

ÖSSZEFOGLALÓ KÖZLEMÉNY

A hadronterápia ápolási vonatkozásai

DR. HIRDI Henriett Éva PhD, DR. BARNAFÖLDI Gergely Gábor PhD

ÖSSZEFOGLALÁS

A hadronterápia egy innovatív terápiás kezelés a rák elleni küzdelemben. A hadronterápiában erősen kölcsönható részecskék, például protonok vagy ionok nyalábjait használják a rák kezelésére. Mivel a proton- vagy ionnyalábok nagyon pontosan fókuszálhatók, így kiválóan alkalmasak a mélyen fekvő vagy a kritikus szervek közelében elhelyezkedő daganatok kezelésére. Európában már számos központ kínál hadronterápiát, de Magyarországon jelenleg még nincs ilyen intézmény, annak ellenére, hogy itt is egyre több daganatot diagnosztizálnak. A magyar betegek hadronterápiás kezeléseket az Európai Unió belüli mobilitási szabályok vagy a magán-egészségbiztosítás alapján vehetnek igénybe. Jelen áttekintés célja, hogy bemutassa a hadronterápia jelenlegi helyzetét ápolási szempontból.

Kulcsszavak: hadronterápia, protonterápia, szénion-terápia, részecsketerápia, ápolás, családi hatás, életminőség

Hadrontherapy from a Nursing Perspective

Henriett Éva HIRDI PhD, Gergely Gábor BARNAFÖLDI PhD

SUMMARY

Hadrontherapy is an innovative treatment to fight against cancer. In hadrontherapy, beams of strongly interacting particles such as protons or ions are used to treat cancers. Because beams of protons or ions can be very precisely focused, they are well suited to treating deep-seated tumours or those located close to critical organs. There is an unequal access to hadrontherapy facilities in Europe. Many centers in Europe already offer hadron therapy, but there is currently no such institution in Hungary, despite the fact that more and more tumors are being diagnosed here. Hungarian patients can access hadrontherapy treatments according to the intra-EU mobility rules or private health insurances. This review aims to introduce the current status of hadrontherapy from a nursing perspective.


Keywords: hadron therapy, proton therapy, carbon ion therapy, particle therapy, nursing, family impact, quality of life

DR. HIRDI Henriett Éva PhD
címzetes főiskolai docens,
területi gyakorlatvezető,
egyetemi okleveles ápoló,
Semmelweis Egyetem
Egészségtudományi Kar,
Ápolástan Tanszék, Budapest
alapellátásért felelős alelnök,
Magyar Egészségügyi Szak-
dolgozói Kamara Országos
Szervezete, Budapest
ORCID-azonosító:
0000-0003-2159-1025

DR. BARNAFÖLDI Gergely
Gábor PhD kutatócsoport-
vezető, fizikus-csillagász,
Wigner Fizikai Kutatóközpont,
Elméleti Fizikai Osztály,
Nehézion-fizikai Kutatócsoport,
Budapest
magyar képviselő, CERN
ALICE Kísérleti Együttműködés,
Genf, Svájc
ORCID-azonosító:
0000-0001-9223-6480

Levelező szerző

(Corresponding author):
DR. HIRDI Henriett Éva
E-mail:
hirdi.henriett@gmail.com

 | Hungarian | <https://doi.org/10.55608/nover.35.0014> | www.eLitMed.hu

Beérkezett: 2022. augusztus 12.
Elfogadva: 2022. augusztus 15.

Bevezetés

Köztudott, hogy világszerte növekszik a daganatos megbetegedések száma. A WHO Global Cancer Observatory előrejelzése alapján, míg 2025-re 21,9 millió, addig 2040-re pedig már 30,2 millió új daganatos megbetegedés prognosztizálható, amelyekből közel 20% Európához köthető (Globocan, 2022).

A rák az egyik legnagyobb mortalitású összetett betegség, amelynek primer oka a beteg saját sejt-

jeinek szabályozatlan osztódása. Korai felismerése nehéz, hiszen nem egy idegen kórokozót kell azonosítani a páciensben, hanem a saját sejtjei között a hibásan osztódókat. Sok esetben a rák kezdetben tünetmentes és a betegség nehezen diagnosztizálható, pedig a kezelésében a legfontosabb éppen az időfaktor, amely lehetőséget adhat arra, hogy minél több terápiából választhasson az onkológus. Megfelelő célzott rákgyógyítás csak összetett komplex terápiával történhet, előrehaladtával a kezelési módszerek alkalmazhatóságának lehetősége pedig csök-

ken. Rosszindulatú daganatok esetében az invazív műtéti eljárás, a kemoterápia és a különböző fajta sugárkezelések fegyvertárából dolgoznak az onkológiai teamek.

Sok esetben a rosszindulatú daganat elhelyezkedése olyan, hogy például létfontosságú (lágyszervek között mélyen alakul ki, így túl kockázatos a műtéti eljárás. Ilyenkor a hagyományos sugárterápia sem segíthet, hiszen a besugárzás több egészséges részben okoz kárt, mint amennyit használ a beteg terület roncsolásával. Ezekre az esetekre ad gyógyulási lehetőséget egy speciális eljárás, a hadronterápia, amely bemutatása jelen cikk célja – kitérve az ápolási szempontokra.

Hadronterápia

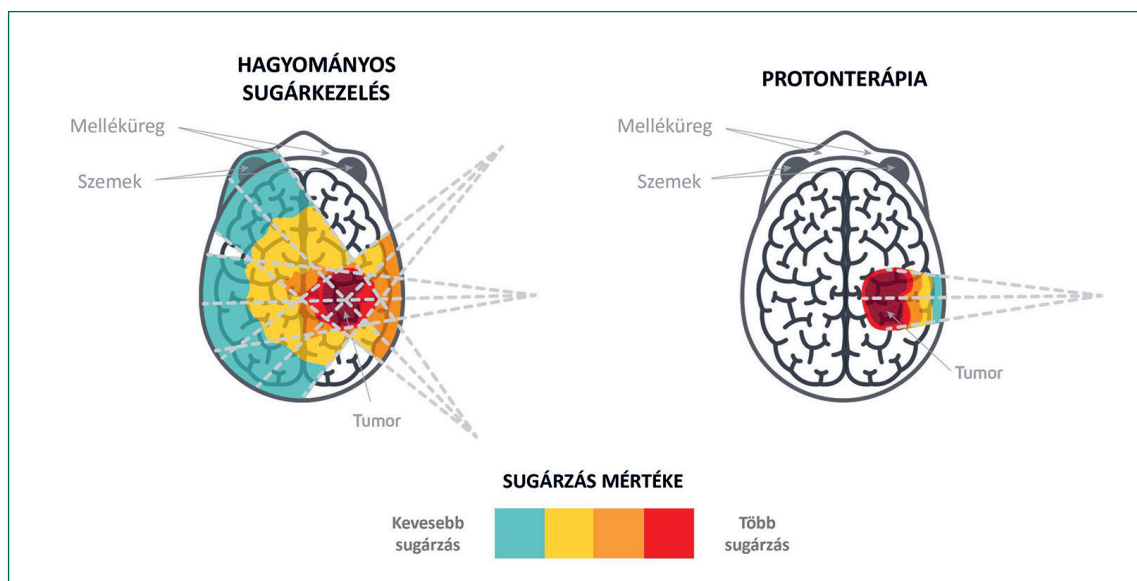
A részecskefizika egyik legkorábban alkalmazott módszere, hogy valamilyen sugárzással „átvilágítva” vizsgált tárgyakat és élőlényeket nem invazív módon (1. ábra) (Röntgen, 1895). Példaként tekinthetjük a jól ismert és elterjedten alkalmazott röntgensugárzást a gyógyászatban: mind a diagnosztikában, mind pedig a rák hagyományos sugárkezelésében. A röntgensugárforrás és kapcsolódó technológia egy évszázada még unikumnak számított, ma pedig már standard felszerelés akár egy kisebb fogászati rendelésben is. Az eljárás része a rendszeres tudósűrűségeknek, ambulanciás kezeléseknél, nagy testvére, a komputertomográf (CT) pedig szinte minden nagyobb kórházban megtalálható. Miben különbözik akkor ettől a hadronterápia, amely felfedezésének és 1954-ben történt első gyógyászati alkalmazásának tekintetében nem új eljárás, azonban csak az utóbbi évtizedekben jelent meg dedikáltan a rákgyógyításban?

