

A ruténium-106 brachyterápia 40 éves múltja Magyarországon

BÁLINT ORSOLYA DR.¹, POLYÁK-PÁSZTOR DOROTTYA DR.¹, LÉNÁRT VIVIEN DR.¹,
FODOR MARIANN DR.¹, DAMJANOVICH JUDIT DR.², SURÁNYI ÉVA DR.¹

¹Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szemészeti Tanszék, Debrecen (Igazgató: Dr. Fodor Mariann, egyetemi docens)

²Budai Egészségközpont, Budapest (Vezérigazgató: Dr. Csernavölgyi István)

A chorioidea-melanoma a szemgolyó leggyakrabban előforduló primer rosszindulatú daganata. Kezelésében az egyik legfontosabb áttörést a brachyterápia bevezetése jelentette, amely lehetővé tette a szemgolyó megőrzését. Korábban a diagnózis szinte minden esetben egyet jelentett a szemgolyó eltávolításával, azonban a közelbesugárzás megjelenésével lehetőség nyílt a daganat célzott kezelésére. A szemészeti brachyterápia története a 20. század elejére nyúlik vissza, de a valódi előrelépést a ruténium-106 izotóp alkalmazása hozta. Ez a béta-sugárzó izotóp korlátozott behatolási mélységgel rendelkezik, így hatékonyan pusztítja a daganatot, miközben kíméli a környező egészséges szöveteket. Napjainkban a brachyterápia az uveális melanoma egyik leggyakoribb kezelési módja, különösen kis és közepes méretű daganatok esetén. Magyarországon 1986-ban vezették be a ruténium-106 brachyterápiát, amely azóta széles körben alkalmazott, szemmegtartó eljárássá vált. Bár a brachyterápia hatékony a kis és közepes daganatok esetében, nagyobb tumoroknál továbbra is korlátozott a szerepe. A jövőbeni cél az, hogy új kombinált eljárásokkal még több esetben lehessen elkerülni a szem eltávolítását.

The 40-year history of ruthenium-106 brachytherapy in Hungary

Choroidal melanoma is the most common primary malignant tumor of the eye. One of the most significant breakthroughs in its treatment was the introduction of brachytherapy, which made eye preservation possible. Previously, the diagnosis almost always meant the removal of the eye; however, with the advent of plaque radiotherapy, targeted treatment of the tumor became feasible. The history of ophthalmic brachytherapy dates back to the early 20th century, but a major advancement came with the use of the ruthenium-106 isotope. This beta-emitting isotope has limited tissue penetration, allowing effective destruction of the tumor while sparing the surrounding healthy tissues. Today, brachytherapy is one of the most commonly used treatments for uveal melanoma, especially for small and medium-sized tumors. In Hungary, ruthenium-106 brachytherapy was introduced in 1986 and has since become a widely used eye-preserving procedure. Although brachytherapy is effective for small and medium-sized tumours, its role remains limited in larger cases. The goal for the future is to expand eye-preserving options through new combined treatment approaches, allowing more patients to avoid eye removal.

KULCSSZAVAK

ruténium brachyterápia, 40 éves jubileum, uveális melanoma

KEYWORDS

ruthenium brachytherapy, 40-year jubilee, uveal melanoma

Az uvealis melanoma

Az uvealis (iris, corpus ciliare, chorioidea) melanoma egy alapvetően ritka, de a szemben primeren előforduló rosszindulatú daganatok közül a leggyakoribb, amelynek pontos etiológiája mindmáig ismeretlen. Incidenciája évente nagyjából 6/millió fő (3). Az ismert rizikófaktorok közül említést érdemel a kor (az idősebbek körében gyakoribb, 70 éves korban van a csúcscincidencia), a bőr pigmentáltsága és a nem (4). Prediszponáló tényező a congenitalis melanosis és naevus jelenléte, valamint a BAP-1 (BRCA1 Associated Protein-1) mutáció (11). Az uvealis melanomák diagnosztikája az esetek többségében klinikai vizsgálaton alapszik. A terápiát a daganat méretétől és elhelyezkedésétől függően állapítjuk meg: amennyiben lehetséges, szemmegtartó kezelésként brachyterápiát (sugárzó izotópot tartalmazó plakktérápia) ajánlunk a betegeknek (4, 9), illetve 2023 decemberétől akár külső besugárzást követő vitrectomiát is alkalmazhatunk, amelynek során eltávolítjuk a daganatot (endorezekció) (1). Ha a daganat vastagsága a 7 mm-t meghaladja, és a látóideghez túl közel (2 mm-en belül), vagy a corpus ciliarét nagymértékben érintően helyezkedik el, illetve túl nagy alapterületű (>16 mm), vagy a szem már fájdalmas és vak, akkor a betegnek enucleatiót javasolunk (7).

