtéttel, helyezzük a daganatba. A katéterek elhelyezése az optimális dóziseloszlás meghatározása után meghatározott geometriai paraméterek felhasználásával végezhető el. Az interstitialis irradiáció belülről lényegesen nagyobb dózis leadását teszi lehetővé a tumor térfogatra, mint a külső besugárzás, ugyanakkor megkíméli az ép agyszövetet a káros ionizáló sugárzástól. A besugárzás 3 dimenziós izodózis felületei szabálytalan alakú tumor esetén is csaknem pontosan megegyeznek a daganat határaival. Míg a besugárzási dózis a tumor széli részein 50-60 Gy, a tumor középpontjában ennél jóval magasabb. Kritikus területek mellett (bazális ganglionok, beszéd központ, központi motoros régió, fontos érkepletek) a besugárzási dózis alacsonyabb. Az ún. „low grade” gliómáknál Jód¹²⁵-öt és „low dose rate” besugárzást alkalmazunk. A katéterek behelyezése időleges, azokat a besugárzási idő (általában 1-5 hét) letevével eltávolítjuk [1, 2].

Számítógépes tervezés

A tervezés első fázisaként a beteg a fejéhez rögzített kereggel együtt CT és/vagy MRI vizsgálaton vesz részt. A keresztmetszeti képeknek a tervező számítógépbe történő bevitele után a következő lépés a céltérfigat ill. az eloquens agyi struktúrák berajzolása minden egyes CT szeleten. A berajzolt kontúrokból 3D-s rekonstrukció segítségével a térbeli alakzatok is vizsgálhatók. A berajzolt céltérfigat nagyságától és alakjától függően kell megválasztani a használandó katéterek számát, azok térbeli elhelyezkedését, a katéterekben lévő izotópok aktivitását és egymáshoz viszonyított pozícióikat. A cél az, hogy a referencia dóziselület vegye kör-

be a céltér fogat alakját, de ugyanakkor ne alakuljanak ki nagy túldozírozott térfogatok sem. A katéterek számának meghatározásakor figyelembe kell venni, hogy távolságuk ne legyen 1,5 cm-nél nagyobb, mert akkor a katéterek közvetlen közelében, radionekrózist létrehozó nagyon nagy dózisok alakulnak ki. A dózis ugyanis közelítőleg a forrásoktól mért távolság négyzetével fordítottan arányos, ami kis távolságoknál mindig nagy elnyelt dózist eredményez. Előzőek miatt a szövetségi besugárzás 3-4 centiméter átmérőnél kisebb daganatok, elsősorban gliómák esetén indikált. A tervezés eredményeként meghatározásra kerülnek a célzó íven beállítandó paraméterek, amelyeket felhasználva a katéterek pontosan beültethetők. A katétereket az implantáció előtt kell elkészíteni. A katéterek izotópokkal és a közöttük levő műanyag távtartókkal történő feltöltése steril és sugárvédett helyen történik.

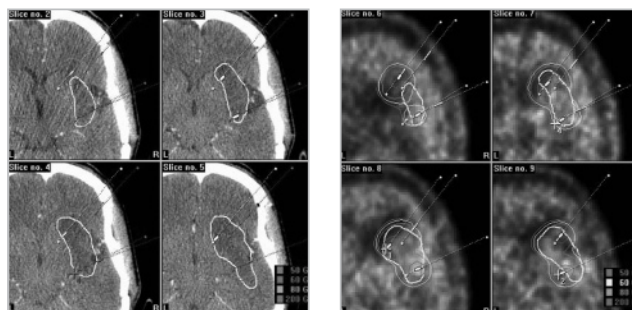
A műtét

Az implantációt sugár higiénés körülményeket biztosító idegsebészeti műtőben steril körülmények között végezzük. A műtét során lokális érzéstelenítés mellett az alapkeretre pontosan illeszkedő célzó keret segítségével a koponyán a számításoknak megfelelő helyen vagy helyeken 3,2 mm átmérőjű fúrt lyukakat helyezünk fel az alapkeretre pontosan illeszkedő célzó ív segítségével és ezeken a fúrt lyukakon kerülnek majd az aktív izotópokat tartalmazó katéterek bevezetésre. A katétereket a csontszélhez fém klippekkel rögzítjük. Közvetlen az implantáció után végzett CT-CT fúziós vizsgálat lehetőséget ad verifikációra is, ami során ellenőrizzük az izotópok térbeli pozícióit. A módszer részletes leírása céljából lásd a szerzők ebben a témakörben megjelent publikációit [3, 4].