A hadron egy összefoglaló név, a részecskefizikából ered és a világot alkotó részecskék egy fajtájára utal. Ilyenek a protonok, neutronok vagy az atomok magjai – a legelső egyúttal a hidrogénatom magja, ami éppen egy proton. Nehezebb atommagok esetében szokás ionnak is nevezni őket, hiszen az atomokról eltávolítják az összes negatív elektront, ami által pozitív ionokká válnak. A hadronok tehát többnyire pozitívan töltött nehéz részecskék. A terápiás eljárásban leggyakrabban alkalmazottak: proton, héliumion, szénion. Ennek megfelelően a terápiák elnevezése, az alkalmazott részecsketípustól függően: protonterápia, héliumion-terápia, szénionterápia. A szakirodalomban ezeket szokás összefoglalóan hadronterápiának nevezni, de elfogadott (igaz pontatlanabb) összefoglaló név a részecske-terápia is. Hadronterápia során a beteg szöveteket roncsoljuk besugárzással. Felmerülhet, hogy miért jobb ez, mint az elterjedtebb (röntgen)sugárterápia?



1. ábra: Wilhelm Röntgen által 1895-ben készített első kép felesége kezéről (URL1)

A röntgensugárzás előállításához alkalmazott röntgenberendezés nagy energiájú fotonokat, azaz a szemünkkel nem látható nagyon nagy energiájú elektromágnes-hullámot, „fényt” hoz létre, amelyet egy, a beteg mögött elhelyezett fotólemez vagy digitális képalkotó eszköz érzékel. A röntgenképalkotás egyszerűsége abban rejlik, hogy nagy a sugárzás áthatolóképessége, így a besugárzott területet (például egy beteg testrészletét) a sugárnyaláb teljesen átvilágítja. Ha valami nagyobb sűrűségű anyag kerül a röntgensugárzás útjába, abban részben elnyelődik és így válik láthatóvá a röntgen-„árnyképen”, például implantátum, csont, daganat. Ha sugárkezelés során egy kiválasztott beteg területre akarjuk irányítani, akkor ezt úgy tehetjük csak meg, hogy azt a részt, ahová nem szeretnénk, hogy eljusson, egyszerűen kitakarjuk valami nagy sűrűségű anyaggal (például ólomköpennyel, ólomárnyékolókkal). Magát a röntgensugarat nem tudjuk irányítani – hasonlóan például egy lézermutató fényéhez, csak azt a területet tudjuk csökkenteni, ahová sugároz. Ebből következik az is, hogy amikor rákkezelés zajlik, akkor nemcsak a célterületet sugarazzák, hanem az előtte és utána található szöveteket is. A hagyományos sugárkezelés problémája éppen ez, hogy mondjuk egy gerincoszlop mögötti lágyszerv kezelése csak az előtte/mögötte lévő szervek együttes besugárzásával történhet, károsítva azokat is.



2. ábra: Illusztráció, ami jól szemlélteti a protonterápia előnyét a hagyományos sugárterápiához képest (URL2)

A hadronterápia esetében a protonok, hélium- vagy szénionok szövetbeli elnyelődése más jellegű, mint a röntgensugaraké. Itt a részecskék sugárzása jól fókuszált, milliméternél is kisebb átmérőjű nyálbként érkezik a pácienshez. A beteg terület besugárzása így sokkal pontosabb szkenneléssel történik. A fő előny azonban nem csak ez, hanem hogy minél nehezebb a részecske, annál élesebben fókuszálható a roncsolási mélység, szintén a milliméter tört részének pontosságával. Mit is jelent ez? Ha ismert egy daganat helye (például korábbi CT-berendezéssel mérve), akkor egy protonnyalákkal egy nagyon pontos háromdimenziós besugárzás és roncsolás lehetséges (**2. ábra**). Ez a nem invazív eljárás lehetővé teszi tehát olyan esetekben a daganat kezelését, amely

más módon nem elérhető (Degiovanni & Amaldi, 2015). Az **I. táblázat** tartalmazza azokat az eseteket, amelyekre szokásosan alkalmazott az eljárás.

Hadronterápiás központok

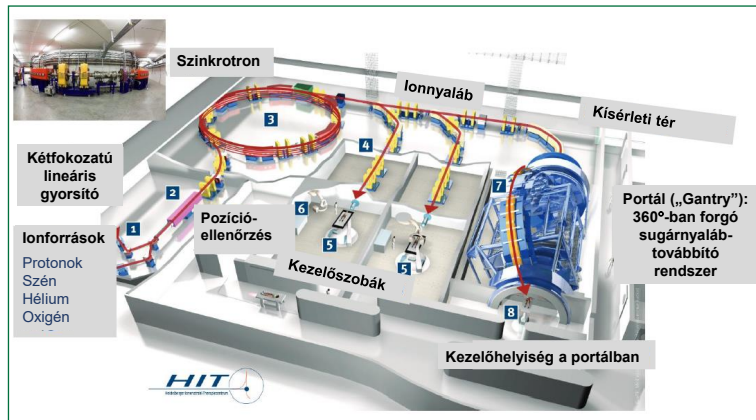
Robert „Bob” Wilson tekinthető a hadronterápia atyjának 1946-ban írt tanulmánya alapján. Benne merült fel az ötlet, hogy a mélyen elhelyezkedő daganatok kezelésére alkalmazhatók lennének a protonok (Wilson, 1946). A hadronos besugárzás gyógyászati alkalmazása ezt követően az 1950-es évektől lett ismert (Degiovanni & Amaldi, 2015).

Adja magát a kérdés, hogy ha ilyen régóta ismerjük, akkor miért nem alkalmazott általánosan? En-

I. táblázat: A hadronterápia fő indikációi, a sugárérzékeny struktúrákkal övezett lokálisan növekvő tumorok (Grau et al., 2020; Loap et al., 2021; Luo et al., 2021; Hideghéty, 2012)

Szemészeti daganatok	uveális, írisz- és kötőhártya-melanoma; haemangioma
Koponyaalapi daganatok	elsődleges koponyaalapi daganatok másodlagos infiltráció intracranialis daganatokból
Fej-nyaki daganatok	orr-garat daganat, orrmelléküreg-daganat, adenoid cisztás karcinóma, fültömírigy-karcinóma, lágyszövet-szarkómák
Nem mozgó extracranialis (paraspinalis, retroperitonealis, sacralis) daganatok	chondrosarcoma, chordoma, osteosarcoma, lágyszövet-szarkóma
Intracranialis és gerincdaganatok	alacsony fokú glioma, ependymoma, medulloblastoma, meningioma, chordoma, chondrosarcoma, neuroblastoma, alacsony fokú glioma, NOS
Prosztatadaganat	prosztatákarcinóma
Mellkasi daganatok	emlődaganat, tüdődaganat, thymoma
Gyermekkori daganatok	az előbbieken felsorolt indikációk és más gyermekkori daganatok, például rhabdomyosarcoma, primitív neuroectodermális daganatok, atipikus teratoid/rhabdoid daganatok, Ewing-szarkóma

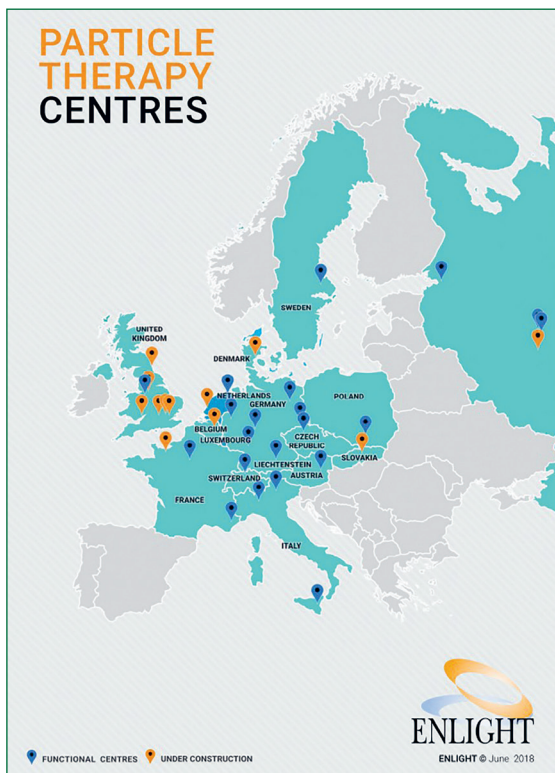
nek egész egyszerűen technológiai okai vannak. A pontos besugározáshoz szükséges hadronnyaláb előállítás az atommagkutatásban és a részecskefizikában alkalmazott részecskegyorsítókval lehetséges. Ezek a berendezések a kezelőszobákkal együttesen már beférhetnek akár egy nagyobb méretű dedikált rendelőintézet területére is. Történetileg azonban az első hadronterápiás kutatások és kezelések a nagy, atommagkutatási célra épített részecskegyorsítók mellett indultak (Degiovanni & Amaldi, 2015). A sikerek nyomán a múlt század második felében elkezdődött a dedikáltan gyógyászati célú hadronterápiás központok építése (Durante et al., 2017; Dosanjh et al., 2018; Wang et al., 2021). Napjainkban világszerte mindegy 140 hadronterápiás központ működik, ebből Európában 38 (3. ábra) (PTCOG, 2022). Az Amerikai Egyesült Államokban napjainkban 42 hadronterápiás eszközzel van lehetőség a fentebb említett kedvező dozimetriai előnyökkel járó protonterápiás lehetőséget igénybe venni. Jelenleg ez a gyermekbetegek kezelésében a legkedveltebb sugárterápiás módszer



