

INNOVÁCIÓS STÚDIUM: VÁLOGATOTT TANULMÁNYOK

Szerkesztette: Mező Katalin és Mező Ferenc

A kiadvány támogatói

Pályázati azonosító: NTP-PKTF-20-0009



MINISZTERELNÖKSÉG



Nemzeti
Tehetség Program

**INNOVÁCIÓS STÚDIUM:
VÁLOGATOTT TANULMÁNYOK**

Szerkesztette:

Mező Katalin és Mező Ferenc

(2022)

**INNOVÁCIÓS STÚDIUM:
VÁLOGATOTT TANULMÁNYOK**

Szerkesztette:

Mező Katalin és Mező Ferenc

(2022)

Kiadó:

K+F STÚDIÓ Kft.

www.kpluszf.com

A könyv kiadását a
Nemzeti Tehetség Program és a Miniszterlenőki Hivatal támogatta.

Pályázati azonosító: NTP-PKTF-20-0009



MINISZTERELNÖKSÉG



Nemzeti
Tehetség Program

Szerkesztő: Dr. Mező Katalin és Dr. Mező Ferenc
Lektorok: Dr. Kelemen Lajos (Poliforma Plusz Bt.)
Dr. Pénzes-Daku Krisztina (Debreceni Egyetem)
Dr. Szabó Gábor (Debreceni Egyetem)
Poliforma Plusz Bt.
Tördelés: Poliforma Plusz Bt.
Kiadja: K+F Stúdió Kft.
4032 Debrecen, Tarján u. 55.
Tel.: (30) 48-49-779
Web: www.kpluszf.com
E-mail: info@kpluszf.com

ISBN 978-615-81707-4-1

Irodalomjegyzékben:

Mező Katalin és Mező Ferenc (2022): *Innovációs stúdium: válogatott tanulmányok*. K+F Stúdió Kft., Debrecen. ISBN 978-615-81707-4-1

TARTALOM

MEZŐ KATALIN ÉS MEZŐ FERENC:

ELŐSZÓ 9

KUNKLI ANITA TÍMEA:

A MONONUKLEÁRIS SEJTEK,

MINT FERTŐZÉSEK ÉS BETEGSÉGEK ORVOSBIOLÓGIAI MODELLJE 11

TORNER BERNADETT:

A B2-GLIKOPROTEIN INTERAKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA HEPARINNAL 23

ROSTÁS MELINDA, VIRGA JÓZSEF ÉS KLEKNER ÁLMOS:

OLIGODENDROGLIÓMÁK EXTRACELLULÁRIS MÁTRIX

KOMPONENSEINEK TUMORINVÁZIÓBAN BETÖLTÖTT SZEREPE 41

BOROS VIVIEN:

MEGFELELŐ EGYENSÚLY AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓDBAN

(ORTHOREXIA NERVOSA, ANOREXIA NERVOSA, EXOREXIA) 65

FÜLÖP BERNADETT KÍRA:

AUTIZMUS SPEKTRUM ZAVARRAL ÉLŐ GYERMEKEK

FEJLESZTÉSE AZ ÓVODÁBAN 73

DEMETER ZSUZSA:

A JÖVŐ GYÓGYPEDAGÓGUS TÁRSADALMÁNAK HAJLANDÓSÁGA A

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA (MI) HASZNÁLATÁRA 83

DÁN KITTI:

AZ ISKOLAI LEMORZSOLÓDÁS HÁTTERÉNEK VIZSGÁLATA 99

MEZŐ KRISTÓF SZÍRIUSZ:

A ZENEI KREATIVITÁS FORRADALMA, A POLIFÓNIA MEGJELÉNÉSE

A KÖZÉPKORI EGYHÁZI ZENÉBEN 113

PRÁGAI BÁLINT JÁNOS:

VÉLETLENSZERŰ FAGRÁF GENERÁLÁSA PYTHON NYELVEN 121

MEZŐ LILLA DÓRA:

MAGYAR KÖZSZOLGÁLATI TELEVÍZIÓK ÉS RÁDIÓK

VIZSGÁLATA 2000 – 2019 KÖZÖTT 135

MEZŐ KATALIN ÉS MEZŐ FERENC:

ZÁRÓGONDOLATOK 157

ELŐSZÓ

Az alábbiakban fiatal tehetségek által írt tanulmányok olvashatók a molekuláris biológia, az egészségtudomány, a kommunikáció- és médiatudomány, a pedagógia és gyógypedagógia, a zenetörténet és a matematika teréről. A tanulmánykötet megjelenését a Nemzeti Tehetség Program és a Miniszterelnöki Hivatal által támogatott NTP-PKTF-20-0009 projekt tette lehetővé. A támogatást ezúton is köszönjük!



MINISZTERELNÖKSÉG



Nemzeti
Tehetség Program

A kutatási beszámolók részben már megvalósult vizsgálatok eredményeit közlik, részben pedig kutatást megalapozó szakirodalmi áttekintésekkel találkozhatunk. Minden esetben igaz azonban, hogy a kutatási felvetések olyan jövőbeli innovációk alapjait jelenthetik, amelyek nemcsak az adott kutató, hanem akár ösztársadalmi szinten is jelentőségre tehet szert.

A tanulmányok rövid áttekintése:

Kunkli Anita Tímea tanulmányában rámutat arra, hogy a perifériás vér mononukleáris sejtjeinek (PBMC-k) vizsgálata hozzájárulhat a parazita és vírus fertőzések által kiváltott immunválasz folyamatos nyomon követésére, és biomarkerként fontos szerepet töltenek be a neurodegeneratív megbetegedések esetében.

Torner Bernadett az antifoszfolipid szindróma (APS – egy szisztémás autoimmun betegség, amit trombotikus események, illetve terhességi komplikációk is jellemeznek) kapcsán vizsgálta az autoantitestek fő antigénjének szerepét, amelyek fiziológiás szerepük napjainkban csak részben tisztázott.

Rostás Melinda (e kiadvány létrejöttét lehetővé tevő pályázatban résztvevő szerzőnk) és szerzőtársai, Dr. Virga József és Dr. Klekner Álmos a gliómák (gyakori központi idegrendszeri daganatok) egy speciális típusa, az oligodendrogliómák esetében valószínűleg lényeges szerepet játszó sejten kívüli molekulákra irányuló kutatások eredményeit, vizsgálati módszereit összegzik.

Boros Vivien esszéjében a 15-16 éves korosztály szempontjából fókuszál az egészséges életmódra, azon belül pedig elsősorban a testmozgás és táplálkozás jelentőségére helyezi a hangsúlyt.

Fülöp Bernadett Kíra műve az autizmus spektrum zavarral élő gyermekek óvodai fejlesztésének lehetőségeire hívja fel a figyelmet.

Demeter Zsuzsa tanulmányában a gyógypedagógus hallgatók mesterséges intelligenciához fűződő hozzáállását elemzi. Az eredményei azt mutatják, hogy a gyógypedagógia szakos hallgatók általában véve nyitottak az MI gyógypedagógiában történő megjelenésére, ám előfordult az is, hogy teljesen elutasították azt.

Dán Kitti az iskolai lemorzsolódást, illetve annak hátterét mutatja be tanulmányában. A Szerző szakképzésben résztvevő tanulókat vizsgált, s igyekezett feltárni lemorzsolódással kapcsolatos érintettségüket, s többek között a szülők iskolai végzettségének, a lakhelynek és az iskola elhelyezkedésének erre gyakorolt hatását.

Mező Kristóf Szíriusz írása a polifónia (többszólamúság) kialakulását, mint a középkori zenei kreativitás, egyik legnagyobb vívmányát mutatja be.

Prágai Bálint János művében rámutat arra, hogy a matematikából ismert gráfelmélet több tudományágban (például a szociológiában, epidemiológiában, biológiában, számítástudományban, közgazdaságtanban, elektrotechnikában stb.) is alkalmazható hálózati kapcsolatok modellezésére, s bemutat egy példát arra, hogy Python nyelv alkalmazásával milyen kódsorral hozható létre véletlenszerű fagráf.

Mező Lilla Dóra kutatásában a magyar közszolgálati televíziók és rádiók műsoridejének és -típusainak, nézettségének és finanszírozásának 2000-2019 közötti változásait vizsgálta. Jelen kötetben megjelenő tanulmánya a téma elméleti hátterét foglalja össze a közszolgálati média fogalmának, a médiatörvény, a közszolgálati megvalósulása, valamint a hazai közszolgálati csatornák története mentén.

Tisztelt Olvasó! Ismerje meg e kutatási beszámolókat, s ne feledje: Ön is lehet innovátor!

A MONONUKLEÁRIS SEJTEK, MINT FERTŐZÉSEK ÉS BETEGSÉGEK ORVOSBIOLÓGIAI MODELLJE

Absztrakt

A perifériás vér mononukleáris sejtjei (PBMC), mint a limfociták és monociták központi szerepet töltenek be a szervezetünket érintő fertőzések elleni védekezésben. Mind molekuláris biológiai, mind orvosbiológiai tanulmányok előterébe kerültek a mononukleáris sejtek, melynek fő oka az immunrendszerünkkel való összeköttetés. Ennek a szoros kapcsolatnak köszönhetően, lehetőség nyílik a parazita és vírus fertőzések által kiváltott immunválasz folyamatos nyomon követésére, azaz biológiai modellként való alkalmazásra. Biomarkerként fontos szerepet töltenek be a neurodegeneratív megbetegedések esetében. Ezen a területen egyaránt fontos szerepük van az idegrendszert érintő elváltozások azonosításában, és a betegségek előrehaladásának megfigyelésében.

Kulcsszavak: perifériás vér mononukleáris sejtjei (PBMC), biológiai modell, biomarker, vér

Diszciplína: Klinikai orvostudományok

Abstract

Peripheral blood mononuclear cells (PBMCs), like lymphocytes and monocytes, play a central role in protecting our body from infections. Mononuclear cells have come to the forefront of both molecular biology and biomedical studies, the main reason being the connection to our immune system. Due to this close relationship, it is possible to continuously monitor the immune response elicited by parasitic and viral infections, i.e., to use it as a biological model. They play an important role as biomarkers in neurodegenerative diseases. In this area, they play an important role both in identifying lesions affecting the nervous system and in monitoring the progression of diseases.

Keywords: peripheral blood mononuclear cell (PBMC), biological model, biomarker, blood

Discipline: Clinical Medicine

A természetes immunrendszer az első védelmi vonal a szervezetet érintő fertőzés, vagy szövetkárosodás esetén. A primer immunválasz kialakításában fontos szerepük van a csírvonalban kódolt mintázat felismerő receptoroknak (PRR), melyek felismerik a patogén asszociált mintázatokat (PAMP) és a saját sejtekből felszabaduló úgynevezett veszély asszociált mintázatokat (DAMP) is. A természetes immunrendszer számos módon felléphet a szervezetbe bejutott kórokozókkal szemben. Patogén mikroorganizmusok esetén a leukocitákon (fehérvérsejteken) keresztül, míg vírus fertőzés esetén a sejten belüli folyamatok beindításával válaszol, ezen celluláris folyamatok mellett oldott formában lévő mediátorokat és citokineket is termel, valamint aktiválja a komplement rendszer fehérjét. (Takeuchi és Akira, 2010; Hatao és Dagher, 2015; Mitra et al, 2022).

A korábban említett leukociták a vér alakos elemei közé tartoznak. A fehérvérsejteket három nagy csoportba lehet sorolni: monociták, granulociták és limfociták. A granulociták további három különböző formában lehetnek jelen a vérben: bazofil-, eozinofil- és neutrofil granulociták, melyek mindegyikének fő feladata a fertőzést okozó ágensek eltávolítása a szervezetből. A monociták és a granulociták a természetes immunrendszer sejtjei közé tartoznak, míg a limfociták az adaptív, azaz szerzett immunrendszer alkotói. A limfociták esetében további két nagy csoportot különböztetünk meg, a sejthez kötött immunválaszért felelős T sejteteket és a szolubilis antitestek termelésért felelős B sejteket (Tigner et al, 2021).

Tanulmányunk célja, hogy a rendelkezésünkre álló adatok alapján ismertessük a perifériás vér mononukleáris sejtjeinek biomarkerként és biológiai modellként való jelentőségét neurodegeneratív megbetegedések, valamint parazita és vírus fertőzések során.

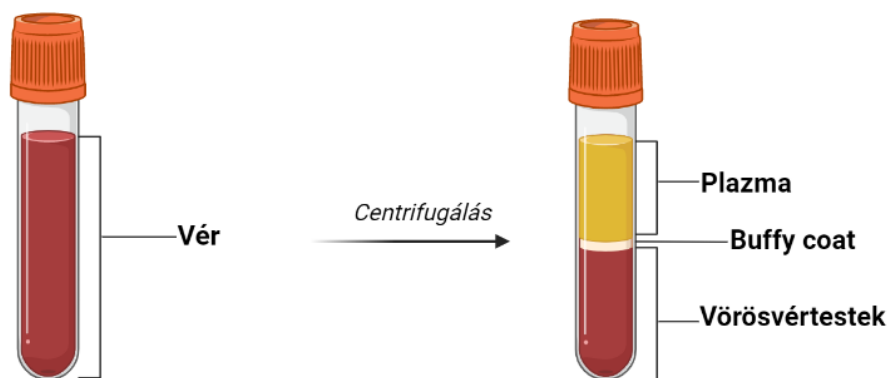
A perifériás vér mononukleáris sejtjei és izolálásuk

Kutatásaink alapján elmondható, hogy a vér tartalmazza azokat a celluláris komponenseket, melyek nélkülözhetetlenek az immunrendszer megfelelő működéséhez, másrészt a klinikai tanulmányokban is jól alkalmazható modell. Az orvosi biológiai kutatásokban, például a potenciális gyógyszerek toxicitásának megállapításához leggyakrabban a perifériás vér mononukleáris sejtjeit (PBMC) alkalmazzák, melynek oka az immunrendszerrel való szoros kapcsolat és a különböző gyógyszerek és vegyi anyagok hatása a véralkotókra.

A perifériás vér mononukleáris sejtjeinek csoportjába a fentebb említett limfociták és monociták, valamint a természetes ölő (NK) sejtek tartoznak,

melyek közül utóbbi szintén a természetes immunrendszer tagja. A vérből a mononukleáris sejteket tartalmazó frakció elválasztása történhet a perifériás vérből, valamint az úgynevezett buffy coat-ból is. Mind a két elválasztás sűrűség gradiens centrifugálás alapján és egy szeparáló oldat alkalmazásával megy végbe. A leggyakrabban használt hidrofíl szeparáló poliszacharid a ficoll. A buffy coat a vérellátó központok egyik mellékterméke, mely a teljes vér centrifugálása során határretegként jelenik meg a plazma és a vörösvértestek között (1. ábra).

1. ábra. A véralkotók centrifugálás előtti és utáni viszonya egymáshoz képest.* (forrás: a Szerző a BioRender.com oldal használatával).



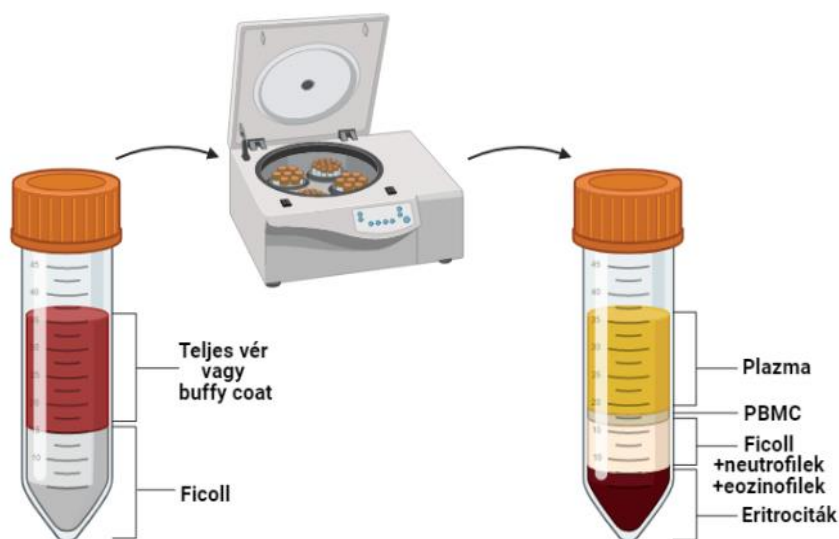
*A vérbankok minden frakciót külön vézacskába gyűjtenek. Az elszeparált véralkotók a gyógyászatban és kutatásokban eltérő feladatokat látnak el. A plazmából készülhetnek véralkadási faktorokat tartalmazó gyógyszerek, valamint immunglobulin készítmények is.

Ez a választóvonalként működő több vérkomponenst tartalmazó frakció egyaránt tartalmazza a perifériás mononukleáris sejteket, valamint a többféle alakban előforduló granulociták közül az eozinofileket és neutrofileket (Pourahmad és Salimi, 2015; Kleiveland, 2015).

A mononukleáris sejtek szeparálásának megkezdése előtt a vért foszfát pufferrel kell hígítani (PBS) ezzel biztosítva a megfelelő pH-t, valamint, véralkadást gátló anyagokat kell hozzáadni, például heparint vagy etilén-diamin-tetraecetsavat

(EDTA). Ezután az előkezelt vért óvatosan rá kell rétegezni a szeparáló oldat tetejére, majd a megfelelő paraméterek beállítása után centrifugálás következik. A gradiens alapú elválasztás végén négy frakció jön létre (2. ábra), a legfelső a plazma réteg, melyet közvetlenül a mononukleáris sejtek gyűrűje követ, az alatta elhelyezkedő frakció tartalmazza a ficoll oldatot, valamint a benne lévő neutrofil és eozinofil granulocitákat és végül a legalsó rétegben találhatók a vörösvértestek, másnéven eritrociták (Pourahmad és Salimi, 2015; Kleiveland, 2015).

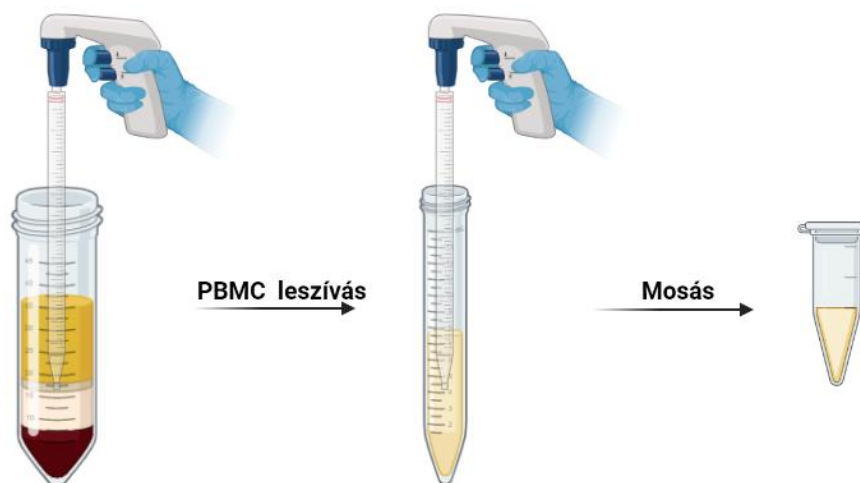
2. ábra. A vér sűrűség gradiens centrifugálása*. (forrás: a Szerző BioRender.com oldal használatával).



*A bal oldalon látható szeparálás előtti két réteg, mely esetében előfordulhat, hogy még a centrifugálás megkezdése előtt az eritrociták elkezdnek lesülyedni a cső aljára. Jobb oldalon látható a centrifugálás utáni állapot, mely során négy egymástól jól elkülönülő frakció látható.

Ezután a PBMC gyűrűt óvatosan el kell távolítani egy új steril csőbe (3. ábra), ezt mosási lépések követik, melyek a megmaradt trombociták eltávolítására szolgálnak. Az kész mintát az izolálás után egyből fel lehet használni vagy későbbi kísérlet esetén a sejteket folyékony nitrogénben kell eltárolni, vitalitásuk megőrzésének érdekében (Pourahmad és Salimi, 2015; Kleiveland, 2015).

3. ábra. A perifériás vér mononukleáris sejtjeinek elválasztása a többi frakciótól. * (forrás: a Szerző BioRender.com oldal használatával).