High grade gliómáknál nagy dózisteljesítményű (HDR) ¹⁹²Iridium izotóppal végezzük a besugárzást az Országos Onkológiai Intézet microSelectron „Nucletron B.V.” típusú after loading (AL) készülékével. A besugárzás tervezése szintén 3D-s módszerrel történik. A katétereket a jó izotópok alkalmazásánál leírt idegsebészeti módszerrel vezetjük be a daganat megfelelő helyére. A kb. 10 Ci-s HDR sugárforrást az AL készülék emberi kéz érintése nélkül vezeti be a katéterekbe és húzza ki onnan. A kezelés e módszernél rövid ideig (néhány perc) tart. Ilyenkor az egyszeri besugárzási dózis 10-12 Gy. Leggyakrabban kiegészítő „boost” dózist alkalmazunk külső besugárzás után glioblastoma multiforme és A3 astrocytomás esetekben.

A cystás craniopharyngeomák néha cystás gliómák brachyterápiás besugárzása a fentiekől eltérően béta-sugárzó anyagokkal történik, melyeket kolloid formában stereotaxiás műtét során fecskendezünk be a cystába. Erre a célra mi Itrium⁹⁰-et, mások Foszfor³²-t, Rhenium¹⁸⁶-ot stb. használnak. A béta-sugárzással leadott 2-300 Gy dózis a cysták belső falán koagulációs nekrózist, majd sugárfibrózist okoz a cystákat 80% -os valószínűséggel megszüntetve. A cysta falon 3-6 mm-el túl már semmiféle elváltozást nem jön létre a béta sugarak rövid hatótávolsága miatt [5, 6].

Beteg ismertetés: 1. és 2. ábra. U.G. ffi, sz: 1955, 1998-ban márciusában GM rohamokat követő CT és MRI vizsgálatok jó. insula tumort igazoltak. Fronto-temporalis craniotomiából a Sylvius árok megnyitása után a daganat mikroszkóposan észlelhető részeit is eltávolítottuk. A szövettani vizsgálat Gr. II astrocytomát igazolt. 1998 júliusában a 22,6 cm³-es daganatot sztereotaxiásan 4 katheterral és nyolc 102,8 mCi aktivitású I¹²⁵ seedel 13 napig sugaraztuk be, a daganat 95%-ára 60 Gy-t leadva. (1. ábra) 87 hónap múlva a PET, MRI és a képfúziós vizsgálatok recidívát kizártak (2. ábra). Elektrotechnikusként dolgozik (1. és 2. ábra).



1. ábra
Betegismertetés

2. ábra
Betegismertetés

EREDMÉNYEK

A képfúziót a szövetségi besugárzás fázisaiban, a műtétek előtt, alatt és után alkalmaztuk.

Műtét előtt ill. a besugárzás tervezésekor

Képfúzió elvégzésével az ép agyállomány és a daganat határa, más szóval a tervezési céltér fogat (TCT) pontosabban határozható meg, mind a primer inoperabilis mind a recidív gliómák esetében. Az ún. „low grade” gliómáknál a CT vizsgálat alkalmával az egyes szeletekben a daganat határát a hypodenz terület határa jelenti, mely sokszor nem látható pontosan, és még nagyítással is nehéz meghatározni. A „high grade” gliómák vaszkularizált, kontrasztanyagot halmozó területeinek határa könnyen kijelölhető.

A daganat határának meghatározását egyéb elveken működő képalkotó eljárások (MRI, SPECT és PET) által nyert adatoknak a stereotaxiás CT képekkel történő fúziója nagymértékben pontosítja. Pl. a CT képeken alig látható recidív glioma a daganat ³²-metil-metionin PET képen jól körvonalazható képével fuzionálva lehetővé teszi a besugárzás megismétlését [7].