4. ábra: A hadronterápiás központ szerkezete (Heidelberg Ion Beam Therapy Center, 2012)



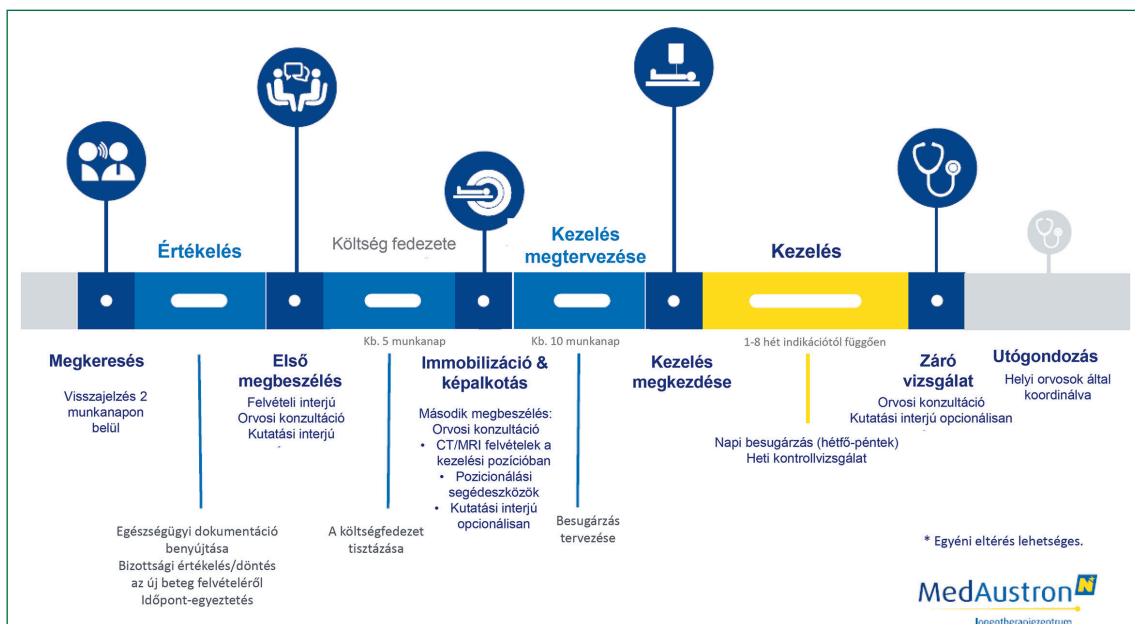
5. ábra: Az első páciens kezelése a vadonatúj leuveni protonterápiás központban 2020 nyarán (URL3)



3. ábra: A hadronterápiás központok eloszlása Európában 2018-as adatok alapján (ENLIGHT, 2018)

(Boik & Hall, 2020). Hazánkban jelenleg nincs ilyen központ – noha igény lenne rá, hiszen Magyarország, sajnos, vezető helyen van az Európai Unióban a rákos megbetegedések számában, fajtáiban és a halálozás tekintetében is (Eurostat, 2022).

Egy mai modern hadronterápiás központ szerkezete a 4. ábrán látható. Ez a heidelbergi HIT intézet szerkezetét mutatja be. Protonnyalábos kezelés esetén az ionforrás állítja elő a protonokat, amelyek a központ lelkébe, a kör alakú részecskegyorsítóba jutnak. Itt több millió kör után érik el a végső energiájukat (60–480 MeV/u), majd a nagyenergiás protonokat a kezelőhelyiségbe vezetik. Az egyszerűbb esetekben a páciens itt csak a nyaláb elé áll vagy ül – ehhez csak a falon elhelyezett nyalábcső elé kell precízen beállítani a beteget. Az összetett esetekben egy multidimenziós ágyra fektetik le a páciens, speciális rögzítő maszkkal rögzítik a testét, és a nagyenergiájú nyalábot egy többméteres mágnessel irányítják a kezelt területre (5. ábra).



6. ábra: Az ellátási folyamat a bejelentkezéstől az utógondozásig a MedAustron-ban, ami az alsó-ausztriai Wiener Neustadtban található (URL4)



7. ábra: A gyermekek számára színes, hercegnős és szuperhős témájú stabilizálomaszkokat készítenek, hogy ily módon is bátorságot adjanak a kezeléshez (URL5)

A páciens oldaláról nézve a hadronterápia járóbeteg-ellátás. Amennyiben a páciensnek olyan megbetegedése van, ami eredményesen gyógyítható hadronterápiával, akkor a bejelentkezéstől számított körülbelül három hét múlva akár már meg is kezdődhet a kezelés. A teljes ellátási folyamatot a bejelentkezéstől az utógondozásig a **6. ábra** szemlélteti. Ha már rendelkezésre áll a kezelési terv, akkor a tényleges napi kezelési idő közel egy órát vesz igénybe, a teljes terápia egy-nyolc hétig tart, az indikációtól függően. A kezelésre történő megérkezés után általában egy gyors betegadat-felvétel történik, majd a páciens egyeztet a radiológussal, ahonnan a megfelelő kezelőszobába irányítják. Itt felhelyezik a kezelendő testrésze elkészített stabilizálomaszkot

(**7. ábra**), majd 5-30 perc után kész is a kezelés. Tekintettel arra, hogy az eljárás nem invazív, és ballisztikus pontossága miatt a lehető legkisebb a környező szövetek károsodása, így a besugárzás utóhatása is sokkal alacsonyabb.

Egyes országokban úgynevezett „elosztott kompetencia és a megosztott irányítási együttműködés modell” szerint épül fel a rendszer. Így működik például Svédországban az ellátás, ahol van egy protonszugárterápiás (PBT) klinika és hét egyetemi kórházhoz kapcsolódó sugárterápiás osztály. Itt a helyi kórházakban történik a betegek felkészítése a kezelésre, itt állítják össze a dóziselosztási tervet és készítik el az immobilizálást biztosító eszközt. Majd mindezeket átszállítják a klinikára, ahol a páciens PBT-kezelése megvalósul. Ezt követően a nyomon követés már ismét a helyi kórház feladata. Természetesen ehhez szoros együttműködés szükséges a részt vevő szakemberek, intézmények között (Langegård et al., 2019).

A hazai szempontból a hadronterápiához kapcsolódó kutatás-fejlesztések egyik zászlóshajója a nagyenergiás mag- és részecskefizikai kutatásokat folytató Wigner Fizikai Kutatóközpont, amely a norvégiai Bergeni Egyetemmel együttműködve egy új, speciális orvosi diagnosztikai eszköz, egy proton-CT kifejlesztésében vesz részt (Bergen pCT, 2022; Alme, 2020). Ez a berendezés az Európai Részecskefizikai Kutatóközpont (CERN) ALICE Kísérleti Együttműködésében kifejlesztett technológiára épül (ALICE, 2022). E csoportok tagja jelen cikk egyik szerzője (Barnaföldi, 2020).