***A PBMC gyűrű leszívásánál óvatossá kell lennünk, hogy se az alatta lévő részekből, sem pedig a felette lévő plazmából ne kerüljön az új csőbe. Az átvitt sejteket mosási lépések követik, hogy az esetlegesen visszamaradt vérlemezkék maradéktalanul eltávolításra kerüljenek.**

A perifériás vér immunsejtjei, mint biomarkerek

Több tanulmány is utal arra, hogy a perifériás vér mononukleáris sejtek biomarkerei lehetnek a neurodegeneratív megbetegedéseknek. A betegség biomarkerek három csoportra oszthatóak: diagnosztikus, prognosztikus és prediktív. A diagnosztikus biomarker megmutatja, hogy egy bizonyos betegség jelen van-e a szervezetben, míg a prognosztikus biomarker a betegség előrehaladtáról ad visszajelzést. A prediktív biomarker jelzi, hogy az adott kezelésnek volt-e hatása az adott betegnél. A neurodegeneratív betegségek megállapításához markerként a cerebrospinalis folyadékból vesznek mintát, mely eljárásnak a költségei magasak és a páciensre nézve invazívak. Ezekkel ellentétben a PBMC-k, kinyerése alacsonyabb költségekkel jár, valamint a betegre nézve az eljárás is kisebb mértékű fájdalommal jár. Az Alzheimer és Parkinson kór a leggyakoribb idegrendszeri érintő betegségek közé sorolhatóak. Az Alzheimer kór felelős többnyire az időskori elbutulás, demencia kialakulásáért. A Parkinson kór az előbb említett demenciáért felelős Alzheimer kórhoz hasonlóan lassan

előrehaladó degeneratív idegrendszeri betegség. Az amiotrófiás laterálszklerózis, az agyi és gerincvelői mozgató neuronok pusztulásával járó megbetegedés.

Elmondható tehát, hogy a perifériás vér immunsejtjeinek fehérjéi kiváló diagnosztikai biomarkerek lehetnek a fentebb említett kóros állapotok mindegyikénél. Továbbá alkalmazásuk megbízható modell lehet a betegség asszociált patológiás elváltozások megfigyelésére is (Arosio et al, 2014; Anjo et al, 2019; Pansarasa et al 2022).

PBMC modell szerepe a parazita fertőzésekben

Az Apicomplexán törzsbe tartozó intracelluláris paraziták, mint a *Plasmodium* fajok, melyek a malária okozói, a *Cryptosporidium parvum* és a *Toxoplasma gondii* egyaránt immunhiányos emberek kórokozói. Immundeficienciában szenvedő betegek esetében, ahol az immunválasz hiányzik vagy nem megfelelően működik súlyos, akár halálos kimenetelű következményekkel járhat a fentebb említett kórokozók által kiváltott fertőzés. A világon az egyik legelterjedtebb egysejtű endoparazita a *Toxoplasma gondii*. Ez az intracelluláris patogén okozza a toxoplazmózis nevű megbetegedést okoz. A betegség egészséges emberekben jelentkezhet tünetmentesen vagy enyhébb tünetek formájában, mint a láz, izomfájdalom és fejfájás. Immunhiányos embereknél és várandóságuk során megfertőzött nők magzatjainál súlyosabb következmények is felléphetnek. Újszülöttek esetében a toxoplazmózis vakság, epilepszia és mentális retardáció formájában nyilvánulhat meg, azonban van, hogy a fentebb említett tünetek később, gyermekkorban jelennek meg. Várandósok esetében fontos a vérből vett minta alapján való szűrés, mely alapján megállapítható az anyáról, hogy átesett a betegségen vagy sem, illetve, hogy jelenleg aktívan fertőzött-e (Chaudhry, Gad és Koren, 2014). Ezen információk alapján elmondható, hogy a *Toxoplasma gondii* fertőzés vizsgálatára széleskörben használják a perifériás vér mononukleáris sejtjeit. Ezen sejtekkel való vizsgálatok előnye, hogy orvosi biológiai modellként felhasználható a paraziták által megfertőződött egyénekben kiváltott immunválasz folyamatos monitorozására, valamint nagy jelentőséggel bírhatnak már meglévő immunterápiák fejlesztésére és újabbak kidolgozására. Ezen patogének esetében is fontos lehet, hogy a fertőzést megelőzhető legyen. Ezért a mononukleáris sejtek fontos célpontok új vakcinák kidolgozásánál és tesztelésénél (Acosta és Hernandez, 2019; Acosta et al, 2020).

A SARS-CoV2 kapcsolata a perifériás vér mononukleáris sejteivel

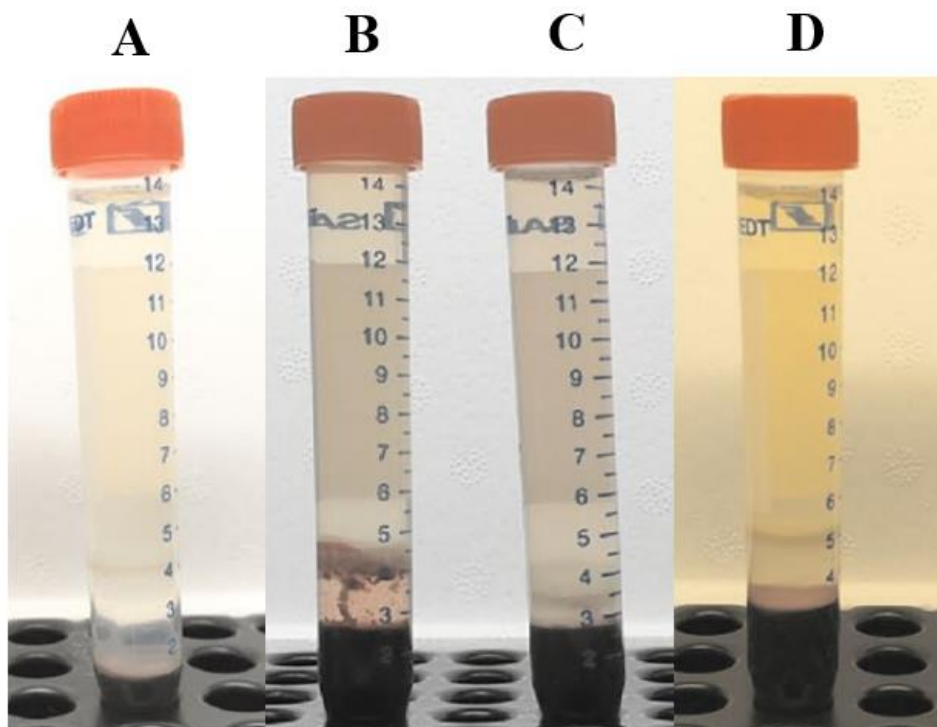
A koronavírus egy pozitív szimpla szálú, burkos RNS vírus, mely a *Coronaviridae* család tagja. Az egész világot érintő pandémiát okozó koronavírus 2 (SARS-CoV2) hatása egyénenként eltérő lehet, a tünetek igen széles skálán mozognak. A legjellemzőbb tünetek között megtalálható a láz, légzési nehézségek, valamint a szaglás és ízvesztés. A vírus a gazdaszervezetbe való bejutásához az angiotenzin konvertáló enzim 2-t (ACE2) használja, mint receptor. Az ACE2 számos sejtünkben megtalálható és kulcsszerepet játszik a renin-angiotenzin-aldoszteron (RAAS) hormonális rendszer működésében, mely felelős a vérnyomásunk szabályozásáért, valamint az ionháztartásunkért. A vírus az ACE2 receptoron keresztül aktiválja a gyulladás ellenes immunválaszokat, fokozza az erek tágulását, valamint különböző szignalizációs útvonalat indít el. A perifériás vér mononukleáris sejtei szintén fogékonyak a SARS-CoV2 fertőzésre. Permisszív sejtnek nem csak a vírus megtapadását segítik, de lehetővé teszik, hogy végbe menjen bennük a vírus teljes replikációs ciklusa.

Ezen adatok ismeretében egy tanulmány során az emberek három csoportját vizsgálták és minden esetben mononukleáris sejteket izoláltak. A három csoport három időbeli elkülönülést mutat, az egészséges donorok, akik az első csoportot alkotják a fertőzés előtti normál állapotot reprezentálják, a második csoportban a 24 órája pozitív betegek szerepelnek, akik a vírus fertőzés korai szakaszában végbemenő változásokat mutatják, míg az utolsó csoportban olyan emberektől vesznek mintát, akiknél eltelt két hét a COVID-19 fertőzés óta, ezek a páciensek SARS-CoV2 után visszamaradt állapotot képviselik. A három vizsgált kategória közül az utóbbi kettőben jelentősebb elváltozások voltak megfigyelhetők. A 24 órás minták esetében a PBMC gyűrű vékonyabb volt a kontrollokhoz képest, továbbá megfigyelhető volt némely minta esetében, hogy egy sáv helyett kettőt tartalmaz. A felgyógyult betegek esetében a mononukleáris sejtek régiója és a körülöttük lévő részek is javarészt zavarosabbak voltak egy egészséges mintához viszonyítva (4. ábra) (Samavati és Uhal, 2020; Manunta et al, 2021).

Összefoglalás

A mononukleáris sejtek különös jelentőséggel bírnak különböző neuro-degeneratív megbetegedések esetén, mint az Alzheimer kór, Parkinson kór és az amiotrófiás laterálszklerózis. Ezek az immunsejtek potenciális biomarkerek forrásaként lehetőséget biztosítanak egy nehezen hozzáférhető terület vizsgálatára, továbbá betegség specifikus patológiás mintázatokat mutathatnak a cent-

4. ábra. A perifériás vér mononukleáris sejteinek összehasonlítása SARS-CoV2 fertőzés különböző fázisaiban.* (forrás: Manunta et al, 2021).



*Az A kép mutatja a kontrollt, míg a B és a C képek a 24 órás fertőzött mintái, melyekből a B-ben megfigyelhető a vörös vérsejtek aggregációja és C- ben a vékonyabb PBMC gyűrű látható. A D kép a gyógyult betegekből származó minta eredményét mutatja be gradiens centrifugálást követően, melyen jól látható a mononukleáris sejtek és a körülöttük lévő régiók zavarossága a kontroll mintákhoz viszonyítva.

rális szövetben. Ezen kívül a perifériás vér mononukleáris sejtjei jobb alapot jelentenek a biomarker analízisben, mivel kinyerésük jóval egyszerűbb a gerincvelő folyadékból történő mintavételhez képest. Azonban a mononukleáris sejtek további tanulmányozására van szükség, hogy megfelelő biomarkerek, illetve modellek lehessenek ezekre a betegségekre nézve.

Az immundeficienciában szenvedő betegekre és a várandós nők magzatjaira az egyik legsúlyosabb következménnyel járó fertőzés a toxoplazmózis. A betegséget egy apikomplexán parazita a *Toxoplasma gondii* okozza. Jelen tanulmány

alapján elmondható, hogy a mononukleáris sejtek hozzájárulnak a parazita fertőzésekre adott immunválasz megfigyelésében és tanulmányozásában, valamint lehetőséget nyújtanak széleskörű immunterápiás kezelések kidolgozására. Továbbá teret enged a fertőzést megelőző vakcinajelöltek vizsgálatában is.

A SARS-CoV2 járvány következtében kapcsolatot fedeztek fel a koronavírus és a perifériás vér mononukleáris sejtjei között. Tanulmány bizonyította, hogy a PBMC gyűrűben található sejtek a vírus fertőzést követő különböző fázisokban a gradiens centrifugálást követően abnormális szerkezetet vesznek fel. Főleg a fertőzés korai stádiumában megfigyelhetők voltak eritrocita aggregációk, mely normál esetben nincs jelen. A vírus fertőzést követő állapot esetében sem mondható el, hogy a sejtek állapota normalizálódott, itt már nem találhatók aggregátumok, mint fertőzés első napjaiban lévő betegek esetében, azonban az immunsejtek gyűrűje körüli részek zavarosabbak, a kontroll mintához viszonyítva.

Az emberi szervezetet érintő megbetegedések és fertőzések vizsgálata magával vonzza új orvosi biológiai modellek feltárásának szükségességét, melyhez a vérmintából származó immunsejtek tanulmányozása egyre szélesebb körben biztosítja egyes betegségek mechanizmusának felderítését és nyomon követését. Tanulmányunkban a mononukleáris sejtek szerepét három jelentős klinikai tünetekkel járó megbetegedés esetében vizsgáltuk. Az eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a mononukleáris sejtek több előnyös tulajdonsággal is rendelkeznek, melyek miatt használatuk széles körben elterjedt. Továbbá elmondható, hogy további vizsgálatok alkalmazásával fontos szerepet fog betölteni a terápiás szerek előállításában is.

Irodalom

- Acosta-Dávila, A., Acosta-Espinel, A., Hernández-de-Los-Ríos, A., & Gómez-Marín, J. E. (2020). Human peripheral blood mononuclear cells as an ex vivo model to study the host parasite interaction in *Toxoplasma gondii*. *Experimental parasitology*, 219, 108020. DOI [101016/j.exppara.2020.108020](https://doi.org/10.1016/j.exppara.2020.108020)
- Acosta Davila, J. A., & Hernandez De Los Rios, A. (2019). An Overview of Peripheral Blood Mononuclear Cells as a Model for Immunological Research of *Toxoplasma gondii* and Other Apicomplexan Parasites. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 9, 24. DOI [10.3389/fcimb.2019.000024](https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.000024)
- Anjo SI, Silva R, Baldeiras I, Mendonça A, Januário C, Santana I, Verdelho A, Castelo-Branco M and Manadas B (2019). PBMCs as a potential source of

- biomarkers in neurodegenerative diseases – preliminary study. *Front. Cell. Neurosci.* Conference Abstract: XVI Meeting of the Portuguese *Society for Neuroscience* (SPN2019). DOI [10.3389/conf.fncl.2019.01.00001](https://doi.org/10.3389/conf.fncl.2019.01.00001)
- Arosio, B., D'Addario, C., Gussago, C., Casati, M., Tedone, E., Ferri, E., Nicolini, P., Rossi, P. D., Maccarrone, M., & Mari, D. (2014). Peripheral blood mononuclear cells as a laboratory to study dementia in the elderly. *BioMed research international*, 169203. DOI [10.1155/2014/169203](https://doi.org/10.1155/2014/169203)
- Chaudhry, S. A., Gad, N., & Koren, G. (2014). Toxoplasmosis and pregnancy. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 60(4), 334–336.
- Hato, T., & Dagher, P. C. (2015). How the Innate Immune System Senses Trouble and Causes Trouble. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*, 10(8), 1459–1469. DOI [10.2215/CJN.04680514](https://doi.org/10.2215/CJN.04680514)
- Kleiveland CR. Peripheral Blood Mononuclear Cells. In: Verhoeckx K, Cotter P, López-Expósito I, et al., editors. *The Impact of Food Bioactives on Health: in vitro and ex vivo models* [Internet]. Cham (CH): Springer; 2015. Chapter 15. DOI [10.1007/978-3-319-16104-4_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16104-4_15)
- Manunta, M., Lamorte, G., Ferrari, F., Trombetta, E., Tirone, M., Bianco, C., Cattaneo, A., Santoro, L., Baselli, G., Brasca, M., Ostadreza, M., Erba, E., Gori, A., Bandera, A., Porretti, L., Valenti, L., & Prati, D. (2021). Impact of SARS-CoV-2 infection on the recovery of peripheral blood mononuclear cells by density gradient. *Scientific reports*, 11(1), 4904. DOI [10.1038/s41598-021-83950-2](https://doi.org/10.1038/s41598-021-83950-2)
- Mitra, Saikat, Shyamjit Paul, Sumon Roy, Hriday Sutradhar, Talha Bin Emran, Firzan Nainu, Mayeen U. Khandaker, Mohammed Almalki, Polrat Wilairatana, and Mohammad S. Mubarak. 2022. "Exploring the Immune-Boosting Functions of Vitamins and Minerals as Nutritional Food Bioactive Compounds: A Comprehensive Review" *Molecules* 27, no. 2: 555. DOI [10.3390/molecules27020555](https://doi.org/10.3390/molecules27020555)
- Pansarasa, Orietta, Maria Garofalo, Eveljn Scarian, Francesca Dragoni, Jessica Garau, Rosalinda Di Gerlando, Luca Diamanti, Matteo Bordoni, and Stella Gagliardi. 2022. "Biomarkers in Human Peripheral Blood Mononuclear Cells: The State of the Art in Amyotrophic Lateral Sclerosis" *International Journal of Molecular Sciences* 23, no. 5: 2580. DOI [10.3390/ijms23052580](https://doi.org/10.3390/ijms23052580)
- Pourahmad, J., & Salimi, A. (2015). Isolated Human Peripheral Blood Mononuclear Cell (PBMC), a Cost Effective Tool for Predicting Immunosuppressive Effects of Drugs and Xenobiotics. *Iranian journal of pharmaceutical research : IJPR*, 14(4), 979.

- Samavati, L., & Uhal, B. D. (2020). ACE2, Much More Than Just a Receptor for SARS-COV-2. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 317. DOI [10.3389/fcimb.2020.00317](https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00317)
- Takeuchi O, Akira S. Pattern recognition receptors and inflammation. *Cell*. 2010 Mar 19;140(6):805-20. DOI [10.1016/j.cell.2010.01.022](https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.01.022) PMID: 20303872.
- Tigner, A., Ibrahim, S. A., & Murray, I. (2021). Histology, White Blood Cell. In *StatPearls*, StatPearls Publishing.

A β 2-GLIKOPROTEIN INTERAKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA HEPARINNAL¹

Absztrakt

Az antifoszfolipid szindróma (APS) egy szisztémás autoimmun betegség, melyre jellemzőek trombotikus események és/vagy terhességi komplikációk. Az autoantitestek fő antigénje a szabadon és lipidekhez kötött formában is keringő β 2-glikoprotein I (β 2GPI), melynek két különböző konformációját írták le. Fiziológiás szerepük csak részben tisztázott. Célul tűztük ki, hogy APS-ben szenvedő betegek szérumából (n=5) antifoszfolipid antitesteket és egészséges donorok plazmájából β 2GPI-t izolálunk, továbbá jellemezzük a β 2GPI heparinnal való kölcsönhatását. Az antifoszfolipid antitestek és a β 2GPI izolálása kromatográfiás módszerrel történt. Az SPR vizsgálatokat Biacore X készüléken végeztük. Vizsgálataink során azt találtuk, hogy a β 2GPI nyitott konformációja heparinnal szemben egy nagyságrenddel ($KD=4,76 \times 10^{-8}$ M) erősebb affinitást mutatott, mint a zárt ($KD=1,87 \times 10^{-6}$ M). Összességében elmondható, hogy a nyitott konformációjú β 2GPI erősebb interakciót alakít ki a heparinnal, mint a zárt.

Kulcsszavak: antifoszfolipid szindróma, heparin, felszíni plazmon rezonancia, β 2-glikoprotein I, kölcsönhatás

Diszciplína: Klinikai orvostudományok

Abstract

Antiphospholipid Syndrome (APS) is a systemic autoimmune disease in which is characterized by thrombotic events and/or pregnancy complications. The major antigen of autoantibodies is β 2-glycoprotein I (β 2GPI), which circulates freely and in lipid-bound form and has been described in two different

¹ A tanulmány lektorai:

Dr. Péntes-Daku Krisztina (Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Laboratóriumi Medicina Intézet, Klinikai Laboratóriumi Kutató Tanszék)

Dr. Szabó Gábor (Debreceni Egyetem)

conformations. Their physiological role is only partially elucidated. We aimed to isolate antiphospholipid antibodies from the serum of patients with APS (n = 5) and β 2GPI from the plasma of healthy donors, then characterize the interaction of β 2GPI with heparin. Antiphospholipid antibodies and β 2GPI were isolated by chromatography. SPR assays were performed by Biacore X instrument. In our investigations we found that the open conformation of β 2GPI showed an order of magnitude stronger ($KD = 0.3 \times 10^{-6}$ M) affinity to heparin, than the closed one ($KD = 3.50 \times 10^{-6}$ M). In the stability test, the mean of the T_m values determined at different concentrations of β 2GPI was the same (61.9°C) for the different conformations. In conclusion the open conformation of β 2GPI interacts more strongly with heparin than the closed one.

Keywords: antiphospholipid syndrome, heparin, surface plasmon resonance, β 2-glycoprotein I, interaction

Discipline: Clinical Medicine

AZ ANTIFOSZFOLIPID SZINDRÓMA

Az antifoszfolipid szindróma egy autoimmun betegség, amelyben az ún. foszfolipid-ellenes antitestek direkt szerepet játszanak a trombózis, a magzati károsodás és egyéb klinikai tünetek kialakulásában. A betegség hátterében negatív töltésű, úgynevezett antifoszfolipid antitestek állnak. A legismertebbek közzé a lupus antikoaguláns (LA), az antikardiolipin antitest (aCL), illetve a béta-2-glikoprotein I (β 2GPI) ellenes antitest tartozik (Miyakis et al, 2006). A betegség diagnózisának felállításához legalább egy laboratóriumi kritérium, illetve egy klinikai kritérium azonos időben történő igazolása szükséges (Wilson et al, 1999).