A műtét alatti illetve a műtét utolsó szakaszában végzett CT-CT képfúzió

A besugárzás megtervezésekor a tervezés egyik legfontosabb része a katéterek daganatba történő elhelyezésének meghatározása a CT szeletek és a 3D-s rekonstrukció nyújtotta térbeli információk segítségével. A biopsia elvégzése, a

katéterek behelyezése és a célzóív eltávolítása után megismételjük a CT vizsgálatot. A második CT vizsgálat alkalmával már (nem a tervezett, hanem) a behelyezett katéterek pozíciói láthatók. A képfúzió segítségével ezeknek a katétereknek a valódi pozíciói tetszőleges orientációjú képeken összehasonlíthatók a tervezettekkel. A pozíciók megegyezése, vagy csak kismértékű eltérése az implantáció végrehajtásának a pontosságát bizonyítja. Ha a katéterek mélysége nem megfelelő, akkor néhány mm.-es betolással vagy kihúzással még „igazítás” is elvégezhető. A fúziós ellenőrzést az ún. „probe view” és „needle view” nézetekben is elvégezzük (előbbi a katéter vetületével megegyező, utóbbi az arra merőleges fuzionált kép rekonstrukcióját jelenti). Az eljárás azért is nagyon hasznos, mert a stereotaxiás elektródák helyes pozíciójának ellenőrzésére szolgáló Angioloc programmal (Fisher-Leibinger) a katéterek pozíciója biztosan nem ellenőrizhető, mivel az 1 mm vastag teflon katéterek és a 0,8 mm vastag titán burkolatú „seedek” nem adnak elég intenzív és értékelhető röntgenárnyékokat.

A műtét után végzett CT-CT képfúzió

A betegek kontrollja során a hónapok, évek múlva elvégzett képfúzióknak az a jelentősége, hogy a daganat élő reziduális és/vagy recidív területei jobban elkülöníthetők a besugárzás okozta daganat nekrozistól.

Ezen képek fúziója a műtét előtti képekkel a betegség hosszabb időszakot kitevő regresszióját, progresszióját lokálisan elemezhetővé teszi és terápiás következtetésekre is lehetőséget teremt. Az ödéma gyógyszeresen jól kezelhető, míg a tumor nekrotikus és élő részeinek elkülönítése segít az újabb külső vagy interstitialis besugárzás vagy jelentős térfoglalás esetén az esetleges reoperáció indikációjának eldöntésében.

A CT-MRI fúzió 30-50%-kal teszi pontosabbá a TCT meghatározását. A PET fúzió még további lehetőséget ad az élő „viable” és nekrotikus daganatrészek elkülönítésére. A Tc^{99m} HMPAO SPECT által igazolt perfúzió csökkenés és a Thallium²⁰¹ dúsitás a daganat sugár-nekrozisának a jele.

MEGBESZÉLÉS

Az elmúlt évtizedekben számos szerző számolt be az interstitialis besugárzás terápiás hatékonyságáról és prognosztikai jelentőségéről.

A szövetközi besugárzás fontosabb hatásai, hogy lelassítja vagy megállítja a sejtek osztódását [8, 9, 10] és kb. a 80 Gy izodózisú zónákban és azokon belül a sugárforrás közelében a tumor radionekrozisát okozza. [11, 12]. Megváltoztatja a vér-agy gát átjáróságát [13, 14], csökkenti az epilepsziás rohamok számát [15].

A képfúziós eljárás a CT, ismételt CT, MR, MR spektroszkópia, SPECT, PET stb. képek közül legalább kettő, de néha több együttes megjelenítése egy stereotacticus (3D) rendszerben. Az eljárás alkalmazásával a morfológiai és

funkcionális adatok együttes megjelenítése és időbeli eltérések vizsgálata is lehetővé válik. A fuzionált képek az egyes képalkotó eljárások adta képeknél még pontosabban ábrázolják a normál agyi strukturákat, a daganatokat és a daganatok kezelése során leképezhető elváltozásokat. Mivel a strukturák 3D térben vannak regisztrálva, felhasználásukkal, „irányításukkal” stereotaxiás műtétek ill. interstitialis besugárzás végezhető. Utóbbi eljárás más-más segítséget nyújt az interstitialis besugárzás előtt, alatt és után.