Hozzáférési lehetőség

A páciensek a külföldön elérhető hadronterápiás kezeléseket az Európai Unió belüli mobilitási szabályok, kétoldalú megállapodások vagy magán-egészségbiztosítások alapján vehetik igénybe. A NEAK honlapján található információ alapján a *határon átnyúló egészségügyi ellátásra vonatkozó betegjogok érvényesítéséről szóló 2011/24/EU-irányelv* átültetése új lehetőséget teremtett a páciensek számára a külföldi gyógykezelések igénybevétele tekintetében. Hazánkban a *külföldön történő gyógykezelések részletes szabályairól szóló 340/2013. (IX. 25.) kormányrendelet* szabályozza az igénybevétel rendjét, amelynek legfőbb szabálya, hogy (méltányossági) kérelmet kell benyújtani, amelynek elbírálása hatósági eljárás keretében történik, az ellátás orvosszakmai indokoltságát független szakértő állapítja meg. Abban az esetben, ha a kért külföldi ellátás hazánkban a társadalombiztosításba nem befogadott és finanszírozott, akkor a kérelmezőnek az úgynevezett „*reális egészségnyereséget*” is bizonyítania kell (NEAK, 2022).

Fentiek alapján tehát egyáltalán nem lehetetlen a magyar páciensek számára, hogy az EU-n belül hadronterápiában részesüljenek. Dr. Hideghéty Katalin és munkatársai beszámolója alapján a Szegedi Tudományegyetem, Onkoterápiás Klinika például már több páciens tekintetében is sikeresen kérvényezte, egyedi méltányossággal a szomszédos országokban elérhető hadronterápiát (Hideghéty et al., 2019).

Ugyanakkor, ha valaki meg is kapja az engedélyt, hatalmas összegeket emészthet fel a külföldi kezelés, hiszen egyrészt az irányelv alapján az igénybe vett külföldi gyógykezelés költségét a páciensnek meg kell előlegeznie, másrészt kizárólag az ellátás magyarországi belföldi költségmértékének utólagos megtérítésére tarthat igényt (NEAK, 2022).

Emellett egyes magán-egészségbiztosítók is kínálnak már olyan biztosítási termékeket, amelyek például a daganatos megbetegedések külföldi ellátását finanszírozzák meg. Ezenkívül amennyiben a családi költségvetés engedi, privát páciensként is igénybe lehet venni a külföldi intézmények által nyújtott kezelési lehetőséget. Egyes intézmények honlapján lehetőség van akár arra is, hogy a páciens közvetlenül küldje meg egészségügyi dokumentációját annak érdekében, hogy az ott alkalmazott radioonkológusok megvizsgálják, egyáltalán kezelhető-e hadronterápiával az adott eset. Gyermekek esetében azonban általában nincs lehetőség önállóan beküldeni a kezelési kérelmet. Ilyenkor gyermekonkológiai centrumon keresztül kell kapcsolatba lépni a hadronterápiás kezelhetőség egyeztetése céljából.

Hadronterápiás kezeltek ápolása

A kezelés előtti időszakban a legfontosabb ápolási tevékenység a páciens- és családottatás. A páciens és családját mint egységes egészet kell kezelni. Tudni szeretnénk, hogy a kezelés során mire számíthatnak, mire készüljenek fel. Egyes intézményekben az ápoló az első személy, akivel találkozik a páciens az első vizit alkalmával, és ő az, akivel bejárhatják az intézményt, megnézhetik a kezelőhelyiségeket. E találkozás során olyan információkkal kell szolgálni, amelyek elősegítik, hogy a páciens jobban megismerhesse az eljárást, amely csökkenti a szorongását (URL6; Ruppert, 2011).

A kezelés alatti időszakban a páciens támogatása a mellékhatások kezelésében kulcsfontosságú ápolási feladat (Ruppert, 2011). Habár a hadronterápiának alapvetően alig van mellékhatása, mégis ritkán előfordulnak a sugárterápiára jellemző mellékhatások, és ezek a besugárzott testrésztől függenek.

Tehát a páciensek tüneteinek menedzselése az, ami kihívást jelenthet, mivel a tünetek a daganat méretétől és elhelyezkedésétől, illetve az alkalmazott terápiától függően változhatnak. Az onkológiai kutatások során alaptünetcsoportként a következőket azonosították: fáradtság, álmatlanság, fájdalom, étvágytalanság, kognitív problémák, szorongás, hányinger, depresszió, székrekedés, hasmenés és bőrreakció. E tünetek gyakoriságának, intenzitásának és a szorongás felmérése érdekében került nemrég kidolgozásra egy betegek által kitöltendő kérdőív, a *Radiotherapy-Related Symptoms Assessment Scale (RSAS)*. Alkalmazásának nagy előnye, hogy miközben a kitöltése kevés erőfeszítést igényel a betegtől, addig ez a „*Sugárterápiával kapcsolatos tünetek értékelési skála*” gyorsan és hatékonyan jelentős információkat nyújt az ápolóknak a tünetekről, a kezelés mellékhatásairól. A skála segítségével 13 tétel vizsgálható: fáradtság, álmatlanság, fájdalom, étvágytalanság, nehézlégzés, kognitív károsodás, aggodalom, szorongás, hányinger, szomorúság, székrekedés, hasmenés és bőrreakciók. A páciens aktív bevonása a tünetek felmérésébe javítja az együttműködést, a partneri viszony kialakítását, másrészt a skála alkalmazása segíti az ápolót megfelelő ápolási terv kidolgozásában, amellyel így jobban alkalmazkodhat a tünetekhez (Langegård et al., 2021).

Egyes helyeken a sugárkezelésen átesett betegeknél – hasonló célból – az Edmonton Symptom Assessment System (ESAS) kérdőívet vagy annak felülvizsgált változatát (ESAS-r-CSS) alkalmazzák, amelyből az alapkérdéssort 1991 óta használják elsősorban palliatív környezetben a betegek tüneteinek szisztematikus monitorozására (Palm et al., 2020).

A hadronterápiában részesülők arról számolnak be, hogy a fáradtság, hányinger és fájdalom tünetei a kezelés előremenetele során (hat hét után) fokozódnak. Szignifikáns növekedés érzékelhető más tünetek, például a nehézlégzés, álmatlanság, étvágy-csökkenés, székrekedés és hasmenés tekintetében is. Emiatt a páciensek szakmai segítséget, támogatást, oktatást várnak az egészségügyi szakemberektől (Langegård et al., 2019).

A tünetek csökkentése szempontjából kiemelt szerepe van a megfelelő táplálkozásnak és a fizikai aktivitás javításának is. Éppen ezért a kezelési időszak alatt a tünetek kezelése érdekében érdemes dietetikust és gyógytornászt is bevonni a terápiás folyamatba, esetleg a páciensek számára csoportos tevékenységet szervezni (Langegård et al., 2019).

A bőrreakció a sugárterápia gyakori mellékhatása. A legtöbb esetben a tünetek enyhék, emiatt kevésbé fókuszálnak erre, hiszen nem ez a legrosszabb panasz a kezelés alatt. A bőr megfigyelése során előfordulhat duzzanat, bőrpír, pigmentáció, hámlás, fekélyesedés. A páciens általában fájdalomként, melegségként, égő érzésként és bőrviszketésként érzékeli a tüneteket. Mivel a protonterápia jelentősen csökkentheti a környező egészséges szövetek és szervek nemkívánatos dózisait, és ezáltal csökkenti az akut és késői toxicitás kockázatát, sokan tévesen úgy gondolják, hogy a bőrreakciók is csökkennek. Ezzel szemben a protonterápiában részesült páciensek 89%-ánál jelentkezik valamilyen bőrreakció. Egy héttel a protonterápia megkezdése után általában még csak azoknál jelentkezik bőrreakció, akik magasabb összsugárdózist kapnak. Azonban a kezelés előrehaladtával, körülbelül a terápiás időtartam felénél, már minden második páciens bőrreakcióról számol be, és körülbelül 10–20%-uk szorong is emiatt. Éppen ezért fontos lenne a bőrreakciók megelőzése, habár erre a mai napig nincs evidencián alapuló jó módszer. A bőrtünetek figyelemmel kísérése, értékelése nem hanyagolható el. A páciensek bevonása a tünetek értékelésébe kiemelten fontos, mert a klinikusok általában az objektív tüneteket veszik figyelembe, míg a páciensek az objektív és szubjektívet is. A szubjektív (nem megfigyelhető) tünetek pedig korábban jelentkezhetnek, mint a megfigyelhető jelek, így a páciens már a jelek megjelenése előtt jelezni tudja problémáját (Möllerberg et al., 2021). Általában sugárterápiák esetén javasolt olyan bőrápoló termékek használata, amelyek hidratálják a teljes kezelési területet, de figyelmeztetni kell a pácienseket arra, hogy a kezelés előtt két órával kerüljék a használatukat, mert súlyosbíthatják a sugárzás okozta bőrirritációt (Ruppert, 2011).