A betegségre jellemző a rekurrens, Doppler vizsgálattal vagy hisztopatológiai vizsgálattal bizonyított artériás, vénás, illetve a kis erekben kialakuló trombózis. Másik jellemzője a terhességi morbiditás, egészen pontosan a morfológiailag normál magzat megmagyarázhatatlan halála a 10. héten vagy utána, morfológiailag normál újszülött koraszülése a 34. hét előtt eklampsia, súlyos preeklampsia vagy placentális insufficiencia miatt, illetve 3 vagy több nem megmagyarázott spontán abortusz a 10. hét előtt (Cervera, 2017). A főbb klinikai tünetek mellett kimutattak neurológiai tüneteket, mint a migrén és epilepszia, bőrelváltozásokat, mint például a livedo reticularis. Ezek mellett megjelenhetnek még a tüdő, a szív, a gasztrointesztinális traktus, az ízületek, fül-orr-gége manifesztációi, illetve egyéb hematológiai tünetek is.

Laboratóriumi kritériumai közzé tartozik az IgG és/vagy IgM izotípusú, két vagy több alkalommal megjelenő antikardiolipin antitest kimutatása standardizált β 2-glikoprotein I-dependens ELISA-val, közepes vagy magas titerben, legalább 12 hetes időközökben. Szintén az APS laboratóriumi kritériumai közzé soroljuk a Lupus antikoaguláns (LA) jelenlétének igazolását, melyet legalább 12 hetes időközökben két vagy több alkalommal diagnosztizáltak az ISTH SSC lupus antikoaguláns/FL-függő antitestek albizottságának iránymutatása szerint. A harmadik laboratóriumi kritérium a β 2-glikoprotein I ellenes antitest (anti- β 2GPI), melynek kimutatása az antikardiolipin antitest kimutatásával megegyező módon történik (Wilson et al, 1999).

Megkülönböztethető Primer APS, amely önállóan, más kísérő megbetegedés nélkül fordul elő, valamint Secunder APS, melyre jellemző, hogy SLE, más autoimmun vagy daganatos megbetegedés, illetve egyéb patológiás állapotok társulnak hozzá.

Az antifoszfolipid szindróma patofiziológiája

Az antifoszfolipid antitestek hatása a sejtekre. A sejtkomponensek, például a vérlemezkék és a monociták részt vesznek az artériás és vénás trombózisban. A β 2GPI dimerizációja nélkülözhetetlen az antifoszfolipid indukálta trombocita aktivációhoz. A dimerizáció eredményezi a β 2GPI-antitest komplex stabilitását a trombocita membránon. Ez a komplex képes kölcsönhatásba lépni a glikoprotein Ib-apolipoprotein receptor E2 komplexel a trombocitákon, azok aktivációját eredményezve (Urbanus et al, 2008; Pennings et al, 2007a; Pennings et al, 2007b). A vér és a mátrix között határként szolgáló endotél sejtek szintén célpontjai az antifoszfolipid antitesteknek. Az endotélsejtek bármilyen zavara a hemosztatikus egyensúly protrombotikus állapotba kerülését eredményezheti. Az antifoszfolipid antitestek prokoaguláns állapotot indukálnak az endotél sejtekben az interleukin 8 és az intracelluláris adhézións molekula-l felülszabályozásával (Clemens, 2009).

Az antifoszfolipid antitestek hatása a véralvadásra. Az antifoszfolipid antitestek a számos módon beavatkoznak a véralvadási rendszerbe. Kimutatták, hogy az anti- β 2GPI antitestek fokozott aktivált Protein C (APC)-rezisztenciát indukálnak, valószínűleg azért, mert APC-vel versenyeznek a foszfolipidekért (de Latt et al, 2008). Emellett kimutatták, hogy az anti- β 2GPI antitestek fokozottan ellenállnak az annexin A5 antikoaguláns tulajdonságaival szemben (de Laet et al, 2007; Rand et al, 2008). A β 2GPI befolyásolja a különféle véralvadási faktorokat, például a

XI-es faktor aktiválásának gátlását (Shi et al, 2004), az FXII gátlását (McNally et al, 1996) és a trombinnal való kölcsönhatást (Rahgozar, 2007).

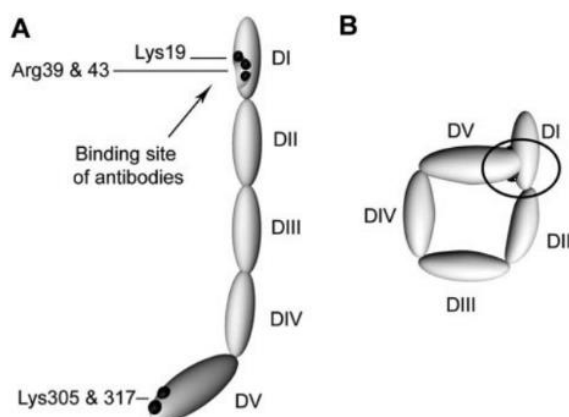
A β 2-GPI szerkezete

Bizonyított, hogy az APS fő antigénje a béta2-glikoprotein I, amely egy glikozilált plazmafehérje. Ez a molekula képes erős kölcsönhatásba lépni negatív töltésű foszfolipidekkel, ilyen például a foszfatidil-szerin és a foszfatidil-inozitol (Wurm, 1984), illetve kötődhet számos negatív töltésű molekulához, mint például heparinhoz, DNS-hez (Kroll et al, 1976), lipoproteinekhez (Polz & Kostner, 1979) és intralipidekhez (Polz & Kostner, 1979b). Körülbelül 200 mg/L koncentrációban cirkuláris formában szabadon kering a plazmában. A 50 kDa nagyságú fehérjét 326 aminosav építi fel, melyek 5 ciszteinben és prolinban gazdag domént alkotnak (McNeil et al, 1990; Lozeir, Takahashi & Putman, 1984). Szintézisük a placentában, májban, belekben, endotél sejtekben történik (Steinkasserer et al, 1991). A domének hasonló szerkezettel rendelkeznek, az első 4 domént 60 aminosav építi fel, viszont az V. domén rendelkezik egy extra C-terminális hurokkal, illetve egy pozitív töltésű lizincsoporttal (Bouma et al, 1999). Anionos felületekhez kötődve hozzáférhetővé válik a β 2GPI egy bizonyos epitópja, melyet az APS-ben jelenlévő autoantitestek képesek felismerni (Iverson, Victoria & Marquis, 1998). Ezek az antitestek csak akkor ismerik fel a β 2GPI -t, ha az felülethez van kötve, az oldatban lévőket nem (Biasiolo et al, 1999). Az autoantitestek által felismert epitóp egy része Arg39 és Arg43 aminosavakat tartalmaz az első doménen (Agar et al, 2010 – v.ö.: 1. ábra).

A β 2GPI 5 doménből épül fel, mely két konformációban létezhet. Az A ábrán a nyitott konformáció látható, az első domén tartalmazza azt a Lys19 és Arg39 és 43 gazdag epitópot, amelyhez képes az antitest kötődni. A B ábra a zárt konformációt mutatja be, amely az egyes és ötös domén összekapcsolódása révén jöhet létre. Két különböző konformációját írták le: egy cirkuláris plazma konformációt, illetve egy „aktivált” nyitott konformációt (1. ábra). A keringésben cirkuláris alakban van jelen az I. és V. domén összekapcsolódása által, viszont, ha a pozitív töltésű V. domén negatív töltésű foszfolipid felszínhez kötődik, akkor a cirkuláris alak kinyílik és horog alakot vesz fel (Agar et al, 2010; de Groot & Meijers, 2011).

Meghatározott feltételek mellett, lehetőség van az egyik konformáció másikba történő átalakítására. A plazmából tisztított β 2GPI-t magas pH-n és magas só-

1. ábra: A β 2GPI zárt és nyitott konformációjának sematikus ábrázolása (Agar et al, 2010).



koncentráció mellett dializálva, annak nyitott plazmakonformációját eredményezi. A tisztított β 2GPI-t először magas sókoncentráció mellett és 11,5-ös pH-n dializálták, majd ezt követően 7,4-es pH-val szemben visszadializálták fiziológias körülmények közzé. A dializálást követően 3%-ban zárt és 97%-ban nyitott részecskéket tartalmazott az oldat, ami igazolja a plazmatisztított β 2GPI megnyitását. A β 2GPI zárt konformációjának kialakításához alacsony pH-jú dialízis szükséges. A β 2GPI nyitott konformációját 3,5 pH-val dializálták, majd 7,4 pH-val szembeni dialízist végezve, 89%-ban cirkuláris részecskét és 11%-ban horog alakú részecskéket találtak, amelyek megerősítik a nyitott β 2GPI zárt konformációba történő visszaalakulását. A β 2GPI nyitott és zárt formái eltérően hatnak-e a véralvadásra. Zárt konformációjú β 2GPI adása normál plazmához a híg APTI-re nem volt hatással, míg a nyitott konformációjú β 2GPI hozzáadása a normál plazmához az APTI-t 10 másodperccel növelte (Agar et al, 2010).

A β 2GPI funkciója

Béta 2 glikoprotein I hatása a véralvadásra. Számos kimutatás igazolta, hogy a β 2GPI, mint prokoaguláns vagy antikoaguláns faktor, részt vesz a véralvási kaszkádban, a vérlemezke aktiválásában és az alvadék képződésében. Az extrinsic utat a plazmában található FVII aktiválódása indítja el szöveti faktor (TF)

jelenlétében, amely a FXI és a FX aktiválásán keresztül trombin képződéshez vezet (Mann, Butenas & Brummel, 2003). Normál esetben a β 2GPI-nek nincs közvetlen hatása az extrinsic útvonalra, viszont aCL/anti- β 2GPI mAB jelenlétében TF expressziót eredményez az endotél sejtekben és monocitákban (Meroni et al, 2001; Bohgaki et al, 2004).

Az intrinsic útvonal a FXII aktiválásával indul, melyet követően proteolitikusan aktiválódik a prekallikrein, a HMWK (High-molecular-weight-kininogen), illetve a FXI (Mann, Butenas & Brummel, 2003). A β 2GPI gátolja a prekallikrein és az FXII aktivációját negatív töltésű foszfolipidek, VLDL (very low density lipoprotein) és kromogén szubsztátok jelenlétében (McNally et al, 1996; Schousboe, 1988; Schousboe, 1995), mely hatás anti- β 2GPI IgG jelenlétében felerősödhet. In vitro körülmények között a β 2GPI képes kötni a FXI-et és ezáltal gátolni annak aktiválódását (Shi et al, 2004).

A közös utat a TF és az aktivált VII-es faktor hatására aktiválódó X-es faktor indítja el, amely aktivált V-ös faktorral protrombináz komplexet hoz létre, míg a tenáz komplexet a FIXa és a trombocita felszín alkotja. A tenáz jelenlétében nő a protrombináz termelődés, hozzájárulva a hemosztatikus dugó kialakulásához (Rau et al, 2007). Aktivált vérlemezkék vagy foszfolipidek felületén a β 2GPI gátolja a protrombináz képződést, ezáltal csökken a trombin képződés. Kimutatták, hogy a β 2GPI gátolja a tenáz képződését, illetve a FX aktivációt in vitro (Goldsmith, 1994; Shi et al, 1993).

Béta 2 glikoprotein I és vérlemezke dugó kialakulása. Bizonyított, hogy a β 2GPI fiziológiásnál magasabb koncentrációban gátolja a tisztított vérlemezkék aggregációját ADP-n keresztül, amely a trombin és a tromboxán A₂ mellett szükséges a szekunder hemosztázishoz (Ruggeri & Mendolicchio, 2007; Nimpf, Wurm & Kostner, 1985). Emellett dózistól függetlenül az 5-HT felszabadulás gátlásán keresztül képes befolyásolni az ADP-t (Nimpf, Wurm & Kostner, 1987). A β 2GPI-et a Von Willebrand faktor szabályozójaként tartják számon, kompetitíven kötődik a VWF-hoz, ezáltal gátolja a trombocita adhéziót in vitro (Hulstein et al, 2007).

Béta 2 glikoprotein I és az alvadék képződés szabályozása. A β 2GPI prokoaguláns hatása révén gátolhatja a véralvadás negatívan szabályzó faktorait, védi a trombint a HCII/heparin által történő inaktivációtól [31]. A β 2GPI képes kötni a trombint, így az rezisztenssé válik a HCII/heparinnal szemben, hozzájárulva a trombus képződéséhez a FXI aktiválásán keresztül (Rahgozar, 2008). Az aktív FXI negatív visszacsatolással szabályozza a β 2GPI prokoaguláns hatását: a FXIa hasítja a β 2GPI-et a Lys317-Thr318-nál, ezáltal az elveszti trombinkötő és egyben

trombinvédő képességét. A β 2GPI antikoagulánsként is működik azáltal, hogy gátolja a FXI aktiválódását, amivel egyúttal elnyomja a FXIa negatív szabályozó hatását (Rahgozar, 2012).

Béta 2 glikoprotein I és a fibrinolízis szabályozása. Feltételezik, hogy a β 2GPI gátolja a belső fibrinolitikus aktivitást, de az anti- β 2GPI monoklonális ellenanyag fokozza a β 2GPI gátló hatását az extrinsic fibrinolízisre (Takeuchi, 2002). Ezzel szemben kimutatták, hogy a β 2GPI fokozza az SK aktivált fibrinolízist (Lopez-Lira, 2006). A fibrinolízist plazminogén-aktivátor-inhibitor (PAI), antiplazminok, például α 2-anti-plazmin és α 2-makroglobulin, és trombinnal aktiválható fibrinolízis-inhibitor (TAFI) szabályozza. A fibrinolízis szabályozása elsősorban a tPA gátlásával megy végbe. Bizonyított, hogy a β 2GPI elnyomja a tPA PAI által közvetített inaktivációját (Ieko, 2000). Bizonyított az is, hogy a β 2GPI az alvadék eltávolításában is részt vesz azáltal, hogy hatással van a szerinproteáz-inhibitorokra és az anti-plazminokra, melyek részt vesznek a fibrinolízis alulszabályozásában (Cesarman-Maus & Hajjar, 2005).

KUTATÁS

Célkitűzés

Célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk APS-ben szenvedő betegek szérumából izolált zárt és nyitott konformáció β 2GPI kölcsönhatását heparinnal, felszíni plazmon rezonancia (surface plasmon resonance, SPR) felhasználásával.

Anyagok és módszerek

A β 2GPI izolálása normál plazmából. A béta2GPI tisztítását Artenjak és munkatársai által leírt módszerrel végeztük (7). A β 2GPI-t normál APTI értékű poolozott plazmából izoláltuk. Ezt 3 fő lépésben végeztük el, mindhárom lépés előzetesen 24 órás dializálást igényelt. Az első lépésben körülbelül 200 ml normál poolozott humán plazmát kétszer hígítottuk sóoldattal és 60%-os perklórsavat adtunk hozzá cseppenként, 285 nM végkoncentrációban folyamatos keverés mellett, 20 perc alatt. Centrifugálás után (3,270 g, 20 perc, 4 ° C) a felülúszót összegyűjtöttük, és pH-ját 1 M NaOH-val 8,0-ra állítottuk be, majd dializáltuk 0,02 M Tris-HCl, 0,03 M NaCl, 8,0 pH mellett 4 ° C-on Ezt követően a felülúszót heparin affinitás kromatográfiás oszloppal (HiTrap Heparin [5 ml], GE Healthcare, Uppsala, Svédország) tisztítottuk tovább és 350 mM NaCl-oldattal

eluáltak. Mivel a molekula képes heparinhoz kötődni, így a β 2GPI az eluátumban maradt. A fehérjét tartalmazó frakciókat egyesítettük és 0,05 M acetátpufferrel, 0,05 M nátrium-klorid-oldattal, 4,8-as pH-n dializáltuk. Végezetül a kapott eluátumot ioncserélő kromatográfiás oszlopra (UnoSphere S [5 ml], BioRad, USA) vittük fel, a molekula szintén az eluátumban maradt. A fehérjét 300 mM NaCl-oldattal eluáltuk. A preparátum jelenlétét és tisztaságát Western-blottal igazoltuk. A Western blot egy olyan módszer, amely egy specifikus célfehérje detektálására szolgál egy összetett keverékben. Magába foglalja a fehérjék gélelektroforézissel történő elválasztását, blotolását vagy membránba történő átvitelét, valamint detektálását (Hnasko & Hnasko, 2015). A fehérjemintákat 10% SDS-poliakrilamid gélelektroforézissel választottuk szét redukáló körülmények között, és átvittük a nitrocellulóz membránra. A festéshez anti-humán béta2GPI primer ellenanyagot (kecskeben tenyésztett; Novus Biologicals, Littleton, CO USA) és HRP-vel konjugált kecske elleni szekunder antitestet (nyúlban előállítva, Sigma-Aldrich, USA) alkalmaztunk. A festés során kemilumineszcens HRP szubsztrátot alkalmaztunk (Immobilon Western, Millipore, Billerica, MA USA). Ezt követően a membránt Coomassie briliáns kék R250-gyel (Sigma-Aldrich) megfestettük, a teljes fehérje kimutatására.

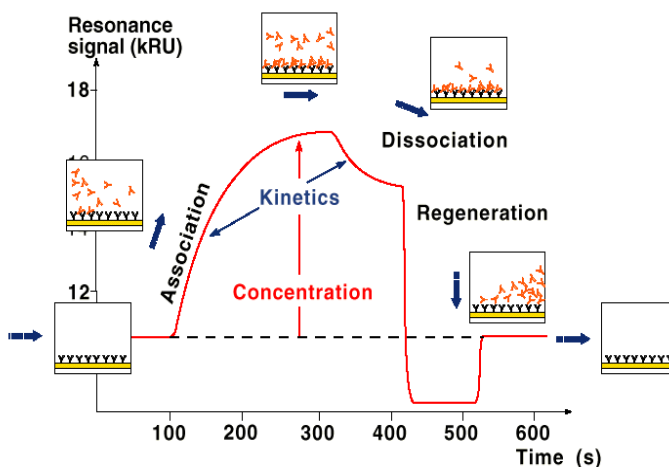
A felszíni plazmon rezonancia elve, SPR mérések kivitelezése. Az SPR méréseket Biacore X készüléken végeztük (GE Healthcare, Uppsala, Svédország), amely egy felületi plazmon rezonancia elvén működő, félautomata készülék, nagy szenzitivitású, manuális injektálást igényel. Az SPR alkalmas makromolekulák értékelése, egyensúlyi mérésekre, mint affinitás és entalpia, mutáns fehérjék elemzésére, illetve, mivel a BIAcore valós idejű kötési adatokat generál jól alkalmazható a kötési kinetika elemzésére.

A felszíni plazmon rezonancia jelenségén alapuló eszközök egy optikai módszert használnak. A jelenség két különböző törésmutatójú közeg, a szenzor chip-hez tartozó üveglapon található aranyréteg, illetve az áramoltatott mintaoldat határfelületén játszódik le. Az üveglapon található arany réteg két úgynevezett áramlási cellára (FC) van osztva, melyen folyamatosan 1-100 μ L/min sebességgel áramlik egy vizes oldat 20-60 nL térfogatban, melyet Running puffernak neveznek. Az arany réteget polarizált fény világítja meg, a visszaverődött fény és az arany réteggel bezárt szög pedig megadja az SPR szöget, mely attól függ, hogy milyen az aranyréteg másik oldalával érintkező réteg törésmutatója. A kölcsönhatás kimutatásához a ligandot az érzékelő felületre kell immobilizálni. Az analitot mintapufferben kell beinjektálni, amely az áramlási cellán keresztül, folyamatosan áramlik. Amint az analit a ligandhoz kötődik, a felszíni fehérjék

felhalmozódása a fénytörési index növekedését eredményezik, ezt nevezzük asszociációs szakasznak. A Biacore X készülék képes detektálni a megváltozott felületi körülmények következtében létrejövő törésmutató változást. Az így detektált jelet a kölcsönhatás mértékét kifejező rezonanciajellé alakítja. Mértékegysége a rezonancia jel, vagy response unit (RU), amely körülbelül 1 pg fehérje/mm² kötődést jelent.