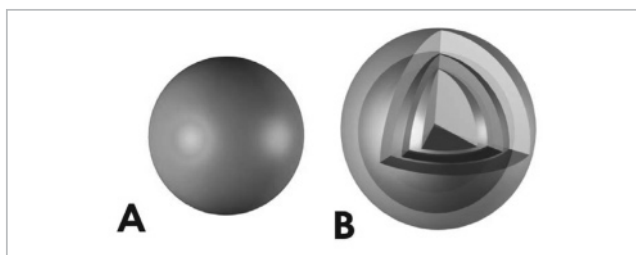
Az egyes képalkotó eljárások szerepét az agydaganat diagnosztikában és terápiában Derlon [15] munkájára és saját tapasztalatainkra hivatkozva foglaljuk össze. Ezen képi adatok jól felhasználhatók a szövetközi besugárzás tervezésekor és a betegek kontrollja során.

Az irodalomban elsősorban CT-vel meghatározott célterefogatú daganatok szövetközi besugárzásáról vannak adatok [16-18]. A CT méret torzítás nélkül ábrázolja a daganatokat. A CT vizsgálat hátránya az avascularis gliómák kontúrjainak nehézkes megítélése. A CT képeken történik a besugárzás tervezés, a dózis eloszlás, az izodózis terfogatok, a normál szövetek és a kritikus szervek 2 és 3 dimenziós ábrázolása. A besugárzás előtt és után készült képek fúziója a kezelés eredményeként a daganatterefogat csökkenés elhelyezkedésének kimutatását is lehetővé teszi, mely elsősorban a Itrium⁹⁰-nel besugárzott craniopharyngeomás cysták klinikai utánkövetésekor fontos.

A daganat kontúrok, az ödéma és a postirradiációs elváltozások leginkább MRI képeken elemezhetőek [19], különösen T2 súlyozott képeken illetve MR spektroszkópia segítségével. A low grade gliómák kimutatása MRI-vel könnyebb, de az ödémától történő elkülönítés néha még itt is nehézséget okoz. Az interstitialis besugárzás után hetek, hónapok múlva a 80-100 Gy-nél intenzívebben besugárzott területeken a daganatban sugár necrosis (koagulációs necrosis) alakul ki. Ezt határozottan el kell különíteni a külső besugárzások mellékhatásaként kialakuló „agyi, késői sugár nekrozistól”. A daganatos sugár nekrozist reaktív zóna veszi körül melyet még hónapok múlva is, gyakran térfoglalást is jelentő ödéma övez. A besugárzás után hónapokkal a daganat terfogatváltozásai is ellenőrizhetőek [20].

Low grade gliómák besugárzása után saját anyagunkban (25 eset/átlag 14 hónappal a besugárzás után) a referencia dózis terfogathoz viszonyítva a necrosis terfogata 54,9%, a reaktív zóna 59,7%, az oedema 445,3% volt. A nekrozis felületén átlag 71.9 Gy dózis értéket észleltünk a besugárzás után, azaz a necrosis és reaktív zóna határa 71.9 Gy értéknél alakult ki. Ami az ép agyszövet besugárzását illeti, pl. egy átlagos 12,7 cm³ terfogatú glioma besugárzásakor a daganat körül 5-7 cm³ normál agyszövet kapott 60-70 Gy dózisú besugárzást. Az átlagos homogenitási és konformitási index 0, 24, illetve 0,57 volt. A 3. ábra a referencia dózissal besugárzott terfogat (A) és a nekrozis, reaktív zóna és oedema átlagos terfogatát (B) ábrázolja arányos terfogatú gömb és gömbhéjak segítségével.

Az MR spektroszkópia a daganat ill. a besugárzott régióok laktát, acetilkolin, aszpartát stb. térképét mutatják.