A kezelés után a mindennapi életbe való visszatér-

rés szintén kihívást jelenthet a páciensek és családtagjaik számára. A családok néha azt várják, hogy a páciens „lépjen túl rajta” és „menjen tovább az életben”, ugyanabban az ütemben folytassák a megszokott életüket, mint a diagnózis felállítása előtt (Ruppert, 2011).

Az érzelmi támogatás nyújtása, a beteg pszichés vezetése szintén alapvető jelentőséggel bír. Már önmagában a rákdiagnózis félelmet, bizonytalanságot és szorongást okoz. E mellé társul még az idegen környezet, a kezelés kimenetelének bizonytalansága, a betegség családi életre kifejtett kedvezőtlen hatása, illetve a felmerülő pénzügyi és bürokratikus nehézségek miatti aggodalom, szorongás. Az empátia meghallgatásra időt kell szánni. Emellett ebben a helyzetben az ápolónak útmutatást, bátorítást és problémamegoldó támogatást kell nyújtania a pácienseknek és családtagjaiknak, hogy eligazodjanak az egészségügyi ellátórendszerben és a kezelés folyamatában (Ruppert, 2011).

Előzőek miatt az onkológiai betegek ápolásához elengedhetetlen a szakmai tudás, a folytonosság, a figyelmesség, a koordináció, a partnerség, az individualizáció és a gondoskodó ápolói megközelítés (Radwin, 2000).

Otthonuktól távol kezelt betegek felkészítése, támogatása

Mindazoknak, akik lehetőséget kapnak a hadronterápiára, fel kell készülniük arra, hogy esetleg az orvosi kezelés ideje alatt több hétig távol kell élniük az otthonuktól. Különösen nehéz ez, ha nagy távolságra élnek a terápiát kínáló klinikától. Sokan nem tudnak ingáznai a klinika és az otthonuk között, ezért a kezelés ideje alatt a közeli betegszállókön, szállodákban vagy apartmanokban szállnak meg. Mivel a kezelést általában napi rendszerességgel adják hétfőtől péntekig, körülbelül hat-nyolc héten keresztül, így az otthontól való távollét mintegy 43–56 napig tart. Ezekben a szállásokon nincs felügyelő egészségügyi személyzet. A páciens családtagja saját költségén kísérheti el a páciens (Möllerberg et al., 2020).

Az új társadalmi kontextushoz való alkalmazkodás időbe telhet. Az pedig, ha a páciens egyedül (önmagában) kerül ebbe az új kontextusba, távol a családtól és a szokásos társadalmi környezettől, hogy életmentő kezelésben részesüljön, nem mindig előnyös a páciensek jólléte és életminősége szempontjából. A kezelés céljából történő otthontól való távolmaradást mindenki máshogy éli meg. Általában a családtól való kényszerű elszakadás, az egyedüllét, az otthontól távol végzett kezelés a legfélelmetesebb.

Míg egyesek könnyen építenek ki új kapcsolatokat, mások elszigetelődnek és megterhelőnek találják az idegen környezetben éleést. A kérdés az, hogy ez a távolmaradás befolyásolja-e a páciens pszichés jóllétét vagy a megküzdés módját (Möllerberg et al., 2020). Arról nem is beszélve, hogy ha külföldön történik a kezelés, akkor a nyelvtudás hiánya is biztosan jelentős nehézséget fog okozni, hiszen egy ilyen kezelésre történő felkészülésnél nem elég elmutogatni vagy körbeírni a dolgokat. Ugyanakkor érdemes megemlíteni azt is, hogy néhány intézmény vállalja, hogy szükség esetén a betegnek fordítót vagy tolmácsot biztosít annak érdekében, hogy a kommunikáció hatékony és eredményes legyen, valamint, hogy a beteg, a családtagjaik és a személyzet megfelelően megértse az információkat (URL6). A szomszédos Ausztriában például betegellátási koordinátor csapat támogatja a pácienseket és családtagjaikat a terápia megkezdése előtt az olyan ügyekben, mint az utazás és a szállás. Később pedig segítenek megszokni az ismeretlen környezetet és gyorsan eligazodni a mindennapi ügyekben, mint a közlekedés, a bevásárlási lehetőségek vagy a szabadidős tevékenységek (MedAustron, 2022).

Vannak olyan páciensek, akik csak a hadronterápia megkezdése előtt aggódnak, míg mások a kezelés teljes időtartama alatt egy vagy több különböző ok miatt végig. Szorongásuk hátterében egyrészt maga a kezelés és az esetlegesen előforduló tünetek állnak (hogyan fogják érezni magukat), másrészt az új városba (néha először látott országba), új környezetbe (szállás) történő beköltözés, új emberekkel (beleértve a szállodai személyzetet, egészségügyi személyzetet és más betegeket) történő kapcsolatfelvétel áll. Felmerül bennük a gondolat, ha a családjuktól távol vannak, lesz-e bárki (akár egy másik páciens), akivel eltölthetik az időt. A betegtárs iránti vágy oka többrétű, nem akarnak egyedül lenni, és szeretnének tapasztalatot cserélni, támogatást kapni a kezeléseik lebonyolításához vagy az idő eltöltéséhez (Möllerberg et al., 2020).

A kezelés megkezdése után a páciensek leginkább már az otthoni dolgok miatt aggódnak, amiatt, hogy családjaik hogyan boldogulnak otthon nélkülük. Gyakran éreznek büntudatot, amiért nem tudnak segíteni az otthoniaknak, különösen, ha a gyermekeiktől is el kellett szakadni. Mindeközben saját diagnózisuk is növeli aggodalmukat és a jövővel kapcsolatos gondolataikat (Möllerberg et al., 2020).

Az otthon maradt családdal és barátokkal való napi kapcsolat rendkívül fontos, hiszen segít megőrizni a normális életet, értelmet ad neki. Az interperszonális kapcsolatok egyrészt csökkentik a szorongást, másrészt a család és a barátok általi támogatottság kiemelt szerepet játszik a depressziós tünetek

enyhítésében, valamint az aktív megküzdési módok támogatásában. Éppen ezért jó, ha a család a kezelési időszakra együtt készül fel, tervet készítenek, amit követni tudnak a teljes folyamat alatt. A páciensek számára javasolható, hogy naponta beszélgessenek telefonon vagy Skype-on barátaikkal, családtagjaikkal, sőt akár ily módon mesét is olvashatnak gyermekeiknek vagy közösen végezhetik el a házi feladatot. Támogatni kell a sorstársakkal (hasonló helyzetben lévő betegekkel) történő kapcsolatépítést is, pozitívan hat, ha beszélgethet olyanokkal, akik megértik, min megy keresztül. Azok a betegtársak, akik már átestek egy-két hetes kezelésen és még mindig jól kezelik a családtól való távollétet, sokat segíthetnek abban is, hogy erősítik az új pácienseket abban, hogy minden rendben lesz. Emellett tanácsokat adhatnak egymásnak a tünetek kezelésére és az azokkal való együttélésre vonatkozóan a kezelési időszak alatt. Ha a páciens ugyanabban a szállodában kerül elszállásolásra, ahol általában a többiek is meg szoktak szállni, akkor a páciensek segíthetik egymást a szállodában, illetve a szálloda személyzete is segíthet az új páciensek egymásnak történő bemutatásában (Möllerberg et al., 2020).

Ugyanakkor arról sem szabad megfeledkezni, hogy vannak olyan páciensek, akik kifejezetten pozitívan élik meg az egyedülletet, egyáltalán nem vágnak társaságra. Úgy érzik, végre több idejük jut pihenésre, csak önmagukra összpontosíthatnak és kiszabadulnak a család jelentette kötöttségek és felelősség alól. Éppen ezért nagyon fontos az egyes páciensek egyéni támogatási szükségleteinek felderítése, meghatározása (Möllerberg et al., 2020).

A terápia hatása az életminőségre

Mint az fentebb is kifejtésre került, a protonterápia nagy előnye, hogy csökkentheti az egészséges szövetek károsodásának kockázatát és egyes esetekben a daganatra megcélzott dózis növelhető, ami azt jelenti, hogy a daganat feletti kontroll is fokozódik (Schulz-Ertner & Tsujii, 2007). Számos kutatás támasztja alá, hogy ez a fajta kezelés alacsonyabb toxicitású és ezáltal jobb a páciensek életminősége, mint a hagyományos radioterápia során (Verma et al., 2018).