A készülék a kapott rezonancia jelet szenzorgram formájában jeleníti meg (2. ábra). A szenzorgram a rezonancia jelet (RU) ábrázolja az idő függvényében. A puffer folyamatosan áramlik a készülékben, ez adja az alapvonalat. A minta beinjektálását követően, amint létrejött a ligand-analit kapcsolat a görbe emelkedést fog mutatni, ezt nevezzük asszociációs szakasznak. Amint a felülethez már nem képes több analit bekötődni adott koncentrációnál, egyensúlyi állapotról beszélünk. Disszociációs szakasznak nevezzük azt a folyamatot, amely során analit hiányában a kölcsönható partnerek a kölcsönhatás erősségétől függően disszociálnak, ezt követően a jel ismét visszatér az alapvonalhoz.

2. ábra: Szenzorgram.



A 2. ábrán láthatóak a szenzorgram különböző szakaszai. Az analit injektálását követően az alapvonal megemelkedik (Asszociációs szakasz) majd, ha már nem képes több analit bekötődni beáll az egyensúly (Egyensúlyi szakasz), ezt követően pedig ledisszociál az analit a ligandról (Disszociációs szakasz). Végül visszatér az alapvonalhoz a kapott görbe.

A méréseink során Biacore X készüléket használtunk (3. ábra), amely egy nagy érzékenységű, manuális injektálást igénylő, félautomata készülék. Az általa detektált jeleket a BIAcore Evaluation szoftver segítségével határoztuk meg.

3. ábra: Biacore X típusú készülék

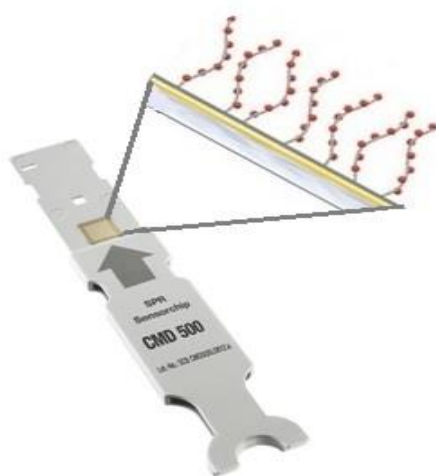


A kölcsönhatás vizsgálatok a 3. ábrán látható Biacore X típusú készülékkel végeztük.

A kísérletek során nagy jelentőséggel bír a megfelelő a szenzor chip megválasztása, amely, mint már korábban is említettem, egy műanyag hordozóra illesztett arany réteggel bevont üveglemez felület. Leggyakrabban 100-200 nm vastagságú karboxi-metil-dextránnal fedett szenzor chipeket használunk, melyek estében a ligandot általában kovalensen az immobilizáljuk. Ez történhet amino-, karboxil-, tiol-, vagy hidroxil csoporton keresztül. A kísérlet során a Xantec cég által gyártott CM500 szenzor chipeket alkalmaztunk (500 nm, közepes sűrűségű karboxi-metil-dextrán hidrogélbevonat, XanTec bioanalytics GmbH, Duesseldorf), ez a típus a rendelkezésre álló legsokoldalúbb chip, de az immobilizálandó molekulától függően használhatunk CM4, CM3, C1 SA, LI stb. szenzor chipek is. Immobilizálása amincsoporton keresztül történt, melynek mátrixára karboxi-metil-dextrán van kovalensen kötve. A dextrán mátrixhoz kovalensen immobilizáltuk a ligandumot. A Biacore X típusú készülék esetén a szenzor chip felszínét két ún. flow cellára (FC) képes osztani, tehát kétféle detektálási mód is lehetséges. A „Single channel” mód alkalmas a ligandok felkötésére, ebben az esetben csak az egyik cellán történik az áramoltatás. Másik eset a „Multi channel” mód, amikor is mindkét cellát használjuk. Ez alkalmas

kölcsönhatás vizsgálatra, mivel az analit mindkét cellán áramoltatva van. Az FC1-es cellát kontrollként alkalmaztuk, etanolaminnal blokkoltuk, mely a nem specifikus kötéseket jelzi, az FC2-es cellára pedig felkötöttük a ligandot. Vizsgálataink során Heparinos szenzor chipet is (Heparin kb. 50 nm-es hidrogél chip, XanTec bioanalytics GmbH, Duesseldorf) használtunk, melyre a ligand, ez esetben Heparin, gyárilag volt felkötve (4. ábra).

4. ábra. CM5 típusú chip. Egy műanyag bordozón egy aranyréteg található, melyhez karboxi-metil-dextrán mátrix van kötve



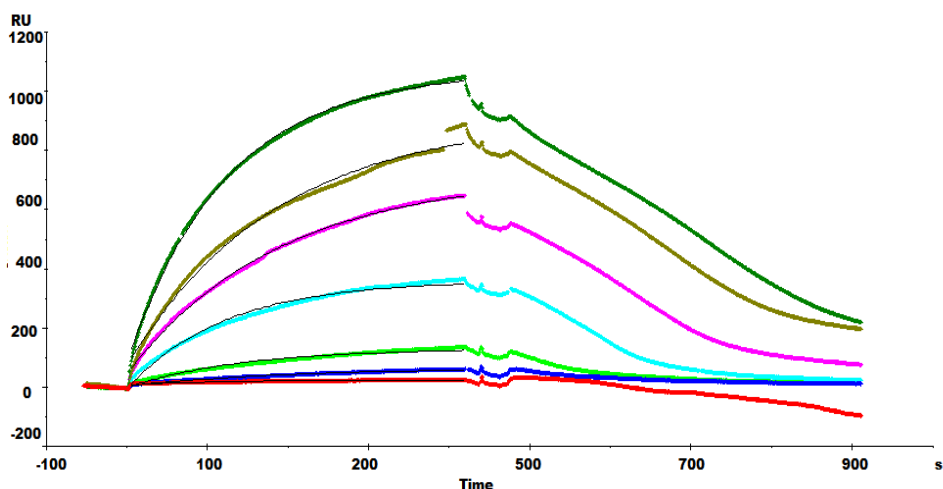
Az egyes mérések között végzett regenerációt 2,5-ös pH-jú 10mM Glycine/HCl- al végeztük. A regeneráló oldat kiválasztásánál fontos szempont, hogy a körülmények elég erélyesek legyenek az analit eltávolításához, de ne károsítsák a ligandot. Running pufferként HBS-t használtunk, melynek összetétele a következő volt: 10 mM HEPES, pH: 7,4 150 mM NaCl, 50 % (v/v) glycerol.

Eredmények

Zárt és nyitott konformációjú β 2GPI és heparin közötti interakció vizsgálata SPR-el. A nyitott, valamint a zárt konformációjú β 2GPI heparinhoz való kötődését SPR készüléken (Biacore X), Xantec Hep szenzor chip-en, 10 uL/perces áramlás mellett vizsgáltuk. A regenerálást SDS regenerálószerrel végeztük. Az egyensúlyi

disszociációs állandó a nyitott konformáció esetén $4,76 \times 10^{-8}$ M, a zárt konformáció esetén pedig $1,87 \times 10^{-6}$ M lett – v.ö.: 5-6. ábrák, 1-2. táblázatok.

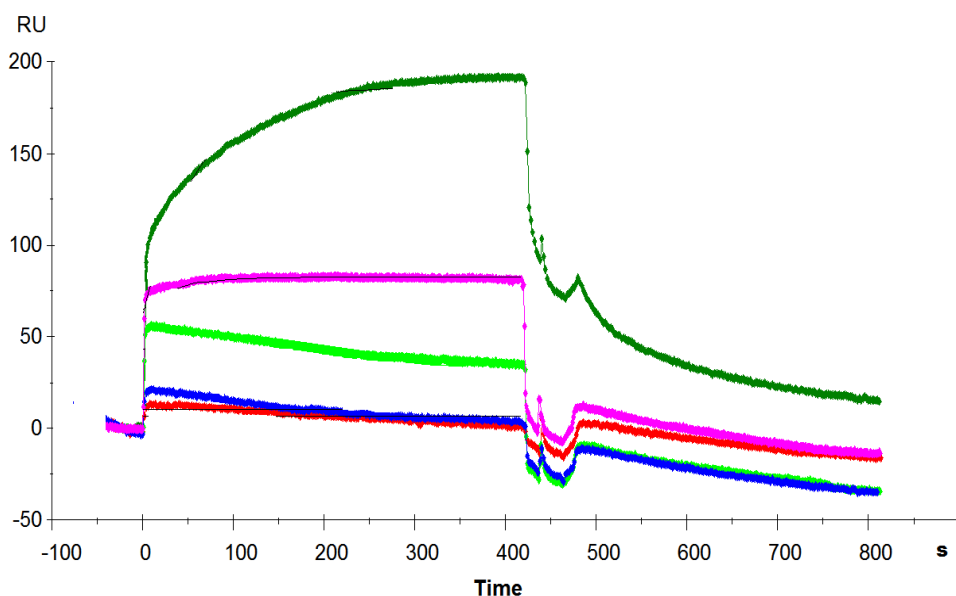
5. ábra. A nyitott konformációjú $\beta 2$ GPI és a heparin közötti interakció. (alulról felfelé haladva: kék: 50 nM, sötétzöld: 100 nM, cián: 150 nM, piros: 300 nM, szürke: 500 nM, zöld: 1000 nM)



1. táblázat. A nyitott konformációjú $\beta 2$ GPI és a heparin közötti interakció.

Változó	k_a (1/Ms)	k_d (1/s)	K_A (1/M)	K_D (M)
50 nM	$1,94 \times 10^{05}$	$1,14 \times 10^{-03}$	$1,70 \times 10^{08}$	$5,88 \times 10^{-09}$
100 nM	$9,37 \times 10^{04}$	$1,44 \times 10^{-03}$	$6,51 \times 10^{07}$	$1,54 \times 10^{-08}$
150 nM	$7,87 \times 10^{04}$	$1,37 \times 10^{-03}$	$5,75 \times 10^{07}$	$1,74 \times 10^{-08}$
300 nM	$3,79 \times 10^{04}$	$8,65 \times 10^{-04}$	$4,38 \times 10^{07}$	$2,28 \times 10^{-08}$
500 nM	$1,46 \times 10^{04}$	$1,58 \times 10^{-03}$	$9,23 \times 10^{06}$	$1,08 \times 10^{-07}$
1000 nM	$8,42 \times 10^{03}$	$9,75 \times 10^{-04}$	$8,64 \times 10^{06}$	$1,16 \times 10^{-07}$
ÁTLAG	$7,12 \times 10^{04}$	$1,23 \times 10^{-03}$	$5,90 \times 10^{07}$	$4,76 \times 10^{-08}$
SZÓRÁS	69131,926	0,0002802	59337459	$5,0262 \times 10^{-08}$

6. ábra: A zárt konformációjú β 2GPI és a heparin közötti interakció. Színkód (alulról felfelé haladva): kék: 50 nM, sötétzöld: 100 nM, cián: 150, piros: 300 nM, zöld: 1000 nM)



2. táblázat. A zárt konformációjú β 2GPI és a heparin közötti interakció

Változó	k_a (1/Ms)	k_d (1/s)	KA (1/M)	KD (M)
50 nM	$1,05 \times 10^3$	$8,64 \times 10^{-03}$	$1,21 \times 10^5$	$8,25 \times 10^{-06}$
100 nM	309	$3,51 \times 10^{-05}$	$8,81 \times 10^6$	$1,14 \times 10^{-07}$
150 nM	170	$9,88 \times 10^{-05}$	$1,72 \times 10^6$	$5,82 \times 10^{-07}$
300 nM	$6,49 \times 10^4$	$8,37 \times 10^{-03}$	$7,76 \times 10^6$	$1,29 \times 10^{-07}$
1000 nM	$1,27 \times 10^4$	$3,64 \times 10^{-03}$	$3,49 \times 10^6$	$2,86 \times 10^{-07}$
ÁTLAG	$1,58 \times 10^4$	$4,16 \times 10^{-03}$	$4,38 \times 10^6$	$1,87 \times 10^{-06}$
SZÓRÁS	27938,536	0,00423	3776774	$3,5703 \times 10^{-06}$

Diszkusszió

A tanulmány eredményei azt mutatják, hogy a β 2GPI nyitott konformációja átfedő és különböző funkcionális tulajdonságokkal egyaránt rendelkezik a zárt

konformációhoz képest. A különféle kísérleti körülmények között kapott változatos eredmények jól példázzák, hogy a β 2GPI az érrendszeri eseményekben több feladatot is ellát. A béta2GPI mennyisége fontos, amint azt a béta2GPI hiány okozta trombofília esetén leírták (de Laat et al, 2007). Ez a megállapítás várható volt, mivel korábban beszámoltak a β 2GPI antikoaguláns hatásáról, mivel részt vesz a kontakt aktivációban, illetve a von Willebrand faktor függő vérlemezke-adhézió kialakulásában (Rand et al, 2008; Shi et al, 2004) és úgy találták, hogy blokkolja a trombin prokoaguláns aktivitását anélkül, hogy befolyásolná annak antikoaguláns funkcióját (McNally et al, 1996). A β 2GPI általános hatásának azonban összetettebbnek kell lennie, mivel a β 2GPI defektust még nagy számú trombofiliás csoporton nem végeztek (Rahgozar et al, 2007). Ezenkívül a fent említett emberi esettanulmányokkal ellentmondó kísérleti vizsgálatokban leírták, hogy a β 2GPI-hiányos egér csökkent trombin generációt mutat, így a β 2GPI szintén fontos szerepet játszik a trombin-közvetített koagulációban, és - több más tanulmánnyal ellentétben - a szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a β 2GPI protrombotikus szerepet játszhat in vivo (Wurm, 1984).

A β 2GPI V. doménje egyedülálló, mivel nemcsak a foszfolipidekhez kötődik, hanem a heparint is köti (McNeil, 1990). A β 2GPI kettős szerepét a hemostázis folyamatokban példázza az a képessége, hogy megvédi a trombint a heparin kofaktor II. gátló hatásától (Lozier, Takahashi & Putnam, 1984). A trombin egy olyan háromkomponensű komplex része, amelyben a II és az I exozitok heparinhoz és β 2GPI-hez (V domén) kötődnek. SPR-kísérleteinkben megfigyeltük, hogy bár a β 2GPI mindkét konformációja kötődik a heparinhoz, a nyitott konformáció egy nagyságrenddel erősebb kötődést mutatott, mint a kör alakú. Ez a megállapítás befolyásolhatja a trombin-aktivitás modulálását, mind endogén heparinoidokkal való kölcsönhatás során, mind az APS-ben szenvedő betegek esetén exogén módon hozzáadott heparinnal való kötődés szempontjából.

Az SPR görbék adatainak megértése szempontjából fontos figyelembe venni, hogy a patogén és nem patogén autoantitestek eltérően ismerik fel a β 2GPI ligandumot (Steinkasserer, 1991), és nem minden antitest igényel nyitott konformációt a kötéshez. Mivel az SPR chippek hasonló sűrűen vannak borítva a bevonómolekulákkal, a szignálkülönbségekből arra következtethetünk, hogy a heparinnal és az autoantitestekkel borított SPR chippekhez jobban kötődik a nyitott konformáció, mint a β 2GPI zárt formája. Ezek az adatok elősegíthetik ezen plazmafehérje szerepének megértését, azonban ezeket az eredményeket jövőbeli vizsgálatokkal meg kell erősíteni és ki kell egészíteni.

Irodalom

- Agar, C. et al (2010). Beta2-glycoprotein I can exist in 2 conformations: implications for our understanding of the antiphospholipid syndrome. *Blood*, 116 (8): 1336-43. DOI [10.1182/blood-2009-12-260976](https://doi.org/10.1182/blood-2009-12-260976)
- Biasiolo, A. et al. (1999). [Anti-beta2 glycoprotein I-beta2 glycoprotein I] immune complexes in patients with antiphospholipid syndrome and other autoimmune diseases. *Lupus*, 8(2): 121-6. DOI [10.1191/096120399678847506](https://doi.org/10.1191/096120399678847506)
- Bohgaki, M., et al (2004). The p38 mitogen-activated protein kinase (MAPK) pathway mediates induction of the tissue factor gene in monocytes stimulated with human monoclonal anti-beta2Glycoprotein I antibodies. *Int Immunol*. 16(11): 1633-41. DOI [10.1093/intimm/dxh166](https://doi.org/10.1093/intimm/dxh166)
- Bouma, B., et al (1999). Adhesion mechanism of human beta(2)-glycoprotein I to phospholipids based on its crystal structure. *Embo j*, 18(19): 5166-74. DOI [10.1093/emboj/18.19.5166](https://doi.org/10.1093/emboj/18.19.5166)
- Cervera, R. (2017). Antiphospholipid syndrome. *Thromb Res*. 151 Suppl 1: S43-s47.
- Cesarman-Maus, G. and K.A. Hajjar (2005). Molecular mechanisms of fibrinolysis. *Br J Haematol*, 129(3): 307-21. DOI [10.1055/s-2000-9808](https://doi.org/10.1055/s-2000-9808)
- Clemens, N., et al.(2009). In vitro effects of antiphospholipid syndrom×10IgG fractions and human monoclonal antiphospholipid IgG antibody on human umbilical vein endothelial cells and monocytes. *Ann N Y Acad Sci*, 1173: 805-13. DOI [10.1111/j.1749-6632.2009.04632.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04632.x)
- de Groot, P.G. and J.C. Meijers (2011). beta(2) -Glycoprotein I: evolution, structure and function. *J Thromb Haemost*, 9(7):1275-84. DOI [10.1111/j.1538-7836.2011.04327.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2011.04327.x)
- de Laat, B. et al. (2007). Correlation between antiphospholipid antibodies that recognize domain I of beta2-glycoprotein I and a reduction in the anticoagulant activity of annexin A5. *Blood*, 109(4): 1490-4. DOI [10.1182/blood-2006-07-030148](https://doi.org/10.1182/blood-2006-07-030148)
- de Laat, B. et al.(2008). Correlation between the potency of a beta2-glycoprotein I-dependent lupus anticoagulant and the level of resistance to activated protein C. *Blood Coagul Fibrinolysis*, 19(8): 757-64. DOI: [10.1097/MBC.0b013e32830f1b85](https://doi.org/10.1097/MBC.0b013e32830f1b85)
- Goldsmith, G.H. et al. (1994). Inhibition of prothrombin activation by antiphospholipid antibodies and beta 2-glycoprotein 1. *Br J Haematol*. 87(3): 548-54. DOI[10.1111/j.1365-2141.1994.tb08311.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.1994.tb08311.x)

- Hnasko, T.S. and R.M. Hnasko (2015). The Western Blot. *Methods Mol Biol*, 1318: 87-96. DOI [10.1007/978-1-4939-2742-5_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2742-5_9)
- Hulstein, J.J. et al. (2007). beta2-Glycoprotein I inhibits von Willebrand factor dependent platelet adhesion and aggregation. *Blood*, 110(5): 1483-91. DOI [10.1182/blood-2006-10-053199](https://doi.org/10.1182/blood-2006-10-053199)
- Ieko, M. et al. (2000). Effects of beta2-glycoprotein I and monoclonal anticardiolipin antibodies on extrinsic fibrinolysis. *Semin Thromb Hemost.* 26(1): 85-90.
- Iverson, G.M., E.J. Victoria, and D.M. Marquis (1998). Anti-beta2 glycoprotein I (beta2GPI) autoantibodies recognize an epitope on the first domain of beta2GPI. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 95(26): 15542-6. DOI [10.1073/pnas.95.26.15542](https://doi.org/10.1073/pnas.95.26.15542)
- Kroll, J., et al.(1976). DNA-binding proteins in Yoshida ascites tumor fluid. *Biochim Biophys Acta.* 434(2): 490-501. DOI [10.1016/0005-2795\(76\)90239-7](https://doi.org/10.1016/0005-2795(76)90239-7)
- Lopez-Lira, F. et al. (2006). The role of beta2-glycoprotein I (beta2GPI) in the activation of plasminogen. *Biochim Biophys Acta*, 1764(4): 815-23. DOI [10.1016/j.bbapap.2005.12.020](https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2005.12.020)
- Lozier, J., N. Takahashi, and F.W. Putnam (1984). Complete amino acid sequence of human plasma beta 2-glycoprotein I. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 81(12): 3640-4. DOI [10.1073/pnas.81.12.3640](https://doi.org/10.1073/pnas.81.12.3640)
- Mann, K.G., S. Butenas, and K. Brummel (2003). The dynamics of thrombin formation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 23(1): 17-25. DOI [10.1161/01.atv.0000046238.23903.fc](https://doi.org/10.1161/01.atv.0000046238.23903.fc)
- McNally, T. et al. (1996). beta 2 glycoprotein-I inhibits factor XII activation on triglyceride rich lipoproteins: the effect of antibodies from plasma of patients with antiphospholipid syndrome. *Thromb Haemost*, 76(2): 220-5.
- McNeil, H.P. et al. (1990). Anti-phospholipid antibodies are directed against a complex antigen that includes a lipid-binding inhibitor of coagulation: beta 2-glycoprotein I (apolipoprotein H). *Proc Natl Acad Sci USA.* 87(11): 4120-4. DOI [10.1073/pnas.87.11.4120](https://doi.org/10.1073/pnas.87.11.4120)
- Meroni, P.L. et al (2001). Statins prevent endothelial cell activation induced by antiphospholipid (anti-beta2-glycoprotein I) antibodies: effect on the proadhesive and proinflammatory phenotype. *Arthritis Rheum*, 44(12): 2870-8. DOI [10.1002/1529-0131\(200112\)44:12<2870::aid-art475>3.0.co;2-y](https://doi.org/10.1002/1529-0131(200112)44:12<2870::aid-art475>3.0.co;2-y)
- Miyakis, S. et al (2006). International consensus statement on an update of the classification criteria for definite antiphospholipid syndrome (APS). *J Thromb Haemost.* 4(2): 295-306. DOI [10.1111/j.1538-7836.2006.01753.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2006.01753.x)