3. ábra
A referenciadózissal besugárzott térfogat (A) és a nekrotikus, reaktív zóna és az oldena átlagos térfogata

A PET még további lehetőséget ad az agydaganatok élő, növekedést mutató részének meghatározásához. A leggyakrabban vizsgált tracer a F^{18} -fluoro-dezoxi-glükóz intenzitása annál magasabb, minél malignusabb a glioma [21]. Néhány esszenciális aminosav, mint például a C^{11} -metil-metionin még jellemzőbben mutatja ki a gliomákat ill. recidiváikat, különösen az oligodendrogliomáét. A low grade gliomák kimutatása C^{11} -Methionin PET-tel 67%-os pozitívitású [22].

A SPECT vizsgálatoknál használt Thallium 201 és Tc 99m -mel jelölt MIBI (2 metoxi-izobutyl-izonitril) és a Tc 99m HMPAO a vér- agy gát élő sejtjein aktív ionpumpa folyamattal jutnak át [23, 24]. A tumor nekrotikus részében ez a folyamat természetesen nem jön létre [25] ezért a Tc- 99m HMPAO perfúzió csökkenés és az ennek megfelelő Thallium 201 dúsítás a sugár nekrotikus jele.

A CT-PET és CT-SPECT fúziónál a képfelbontás (mátrix) és a szeletvastagság miatt kb. +/- 5 mm-es validációs érté-

ket kell figyelembe venni. Az x és az y a mátrixtól, a z a szeletvastagságtól függ.

A fenti eljárásokkal készült képeket fúzionálva végeztük betegeink interstitialis besugárzásának tervezését és kontrollját. E módszer további reményeket keltő lehetőségeket ad a gliómák sugárterápiájához.

Az idegrendszeri inoperabilis tumorok képfúzió vezérelt interstitialis besugárzását kevés intézet végzi a sugárvédelmi felszerelések (izotóp műtő, előkészítő helyiség stb.), komputeres tervezőrendszer hiánya és a beavatkozás munkaigényessége miatt. Az eljárás pontossága vetekszik a legmodernebb besugárzó berendezésekével és messze meghaladja a hagyományos sugárterápiás kezeléseket. A képfúziós módszer a daganat posztoperatív időszakban létrejött változásainak, azaz a nekrotikus és élő részek 3D elemzésével segítséget nyújt a besugárzást követő időszak további terápiás teendőinek megállapításához is. Az eljárás alkalmazása a műtét előtt, azaz a besugárzás tervezésekor a tervezési céltérfogat pontosabb meghatározását; a műtét alatt a katéter és izotópok elhelyezésének ellenőrzését; a posztoperatív időszakban: a daganat nekrotikus és élő részeinek elkülönítését teszi lehetővé, segítséget nyújtva a további terápiás teendők megállapításához.