A közelbesugárzás története

A brachyterápia megjelenése előtt a diagnózis pillanatában eldöntött a kezelés is: a szemgolyó eltávolítása (5, 10). Mivel maga az enucleatio egy radikális beavatkozás, amely végleges állapotot eredményez, és a beteg életminőségét is befolyásolja, ezért a konzervatív terápia gondolatával mindig is sokan foglalkoztak. A chorioidea-melanomával diagnosztizált betegek szemének megmentése már évszázados gondolat. A közelbesugárzás lehetősége előtt, csak olyan próbálkozások voltak,

amelyek nem hozták meg a kívánt eredményt: a daganatot diathermiával, applikációval, fotokoagulációval, irradiációval vagy ezek kombinációjával igyekeztek elpusztítani. Problematikus ezen módszerekkel kapcsolatban, hogy csak akkor képesek az intraokuláris daganatok elpusztítására, ha a daganattal együtt a szemet is roncsolják. Ezek az eljárások ezen túlmenően azért is voltak vitatottak már szűk fél évszázaddal ezelőtt is, mert a szem megtartása mellett csak azon elváltozások kezelésére voltak alkalmasak, amelyek malignus mivolta megkérdőjelezhető volt (10).

A szemészeti brachyterápia, vagyis a közelbesugárzás története egészen 1915-ig nyúlik vissza, amikor *Deutschmann* mesothorium-kapszulákat, azaz radium-228 izotópot alkalmazott szemben lévő daganatok kezelésére (2). Másfél évtizeddel később, egy 1930-ban publikált tudományos cikk szerint *Foster Moore* intraokulárisan elhelyezett radonmagokkal kezelt sikeresen daganatot. *Foster Moore* már akkor, azaz csaknem 100 évvel ezelőtt leírta, hogy az áttétképzésre feltehetően nincs befolyással a terápia (6).

Az első szemorvos, aki sugárzó plakkokkal gyógyított kötőhártya-melanomát, *Stallard* volt, 1939-ben. *Stallard* kobaltot használt, azonban ennek a gamma sugárzó elemnek a súlyos szövödményei megkívánták, hogy másfajta sugárzó anyagot használjanak. Nem csupán a szem egészséges szöveteire volt káros hatással, de a műtői személyzetre is veszélyes volt (5).

A Ru-106 a ruténium egy mesterségesen előállított radioaktív izotópjá, amelyről először 1949-ben tettek említést, hogy közelbesugárzásra alkalmas lehet. A *Freundlich* által leírt sugárzó elemről leírták, hogy alkalmas a daganat elpusztítására anélkül, hogy a környező szövetekre túlzottan nagy roncsoló hatást fejtene ki, valamint a szemlencsére is kevésbé káros (5). A „brachy” görög eredetű kifejezés, amely rövid távolságot jelent. A Ru-106 applikátorokat *Peter Lommatzsch* vezette be

az 1960-as években (8). A ruténium izotópjának felfedezése és a közelbesugárzás módszerének kidolgozása teremtette meg azt a lehetőséget, ami addig elképzelhetetlen volt, hogy a szemben lévő daganatokat a szemgolyó eltávolítása nélkül is hatékonyan tudják kezelni. Napjainkban a brachyterápia a leggyakoribb módszer az uveális melanoma kezelésére, Európában a ruténium-106, míg az angolszász országokban a jód-125 applikátorok a legelterjedtebbek.