Ugyanakkor ez nem azt jelenti, hogy teljesen ugyanolyan életet tudnak folytatni, mint a diagnózis felállítása és a kezelés megkezdése előtt. Sokaknak nem volt korábban állandó tünete, így az újonnan megjelenő tünetek (például agydaganat miatti kezelésnél fáradtság, görcsrohamok és alvászavarok) drámai változást jelenthetnek a páciensnek. Az ápolónak fontos szerepe lehet abban, hogy támogassa a páciens az új helyzet elfogadásában. „A tünetekkel

való együttélés művészeté” az alapkonceptió, vagyis hogyan tudják menedzselni a páciensek a tüneteiket.

Miután a páciensek többsége a kezelés alatt a klinikán kívül lakik, fontos az önellátási képességük. A pácienseknek igyekezniük kell a korlátozott képességeikhez minél jobban alkalmazkodni, önmagukat megismerni, valamint új ritmust és rutinokat bevezetni a napi életvitelük folytatásához. A kezelési időszak második felében a páciensek egyre fáradékonyabbak, ennek ellenére fontos, hogy törekedjenek arra, hogy folytassák a mindennapi rutinokat, gondosan tervezzék meg napjaikat, ami kontrollt és megnyugvást adhat számukra. Tudatosítaniuk kell magukban, hogy nem megy számukra a „multitasking”, egyszerre csak egy tevékenységet tudnak végrehajtani. Ennek megszokása azért is kiemelten fontos, mert a kezelést követő hazatéréskor a munka és a család jelentette többszörös kötelezettségeiknek nem tudnak majd ugyanolyan hatásfokkal eleget tenni, mint korábban. Fontossá válik az egyes tevékenységek, feladatok prioritizálása, hogy az erőforrásaikat minél jobban tudják hasznosítani. Azt is meg kell szokniuk, hogy például „lelassulnak”, az olyan alapszükségletek kielégítése, mint a vécére történő kimenés akár háromszor annyi ideig tarthat, sőt majdhogy „tervezést” igényel. Tudatosság szükséges, hogy jó alvással, a pihenés és fizikai aktivitás közötti megfelelő egyensúly megteremtésével, napközbeni sziesztával, a rendszeres étkezéssel, és „a test jelzésének meghallgatásával” kontrollt szerezzenek a tünetek felett. Hazatértüket követően pedig el kell fogadniuk, hogy esetleg még az egyszerűbb házimunkákat (például a mosógép vagy a mosogatógép kiürítése) sem tudják elvégezni, vagy le kell mondaniuk olyan tevékenységekről (például autózézés), ami eddig hozzátartozott mindennapi életükhöz (Langegård, et al., 2020).

Gyermekek kezelésével összefüggő specialitások

Tekintettel arra, hogy a felnőttek körében jóval gyakoribbak a daganatos megbetegedések, a legtöbb gyermek beteg olyan járóbeteg-ellátásban részesül, amely nem kizárólag gyermekorvosi ellátással foglalkozik. Mindez fokozhatja az ismeretlen orvosi környezet által egyébként is kiváltott szorongást, hiszen többnyire nem gyermekbarát a környezet és nincsenek olyan szakemberek, akik speciálisan a gyermek-ellátásra kaptak felkészítést. A daganatos gyermek betegeknek az ismeretlen orvosi környezet nemcsak súlyos szorongást, hanem viselkedési nehézségeket, depressziót és poszttraumás stressz zavart is okozhat (Boik & Hall, 2020).

A terápiás központokban az előzőek miatt igyekeznek nagyobb hangsúlyt fektetni mind a gyermekek, mind pedig családtagjaik felkészítésére, oktatá-

sára. Ennek keretében lehetőséget biztosítanak a kezelési terület bejárására vagy a kezelőorvossal történő konzultáció napján, vagy egy másik külön egyeztetett időpontban. A „túrávezetéssel” pedig, ahol erre lehetőség van, ott child life specialist (CLS) szakembert bízhatnak meg (Boik & Hall, 2020; Heidelberg University Hospital, 2022). A child life specialist olyan, többnyire BSc végzettséggel rendelkező szakember, aki segít mind a gyermekeknek, mind pedig a családoknak megbirkózni a kórházi ellátás és a betegség okozta kihívásokkal (Páll et al., 2021).

A gyermekek és családjuk oktatásának lényeges része a megfelelő információkkal történő ellátás, amelyhez audiovizuális segédeszközöket, oktatóbábákat és tájékoztató füzeteket egyaránt használnak. A pszichés előkészítést és oktatást minden esetben a gyermek értelmi szintjéhez mérten végzik. Mindezek mellett egyes intézményekben rendszeresen szerveznek csoportos létesítményi túrákat, tájékoztató foglalkozásokat, bemutatják a kezelőegység modelljét, esetleg épp orvosi játékokat vagy virtuális valóságot használnak, mint oktatási platform (8. ábra). Az oktatási tevékenységben pedig orvosok, ápolók és a CLS-szakemberek egyaránt részt vesznek. Ez a fajta pszichológiai felkészítés és oktatás egyrészt segíthet a kezeléssel kapcsolatos félelmek kezelésében, másrészt elősegíti a klinikai személyzettel a kapcsolatfelvételt (nem lesznek a gyermek számára idegenek), harmadrészt a sugárterápia alatt javítja az együttműködést. Ez utóbbi pedig rendkívül fontos, hiszen a sugárterápia során nyugodtnak és mozdulatlannak kell maradniuk.

A koponyát rögzítő maszk elkészítésétől sem kell tartani, hiszen a mintavétel hasonló érzés, mintha egy meleg, nedves törülközőt tennének a gyermek arcára. Miután a maszk lehűlt, tovább igazítják, majd kivágnák a száj és a szem környékét (Boik & Hall,



8. ábra: Dr. Harrabi a heidelbergi HIT intézetben felkészíti a gyermek beteget a kezelésre (Heidelberg University Hospital, 2020)

2020; Heidelberg University Hospital, 2022). Egyes klinikákon a hőre lágyuló immobilizáló maszkra a gyerekek kedvenc filmszereplőit – Pókember, Micimackó stb. – is ráteszik, hogy a lehető legnyugodtabban éljék át a hadronterápiát (URL5; URL6). Az öt-hat év alatti gyerekeknél a kooperáció hiánya miatt ambuláns anesztéziában végzik a kezelést, ilyenkor általában a reggeli órára kapnak időpontot az éhgyomor miatt (Heidelberg University Hospital, 2022).

A gyermekek szorongásának oldása érdekében, a kezelés első napján szinte minden esetben, míg a további kezelési napokon – ha azt előnyösnek ítélik meg – többnyire az egyik szülőnek engedélyezni szokták, hogy jelen legyen, amikor a gyermeket a kezeléshez szükséges kiindulási testhelyzetbe helyezik. Emellett a szülő jelen lehet az érzéstelenítés alatt is. A szülők bevonása azért is fontos, mert gyakran a gyermek együttműködése korrelál a szülőkével (Boik & Hall, 2020).

Szintén kiemelendő a kezelés alatt alkalmazott megküzdési stratégiák széles tárháza. A legáltalánosabb megküzdési technika a zene vagy az életkoruknak megfelelő podcastok, hangoskönyvek és egyéb felvételek hallgatása. Nyugtatólag hathat az aromás illat elhelyezése a kezelőmaszkon vagy a gyermek közelében. A stresszlabda használata vagy a kedvenc plüssállat jelenléte szintén oldja a gyermek feszültségét. Néhány helyen az egészségügyi személyzet a belső kommunikációs rendszer segítségével beszél a gyermekhez, mesét olvas. Egyes esetekben mozsizeműveggel (rajzfilmnézéssel) is elterelhető a gyermek figyelme az aktuálisan zajló kezeléstről (Boik & Hall, 2020).

A kezelés ideje alatt a gyerekeket hetente megvizsgálják. Emellett a szülőket arra kérik, hogy jelezzék, ha gyermeküknél étkezési, ivási szokásaiban vagy játékviselkedésében változást észlelnek. Attól függően, hogy a gyerekek mennyire tolerálják a sugárzást, illetve a klinika milyen távolságra van a család lakóhelyétől, van olyan gyerek, aki a kezeléseket mellett szinte normális mindennapi életet él, és még iskolába is jár. Általában a gyerekek sokkal jobban viselik a hadronterápiát, mint a felnőttek. Esetükben leginkább a bőrvédelemre kell odafigyelni azon a területen, ahol a sugárzás bejut. A gyerekprogramok szervezésekor figyelni kell arra, hogy a közvetlen napsugárzás, fürdés vagy úszás nem megengedett (Heidelberg University Hospital, 2022).