Munkánk és az irodalmi adatok összevetése alapján valószínűnek látszik, hogy a közeljövőben az ún. CT vezérelt (kontrollált) stereotaxia helyét a stereotaxiás beavatkozások képfúziós vezérlése veszi át, mely a daganatok sugárkezelésénél újabb reményt adhat a betegeknek és a gyógyítósukat végzőknek egyaránt.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Julow J, Major T, Sági S, Valálik I, Hável J, Kiss T, Somogyi A, Németh Gy: Agydaganatok brachyterápiája (interstitialis irradiációja) CT vezérelt stereotaxiás célzással beültetett 125 Jód izotóppal. (Clin Neurosc) Ideggyógyászati Szemle 1999, 52(1-2), 35-43.
- [2] Julow J, Major T, Emri M: The advantages of Image Fusion in Stereotactic Brachytherapy of Brain Tumours Acta Neurochir 2000, 142: 1253-1258.
- [3] Viola A, Major T, Julow J: The importance of postoperative CT image fusion verification of stereotactic interstitial irradiation for brain tumors. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2004, 60,322-28.
- [4] Viola A, Major T, Julow J: Comparison of I-125 stereotactic brachytherapy and LINAC radiosurgery modalities based on physical dose distribution and radiobiological efficacy. Radiat Res 2006, 165,695-703.
- [5] Julow J, Lányi F, Hajda M, Sinkovics M, Arany I, Tóth Sz, Pásztor E: A craniopharyngeomás cysták üregi sugárkezelése 90 Yttrium szilikát kolloiddal. (Clin Neurosc) Ideggyógyászati Szemle 1985, 38, 5-13.
- [6] Julow J, Lányi F, Hajda M, Sinkovics M, Arany I, Tóth Sz, Pásztor E: The Radiotherapy of Cystic Craniopharyngeoma with, Intracystic Installation of 90Y Silicate colloid. Acta Neurochir 1985, 74, 94-99.
- [7] Thiel A, Pietrzyk U: Enhanced Accuracy in Differential Diagnosis of Radiation Necrosis by Positron Emission Tomography-Magnetic Resonance Imaging Coregistration: Technical Case Report. Neurosurgery 2000, 46, 232-4.
- [8] Kunishio K, Matsumoto K, Higashi H, Adachi H, Tamiya T, Furuta T, Ohmoto T: Proliferative Potential of Malignant Glioma Cells Before and After Interstitial Brachytherapy. Neurol Med Chir (Tokyo) 1999, 39, 341-349.
- [9] Maria BL, Drane WE, Quisling RG, Ringdahl DM, Mickle JP, Mendenhall NP, Marcus RB Jr, McCollough WM, Hamed LM, Eskin TA: Value of thallium 201 SPECT imaging in childhood brain tumors Pediatr Neurosurg 1994, 20, 11-8.
- [10] Siddiqi SN, Provias J, Laperriere N, Bernstein M: Effects of iodine-125 brachytherapy on the proliferative capacity and histopathological features of glioblastoma recurring after initial therapy. Neurosurgery 1997, 40(5), 910-7.

- [11] Bader JB, Samnick S, Schaefer A, Hagen T, Moringlane JR, Feiden W, Piepgras U, Kirsch CM: Contribution of nuclear medicine to the diagnosis of recurrent brain tumors and cerebral radionecrosis. Article in German Radiologe 1998, 38(11), 924-96.
- [12] Forsyth PA, Kelly PJ, Cascino TL, Scheithauer BW, Shaw EG, Dinapoli RP, Atkinson EJ: Radiation necrosis or glioma recurrence: is computer-assisted stereotactic biopsy useful? J Neurosurg 1995, 82(3), 436-44.
- [13] D'Avella D, Cicciarello R, Angileri FF, Lucerna S, La Torre D, Tomasello F: Radiation-induced blood-brain barrier changes: pathophysiological mechanisms and clinical implications. Acta Neurochir Suppl 1998, 71, 282-4.
- [14] Warnke PC, Hans FJ, Ostertag CB: Impact of stereotactic interstitial radiation on brain capillary physiology. Acta Neurochir Suppl (Wien) 1993, 58, 85-8.
- [15] Warnke P.C, Berlis A, Weyerbrock A, Ostertag CB: Significant reduction of seizure incidence and increase of benzodiazepine receptor density after interstitial radiosurgery in low-grade gliomas. Acta Neurochir. Suppl (Wien) 1997, 68, 90-92.
- [16] Moringlane JR, Voges M, Huber G, Müller J, Leetz HK: Short-term CT and MR changes in brain tumors following 125I interstitial irradiation. J Comput Assist Tomogr 1997, 21, 15-21.
- [17] Thalacker U, Liszka G, Somogyi A, Nemeth Gy: The observation of edema in the substantia alba during post-operative brain irradiation. The role of computed tomographic studies. Strahlenther Onkol 1998, 174, 14-8.
- [18] Willis BK, Heilbrun MP, Sapozink MD, McDonald PR: Stereotactic interstitial brachytherapy of malignant astrocytomas with remarks on postimplantation computed tomographic appearance. Neurosurgery 1988, 23, 348-54.
- [19] Adamson AJ, Rand SD, Prost RW, Kim TA, Schultz C, Haughton VM: Focal brain lesions: effect of single voxel proton MR spectroscopic findings on treatment decisions. Radiology 1998, 209, 73-8.
- [20] Kreth F.W, Faist M, Warnke P.C, Robner R, Volk B, Ostertag C.B: Interstitial radiosurgery of low-grade gliomas. J. Neurosurg. 1995, 82, 418-429.
- [21] Asensio C, Perez-Castejon MJ, Maldonado A, Montz R, Ruiz JA, Santos M, Garcia-Berrocal I, Albert J, Carreras JL: The role of PET-FDG in questionable diagnosis of relapse in the presence of radionecrosis of brain tumors. Article in Spanish Rev Neurol. 1998, 27(157), 447-52.
- [22] Voges J, Sturm V: Interstitial irradiation with stereotactically implanted I 125 seeds for the treatment of cerebral glioma. Crit. Rev. Neurosurg 1999, 9, 223-233.
- [23] Berlinguet L, Begin N, Babineau LM: Autoradiographic studies of the distribution of L-aminocyclopentane-carboxylic acid in normal and cancerous mice. Can. J. Biochem. Physiol. 1962, 40, 1111-1114.
- [24] Koukouraki S, Damilakis J, Giatromanolaki A, Androulakis E, Karkavitsas N, Koukourakis M: Functional imaging of tumours with 99Tcm-sestamibi pinhole scintigraphy. Nucl Med Commun 1996, 17(11), 943-51.
- [25] Kim KT, Black KL, Marciano D, Mazziotta JC, Guze BH, Grafton S, Hawkins RA, Becker DP: Thallium-201 SPECT imaging of brain tumors: methods and results. J. Nucl. Med. 1990, 31, 965-969.