A Ru-106 egy béta-sugárzó, elektromont emittáló izotóp. A béta-sugárzás egy közepes energiájú sugárzás, amelynek során a felszabaduló elektronok szöveti áthatoló képessége kicsi, a bőr felső rétegeiben elnyelődnek. Ennek legnagyobb előnye, hogy a szemben lévő, illetve a szem körüli egészséges szöveteket kíméli viszonylag alacsony tumorkiújulási ráta mellett, valamint az egészségügyi személyzetre sem veszélyes. Az izotóp felezési ideje 373,59 nap. Az izotópot ezüst applikátorba ágyazzák, a külső ezüstréteg a sugárzás 95%-át elnyeli. Az applikátoroknak 16 különféle típusa létezik 11 és 25,4 mm átmérő között. Maximális felhasználhatósági idejük 18 hónap, és maximum 50 sterilizációs ciklus ajánlott. Biztonsággal 5 mm-es prominenciáig alkalmazhatóak, 5 és 7 mm között pedig egyéni elbírálás szerint ajánlhatóak az intraokuláris daganatok kezelésében. A Ru-106 brachyterápia kombinálható más kezelési módszerekkel is uveális melanoma esetén, például transzpupilláris termoterápiával, valamint ritkábban más izotópokkal együtt is alkalmazzák, például gamma-sugárzó kobalt-60-nal vagy jód-125-tel (8).

A közelbesugárzás hatékonyságáról kapott eredmények ígéretesek voltak *Lommatzsch* 1986-ban közölt tanulmánya szerint, amelyben 20 éves távlatból közölt eredményei szerint sikerrel kezelhetőek a kis és közepes méretű daganatok. Tapasztalatai alapján a nagyobb méretű daganatok is kezelhetőek vagy a terápia kiegészítésével (fotokoagulá-

1. ábra: Ru-106-béta-sugárzó izotópot tartalmazó kerek applikátor



2. ábra: Opticus kivágott applikátor intraoperatív felvételen



ció), vagy egy második besugárzással két lépcsőben (5). Miután ez az új módszer hatékonynak bizonyult 10-15 éves távlatból is, egyre szélesebb körben érdeklődtek iránta: ígéretes gyógyulási és mortalitási adatokat közölt a lipcsei, esseni és hamburgi szemklinika is. A nemzetközileg is biztató eredményeket látva Magyarországon is úgy döntöttek, hogy bevezetik az új, szemgolyót megőrző kezelési módszert (10). A legelső műtetre hazánkban 1986 decemberében került sor.

A ruténium-106 brachyterápia első éve hazánkban

Alberth Béla professzor legelőször a németországi Rostockban látta, hogy létezik a ruténiumapplikáció, mint eljárás. Az ígéretes eredményeket látva, a Minisztériumtól kért anyagi támogatást: az applikátorokat ekkor csak valutáért lehetett megvenni, 10 millió forintnak megfelelő összegbe kerültek. Ez akkoriban annyira drága volt, hogy a fentebb említett 18 hónap felhasználási idő gyakorta kitolódott, így kétéves applikátorokat is felhasználtak. Ez azt jelentette, hogy akár 2, illetve 3 hétig is bent voltak az applikátorok, hogy a leadott sugárdózis az ajánlásnak megfelelő optimális dózis legyen. A legelső sorozat négyféle applikátort tartalmazott: két kerek, egy cornea kivágottat és egy opticus kivágottat.