Houtrow és munkatársai kutatási eredményei azt mutatják, hogy a csak hadronterápiában részesült gyerekek családjára kisebb teher nehezedik, mint azokra, ahol egyidejűleg kemoterápiás kezelés is van. Ennek ellenére bármely kezeléstről is legyen szó, nagyon fontos a gyermekek optimális életminőségének

biztosítása és a családokra gyakorolt negatív hatások minimalizálása. A kezelés alatt nem feledkezhetünk el a gyermekükért aggódó szülőkről, akik fáradtak, nyugtalanok, bizonytalanok és a kezelés megvalósulása érdekében vagy épp gyermekük aktuális egészségi állapota miatt sok mindent feladnak. Azon rágódnak, hogyan bánjanak a beteg gyermekükkel, találnak-e megfelelő gyermekfelügyeletet a másik (többi) gyermekük mellé. Vagy épp szembesülve a gyermekük betegségével, esetleg azon gondolkodnak, hogy inkább nem vállalnak több gyereket. Mindeközben gyakran úgy érzik, senki sincs, aki megértené a terheit. Éppen e negatív családi hatások miatt kell az ápolóknak tisztában lenniük azzal, hogy a családok hogyan élik meg a gyermekkori daganatok diagnosztizálását, kezelését és nyomon követését. Nemcsak a gyermek, hanem a család szükségleteit is fel kell mérni (Houtrow et al., 2012).

A családok támogatása érdekében egyes helyeken még arra is gondot fordítanak, hogy a kórházhoz kapcsolódóan ingyenesen igénybe vehető „testvér-óvodát” üzemeltessenek, ahol előzetes bejelentkezés nélkül fogadják a kezelési napokon az egészséges testvért. Ezenkívül a messziről érkező, kezelés alatt álló iskoláskorú gyermekeknek lehetőségük van a tanulmányuk folytatására is a kórházi iskolában, igazodva az otthoni iskolában tanultakhoz (Heidelberg University Hospital, 2022).

Összefoglalás

Amikor egy páciens tudomást szerez arról, hogy valamilyen daganatos betegségben szenved, akkor ő is és családtagjai is keresik, hogy milyen kezelési lehetőségeik vannak, s általában nem elégednek meg azzal az információval, amit kezelőorvosuk adott. A „Google doktor” segítségével pedig nemcsak a hazai, hanem a külföldi terápiás lehetőségeket is igyekeznek feltérképezni.

Ahhoz, hogy az egészségügyi szakemberek a felmerülő kérdésekre megfelelő válaszokat tudjanak adni, és a páciens bizalmát ne veszítsék el, nélkülözhetetlen meglévő ismereteik folyamatos bővítése, az új terápiás lehetőségek figyelemmel kísérése. Különösen fontos lehet ez az alapellátás területén, ahol a páciensek részéről szinte elvárás, hogy a háziorvos és a mellette dolgozó ápoló mindent tudjon, tanácsot adjon, illetve az egyes kezelésekre a beteget felkészítse és a terápiás folyamatot nyomon kövesse.

A *Nővér* folyóirat 1994. évi lapszámában jelent meg *Hordósné Téglás Katalin* személyes tapasztalátán alapuló „betegvallomás”, amelyet az Onkológiai Szakdolgozók I. Tudományos Kongresszusán (Zalaegerszeg, 1993. október 14–15.) adott elő. Előadásában már akkor kiemelte, egyrészt a személyre

szabott betegápolás fontosságát, másrészt a páciens meghallgatására és támogatására fordított időhiány miatt a betegek tárgyiasságát. Megfelelő tájékoztatás hiányában úgy érezte, „tudatlanul, szinte tárgyként veszünk részt a kezeléseken”. Ennek feloldására fogalmazta meg, hogy „Jó lenne, ha az orvos és a nővér egy kicsit a tanító szerepet is felvállalná, amikor elmondaná a beavatkozás lényegét, hatásait és a beteg választási lehetőségeit” (Hordósné, 1994).

Langegård és munkatársai által napjainkban végzett kutatás szintén kihangsúlyozza a megfelelő és részletes beteg-tájékoztató fontosságát. A páciensek igénylik, hogy a kezelési-gondozási folyamat különböző lépéseiről, az ellátásban való részvétel lehetőségéről, valamint az önellátásról és a tünetek megelőzésének módjáról megfelelő információkat kapjanak. Hiába kapnak high-tech kezelést, ha úgy érzik, nem kaptak megfelelő támogatást a hadronterápia alatt a tünetke-

zelésben (a fáradtsággal, álmatlansággal és szorongással összefüggésében), akkor az egész ellátás minőségét fogják alacsonyabbnak értékelni (Langegård et al., 2019). Eppen ezért a hadronterápia során a betegek oktatása, szorongásuk oldása és a tüneti kezelés támogatása minősül a legfontosabb ápolási feladatnak.

Szerzői munkamegosztás: H. H. É.: Irodalomkutatás, a kézirat megírása. B. G. G.: A kézirat megírása, szakmai iránymutatás, a kézirat kritikus átolvasása. A cikk végleges változatát mindkét szerző elolvasta és jóváhagyta.

Anyagi támogatás: A közlemény megírását, illetve a kapcsolódó kutatómunkát, a Wigner FK és a Bergeni Egyetemen közös pCT fejlesztést az NKFIH OTKA K135515 (B.G.G.) támogatja.

Érdekeltségek: A szerzőknek nincsenek érdekeltiségei.

Irodalomjegyzék

- ALICE. A Large Ion Collider Experiment, CERN, Retrieved August 4, 2022, from <https://aliceinfo.cern.ch>
- Alme, J., Barnaföldi, G. G., Barthel, R., Borshchov, V., Bodova, T., van den Brink, A., Brons, S., Chaar, M., Eikeland, V., Feofilov, G., Genov, G., Grimstad, S., Grøttvik, O., Helstrup, H., Herland, A., Hilde, A. E., Igolkin, S., Keidel, R., Kobdaj, C., Yokoyama, H. (2020). A High-Granularity Digital Tracking Calorimeter Optimized for Proton CT. In *Frontiers in Physics* (Vol. 8). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fphy.2020.568243>
- Barnaföldi, G. G. Nagyenergiás részecskékkel a rák ellen. (2020, January 7). YouTube; www.youtube.com/watch?v=N_BbVHRBZBc
- Bergen pCT. The bergen PCT project. University of Bergen. (n.d.). Retrieved August 4, 2022, from <https://www.uib.no/en/ift/142356/medical-physics-bergen-pct-project>
- Boik, N., & Hall, M. D. (2020). Psychosocial Support for Pediatric Patients at Proton Therapy Institutions. *International Journal Of Particle Therapy*, 7(1), 28–33. <https://doi.org/10.14338/IJPT-20-00015.1>
- Degiovanni, A., & Amaldi, U. (2015). History of hadron therapy accelerators. *Physica Medica: PM: an international journal devoted to the applications of physics to medicine and biology: official journal of the Italian Association of Biomedical Physics (AIFB)*, 31(4), 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.03.002>
- Dosanjh, M., Amaldi, U., Mayer, R., Poetter, R., & ENLIGHT Network (2018). ENLIGHT: European network for Light ion hadron therapy. *Radiotherapy and Oncology: journal of the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology*, 128(1), 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2018.03.014>
- Durante, M., Orecchia, R., & Loeffler, J. S. (2017). Charged-particle therapy in cancer: clinical uses and future perspectives. *Nature reviews. Clinical Oncology*, 14(8), 483–495. <https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2017.30>
- ENLIGHT (European network for Light ion hadron therapy). (2018). What is Hadron Therapy? Retrieved August 4, 2022, from <https://enlight.web.cern.ch/what-is-hadron-therapy>
- Eurostat (2022). Cancer statistics. Retrieved August 4, 2022, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Cancer_statistics
- Globocan (2022). Estimated number of new cases from 2020 to 2040. Retrieved August 4, 2022, from <https://gco.iarc.fr/tomorrow/en/dataviz/isotype>
- Grau, C., Durante, M., Georg, D., Langendijk, J. A., & Weber, D. C. (2020). Particle therapy in Europe. *Molecular Oncology*, 14(7), 1492–1499. <https://doi.org/10.1002/1878-0261.12677>
- Heidelberg University Hospital (2012). The Heidelberg Ion Beam Therapy Center (HIT). Retrieved August 4, 2022, from https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/hit/dokumente/121019KV_SS_HITImage_engl_web_ID17763.pdf
- Heidelberg University Hospital (2020). Ion Beam Therapy: Gentle cancer therapy for children and adolescents. Interview with Dr. Semi Ben Harrabi. Retrieved August 4, 2022, from <https://www.heidelberg-university-hospital.com/about-us/press-media/interview/01022020-ion-beam-therapy-gentle-cancer-therapy-for-children>
- Heidelberg University Hospital (2022). Kinderhit. Retrieved August 4, 2022, from <https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fachliche-zentren/kinderhit/patienten-und-elterne-informationen/haeufig-gestellte-fragen>
- Hideghéty, K., Dobi, Á., Szabó, E. R., Brunner, Sz., Polanek, R., Tőkés, T. (2019). Speciális sugárterápiás módszerek a komplex onkológiai kezelésben – klinikai és preklinikai eredmények. *Magyar Onkológia*, 63(1), 29–30.
- Hideghéty, K. Hadronterápia. (2012. February 2-4). Retrieved August 6, 2022, from <http://tisk.mafihe.hu/tisk12/eloadasok/0202/Hadron2012MAFIHE.pdf>
- Houtrow, A. J., Yock, T. I., Delahaye, J., & Kuhlthau, K. (2012). The family impacts of proton radiation therapy for children with brain tumors. *Journal of Pediatric Oncology Nursing: official journal of the Association of Pediatric Oncology Nurses*, 29(3), 171–179. <https://doi.org/10.1177/1043454212446345>
- Hordósné Téglás, K. (1994). „Na, már ez is kezd a cirkuszt!” – Egy beteg vallomása. *Nővér*, 7(3), 43–45.