- Nimpf, J., H. Wurm, and G.M. Kostner (1987). Beta 2-glycoprotein-I (apo-H) inhibits the release reaction of human platelets during ADP-induced aggregation. *Atherosclerosis*, 63(2-3): 109-14. DOI [10.1016/0021-9150\(87\)90110-9](https://doi.org/10.1016/0021-9150(87)90110-9)
- Nimpf, J., H. Wurm, and G.M. Kostner (1985). Interaction of beta 2-glycoprotein-I with human blood platelets: influence upon the ADP-induced aggregation. *Thromb Haemost*, 54(2): p. 397-401.
- Pennings, M.T., et al (2007a). Platelet adhesion to dimeric beta-glycoprotein I under conditions of flow is mediated by at least two receptors: glycoprotein Ib α and apolipoprotein E receptor 2'. *J Thromb Haemost*, 5(2): 369-77. DOI [10.1111/j.1538-7836.2007.02310.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02310.x)
- Pennings, M.T., et al (2007b). Platelets express three different splice variants of ApoER2 that are all involved in signaling. *J Thromb Haemost*, 5(7): 1538-44. DOI [10.1111/j.1538-7836.2007.02605.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02605.x)
- Polz, E. and G.M. Kostner (1979a). The binding of beta 2-glycoprotein-I to human serum lipoproteins: distribution among density fractions. *FEBS Lett*, 102(1): 183-6. DOI [10.1016/0014-5793\(79\)80955-2](https://doi.org/10.1016/0014-5793(79)80955-2)
- Polz, E. and G.M. Kostner (1979b). Binding of beta 2-glycoprotein-I to intralipid: determination of the dissociation constant. *Biochem Biophys Res Commun*. 90(4): 1305-12. DOI [10.1016/0006-291x\(79\)91178-1](https://doi.org/10.1016/0006-291x(79)91178-1)
- Rahgozar, S., et al (2007). Beta2-glycoprotein I binds thrombin via exosite I and exosite II: anti-beta2-glycoprotein I antibodies potentiate the inhibitory effect of beta2-glycoprotein I on thrombin-mediated factor XIa generation. *Arthritis Rheum*. 56(2): 605-13. DOI [10.1002/art.22367](https://doi.org/10.1002/art.22367)
- Rahgozar, S., et al (2008). Beta2-glycoprotein I protects thrombin from inhibition by heparin cofactor II: potentiation of this effect in the presence of anti-beta2-glycoprotein I autoantibodies. *Arthritis Rheum*. 58(4): 1146-55. DOI [10.1002/art.23387](https://doi.org/10.1002/art.23387)
- Rahgozar, S. (2012). Revisiting beta 2 glycoprotein I, the major autoantigen in the antiphospholipid syndrome. *Iran J Immunol*. 9(2): 73-85.
- Rand, J.H., et al. (2008). Resistance to annexin A5 anticoagulant activity: a thrombogenic mechanism for the antiphospholipid syndrome. *Lupus*, 17(10): 922-30. DOI [10.1177/0961203308095029](https://doi.org/10.1177/0961203308095029)
- Rau, J.C., et al (2007). Serpins in thrombosis, hemostasis and fibrinolysis. *J Thromb Haemost*. 5 Suppl 1: 102-15. DOI [10.1111/j.1538-7836.2007.02516.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02516.x)
- Ruggeri, Z.M. and G.L. Mendolicchio (2007). Adhesion mechanisms in platelet function. *Circ Res*, 100(12): 1673-85.

- Schousboe, I. and M.S. Rasmussen (1995). Synchronized inhibition of the phospholipid mediated autoactivation of factor XII in plasma by beta 2-glycoprotein I and anti-beta 2-glycoprotein I. *Thromb Haemost*, 73(5): 798-804.
- Schousboe, I. (1998). Inositolphospholipid-accelerated activation of prekallikrein by activated factor XII and its inhibition by beta 2-glycoprotein I. *Eur J Biochem*. 176(3): 629-36. DOI [10.1111/j.1432-1033.1988.tb14323.x](https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1988.tb14323.x)
- Shi, T., et al (2004). Beta 2-Glycoprotein I binds factor XI and inhibits its activation by thrombin and factor XIIa: loss of inhibition by clipped beta 2-glycoprotein I. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 101(11): 3939-44. DOI [10.1073/pnas.0400281101](https://doi.org/10.1073/pnas.0400281101)
- Shi, W., et al (1993). Anticardiolipin antibodies block the inhibition by beta 2-glycoprotein I of the factor Xa generating activity of platelets. *Thromb Haemost*. 70(2): 342-5.
- Steinkasserer, A., et al (1991). Complete nucleotide and deduced amino acid sequence of human beta 2-glycoprotein I. *Biochem J*. 277 (Pt 2): 387-91. DOI [10.1042/bj2770387](https://doi.org/10.1042/bj2770387)
- Takeuchi, R., et al (2002). Suppressed intrinsic fibrinolytic activity by monoclonal anti-beta-2 glycoprotein I autoantibodies: possible mechanism for thrombosis in patients with antiphospholipid syndrome. *Br J Haematol*, 119(3): 781-8. DOI [10.1046/j.1365-2141.2002.03928.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2141.2002.03928.x)
- Urbanus, R.T., et al (2008). Platelet activation by dimeric beta2-glycoprotein I requires signaling via both glycoprotein Ibalpha and apolipoprotein E receptor 2'. *J Thromb Haemost*. 6(8): 1405-12. DOI [10.1111/j.1538-7836.2008.03021.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2008.03021.x)
- Wilson, W.A., et al (1999). International consensus statement on preliminary classification criteria for definite antiphospholipid syndrome: report of an international workshop. *Arthritis Rheum*. 42(7): 1309-11. DOI [10.1002/1529-0131\(199907\)42:7<1309::AID-ANR1>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1529-0131(199907)42:7<1309::AID-ANR1>3.0.CO;2-F)
- Wurm, H. (1984). beta 2-Glycoprotein-I (apolipoprotein H) interactions with phospholipid vesicles. *Int J Biochem*. 16(5): 511-5. DOI [10.1016/0020-711x\(84\)90168-x](https://doi.org/10.1016/0020-711x(84)90168-x)

OLIGODENDROGLIÓMÁK EXTRACELLULÁRIS MÁTRIX KOMPONENSEINEK TUMORINVÁZIÓBAN BETÖLTÖTT SZEREPE

Absztrakt

A gliómák a leggyakoribb primer központi idegrendszeri daganatok. Az oligodendrogliómák az ún. alacsony grádusú gliómák csoportjába tartoznak, de még ennek ellenére is komoly kihívás elé állítja a klinikusokat mind a pontos diagnózis felállítása szempontjából, mind pedig a megfelelő kezelés kiválasztása szempontjából. A teljes gyógyulás az infiltratív jellegük miatt csak az esetek kis részében érhető el. Az infiltratív jellegükre vezethető vissza az is, hogy az éppen történő eltávolításuk szinte lehetetlen, emiatt nagy az esély a progresszióra, a beteg életminősége jelentősen romlik. Korábbi tanulmányok bizonyították, hogy a daganatsejtek infiltratív tulajdonságának forrása részben a tumor extracelluláris mátrixában keresendő. Tanulmányunk célja az oligodendrogliómák extracelluláris mátrixával kapcsolatos kutatási eredmények összefoglalása, magyar nyelvű szintézise.

Kulcsszavak: glióma, oligodendroglióma, onkoterápia, agydaganat, extracelluláris mátrix

Diszciplína: orvostudományok, neuroonkológia

Abstract

Gliomas are the most common primary central nervous system tumors. Oligodendrogliomas belong to the group of low-grade gliomas nonetheless they pose a serious challenge to clinicians both in making an accurate diagnosis and in selecting appropriate treatment modalities. Due to their infiltrative nature,

¹ DE Klinikai Központ Nagyerdei Campus, Onkológiai Klinika, Debrecen

² DE Klinikai Központ Nagyerdei Campus, Idegsebészeti Klinika, Debrecen

complete recovery is only possible in a small number of cases. It is almost impossible to completely remove the tumors, which increases the chances of progression and significantly impairs the patient's quality of life. Previous studies have shown that the source of the infiltrative property of tumor cells is partly due to the extracellular matrix of the tumor. The aim of our study is to summarize the research results related to the extracellular matrix of oligodendrogliomas and to synthesize them in Hungarian.

Keywords: glioma, oligodendroglioma, oncotherapy, brain tumor, extracellular matrix

Disciplines: medicine, neurooncology

Bevezetés

Az oligodendrogliómák a primer központi idegrendszeri daganatok kb. 5%-át alkotják, az alacsony grádusú, diffúz típusú gliómák csoportjába tartoznak (Ostrom et al, 2017). Annak ellenére, hogy az utóbbi években jelentősen megnöttek az ismereteink az oligodendrogliómák, illetve az egyéb gliómák tekintetében, a klinikusok még így is nehézségekbe ütköznek a pontos klasszifikáció és a megfelelő terápiás kezelés kiválasztásában. Ma már un. multidiszciplináris onkoteamek kellenek ahhoz, hogy a megfelelő személyre szabott terápia kerüljön kiválasztásra az adott beteg számára. A klinikai és hisztopatológiai vizsgálatok mellett a ma már egyre bővülő molekuláris patológiai markerek teszik könnyebbé a személyre szabott terápiát és a rizikócsoportok létrehozását (Szivos, 2021). Azonban a kiterjedt neuroonkológiai kutatások ellenére sem beszélhetünk még nagy sikerekről a gliómák kezelését illetően, ez köszönhető a gliómák invazív voltának, amelyben szerepet játszanak az extracelluláris mátrix komponensek is (Goldbrunner et al, 1998). Jelen tanulmányban az oligodendrogliómák invazivitásában vélhetően kulcsszerepet játszó extracelluláris molekulák szerepét vizsgáló kutatások eredményeit foglaljuk össze.

Az oligodendrogliómák történelmi áttekintése

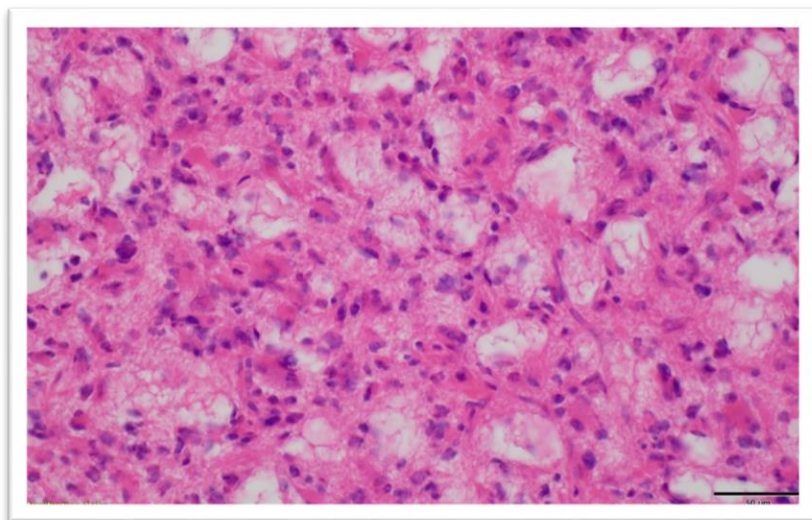
Bailey és Bucy 1929-ben egy agytumoros minta mikroszkópos tanulmányozása során morfológiai hasonlóságot véltek felfedezni a tumor sejtek és az oligodendrocyták között, így lett megalkotva az oligodendroglióma kifejezés (Cairncross, Jenkins & Gliomas 2008; Blumenfeld, 1945). Azonban az

oligodendrocyták több axon mielinhüvelyét is létrehozzák, ezt a tulajdonságát az oligodendrogliómáknak nem tudták bizonyítani az elektronmikroszkópos vizsgálatok. A normál oligodendrocyták ráadásul számos olyan fehérjét expresszálnak, mint a myelin bázikus protein (MBP) (Nakagawa, Perentes & Rubinstein, 1986), myelin-asszociált glikoprotein (MAG) vagy a galaktolipidszerű galaktocerebrozid, ezeket a fehérjéket vagy nem lehet kimutatni az oligodendrogliómákban immunhisztokémiaileg, vagy a tumorok csak egy kisebb részében fejeződnek ki (Kennedy, 1987; Komori, 2017). Ezek az eredmények tehát ellentmondanak annak a feltételezésnek, hogy az oligodendrogliómák oligodendrocyta sejtekből keletkeznek. Az oligodendrogliómák inkább oligodendrocita progenitor sejtekkel (OPC) hasonló immunfenotípussal rendelkeznek, mint például az MBP hiány, illetve GFAP, NG2, PDGFR α és Olig2 expresszió (Komori, 2017; Ligon et al, 2004; Ligon et al, 2007; Chekenya et al, 2002; Bouvier et al, 2003). A legújabb eredmények tükrében a WHO 2016-ban új szövettani klasszifikációt készített (v.ö.: 1. táblázat, 1-2. ábra), melyben a szövettani tulajdonságokon és a mitotikus aktivitáson kívül már molekuláris markereket is figyelembe vesznek a szövettani beosztás és a grádusmeghatározás szempontjából, így jött létre az ún, integrált diagnózis fogalma (Louis et al, 2021).

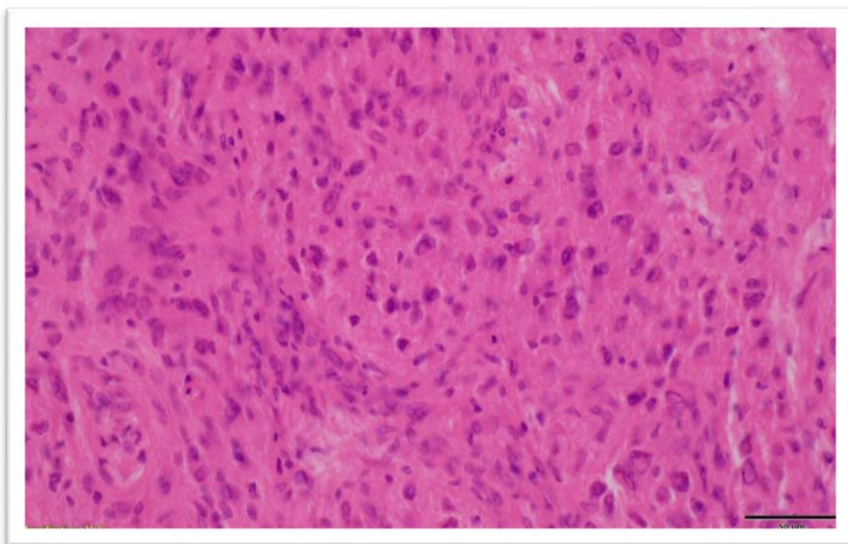
1. Táblázat. Oligodendrogliómák WHO szerinti klasszifikációja (rövid összefoglalás a 4. kiadás 2016-ban frissített változata alapján). A WHO 2016-ban frissített klasszifikációja alapján az oligodendrogliómák diagnosztikája csak IDH mutáció és 1p19q kodeléción meghatározással történhet. Olyan esetekben, amikor ezek a molekuláris markerek nem elérhetők, vissza lehet térni a szövettani jellemzőkre, ilyenkor használjuk a k.m.n. = külön megnevezés nélkül jelzőt.

Szövettan	WHO grádus	Mutáció, kodeléción
Oligodendroglíoma	II	IDH-mt, 1p19q kodeléción
Oligodendroglíoma k.m.n.	II	IDH és 1p19q nem meghatározott
Anaplasticus oligodendroglíoma	III	IDH-mt, 1p19q kodeléción
Anaplasticus oligodendroglíoma k.m.n.	III	IDH és 1p19q nem meghatározott

1. ábra: WHO II-es grádusú oligodendroglióma szövettani képe HE festéssel



2. ábra. WHO III-as grádusú oligodendroglióma szövettani képe HE festéssel



A 2016 előtti WHO klasszifikációban még oligodendroglióma WHO grade II (OII), anaplasztikus oligodendroglióma WHO grade III (OIII), oligoasztrocitóma WHO grade II (OAII), anaplasztikus oligoasztrocitóma WHO grade III (OAIII), és glioblasztóma oligodendroglioma komponenssel WHO grade IV (GBMo) szerepelt (Eckel-Passow et al, 2015).

Ma már a tumornak IDH1 vagy IDH2 mutációval, illetve 1p/19q kodelécióval kell rendelkeznie ahhoz, hogy oligodendrogliómának minősüljön. Ezen változtatások bevezetésével az asztrocitómák jól elkülöníthetők az oligodendrogliómáktól, így 2016 óta már nem használjuk a kevert, oligoasztrocitóma kifejezést (Louis et al, 2007). 2021-ben jelent meg a WHO központi idegrendszeri daganatok klasszifikációjának ötödik kiadása, amely a WHO 2016-os klasszifikációjára épül. A WHO 2021-es klasszifikációjában az oligodendrogliómák esetén nem történt változás, azonban új daganat típusok és altípusok kerültek bevezetésre, különösen a gyermekpopulációban. Ebben az új klasszifikációban már megkülönböztetik az elsősorban felnőtteknél előforduló gliómákat azoktól, amelyek főleg gyermekeknél fordulnak elő. A klinikusok számára a glioblasztómák osztályozásának megváltoztatása jár a legnagyobb gyakorlati következményekkel, de ezen tanulmánynak nem célja részletesebben kifejteni a glioblasztómákat érintő változásokat (Louis et al, 2021).

A molekuláris diagnosztikában használt markerek

Az évek során egyre nagyobb szerephez jutottak a különböző molekuláris markerek az oligodendrogliómák diagnosztikájában. Ahogy azt fentebb is említettük, az IDH mutáció és az 1p/19q kodeléció is ezen fontos markerek közé tartozik, de ide tartozik még a TERT mutáció is, mint genetikai marker. A három marker különösen figyelemre méltó, ugyanis ezek már a gliómák kialakulásának korai szakaszában is jelen lehetnek és hatással vannak a betegek teljes túlélésére (Eckel-Passow et al, 2015). A genetikai markerek mellett még az epigenetikai markerek és számos sejtdifferenciáció-specifikus fehérje jelenléte is segítheti a pontosabb diagnózis felállítását mellett a prediktív és prognosztikai faktorok meghatározását.

Genetikai markerek

1p/19q kodeléció. Az 1p/19q kodeléció kiegyensúlyozatlan, az egész kromoszómakarokat érintő mutáció, amely az 1-es kromoszóma rövid (p) és a 19-es kromoszóma hosszú (q) karjának heterozigóta elvesztését foglalja magába. A gliális daganatok közül azok rendelkeznek a legjobb prognosztikai faktorokkal, amelyeknél egyszerre van jelen IDH1 mutáció és 1p/19q kodeléció. Ezen kívül nem csak prognosztikai szerepe van, hanem prediktív is, amit a tumorok kemoterápiával szembeni érzékenysége bizonyít (Eckel-Passow et al, 2015; van den Bent et al, 2013; Jenkins et al, 2006).