Számos, addig nem a rutin részeként ismert speciális engedély volt szükséges a használatukhoz: az elhelyezés, a szállítás és a sterilizálás lépései szigorúan szabályozottak voltak. Az applikátorokat akkor is és ma is ólomtégelyekben tárolták és szállították a műtőbe. Napjainkban ötféle applikátorral dolgozunk: három kerek applikátorral és kétféle opticus kivágottal (1. ábra, 2. ábra). Kezdetben a chorioidea-melanoma ruténiummal való kezelése két centrumban zajlott: Budapesten Marek Péter végzett applikációt, Debrecenben Alberth Béla és Berta András. Az 1986-os indulást követő 5-6 évvel később Debrecenben a gyermekszemészeti onkológiában is rendszeresen alkalmazták a Ru-106 applikátorokat: retinoblastomát is gyógyítottak vele. Mivel a retinoblastoma gyakorta kétoldali és a szimpátiás oftalmia is veszélyeztette a másik szemgolyót, ezért itt még inkább küzdelmes volt a lehető legtöbb látást megőrizni. Az elsőként felfedezett szemnél sokszor mérethátaron felül volt a tumor, ekkor lézerterápiával is próbálkoztak a közelbesugárzás mellett. A későbbiekben úgy alakult, hogy a gyermekszemészeti onkológiai centrum Budapest lett, a felnőttkori intraokuláris tumorok központjává pedig Debrecen vált.

A betegek diagnosztizálása és a kezelés menete a 40 év alatt némileg módosult. A kivizsgálás alapját képezte a réslámpás vizsgálat mellett

az ultrahang és a fluoreszcín-angiográfia (FLAG). A legjelentősebb vizsgálat az ultrahang volt. Akkoriban nem volt minden kórházban, csak a nagy központok rendelkeztek vele, így sok esetben azzal a kérdéssel küldték a retinaleválásos betegeket, hogy van-e a leválás mögött tumor, különösen akkor, ha szakadás nem volt látható. Az ultrahangot használták a műtéti tervezéshez is, ugyanis a méret határozza meg, hogy melyik applikátort és mennyi ideig kell alkalmazni. A 90-es években maximum 5 mm-es prominenciáig (chorioidea-excavatioval együtt) és 15 mm-es alap átmérőig lehetett brachyterápiát végezni. Ritkán, leginkább monocusulus betegnél, 1-1 mm-rel kitolták ezt a határt. Napjainkban az a szabály, hogy 5 mm-ig biztonsággal elvégezhető a közelbesugárzás, e felett 7 mm-ig pedig egyéni elbírálás szerint döntünk a kezelésről. Ha az ultrahang B fejt kiegészítették egy vízelőtetés zsákkal, akkor az elülső szegmentumban található uveamelanomát is látótérbe tudták hozni. Ma már ehhez külön UBM (ultrahang biomikroszkópos) fejet használunk. A 90-es években nem volt egyszerű egy FLAG-vizsgálat során létrehozott képet kézhez kapni, a készülékhez rögzített kamera által készített felvételeket elő is kellett hívni. A vizsgálatához teljes sötétségre volt szükség, ami eleinte nem volt adott, így a vizsgálatokat sötétedés után végezték, mert a fotóla-

bor vizsgáló része technikai problémák miatt nem volt besötétíthető. A fekete-fehér képek készítéséhez összegyűjtötték a betegeket, hogy egyszerre több felvételt tudjanak előhívni. Jelenleg a FLAG-vizsgálat már nem a mindennapi rutin része az intraokuláris tumorok diagnosztikájában. Az elülső szegmentum daganataiban elengedhetetlen vizsgálat volt a Lange-módszer, amelynek során retroilluminációs technikával láthatóvá lehetett tenni az iris és a corpus ciliare területében található tumoros szövetmasszát.

A brachyterápia retrobulbaris érzéstelenítésben történt a kezdetektől egészen a közelmúltig, jelenleg lehetőség szerint az applikátorok beültetését már altatásban végezzük, s amennyiben indokolt az eltávolításukat is. Műtéttechnikai szempontból maga az eljárás elsajátítása nem volt bonyolult művelet, a beavatkozást a mai napig hasonlóan végezzük, azonban akad néhány különbség, újítás. A 90-es években nagyon sok myopiaellenes műtétet végeztek, így rengeteg fascia lata szalag volt elérhető. Az applikátor rögzítését egy ráerősített fascia lata szalaggal biztosították. Napjainkban nemzetközi mintára a keresztöltést alkalmazzuk. A műtėti tervezéshez a Lange-lámpát használták, valamint intra- és posztoperatív ultrahanggal ellenőrizték az applikátor pontos és megfelelő helyét. Amennyiben nem volt megfelelő helyen az applikátor, az egy újabb műtétet indikált, amelynek során újrapozícionálták.