- Langegård, U., Ahlberg, K., Fransson, P., Johansson, B., Sjövall, K., Björk-Eriksson, T., Ohlsson-Nevo, E., & Proton Care Study Group (2019). Evaluation of quality of care in relation to health-related quality of life of patients diagnosed with brain tumor: a novel clinic for proton beam therapy. *Supportive Care in Cancer: official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 27(7), 2679–2691. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4557-7>
- Langegård, U., Ahlberg, K., Björk-Eriksson, T., Fransson, P., Johansson, B., Ohlsson-Nevo, E., Witt-Nyström, P., & Sjövall, K. (2020). The Art of Living With Symptoms: A Qualitative Study Among Patients With Primary Brain Tumors Receiving Proton Beam Therapy. *Cancer Nursing*, 43(2), E79–E86. <https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000000692>
- Langegård, U., Fransson, P., Johansson, B., Ohlsson-Nevo, E., Sjövall, K., Ahlberg, K., & Proton Care Study Group (2021). Development and initial psychometric evaluation of a radiotherapy-related symptom assessment tool, based on data from patients with brain tumours undergoing proton beam therapy. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 35(3), 796–804. <https://doi.org/10.1111/scs.12894>
- Loap, P., Vitolo, V., Barcellini, A., De Marzi, L., Mirandola, A., Fiore, M. R., Vischioni, B., Jereczek-Fossa, B. A., Girard, N., Kirova, Y., & Orlandi, E. (2021). Hadrontherapy for Thymic Epithelial Tumors: Implementation in Clinical Practice. *Frontiers in Oncology*, 11, 738320. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.738320>
- LUO, W., Ali, Y. F., Liu, C., Wang, Y., Liu, C., Jin, X., Zhou, G., & Liu, N. A. (2021). Particle Therapy for Breast Cancer: Benefits and Challenges. *Frontiers in Oncology*, 11, 662826. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.662826>
- MedAustron. (2022). Patient service. Retrieved August 6, 2022, from <https://www.medastron.at/en/patient-service/>
- Möllerberg, M. L., Langegård, U., Ohlsson-Nevo, E., Fransson, P., Johansson, B., Ahlberg, K., & Sjövall, K. (2020). Managing an altered social context – Patients experiences of staying away from home while undergoing proton beam therapy. *Nursing Open*, 7(4), 1157–1163. <https://doi.org/10.1002/nop.2.490>
- Möllerberg, M. L., Langegård, U., Johansson, B., Ohlsson-Nevo, E., Fransson, P., Ahlberg, K., Witt-Nyström, P., & Sjövall, K. (2021). Evaluation of skin reactions during proton beam radiotherapy – Patient-reported versus clinician-reported. *Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology*, 19, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.tipsro.2021.05.001>
- NEAK (2022.02.04.) Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő - Tervezett külföldi gyógykezelés; www.neak.gov.hu. Retrieved August 6, 2022, from http://www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/ellatas_kulfoldon/tervezett_kulfoldi_gyogykezeles
- Palm, R. F., Jim, H., Boulware, D., Johnstone, P., & Naghavi, A. O. (2020). Using the revised Edmonton symptom assessment scale during neoadjuvant radiotherapy for retroperitoneal sarcoma. *Clinical and Translational Radiation Oncology*, 22, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.ctro.2020.02.007>
- Páll, N., Gorove, E., & Baji, I. (2021). A child life specialist szakemberek helye a magyarországi egészségügyi ellátási rendszerben. *Egészségfejlesztés*, 62(3), 3–14. <https://doi.org/10.24365/ef.v62i3.6143>
- PTCOG Particle Therapy Co-Operative Group. An organisation for those interested in proton, light ion and heavy charged particle radiotherapy, Retrieved August 4, 2022, from <https://www.ptcog.ch/>
- Radwin L. (2000). Oncology patients' perceptions of quality nursing care. *Research in Nursing & Health*, 23(3), 179–190. [https://doi.org/10.1002/1098-240x\(200006\)23:3<179::aid-nur2>3.0.co;2-t](https://doi.org/10.1002/1098-240x(200006)23:3<179::aid-nur2>3.0.co;2-t)
- Ruppert, R. (2011). *Radiation therapy 101*. American Nurse. Retrieved August 4, 2022, from <https://www.myamericanurse.com/radiation-therapy-101/>
- Schulz-Ertner, D., & Tsujii, H. (2007). Particle radiation therapy using proton and heavier ion beams. *Journal of Clinical Oncology: official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 25(8), 953–964. <https://doi.org/10.1200/JCO.2006.09.7816>
- Verma, V., Simone, C. B., 2nd, & Mishra, M. V. (2018). Quality of Life and Patient-Reported Outcomes Following Proton Radiation Therapy: A Systematic Review. *Journal of the National Cancer Institute*, 110(4), 10.1093/jnci/djx208. <https://doi.org/10.1093/jnci/djx208>
- Wang, X., Chen, X., Li, G., Han, X., Gao, T., Liu, W., & Tang, X. (2021). Application of Carbon Ion and Its Sensitizing Agent in Cancer Therapy: A Systematic Review. *Frontiers in Oncology*, 11, 708724. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.708724>
- Wilson, R. (1946). Radiological use of fast protons. *Radiology* 47, 487–91.
- URL1: Wikimedia Commons. (n.d.). Deutsches Textarchiv – Röntgen, Wilhelm Conrad: Ueber eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mittheilung. 2. Aufl. Würzburg, 1896. www.deutschestextarchiv.de. Retrieved August 4, 2022, from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_medical_X-ray_by_Wilhelm_R%C3%B6ntgen_of_his_wife_Anna_Bertha_Ludwig%27s_hand_-_18951222.jpg
- URL2: Seattle Cancer Care Alliance (2022). Proton Therapy Retrieved August 4, 2022, from <https://www.sccaprotont-therapy.com/proton-therapy/what-is-it>
- URL3: University Hospitals Leuven (2020). First patients receive radiation therapy in the Leuven proton therapy centre. Retrieved August 4, 2022, from <https://www.uzleuven.be/en/annual-reports/annual-report-2020/news/first-patients-receive-radiation-therapy-leuven-proton>
- URL4: MedAustron (2022). Retrieved August 4, 2022, from https://www.medastron.at/wp-content/uploads/2022/01/Timeline-Therapie-fuer-Patienten_EN_v4.pdf
- URL5: ORFIT (2022). Proton Positioning and Immobilization. Retrieved August 4, 2022, from <https://www.orfit.com/proton/>
- URL6: Cnao. Italiano. (n.d.). Retrieved August 4, 2022, from <https://fondazionecnao.it/en/patients-area>