IDH (izocitrát dehidrogenáz) mutáció. Az IDH1 mutáció az oligodendrogliómák 70-80%-ában van jelen, de ezen kívül jelen lehet szekunder glioblasztómában, valamint alacsony grádusú asztrocitómákban is. Az oligodendrogliómák esetében az IDH-génmutáció és a szövettan közötti kapcsolat különösen szoros; az IDH1 mutációt nem hordozó néhány oligodendrogliómára az IDH2 mutáció a jellemző, amely szintén kórosan befolyásolja a tumor sejtek anyagcsere folyamatait (Hartman et al, 2009). Az indolensebb lefolyású betegség mellett a kemoterápiára való érzékenységekben is szerepet játszik a mutáció megléte. Az IDH1 enzimnek fiziológiásan a glikolízisben van fontos szerepe, melynek során izocitromsavból alfa-ketoglutarát képződését katalizálja. A mutáció az R132H pozícióban alakul ki, hatására az átíródó fehérjében egy arginin-hisztidin csere történik. Az R132H mutáció miatt az IDH-1 enzim nem tud megfelelően működni, így felhalmozódik egy, az alfa-ketoglutaráthoz strukturálisan hasonló termék, a 2-D-hidroxi-glutarát. A 2-D-hidroxi-glutarát egy onkometabolit, szerepe van a glioma CpG sziget metilátor fenotípus (G-CIMP) létrehozásában. Az IDH-1 mutációt hordozó tumorsejtek kifejezetten érzékenyek az oxidatív stresszre, hajlamosak fokozott angiogenezisre, és jellegzetes gén expressziós mintázatokat mutatnak (Nagy, 2017; Fathi et al, 2016; Flavahan et al, 2016; Venneti, 2013).

TERT mutáció. A TERT gént érintő mutációk a telomerszekvenciák elongációját idézik elő, ezáltal „immortalizálják” a tumorsejteket. Gliómáknál a TERT mutációk jelenléte a glióma típusától függően változik. A primer glioblasztómák és oligodendrogliómák többségében megtalálható a mutáció, míg asztrocitómában ezek a mutációk ritkábban fordulnak elő. Ez alapján a TERT mutációs állapot meghatározása értékes kiegészítő vizsgálat lehet az IDH státusz és az 1p/19q kodeláció meghatározás mellett. Továbbá kutatások bizonyították, hogy kedvező prognózist jelent, ha a tumor tripla-pozitív, tehát mind az 1p/19q kodeláció, az IDH1 mutáció és a TERT mutáció is jelen van, illetve akkor is, ha csak IDH1 és TERT mutáció van jelen. Azonban amikor csak önmagában a TERT mutáció van jelen, úgy kedvezőtlen tényezőnek számít (Eckel-Passow, 2015; Dubbink et al, 2014; Pekmezci et al, 2017).

Epigenetikai markerek

Nem csak a genetikai, hanem az epigenetikai markerek is bírhatnak prognosztikai/prediktív értékekkel. A továbbiakban röviden összefoglaljuk azokat a mérőföldköveket, amelyek rávilágítottak az epigenetikai markerek klinikai jelentőségére az oligodendrogliómák diagnosztikájában.

G-CIMP fenotípus. A tudományban fontos mérföldkőnek számított a citozin-foszfát-guanin (CpG) sziget-metilátor fenotípus (G-CIMP) felfedezése a gliómákban (LeBlanc & Marra, 2016). Ellentétben a genomban szétszóró CpG szigetekkel szemben, amelyek a legtöbbször metiláltak, a promóter régiókban található CpG szigetek általában nem metiláltak. Klasszikus értelemben, a G-CIMP fenotípust a CPG szigetek genomszintű hipermetilációja jellemzi a gének promóter régiójában (de Carvalho, You & Jones, 2010). Megállapításra került, hogy a G-CIMP (G-CIMP+) daganatot hordozó betegek jobb prognózist mutattak, mint azok, akik nem hordozták ezt a fenotípust (G-CIMP-). A G-CIMP+ tumorok szorosan összefüggnek az IDH mutációval, szinte minden IDH-mutáns glióma G-CIMP+, és ezáltal kedvező prognózisú (Noushmehr et al, 2010; Turcan et al, 2012).

MGMT-promóter-hipermetiláció. Az MGMT (O6-metilguanin-DNS-metiltranszferáz) helyreállítja a betegek kezelésére használt alkilálószerke, mint például a temozolomid által okozott DNS károsodásokat, ezáltal kulcsszerepet játszik a tumorsejtek alkilező szereke citotoxikus hatásával szembeni rezisztenciájában (Malta et al, 2018). Az MGMT gén promóterében történő hipermetiláció csökkent aktivitáshoz vezet, így az alkilező szerekekkel szemben sokkal kedvezőbb a válasz, ezáltal pozitív prediktív markerként használható (Hegi et al, 2005).

Az oligodendrogliómák invazivitásában

kulcsszerepet játszó extracelluláris mátrix komponensek

Inváziós spektrum. Az utóbbi évtizedekben nagy fejlődésen mentek keresztül a nézeteink az extracelluláris mátrixszal (ECM) kapcsolatban, illetve a daganatok invazivitásában betöltött szerepével kapcsolatban. Kezdetben még azt is kutatták, hogy egyáltalán van-e extracelluláris mátrix a központi idegrendszerben, míg ma már tudjuk, hogy kulcsszerepe van az agy fejlődésében, és meglehetősen nagy részét, 20%-át teszi ki a normális agyi térfogatnak. Az agy extracelluláris mátrixának (ECM) összetétele a fejlődés során változik [1-3]. A fejlődő agyban a mátrix szolubilis, lehetővé teszi a sejtprolifrációt és a migrációt, míg a felnőtt agyban normál körülmények között a mátrix kevésbé oldódik, a sejtmozgás korlátozott, a sejt-sejt kapcsolatok stabilizáltak. Más szövetek ECM-ában ellentétben az érett agy ECM-ában nagyon alacsony a kollagén, a fibronectin és a laminin szintje, míg a többi ECM-hez hasonlóan magas kondroitin-szulfát proteoglikán (CSPG) és hialuronsav (HA) szinttel rendelkezik. Ma már azt is

tudjuk, hogy az ECM nagy mértékben megváltozhat különböző tumoros megbetegedések esetén (Hess, 1953; Lei et al, 2017; Zimmermann & Dours-Zimmermann, 2008; Craig, 1979).

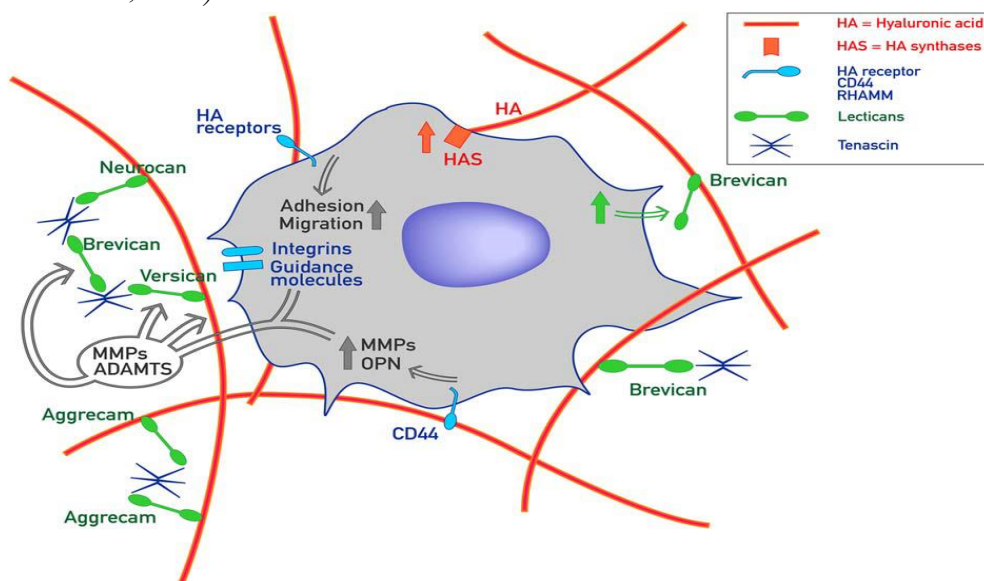
A gliómákkal kapcsolatban megállapítható, hogy a peritumorális infiltráció celluláris és molekuláris történéseiben is szintén nagy szerepet játszik az ECM. A peritumorális infiltráció mélyebb tanulmányozása magyarázza meg azt, hogy miért olyan gyakori a lokális recidíva a primer agytumорок esetén. A peritumorális infiltráció ugyanis lehetetlenné teszi a tumoros szövet teljes eltávolítását, így a reszekciós szélhez közeli kiújulás az esetek nagy részében megfigyelhető (Klekner et al, 2013). Ahhoz, hogy a peritumorális beszűrődés összetett molekuláris folyamatait, és ezáltal a gliómák invazív természetét is megérthessük, mélyebbre hatóan kell tanulmányozni az ECM-ot is. Több kutatás is található egy-egy ECM komponensre fókuszálva, és annak szerepére a tumorsejtek inváziójában, azonban a kifejezetten ECM komponensekre irányuló, panelszerű vizsgálatokat egyelőre csak a DE KK Idegsebészeti Klinikán működő Neuro-Onkológiai Laboratórium munkatársai tették közzé. Ezekben a tanulmányokban foglalmazták meg az inváziós panel, illetve az inváziós spektrum fogalmát. Az inváziós panel a gliómák inváziójában vélhetően kulcsszerepet játszó ECM molekulák összessége, míg az inváziós spektrum ezen molekulák mRNS-expressziós mintázata, amely meglehetősen specifikus egy-egy szövettani csoportba tartozó tumor esetén. Felmerülhet a kérdés, hogy miért pont az ECM molekulák kerültek a kutatás fókuszába? Ez azzal magyarázható, hogy már most is vannak információk olyan ECM molekulákról, amelyek bizonyítottan szerepet játszanak a tumorsejtek migrációjában, és vannak olyanok, amelyekről csak feltételezzük, hogy befolyásolhatják a tumorsejtek infiltrációját. Ezen molekulák kifejezetten jó terápiás célpontok lehetnek. Emellett pedig attól függően, hogy egy panelen belül hogyan változik egyes ECM molekulák spektruma, jól elkülöníthetőek lehetnek a különböző grádusú oligodendrogliómák, ami egy sokkal specifikusabb klasszifikációt tesz lehetővé a szövettani vizsgálatok mellett. Az alábbiakban jellemzünk néhány fontosabb ECM molekulát az invázió szempontjából, melyek között megtalálhatók sejtfelszíni receptorok, a receptorok ligandjai és különböző enzimek is (Szivos, 2021; Klekner et al, 2013; Virga et al, 2017; Varga et al, 2010; Varga et al, 2012; Kelkner et al, 2010).

Sejtfelszíni receptorok

CD44. A CD44 gén által kódolt fehérje egy sejtfelszíni glikoprotein, amely részt vesz a sejt-sejt kölcsönhatásokban, a sejtadhézióban és a migrációban. Ez a fehérje

a sejtfunkciók széles skálájában részt vesz, beleértve a limfocita aktiválást, a vérképzést és a metasztázis képzést. A génnek a transzkriptumai összetett alternatív splicing-on mennek keresztül, ami számos funkcionálisan eltérő izoformát eredményez, ez az alapja a fehérje szerkezeti és funkcionális sokféleségének. A CD44 molekuláris szerkezete receptorként funkcionál a hialuronsav és egyéb ECM komponensek számára (3. ábra), mint például az osteopontin, kollagének és mátrix metalloproteinázok (MMP). Ezekhez kötődve a CD44 számos jelátviteli útvonalat aktivál.

3. ábra: A gliómasejtek saját extracelluláris mátrixa. Az agyi ECM a hialuronsav (HA) és a lektin típusú proteoglikánok, például a brevikan, aggregán, versikan és neurokán hálózatából áll, amelyek közvetlenül vagy linkfehérjéken keresztül kapcsolódnak egymáshoz. A tenascinok ebben a szerkezetben keverednek. Az ECM-komponenseket HA-receptorok, például CD44 vagy RHAMM vagy integrinek kapcsolják a gliómasejtekhez (Ferrer, Moura & Mentlein, 2018).



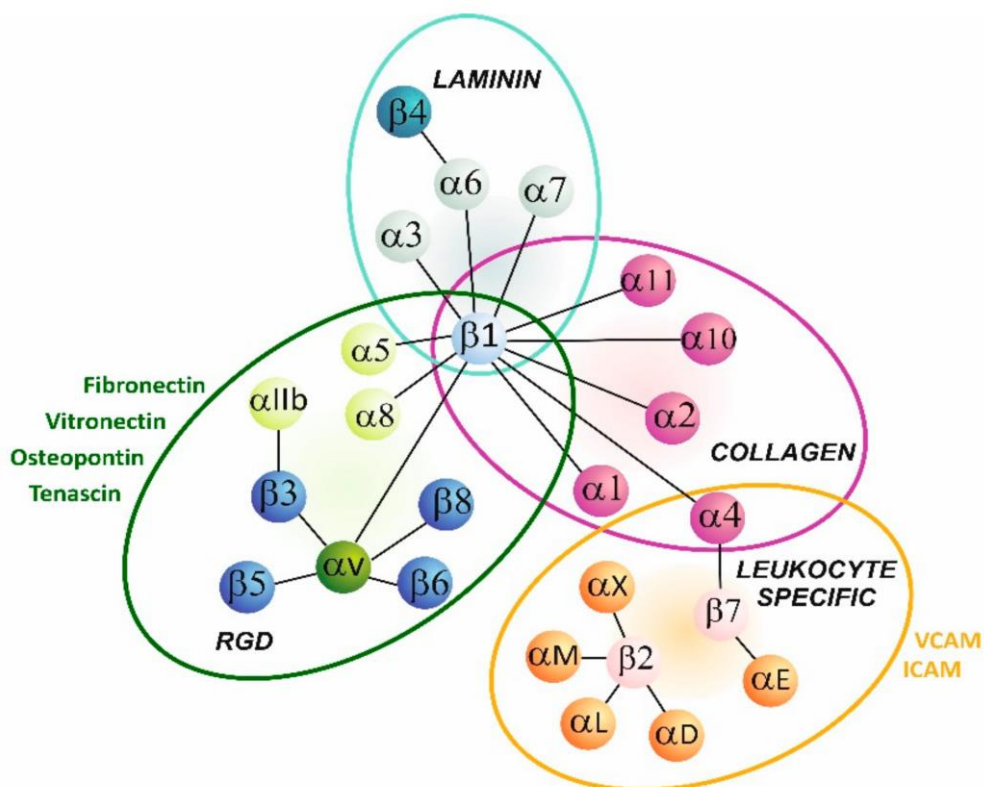
Tumorok esetén a CD44 kötődés szabályozza a tumorőssejtek túlélését, önmegújulását, fennmaradását és kemorezisztenciáját, ami legalább részben megmagyarázza, hogy a CD44 miért kritikus fontosságú ahhoz, hogy a tumoros sejtek alkalmazkodjanak az új környezethez, és miért van szükség CD44-re

metasztatikus terjedés esetén. További tanulmányok megerősítették, hogy jelentős CD44 expressziós szint emelkedés figyelhető meg a gliómák esetén. Illetve az is megállapításra került, hogy a CD44 fokozott expressziója rossz prognózissal társul II-es és III-as grádusú betegeknél (Yan, Zuo & Wei, 2015; Hou et al, 2019; Hou et al, 2020; Ferrer et al, 2018).

HMMR (hyaluron mediált motilitásreceptor). A CD44-hez hasonlóan a HMMR szintén egy hialuronsav receptor. Az HMMR gén 18 exont tartalmaz, amelyek teljes hosszúságú fehérjeként, és a CD44-hez hasonlóan, több izoformaként is expresszálódnak, amelyeket alternatív splicing, alternatív startkodonhasználat és/vagy poszttranszlációs fehérjefeldolgozás generál (Messam et al, 2021). Általánosságban elmondható, hogy az HMMR gyengén expresszálódik a normál szövetekben (Chen, Chen & Du, 2018), de a teljes hosszúságú fehérje és az izoformák expressziója drámaian megnövekszik a sérülésre adott szöveti válasz során (Tolg et al, 2014), illetve konstitutívan megnövekszik olyan betegségek esetén, mint pl. mellrák, myeloma multiplex és bronchopulmonalis diszplázia (Tolg et al, 2014; Misra et al, 2015). Csakúgy, mint a CD44 esetén, a HA és a HMMR közötti kapcsolat összefüggésbe hozható a tumorprogresszióval (Li et al, 2000).

Integrinek. Az I. típusú transzmembrán adhéziós receptorok családjába tartozó integrinek elsősorban a sejt-mátrix kapcsolódás közvetítéséért felelősek, de a sejt-sejt kapcsolatokban is szerepet játszhatnak. Az extracelluláris környezet és a sejten belüli citoplazmatikus jelátvitel összekapcsolásával az integrinek támogatják a sejt lehorgonyzását, és ezáltal a szöveti és szervezeti architektúrát is biztosítják. Az integrinek vagy az integrinhez kapcsolódó fehérjék csökkenése vagy diszfunkciója megzavarja a szövetek fejlődését (például epidermolysis bullosa vagy Kindler-szindróma esetén), emellett az integrinek funkciója megváltozik rákos, mozgásszervi, szív- és érrendszeri és gyulladásos betegségekben is (Hegde & Raghavan, 2013; Winograd-Katz, 2014; Plow, Meller & Byzova, 2014). Az integrinek α és β alegységekből álló heterodimerek (4. ábra). Az emberi szervezet 18 α és 8 β alegységet expresszál, amelyek kombinációja 24 különböző integrin heterodimert alkot. Ezek átfedő, de nem redundáns funkciókat mutatnak, a ligandum és a jelátviteli specifitást az α és β alegységek adott kombinációja határozza meg az egyes heterodimerekben (Hynes, 2002). Ez lehetővé teszi, hogy az integrinek számos extracelluláris ligandumhoz kapcsolódjanak, beleértve a szekretált ECM fehérjéket is, például a fibronektint, a laminint és a kollagént, valamint az Ig-szupercsalád sejtfelszíni receptorait, mint például az intercelluláris adhéziós molekula-1 (ICAM-1) és a vaszkuláris sejtadhéziós molekula -1 (VCAM-1) – v.ö.:

4. ábra: A fő integrin heterodimerek és ligandumaik áttekintése. A ligandumpreferenciák alapján az integrineket négy csoportba sorolhatjuk, azaz kollagén-, laminin- vagy RGD-motívumköti integrinek és leukocita-specifikus receptorok (Ellert-Miklaszewska et al, 2020).