Eleinte évente körülbelül 5-10 műtétet végeztek. Ez a szám a mai kb. 80-hoz képest eltörpül, de a 90-es években, amíg új eljárás volt a brachyterápia Magyarországon, sok beteg még a szemeltávolítást választotta. Ennek egyik oka az volt, hogy volt egy félelem az új eljárás megbízhatóságával kapcsolatban (akkor még Németországban is viszonylag újfajta kezelésnek számított), másrészt a kontrollok minden egyes alkalommal többnapos befekvéssel és kivizsgálással jártak, eleinte havonta. Napjainkban az orvostudomány

sokkal dinamikusabban fejlődik, és a páciensek könnyebben elfogadják az újabb eljárásokat is.

Nagy különbség van abban, ahogy a műtéteket követő kontrollvizsgálatokat végezzük. Eleinte a páciensek havonta jöttek ellenőrzésre, amelynek mindig része volt az ultrahang és a FLAG-vizsgálat is, mindez osztályos bentfekvés mellett. Akkoriban lehetőség volt ezáltal az áttétkeresés megszervezésére intézményen belül: fél évente hasi ultrahang, laborvizsgálat, évente mellkasröntgen volt szükséges, valamint a 90-es években rutinszerű vizsgálat volt a csontszcintigráfia is a metasztázis-keresés részeként. Ezt a vizsgálatot ma már nem javasoljuk a betegeinknek rutinszerűen. A 90-es években ritkaságszámba ment, ha áttétes beteg jött vissza vizsgálatra. Évtizedekkel ezelőtt ezek a betegek nem jöttek vissza szemészeti kontrollra, akkoriban az áttétes uveamelanoma tisztán onkológiai esetként volt kezelve. Ennek következményeképp nem tudták pontosan, milyen arányban diagnosztizáltak áttétet a betegeknél. Ezzel szemben napjainkban megjelennek szemészeti kontrollvizsgálaton is az áttéttel diagnosztizált páciensek, és az EESZT lehetővé teszi, hogy a betegek leleteit nyomonkövessük, szükség esetén a megfelelő központba irányítsuk őket.

Hazai eredmények

A hazai eredmények feldolgozása folyamatos. Jelenleg a 2015-ös és a 2016-os év eredményeit mutatjuk be legalább 10 éves követési idővel. A vizsgált két évben összesen 173 újonnan chorioidea-melanomával diagnosztizált beteg jelent meg klinikánkon, 2015-ben 83, 2016-ban 90 beteg. A daganatokat az ultrahanggal mért prominencia alapján csoportosítottuk: a 3 mm-t el nem érő daganatokat kisméretűnek, 3 és 6 mm közöttieket közepes méretűnek, a 6 mm-től is nagyobb prominenciájúakat pedig nagyméretű tumornak vettük. Összesen 31 (17+14; 18%) kisméretű, 83 (40+43; 48%) közepes és 59 (26+33; 34%)