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Dr. Julow Jenő a Debreceni Orvostudományi Egyetemen „summa cum laude”-val végzett. 1968-1988-ig a Zoltán László majd Pásztor Emil professzorok által vezetett Országos Idegsebészeti Tudományos Intézetben dolgozott idegsebészként. 1973-ban ideggyógyászatból tett szakorvosi vizsgát, melyhez szükséges gyakorlati időt a Semmelweis Orvostudományi Egyetem Neurologiai és Pszichiatriai Klinikáján töltötte el. 1975-ben idegsebészből tett szakorvosi vizsgát. 1978-79-ben a Hirosaki (Japán) Orvostudományi Egyetem Idegsebészeti Klinikáján „research fellow” volt, majd tudományos munkájáért a „Doctor of Medical Science” címet nyerte el 1980-ban. 1981-ben védte meg a „A subarachnoidális tér és villusok vérzés utáni változásainak scanning elektronmikroszkópos és polarizációs mikroszkópos vizsgálata. Kísérlet a subarachnoidális fibrosis befolyásolására.” c. kandidátusi értekezését. 83 tudományos dolgozata jelent meg. 141 tudományos előadást tartott. Impakt faktora 24,14. Citációs index 178. Munkái nagy része az agydaganatok brachyterápiás különböző radioaktív sugárforrásokkal történő kezelésével, a subarachnoidális vérzés utáni fibrózis megelőzésével, a kisagyi haemangioblastomákkal és idegrendszeri sérültek kezelésével foglalkozik. Az idegsebészet és az agyi sztereotaxiás izotópsebészet tárgykörében tanulmányutakon vett részt. 1989 január óta a Fővárosi Önkormányzat Szent János Kórház 37 ágyas Idegsebészeti Osztályát vezeti. 1989-ben az Orvosi Kamara választmányában dolgozott. 1995-ben habilitált, 2004-ben egyetemi magántanári címet nyert el a SOTEn. 2004 óta Egészségügyi Miniszteri kinevezéssel idegsebészeti szakvizsgáztatói feladatokat lát el. Hat éve az Idegsebészeti Szakmai Kollégium tagja. 1998-2001-ig a komáromi Selye János elítékpző láthatatlan kollégium tutorjaként a szlovákiai magyar fiatalok képzésében vett részt. 2005-ben a pozsonyi Szent Erzsébet Egészségügyi és Szociális Főiskola eperjesi Boldog Gojdiccs fakultására idegsebész vendég professzornak nevezték ki.