(Humphries & Byron, 2006). Ligandumokhoz vagy ECM komponensekhez kötődve az integrinek olyan jelátviteli útvonalakat aktiválnak, amelyek szabályozzák a sejt migrációt, az inváziót, a proliferációt és a túlélést. Az integrin-mediált jelátvitel fontos szerepet játszik a fejlődésben és a szöveti homeosztázis fenntartásában, deregulációja gyakran betegségekhez kapcsolódik. A daganatsejtek és a daganathoz kapcsolódó stromasejtek gyakran fokozzák specifikus integrinek expresszióját, ami a betegség rosszabb kimenetelével jár (Desgrosellier & Cheresch, 2010). A deregulált integrin jelátvitel szerepet játszik a tumorsejtek invazív fenotípusának kialakításában és a tumor mikrokörnyezetének oly módon történő modulálásában, hogy az támogassa az angiogenezist, aktiválja a mátrixot lebontó enzimeket és szabályozza az metasztatikus sejtek organotropizmusát (Desgrosellier & Cheresch, 2010, Hoshino et al, 2015). Az integrinek és az ECM-

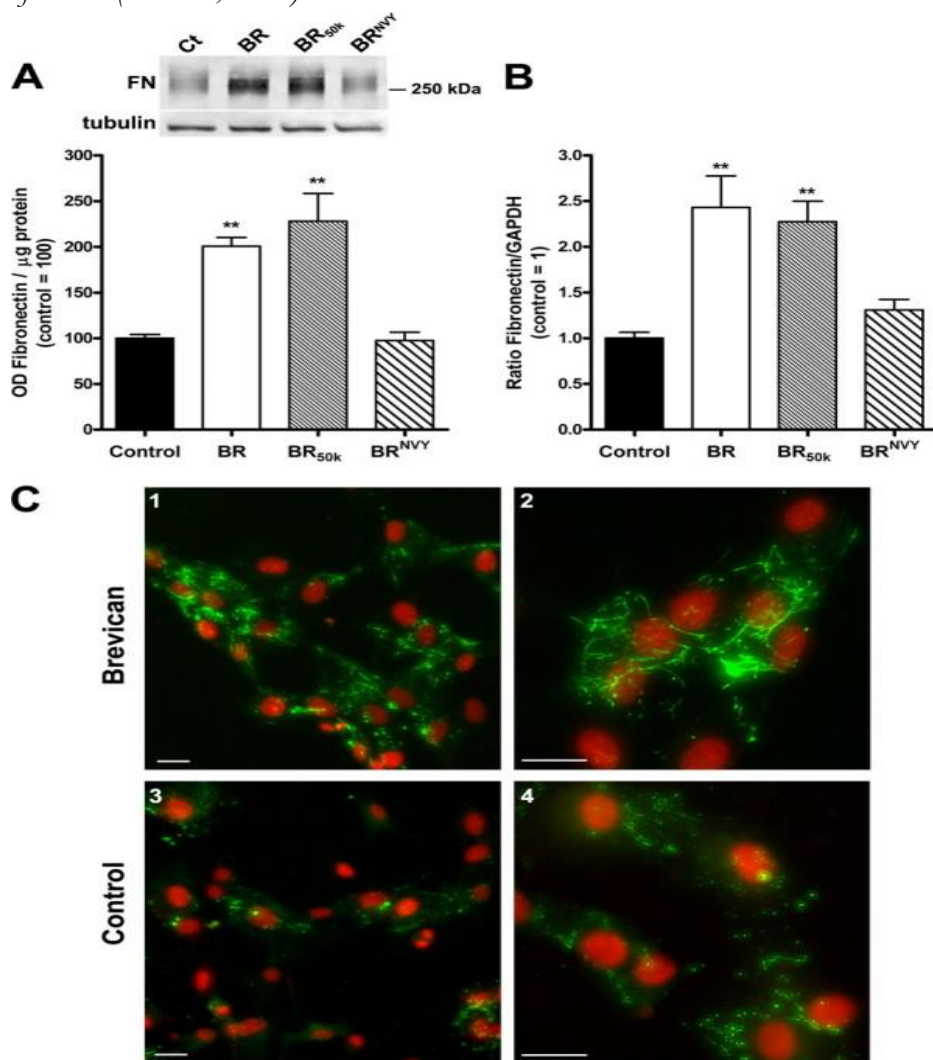
ben immobilizált citokinek vagy növekedési faktorok közötti párbeszéd kulcsfontosságú a tumor progressziójának számos aspektusa szempontjából (Roth et al, 2013). Ma már ismerünk olyan integrineket, amelyek összefüggésbe hozhatóak a gliómák malignus viselkedésével. Ezek a vizsgálatok főleg glioblasztómás betegek, illetve néhány esetben WHO II-es és III-as grádusú asztrocitómás betegek mintáiból készültek. Ezen tanulmányok igazolták többek között, hogy a $\beta 1$ és $\alpha v\beta 1$ integrinek ellen termelt neutralizáló antitestek a gliómák csökkent migrációjához vezetnek in vitro. Igazolható volt továbbá, hogy a $\beta 1$ integrinek gátlása csökkent motilitáshoz vezet, míg az αv integrin gátlása a motilitás fokozódásához vezet. Az $\alpha v\beta 3$ integrin kulcsfontosságúnak bizonyult a gliómák inváziójában, annak a képességének köszönhetően, hogy fokozott expressziója növeli a glióma sejtek motilitását, és egyúttal csökkenti az apoptózis iránti érzékenységet is. A $\beta 5$ integrin expressziója is összefüggésbe hozható a glióma sejtek invazivitásával és migrációjával. WHO II és III grádusú asztrocitómákban rossz prognózishoz vezetett az α -aktin kifejeződése és az integrinek kötődése a citoskeletonhoz. Oligodendrogliómákkal kapcsolatban még nem találtunk ilyen jellegű vizsgálatot a szakirodalomban, de hasonló eredményekre számíthatnánk az asztrocitómákkal való hasonlóságuk miatt (Kelkner et al, 2013; Shapiro, Love & Colman, 2007).

Receptorok ligandjai

Lektikánok

Brevikán. A brevikán egy fő ECM glikoprotein, amely kizárólag a központi idegrendszerben expresszálódik (Jaworski, Kelly & Hockfield, 1994) szerepet játszik a tumorprogresszióban, jelenléte fokozott tumorinvázióval és agresszivitással jár (Lu et al, 2012 – v.ö.: 5. ábra). Bár a brevikánnak több izoformája is létezik, egy egyedülálló, csökkent mértékben glikozilált izoformát (dg-Bcan) csak humán magasabb grádusú gliomákban (III-as grádusú és GBM) találtak. Fontos megjegyezni, hogy a dg-Bcan hiányzik a normál központi idegrendszerben és más neurológiai kórképekben, ezért ígéretes tumor-specifikus markerként is használható, amellett, hogy terápiascélpontként is szolgál (Viapiano et al, 2005). A fibronectin gyakorlatilag hiányzik a normális idegrendszeri ECM-ből. Azonban a tumor mikrokörnyezetében a brevikán aktiválja az EGFR/mitogén-aktivált protein kináz (MAPK) jelátvitelt és a fibronectin termelést a glióma sejtekben, növelve azok migrációs és invazív tulajdonságait (Hu et al, 2008).

5. ábra: Fokozott fibronectin expresszió a glióma sejtek felszínén brevikán hatására. A-B. CT - Kontroll vektort stabilan expresszáló U87MG sejtek. BR – teljes hosszúságú brevikán, BR_{50k} – brevikán N-terminális fragmentuma, BR^{NVY} – hasíthatatlan brevikán. Az A ábrán Western-blot, míg a B ábrán kvantitatív RT-PCR eredményei láthatók. A Brevican- és BR_{50k}-t expresszáló sejtek megnövekedett fibronectin szintet mutattak a kontroll és a BR^{NVY}-t expresszáló sejtekhez képest (átlag $\pm$ S.E.) (**, $p < 0,01$ one-way ANOVA és post hoc Tukey-Kramer teszt alapján). C-D. Élő, nem permeabilizált U87MG sejteket anti-fibronectin antitestekkel inkubáltak, majd fixálták és immuncitokémiai technikával feldolgozták. A fibronectin festődés (zöld) intenzívebb volt a brevikánt expresszáló sejtekben (1. és 2.), és domináns mikrofibrilláris mintázatot mutatott, összehasonlítva a kontrollsejtekben megfigyelt pontszerű mintázattal (3. és 4.). A sejtmagokat 4', 6-diamidino-2-fenil-indollal ellenfestették (Hu et al, 2005).



Neurokán. A brevikánhoz hasonlóan a neurokán is a lektikán család tagja, és szintén főleg a központi idegrendszerben expresszálódik (Yamaguchi, 2005). Fokozott neurokán expressziót tapasztalhatunk idegi sérülés következtében, és gátolja a ideg regenerációt a protein tirozin-foszfataz receptor szigmán (PTPR σ) keresztül (Yamaguchi, 2005; Coles, et al, 2011). Mindemellett kölcsönhatásba lép heparán-szulfát proteoglikánokkal (HSPG-kkel), mint például a szindekán-3 és a glipikán-1. Úgy gondolják, hogy szerepe van a sejtek adhéziónak és migrációjának modulálásában (Asher et al, 2000; Akita et al, 2004). A neurokán C-terminális fragmentuma jelentősen megnöveli az axonok növekedési sebességét a tenyésztett sejtekben. A HSPG-k, mint például a syndecan-3 és a glipikán-1, a neurokán sejt felszíni receptorai, és ezen HSPG-k és a neurokán C-terminális doménje közötti kölcsönhatások elősegítik az axonok növekedését (Akita et al, 2004). A neurokánnak még nem sikerült azonosítani a pontos szerepét az agydaganatok invazivitásában, azonban Klekner Álmos és a munkatársai által végzett vizsgálatok során emelkedett expressziós szintet mutatott a brevikán és a verzikán mellett, mennyiségük összefüggést mutatott a tumor grádussal (Varga, 2012; Virga, 2018).

Verzikán. Ellentétben az aggregánnal, amely szinte kizárólag a porcban és az agyban expresszálódik, valamint a neurokánal és brevikánal, amelyek a központi idegrendszer proteoglikánjai, a verzikán számos szövet és szerv ECM-jében expresszálódik, ami a biológiai aktivitása fontosságára és sokféleségére utal (Wu et al, 2005). Mind a tumor stromában, mind a rákos sejtekben felhalmozódik, és részt vesz a sejtadhézióban, migrációban és angiogenezisben, amelyek mind az invázió és a metasztázis jellemzői (Varga et al, 2010; Klekner, 2010; Mukaratirwa et al, 2004). A stroma magas verzikán expressziója rosszabb prognózissal, a daganatok nagyobb kiújulási arányával és az előrehaladottabb betegséggel társul (Varga et al, 2010; Piriner et al, 2005). Adenokarcinómák esetén a verzikán erős stromális festődése a daganat kiújulásával, magasabb daganatstádiummal és nyirokcsomó-áttétekkel jár (Piriner et al, 2005).

Glikoproteinek

Tenascin. A Tenascin-C a (TNC) a glikoproteinek családjába tartozik. Főként az embrionális fejlődés során expresszálódik, felnőttekben a szintje lecsökken, de kóros körülmények között újra termelődik. Fő receptorukhoz, az integrinekhez kötődve a TNC közvetlenül tudja szabályozni a sejtek viselkedését (Orend & Chiquet-Ehrismann, 2006). Közvetetten a TNC más ECM-molekulákhoz, például a brevikánhoz vagy a neurokánhoz való kötődésen keresztül hat (Adams

et al, 2002; Day et al, 2004). Ez számos olyan folyamathoz vezet, amelyekben a TNC hatékony lehet: sejt migráció, a fokális adhézio gátlása, az angiogenezis elősegítése, a proliferáció fokozása és a génexpressziós szint változása az ECM összetételének modulálása érdekében (Orend & Chiquet-Ehrismann, 2006, Trebaul, Chan & Midwood, 2007; Murphy-Ullrich. et al, 1991). Szinte mindenféle szolid daganat nagy mértékben expresszál TNC-t, de a legmagasabb koncentrációt a gliómákban találták (Alves et al, 2011; Sivasankaran et al, 2009). Megnövekedett expressziója korrelál a daganatok malignus jellegével (Maris, 2008). A tenascin az MMP-k indukciója révén serkenti a glióma sejtek invázióját is (Kalembeyi et al, 2003). A TNC hozzájárul egy motilis és invazív fenotípus kialakulásához a glióma sejtekben (Hirata et al, 2009).

Enzimek

Hialuronszintáz: A hialuronsavat (HA) hialuronszintázok (HAS1, HAS2 és HAS3) állítják elő. A HAS diszfunkciója a HA rendellenes termelését és a kóros biológiai folyamatok, például a transzformáció és a metasztázisok elősegítését eredményezi (Park, Kwak & Lee, 2008) egy egyszerű, de különleges poliszacharid. A GAG család tagja, és nagy, negatív töltésű, el nem ágazó polimerként szintetizálódik, amely glükuronsav és N-acetil-glükózamin ismétlődő diszacharidjaiból áll (Scott & Heatley, 2002) ECM komponensként a HA kettős funkciót tölt be. Normál ECM-ben a HA biztosítja a szövetek homeosztázisát, biomechanikai integritását, valamint a fenntartja a szövetek szerkezetét. A rosszindulatú daganatos szövetekben azonban a HA jeleket továbbít a citoplazmába, és fokozza a tumorsejtek proliferációját, motilitását és invázióját. Az agyi ECM egyik fő összetevője a HA, és ahogy azt fentebb is említettük, a glióma sejtek magas szinten expresszálják a HA receptorokat, a CD44-et és az RHAMM-ot. Mivel a HA egy elsődleges ECM-komponens, amely serkentheti a gliómák invázióját, nagyon jó terápiás célpontnak is bizonyul, például a protein tirozin kináz inhibitorok közül az emodin (3-metil-1,6,8-trihidroxiantrakinon) erős anti-invazív hatással bír a HA által kiváltott glióma invázióban (Park, Kwak & Lee, 2008; Kim et al, 2005).

Összefoglalás

Az oligodendrogliómák primer központi idegrendszeri daganatok csak egy kis részét képviselik, ezért a velük kapcsolatos kutatások alulmaradtak az

asztrocitómákkal szemben. Az utóbbi évek erőfeszítései révén ma már műtéttel, kemoterápiával, illetve sugárterápiával egy viszonylag jól kezelhető tumortípusnak számít. Azonban az asztrocitómákhoz hasonlóan, az oligodendrogliómák is diffúzan infiltráló tumorok, az agyparenchymába való inváziójuk pedig csökkenti a kezelések hatékonyságát. Ezen malignus gliómákra jellemző a szinte mindig bekövetkező recidíva, aminek oka a már fentebb is említett kiterjedt infiltráció. Amennyiben az onkoterápia nincs hatással a tumor infiltratív képességére, a konkuráló kezeléstől a tumor inváziós aktivitásának mérséklődésére nem számíthatunk. A kiújult daganat teljes eltávolítására az onkoterápia után sem lesz remény. A glióma invázió során a daganatsejtek szoros kölcsönhatásba lépnek az ECM-mel. Bár az agydaganatsejtek bizonyos invazív jellemzőkben osztozhatnak a központi idegrendszeren (CNS) kívül kialakuló daganatokkal, az agyi ECM sajátos szerkezete és összetétele azt sugallja, hogy az agydaganatok esetében egyedülálló invazív mechanizmusok léteznek. Ezen mechanizmusok mélyebb megértésében segíthet a gliómák inváziós spektrumának a tanulmányozása. Az inváziós spektrum kulcseleme egy olyan ECM komponensekből létrehozott panel, amelyről sikerült bizonyítani, hogy szerepet játszanak a gliómák vagy akár más tumoros megbetegedés kialakulásában vagy inváziójában.

Oligodendrogliómák esetén kevés hasonló vizsgálat született, azonban az asztrocitómákkal való hasonlóságuk miatt jó kiindulási pontnak számítanak a velük végzett vizsgálatok is. Napjainkban kifejezetten előtérbe kerültek a személyre szabott terápiák, az egyedi antitumor célpontok kiválasztásához nagy segítséget nyújthat a gliómák inváziós spektrumának ismerete (Szivos, 2021; Virga et al, 2017; Klekner et al, 2013; Park, Kwak & Lee, 2008; Hutóczki, 2016).

Irodalom

- Adams M, Jones JL, Walker RA, Pringle JH, Bell SC.(2002). Changes in tenascin-C isoform expression in invasive and preinvasive breast disease. *Cancer Res.* 62(11):3289-3297.
- Akita K, Toda M, Hosoki Y, et al. (2004). Heparan sulphate proteoglycans interact with neurocan and promote neurite outgrowth from cerebellar granule cells. *Biochemical Journal.* 383(1):129-138. doi:[10.1042/BJ20040585](https://doi.org/10.1042/BJ20040585)
- Alves TR, da Fonseca ACC, Nunes SS, et al. (2011). Tenascin-C in the extracellular matrix promotes the selection of highly proliferative and tubulogenesis-defective endothelial cells. *Experimental Cell Research.* 317(15):2073-2085. doi [10.1016/j.yexcr.2011.06.006](https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2011.06.006)

- Asher RA, Morgenstern DA, Fidler PS, et al.(2000). Neurocan is upregulated in injured brain and in cytokine-treated astrocytes. *J Neurosci.* 20(7):2427-2438.
- Blumenfeld Cm. (1945). Disseminated Oligodendroglioma. *Archives of Neurology And Psychiatry.* 54(4):274. doi [10.1001/archneurpsyc.1945.02300100046004](https://doi.org/10.1001/archneurpsyc.1945.02300100046004)
- Bouvier C, Bartoli C, Aguirre-Cruz L, et al. (2003). Shared oligodendrocyte lineage gene expression in gliomas and oligodendrocyte progenitor cells. *Journal of Neurosurgery.* 99(2):344-350. doi [10.3171/jns.2003.99.2.0344](https://doi.org/10.3171/jns.2003.99.2.0344)
- Cairncross G, Jenkins R. (2008). Gliomas With 1p/19q Codeletion:a.k.a. Oligodendroglioma. *The Cancer Journal.* 14(6). 352-357. doi [10.1097/PPO.0b013e31818d8178](https://doi.org/10.1097/PPO.0b013e31818d8178)
- Chekenya M, Hjelstuen M, Enger PØ, et al. (2002). NG2 proteoglycan promotes angiogenesis-dependent tumor growth in the central nervous system by sequestering angiostatin. *The FASEB Journal.* 16(6):586-588. doi [10.1096/fj.01-0632fje](https://doi.org/10.1096/fj.01-0632fje)
- Chen YT, Chen Z, Du YCN.(2018). Immunohistochemical analysis of RHAMM expression in normal and neoplastic human tissues: a cell cycle protein with distinctive expression in mitotic cells and testicular germ cells. *Oncotarget.* 9(30):20941-20952. doi [10.18632/oncotarget.24939](https://doi.org/10.18632/oncotarget.24939)
- Coles CH, Shen Y, Tenney AP, et al. (1979). Proteoglycan-Specific Molecular Switch for RPTP σ Clustering and Neuronal Extension. *Science* 201;332(6028):484-488. doi [10.1126/science.1200840](https://doi.org/10.1126/science.1200840)
- Cragg B. (1979). Brain extracellular space fixed for electron microscopy. *Neuroscience Letters.* 15(2-3):301-306. doi [10.1016/0304-3940\(79\)96130-5](https://doi.org/10.1016/0304-3940(79)96130-5)
- Day JM, Olin AI, Murdoch AD, et al. (2004). Alternative splicing in the aggrecan G3 domain influences binding interactions with tenascin-C and other extracellular matrix proteins. *J Biol Chem.* 279(13):12511-12518. doi [10.1074/jbc.M400242200](https://doi.org/10.1074/jbc.M400242200)
- de Carvalho DD, You JS, Jones PA (2010). DNA methylation and cellular reprogramming. *Trends in Cell Biology.* 20(10):609-617. doi [10.1016/j.tcb.2010.08.003](https://doi.org/10.1016/j.tcb.2010.08.003)
- Desgrosellier JS, Cheresch DA. (2010). Integrins in cancer: biological implications and therapeutic opportunities. *Nature Reviews Cancer.* 10(1):9-22. doi [10.1038/nrc2748](https://doi.org/10.1038/nrc2748)
- Dubbink HJ, Bakels H, Post E, Zwarthoff EC, Verdijk RM (2014). TERT promoter mutations and BRAF mutations are rare in sporadic, and TERT promoter mutations are absent in NF1-related malignant peripheral nerve

- sheath tumors. *Journal of Neuro-Oncology*. 120(2):267-272. doi [10.1007/s11060-014-1553-8](https://doi.org/10.1007/s11060-014-1553-8)
- Eckel-Passow JE, Lachance DH, Molinaro AM, et al. (2015). Glioma Groups Based on 1p/19q, IDH, and TERT Promoter Mutations in Tumors. *New England Journal of Medicine*. 372(26):2499-2508. doi [10.1056/NEJMoa1407279](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1407279)
- Ellert-Miklaszewska A, Poleszak K, Pasierbinska M, Kaminska B. (2020). Integrin signaling in glioma pathogenesis: From biology to therapy. *International Journal of Molecular Sciences*. 21(3). doi [10.3390/ijms21030888](https://doi.org/10.3390/ijms21030888)
- Fathi AT, Nahed B v., Wander SA, et al. Elevation of Urinary 2-Hydroxyglutarate in IDH -Mutant Glioma. *The Oncologist*. 2016;21(2):214-219. doi:10.1634/theoncologist.2015-0342
- Ferrer VP, Moura Neto V, Mentlein R. (2018). Glioma infiltration and extracellular matrix: key players and modulators. *Glia*. 66(8):1542-1565. doi [10.1002/glia.23309](https://doi.org/10.1002/glia.23309)
- Flavahan WA, Drier Y, Liau BB, et al. (2016). Insulator dysfunction and oncogene activation in IDH mutant gliomas. *Nature*. 2016;529(7584):110-114. doi [10.1038/nature16490](https://doi.org/10.1038/nature16490)
- Goldbrunner RH, Bernstein JJ, Jo J, Tonn JC. (1998). ECM-Mediated Glioma Cell Invasion. *Micro R.T.* Vol 43. doi [10.1002/\(SICI\)1097-0029\(19981101\)43:3<250::AID-JEMT7>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0029(19981101)43:3<250::AID-JEMT7>3.0.CO;2-C)
- Hartmann C, Meyer J, Balss J, et al. (2009). Type and frequency of IDH1 and IDH2 mutations are related to astrocytic and oligodendroglial differentiation and age: a study of 1,010 diffuse gliomas. *Acta Neuropathologica*. 118(4):469-474. doi [10.1007/s00401-009-0561-9](https://doi.org/10.1007/s00401-009-0561-9)
- Hegde S, Raghavan S. (2013). A Skin-depth Analysis of Integrins: Role of the Integrin Network in Health and Disease. *Cell Communication & Adhesion*. 20(6):155-169. doi [10.3109/15419061.2013.854334](https://doi.org/10.3109/15419061.2013.854334)
- Hegi ME, Diserens AC, Gorlia T, et al. (2005). MGMT Gene Silencing and Benefit from Temozolomide in Glioblastoma. *New England Journal of Medicine*. 2005;352(10):997-1003. doi [10.1056/NEJMoa043331](https://doi.org/10.1056/NEJMoa043331)
- Hess A (1953). The ground substance of the central nervous system revealed by histochemical staining. *The Journal of Comparative Neurology*. 98(1):69-91. doi [10.1002/cne.900980106](https://doi.org/10.1002/cne.900980106)
- Hirata E, Arakawa Y, Shirahata M, et al. (2009). Endogenous tenascin-C enhances glioblastoma invasion with reactive change of surrounding brain tissue. *Cancer Science*. 100(8):1451-1459. doi [10.1111/j.1349-7006.2009.01189.x](https://doi.org/10.1111/j.1349-7006.2009.01189.x)