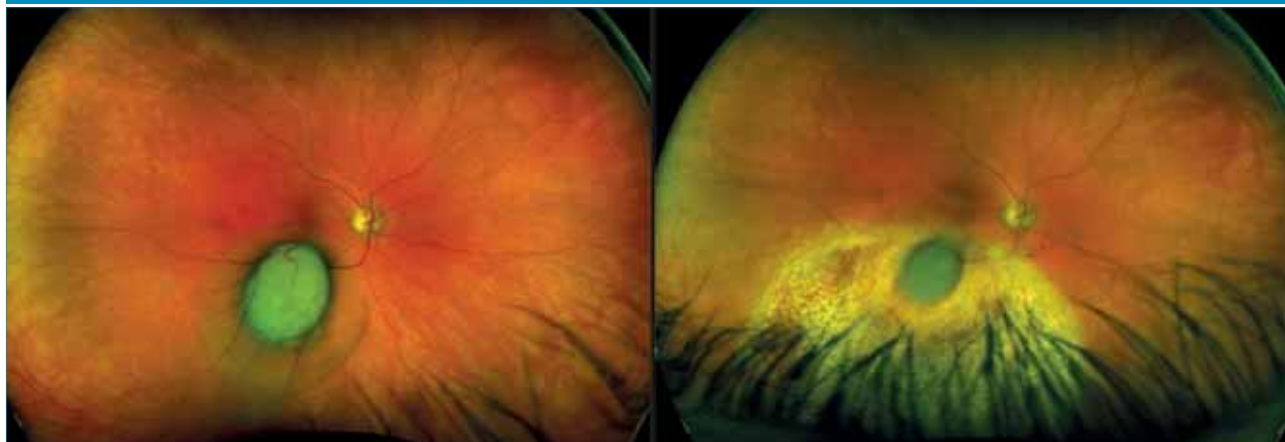
nagyméretű uveamelanoma fordult elő a két év során. 2015-ben TTT-kezelést 7 betegnél, brachyterápiát 63, míg enucleációt primeren 17, szekunderen 16 esetben végeztünk. 2016-ban TTT-kezelésre 4, brachyterápiára 61, míg enucleációra primeren 25, illetve szekunder módon 5 alkalommal került sor.

Az uveamelanoma jellemzője a korai, hematogén úton adott metasztázis. Leggyakrabban a májba ad áttétet (89%), de a tüdőbe (29%), csontba (17%), bőrbe és a subcutan szövetekbe (12%), valamint a nyirokcsomókba (11%) is szóródhat. Irodalmi adatok szerint a betegek kb. 50%-ában alakul ki metasztázis a diagnózistól számított 10 éven belül a kezelés típusától függetlenül (3). Saját beteganyagunkban 2015-ben a 11 éves követés során 23 beteg esetében jelent meg áttét, ami 27,7%-os előfordulásnak felelt meg, és 14 beteg halálozott el, ez 16,8%. 2016-ban a 10 éves követés során 21 beteg esetében került felfedezésre metasztázis, amely 23,3%-os előfordulást jelentett, és 15 páciens halálozott el, ami 16,6%-os mortalitásnak felelt meg. A vizsgált betegeknél a metasztázis a primer tumor diagnózisától számítva 1-8 év múlva került felfedezésre. Összesítve a két év eredményét 44 betegnél észleltünk áttétet, ami 25,4%-ot jelent, és 28 beteg hunyt el, amely 16,2%-os halálzási arányt eredményezett. A kisméretű tumorok esetén a metasztázis és a halálozás is 6,45%-nak adódott, míg közepes nagyságú daganatok esetében mindkét szám rosszabb arányt mutatott: az áttét 24,1%, míg a halálozás 12% volt. Nagyméretű daganatok esetében egyértelműen rosszabb volt a kimenetel: 37,3%-ban jelent meg metasztázis, és a mortalitás 28,8%-nak adódott.

Jövőbeli célok és lehetőségek – a brachyterápián túl

Elődeink céljait és nemes gondolatát Magyarországon az intraokuláris tumorellátásban tevékenykedők

3. ábra: Chorioidea-melanoma széles látószögű funduskamerán besugárzás előtt és után



magukénak érzik: a szemgolyót és ha lehetséges, akkor értelmezhető látást is megmenteni. Több, mint egy évszázada született meg a gondolat, hogy az intraokuláris daganatos szemeket megmentjük úgy, hogy közben a daganatot elpusztítjuk. Ebben az évben, azaz 2026-ban 40 éves jubileumát ünnepeljük annak, hogy Magyarországon is képesek vagyunk betegek százait sikeresen kezelni (3. ábra). A nagyméretű (7 mm feletti) daganatokra azonban nem hozott megoldást a brachyterápia, az egyetlen megol-

dás továbbra is a szemgolyó eltávolítása maradt. A modern, fejlődő medicinában azonban jelenleg is azon dolgozunk, hogy minél kevesebb páciensen kelljen csonkoló műtétet végezni. Ezen elvet szem előtt tartva hazánkban immár harmadik éve újabb szemgolyót megőrző eljárást végzünk a daganatos betegek körében: 2023 decembere óta elérhető a külső sugárkezeléssel kombinált endorezekció. Ez az új eljárás megfelelően megválasztott helyzetekben megoldást nyújthat a nagyméretű daganatok esetében is, őseink,

mestereink célját tovább öregbítve: megőrizni a szemgolyót.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetünket fejezzük ki Kolozsvári Lajos professzor úrnak és Lampé Zsolt igazgató úrnak, akik emlékeikkel, személyes történeteikkel hozzájárultak ahhoz, hogy cikkünk történelmi esszenciája megszülethessen. Továbbá emlékül ajánljuk Berta András professzor úrnak, aki az első műtétet végezte hazánkban, és jelentős szerepe volt abban, hogy ez az eljárás elérhetővé váljon a magyar betegek számára.

IRODALOM

1. Anguita R, Kiilgaard JF. Endoresection of choroidal melanoma: practical and safety considerations. *Eye (Lond)* 2025. július; 39(10): 1875–7. <https://doi.org/10.1038/s41433-025-03827>
2. ESCRS – OCULAR TUMOURS [Internet]. [idézi 2026. március 9.]. Elérhető: <https://escrs.org/eurotimes/ocular-tumours/>
3. Jager MJ, Shields CL, Cebulla CM, Abdel-Rahman MH, Grossniklaus HE, Stern MH, et al. Uveal melanoma. *Nat Rev Dis Primers* 2020. április 9; 6(1):1–25. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0158-0>
4. Kaliki S, Shields CL. Uveal melanoma: relatively rare but deadly cancer. *Eye (Lond)*. 2017. február; 31(2): 241–57. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.275>
5. Lommatzsch PK. Results after beta-irradiation (¹⁰⁶Ru/¹⁰⁶Rh) of choroidal melanomas: 20 years' experience. *Br J Ophthalmol* 1986; 70(11): 844–51. <https://doi.org/10.1136/bjo.70.11.844>
6. Moore RF. CHOROIDAL SARCOMA TREATED BY THE INTRAOCULAR INSERTION OF RADON SEEDS. *Br J Ophthalmol* 1930. április; 14(4): 145–52. <https://doi.org/10.1136/bjo.14.4.145>
7. Moshfeghi DM, Moshfeghi AA, Finger PT. Enucleation. *Surv Ophthalmol* 2000; 44(4): 277–301. [https://doi.org/10.1016/s0039-6257\(99\)00112-5](https://doi.org/10.1016/s0039-6257(99)00112-5).
8. Pe'er J. Ruthenium-106 brachytherapy. *Dev Ophthalmol* 2012; 49: 27–40. PubMed PMID: 22042011. <https://doi.org/10.1159/000328254>
9. Pors LJ, Marinkovic M, Deuzeman HH, Vu THK, Kerkhof EM, van Wieringen-Warmenhoven KM, et al. Clinical outcomes and risk factors for local failure and visual impairment in patients treated with Ru-106 brachytherapy for uveal melanoma. *Clin Transl Radiat Oncol* 2025. május; 52: 100939. <https://doi.org/10.1016/j.ctro.2025.100939>
10. Szemészet 1989; 126(1–4.). (Könyvtár) Hungaricana [Internet]. [idézi 2026. március 2.]. Elérhető: https://library.hungaricana.hu/hu/view/Szemeszet_1989/?pg=71&layout=s
11. Walpole S, Pritchard AL, Cebulla CM, Pilarski R, Stautberg M, Davidorf FH, et al. Comprehensive Study of the Clinical Phenotype of Germline BAP1 Variant-Carrying Families Worldwide. *J Natl Cancer Inst* 2018; 110(12): 1328–41. <https://doi.org/10.1093/jnci/djy171>