- Hoshino A, Costa-Silva B, Shen TL, et al. (2015). Tumour exosome integrins determine organotropic metastasis. *Nature*. 527(7578):329-335. doi [10.1038/nature15756](https://doi.org/10.1038/nature15756)
- Hou C, Ishi Y, Motegi H, et al. (2019). Overexpression of CD44 is associated with a poor prognosis in grade II/III gliomas. *Journal of Neuro-Oncology*. 145 (2):201-210. doi [10.1007/s11060-019-03288-8](https://doi.org/10.1007/s11060-019-03288-8)
- Hou C, Lin H, Wang P, Yang Y, Cen S, Zhou D. (2020). Comment on "expression of CD44 and the survival in glioma: A meta-analysis. *Bioscience Reports*. 40 (10). doi [10.1042/BSR20202812](https://doi.org/10.1042/BSR20202812)
- Hu B, Kong LL, Matthews RT, Viapiano MS. (2008). The Proteoglycan Brevican Binds to Fibronectin after Proteolytic Cleavage and Promotes Glioma Cell Motility. *Journal of Biological Chemistry*. 283(36):24848-24859. doi [10.1074/jbc.M801433200](https://doi.org/10.1074/jbc.M801433200)
- Humphries JD, Byron A, Humphries MJ. (2006). Integrin ligands at a glance. *Journal of Cell Science*. 119(19):3901-3903. doi [10.1242/jcs.03098](https://doi.org/10.1242/jcs.03098)
- Hutóczki G. (2016). Egyetemi Doktori (PhD) Értekezés tézisei. A glioblasztóma jelenlegi terápiás korlátainak összefüggései az extracelluláris mátrix összetételével.
- Hynes RO. (2002). Integrins. *Cell*. 110(6):673-687. doi [10.1016/S0092-8674\(02\)00971-6](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(02)00971-6)
- Jaworski DM, Kelly GM, Hockfield S. (1994). BEHAB, a new member of the proteoglycan tandem repeat family of hyaluronan-binding proteins that is restricted to the brain. *Journal of Cell Biology*. 125(2):495-509. doi [10.1083/jcb.125.2.495](https://doi.org/10.1083/jcb.125.2.495)
- Jenkins RB, Blair H, Ballman K v., et al. (2006). A t(1;19)(q10;p10) Mediates the Combined Deletions of 1p and 19q and Predicts a Better Prognosis of Patients with Oligodendroglioma. *Cancer Research*. 66(20):9852-9861. doi [10.1158/0008-5472.CAN-06-1796](https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-06-1796)
- Kalembeyi I, Inada H, Nishiura R, Imanaka-Yoshida K, Sakakura T, Yoshida T. (2003). Tenascin-C upregulates matrix metalloproteinase-9 in breast cancer cells: Direct and synergistic effects with transforming growth factor β 1. *International Journal of Cancer*. 105(1):53-60. doi [10.1002/ijc.11037](https://doi.org/10.1002/ijc.11037)
- Kennedy PG WBTDNM.(1987). Antigenic expression by cells derived from human gliomas does not correlate with morphological classification.
- Kim MS, Park MJ, Kim SJ, et al. (2005). Emodin suppresses hyaluronic acid-induced MMP-9 secretion and invasion of glioma cells. *Int J Oncol*. 27(3):839-846.

- Klekner A, Varga I, Bognár L, et al. (2010). Extracellular matrix of cerebral tumors with different invasiveness. *Ideggyógyászati szemle*. 63(1-2):38-43.
- Klekner Á., Virga J., Tóth J., Hortobágyi T., Dér Á., Szemcsák Cs., Bognár L. (2013). Az Extracelluláris Mátrix Komponensek Tumorinvázióban Betöltött Szerepe Intrakraniális Daganatokban. *Magyar Onkológia* 57:222–231
- Komori T. (2017). Pathology of oligodendroglia: An overview. *Neuropathology*. 37(5):465-474. doi [10.1111/neup.12389](https://doi.org/10.1111/neup.12389)
- LeBlanc VG, Marra MA (2016). DNA methylation in adult diffuse gliomas. Briefings in Functional Genomics. doi [10.1093/bfgp/elw019](https://doi.org/10.1093/bfgp/elw019)
- Lei Y, Han H, Yuan F, Javed A, Zhao Y. The brain interstitial system: Anatomy, modeling, in vivo measurement, and applications. *Progress in Neurobiology*. 2017;157:230-246. doi [10.1016/j.pneurobio.2015.12.007](https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2015.12.007)
- Li H, Guo L, Li JW, Liu N, Qi R, Liu J. (2000). Expression of hyaluronan receptors CD44 and RHAMM in stomach cancers: relevance with tumor progression. *Int J Oncol*. 17(5):927-932.
- Ligon KL, Alberta JA, Kho AT, et al. (2004). The Oligodendroglial Lineage Marker OLIG2 Is Universally Expressed in Diffuse Gliomas. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*. 63(5):499-509. doi [10.1093/jnen/63.5.499](https://doi.org/10.1093/jnen/63.5.499)
- Ligon KL, Huillard E, Mehta S, et al. (2007). Olig2-Regulated Lineage-Restricted Pathway Controls Replication Competence in Neural Stem Cells and Malignant Glioma. *Neuron*, 53(4):503-517. doi [10.1016/j.neuron.2007.01.009](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.01.009)
- Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, et al. (2007). The 2007 WHO classification of tumours of the central nervous system. *Acta Neuropathologica*. 114(2):97-109. doi [10.1007/s00401-007-0243-4](https://doi.org/10.1007/s00401-007-0243-4)
- Louis DN, Perry A, Reifenberger G, et al. (2016). The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Acta Neuropathologica*. 131(6):803-820. doi [10.1007/s00401-016-1545-1](https://doi.org/10.1007/s00401-016-1545-1)
- Louis DN, Perry A, Wesseling P, et al. (2021). The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro-Oncology*. 23(8):1231-1251. doi [10.1093/neuonc/noab106](https://doi.org/10.1093/neuonc/noab106)
- Lu R, Wu C, Guo L, et al. (2012). The role of brevican in glioma: promoting tumor cell motility in vitro and in vivo. *BMC Cancer*. 12(1):607. doi [10.1186/1471-2407-12-607](https://doi.org/10.1186/1471-2407-12-607)

- Malta TM, de Souza CF, Sabedot TS, et al. (2018). Glioma CpG island methylator phenotype (G-CIMP): biological and clinical implications. *Neuro-Oncology*. 20(5):608-620. doi [10.1093/neuonc/nox183](https://doi.org/10.1093/neuonc/nox183)
- Maris C, Rorive S, Sandras F, et al. (2008). Tenascin-C expression relates to clinicopathological features in pilocytic and diffuse astrocytomas. *Neuropathology and Applied Neurobiology*. 34(3):316-329. doi [10.1111/j.1365-2990.2007.00898.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2990.2007.00898.x)
- Messam BJ, Tolg C, McCarthy JB, Nelson AC, Turley EA.(2021). Rhamm is a multifunctional protein that regulates cancer progression. *International Journal of Molecular Sciences*. 22(19). doi [10.3390/ijms221910313](https://doi.org/10.3390/ijms221910313)
- Misra S, Hascall VC, Markwald RR, Ghatak S. (2015). Interactions between Hyaluronan and Its Receptors (CD44, RHAMM) Regulate the Activities of Inflammation and Cancer. *Frontiers in Immunology*. 6. doi [10.3389/fimmu.2015.00201](https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00201)
- Mukaratirwa S, Chimonyo M, Obwolo M, Gruys E, Nederbragt H.(2004). Stromal cells and extracellular matrix components in spontaneous canine transmissible venereal tumour at different stages of growth. *Histol Histopathol*. 19(4):1117-1123. doi [10.14670/HH-19.1117](https://doi.org/10.14670/HH-19.1117)
- Murphy-Ullrich JE, Lightner VA, Aukhil I, Yan YZ, Erickson HP, Höök M. (1991). Focal adhesion integrity is downregulated by the alternatively spliced domain of human tenascin. *J Cell Biol*. 115(4):1127-1136. doi [10.1083/jcb.115.4.1127](https://doi.org/10.1083/jcb.115.4.1127)
- Nagy, Á. (2017). *A Glioblastoma Molekuláris Osztályozása* PhD Tézisfüzet. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar.
- Nakagawa Y, Perentes E, Rubinstein LJ. (1986). Immunohistochemical characterization of oligodendrogliomas: an analysis of multiple markers. *Acta Neuropathologica*. 72(1):15-22. doi [10.1007/BF00687942](https://doi.org/10.1007/BF00687942)
- Noushmehr H, Weisenberger DJ, Diefes K, et al (2010). Identification of a CpG Island Methylator Phenotype that Defines a Distinct Subgroup of Glioma. *Cancer Cell*. 17(5):510-522. doi [10.1016/j.ccr.2010.03.017](https://doi.org/10.1016/j.ccr.2010.03.017)
- Orend G, Chiquet-Ehrismann R. (2006). Tenascin-C induced signaling in cancer. *Cancer Lett*. 244(2):143-163. doi [10.1016/j.canlet.2006.02.017](https://doi.org/10.1016/j.canlet.2006.02.017)
- Ostrom QT, Gittleman H, Liao P, et al (2017). CBTRUS Statistical Report: Primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2010-2014. *Neuro Oncol*. 19(5). doi [10.1093/neuonc/nox158](https://doi.org/10.1093/neuonc/nox158)
- Park JB, Kwak HJ, Lee SH. (2008). Role of hyaluronan in glioma invasion. *Cell Adhesion & Migration*. (3):202-207. doi [10.4161/cam.2.3.6320](https://doi.org/10.4161/cam.2.3.6320)

- Pekmezci M, Rice T, Molinaro AM, et al (2017)- Adult infiltrating gliomas with WHO 2016 integrated diagnosis: additional prognostic roles of ATRX and TERT. *Acta Neuropathologica*. 133(6):1001-1016. doi [10.1007/s00401-017-1690-1](https://doi.org/10.1007/s00401-017-1690-1)
- Pirinen R, Leinonen T, Böhm J, et al. (2005). Versican in nonsmall cell lung cancer: relation to hyaluronan, clinicopathologic factors, and prognosis. *Human Pathology*. 36(1):44-50. doi [10.1016/j.humpath.2004.10.010](https://doi.org/10.1016/j.humpath.2004.10.010)
- Plow EF, Meller J, Byzova T v. (2014). Integrin function in vascular biology. *Current Opinion in Hematology*. 21(3):241-247. doi [10.1097/MOH.0000000000000042](https://doi.org/10.1097/MOH.0000000000000042)
- Roth P, Silginer M, Goodman SL, et al. (2013). Integrin control of the transforming growth factor- β pathway in glioblastoma. *Brain*. 136(2):564-576. doi [10.1093/brain/aws351](https://doi.org/10.1093/brain/aws351)
- Scott JE, Heatley F. (2002). Biological Properties of Hyaluronan in Aqueous Solution Are Controlled and Sequestered by Reversible Tertiary Structures, Defined by NMR Spectroscopy. *Biomacromolecules*. 3(3):547-553. doi [10.1021/bm010170j](https://doi.org/10.1021/bm010170j)
- Shapiro L, Love J, Colman D..(2007).Adhesion Molecules in the Nervous System: Structural Insights into Function and Diversity. *Annual Review of Neuroscience*. 30(1):451-474. doi [10.1146/annurev.neuro.29.051605.113034](https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.29.051605.113034)
- Sivasankaran B, Degen M, Ghaffari A, et al. (2009). Tenascin-C Is a Novel RBPJ α -Induced Target Gene for Notch Signaling in Gliomas. *Cancer Research*. 69(2):458-465. doi [10.1158/0008-5472.CAN-08-2610](https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-08-2610)
- Szivos Á., Virga J., Klekner Á., Árkosy P. (2021). Az alacsony grádusú gliómák prognosztikai faktorainak szerepe a terápia megválasztásában – a nemzetközi irodalom és ajánlások összefoglalása konklúziókkal. *Magyar Onkológia*. 65. 59-70.
- Talts U, Kuhn U, Roos G, Rauch U. (2000). Modulation of Extracellular Matrix Adhesiveness by Neurocan and Identification of Its Molecular Basis. *Experimental Cell Research*. 259(2):378-388. doi [10.1006/excr.2000.4987](https://doi.org/10.1006/excr.2000.4987)
- Tolg C, McCarthy JB, Yazdani A, Turley EA.(2014). Hyaluronan and RHAMM in Wound Repair and the “Cancerization” of Stromal Tissues. *BioMed Research International*. 1-18. doi [10.1155/2014/103923](https://doi.org/10.1155/2014/103923)
- Trebaul A, Chan EK, Midwood KS. (2007). Regulation of fibroblast migration by tenascin-C. *Biochem Soc Trans*. 35(Pt 4):695-697. doi [10.1042/BST0350695](https://doi.org/10.1042/BST0350695)

- Turcan S, Rohle D, Goenka A, et al. (2012). IDH1 mutation is sufficient to establish the glioma hypermethylator phenotype. *Nature*. 483(7390):479-483. doi [10.1038/nature10866](https://doi.org/10.1038/nature10866)
- van den Bent MJ, Brandes AA, Taphoorn MJB, et al. (2013). Adjuvant Procarbazine, Lomustine, and Vincristine Chemotherapy in Newly Diagnosed Anaplastic Oligodendroglioma: Long-Term Follow-Up of EORTC Brain Tumor Group Study 26951. *Journal of Clinical Oncology*. ;31(3):344-350. doi [10.1200/JCO.2012.43.2229](https://doi.org/10.1200/JCO.2012.43.2229)
- Varga I, Hutóczki G, Petrás M, et al. (2010). Expression of Invasion-Related Extracellular Matrix Molecules in Human Glioblastoma Versus Intracerebral Lung Adenocarcinoma Metastasis. *Central European Neurosurgery*. 71(04):173-180. doi [10.1055/s-0030-1249698](https://doi.org/10.1055/s-0030-1249698)
- Varga I, Hutóczki G, Szemcsák CD, et al (2012). Brevican, neurocan, tenascin-C and versican are mainly responsible for the invasiveness of low-grade astrocytoma. *Pathology and Oncology Research*. 18(2):413-420. doi [10.1007/s12253-011-9461-0](https://doi.org/10.1007/s12253-011-9461-0)
- Venneti S, Thompson CB. (2013). Metabolic Modulation of Epigenetics in Gliomas. *Brain Pathology*. 23(2):217-221. doi [10.1111/bpa.12022](https://doi.org/10.1111/bpa.12022)
- Viapiano MS, Bi WL, Piepmeyer J, Hockfield S, Matthews RT.(2005). Novel tumor-specific isoforms of BEHAB/brevican identified in human malignant gliomas. *Cancer Res*. 65(15):6726-6733. doi [10.1158/0008-5472.CAN-05-0585](https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-05-0585)
- Virga J (2018). Egyetemi Doktori (Phd) Értekezés Különböző Grádusú Astrocytomák Extracelluláris Mátrix Összetételének Vizsgálata.
- Virga J, Szemcsák Cs, Reményi-Puskár J, et al (2017). Differences in extracellular matrix composition and its role in invasion in primary and secondary intracerebral malignancies. *Anticancer Research*. 37(8):4119-4126. doi [10.21873/anticancer.11799](https://doi.org/10.21873/anticancer.11799)
- Winograd-Katz SE, Fässler R, Geiger B, Legate KR. (2014). The integrin adhesome: from genes and proteins to human disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 15(4):273-288. doi [10.1038/nrm3769](https://doi.org/10.1038/nrm3769)
- Wu Yj, Pierre Dp La, Wu J, Yee Aj, Yang B. (2005). The interaction of versican with its binding partners. *Cell Research*. 15(7):483-494. doi [10.1038/sj.cr.7290318](https://doi.org/10.1038/sj.cr.7290318)
- Yamaguchi Y. (2000). Lecticans: organizers of the brain extracellular matrix. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 57(2):276-289. doi [10.1007/PL00000690](https://doi.org/10.1007/PL00000690)
- Yan H, Parsons DW, Jin G, et al.(2009). IDH1 and IDH2 Mutations in Gliomas. *New England Journal of Medicine*. 360(8):765-773. doi [10.1056/NEJMoa0808710](https://doi.org/10.1056/NEJMoa0808710)

- Yan Y, Zuo X, Wei D.(2015). Concise Review: Emerging Role of CD44 in Cancer Stem Cells: A Promising Biomarker and Therapeutic Target. *Stem Cells Translational Medicine*. 4(9):1033-1043. doi [10.5966/sctm.2015-0048](https://doi.org/10.5966/sctm.2015-0048)
- Zimmermann DR, Dours-Zimmermann MT (2008). Extracellular matrix of the central nervous system: from neglect to challenge. *Histochemistry and Cell Biology*. 2008;130(4):635-653. doi[10.1007/s00418-008-0485-9](https://doi.org/10.1007/s00418-008-0485-9)

MEGFELELŐ EGYENSÚLY AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓDBAN (ORTHOREXIA NERVOSA, ANOREXIA NERVOSA, EXOREXIA)

A tanulmány témája az egészséges életmód fontossága, továbbá szélsőségeinek bemutatása és azok hatásainak elemzése a testre és a lélekre egyaránt. A célközönség a tinédzser korosztály, azon belül is a 15-16 éves fiúkat és lányokat abból a megfontolásból, hogy alapvetően ez az a réteg, akiket legjobban érint ez a téma. Ezt a feltételezést „Az evészavarok prevalenciája a középiskolás korosztályban 10 év távlatában” című kutatásról szóló cikk is alátámasztja (Szabó és Pető, 2010). Ebben a kutatásban kiderül, hogy a gimnazisták (16,7+-1,5 év) azok, akiknél legnagyobb százalékban előfordulnak evési rendellenességek. A testsúlycsökkentésre használt módszerek és az evészavar-patológiát jelző pontok szerint a kóros jelenségek gyakorisága lényegesen nagyobb a lányok körében, mint a fiúkban, mert jellemzően a lányokat, nőket jobban érdekli saját kinézetük, és mások véleménye.

A tanulmányban először tisztázásra kerül az egészséges életmód fogalma. Az egészséges életmód, olyan életstílus fenntartását jelenti, mely során az egyén célkitűzése az egészség elérése és hosszú távon történő megtartása (Hidvégi, Kopkáné, Müller 2015). Gyakran ide sorolják a rendszeres mozgás és egészséges táplálkozást, de az egészséges életmód ennél jóval többről szól. Nagyban hozzá tartozik az egyén érzelmi és pszichológiai egészsége is. A tanulmányban most leginkább a testmozgásra és táplálkozásra helyezünk nagyobb hangsúlyt, és kisebb mértékben fogjuk érinteni az érzelmi és pszichológiai egészséget. De ez nem azt jelenti, hogy ezek kevésbé fontosak.

Egészséges táplálkozás

Definíciója: Az egészséges étrend olyan étrend, amely fenntartja vagy javítja az ember általános egészségi állapotát (I1). Az egészséges táplálkozás biztosítja a szervezet számára az alapvető tápanyagokat. Az egészséges táplálkozás életünk minden szakaszában nagyon fontos. Viszont gyermek/tinédzser korban az optimális növekedéshez, testi, lelki és értelmi fejlődéshez elengedhetetlen. Hatással van a tanulási képességeinkre, szellemi teljesítményünkre. Továbbá a helytelen táplálkozás összekapcsolható a súlyos betegségek kialakulásával is. Az

egészségtelen életmód és táplálkozás negatív egészségi következményei összeadódnak és egyre fiatalabb életkorban okoznak túlsúlyt, cukorbetegséget, magas vérnyomást, szénhidrát anyagcserezavart és más betegségeket amiket elkerülhetünk ha figyelünk arra mit eszünk. Fontos gyümölcsök és zöldségek, gabonafélék, húsok, halak, tojás, tej és tejtermékek fogyasztása. A gyümölcsök zöldségek bevitele a vitaminok, ásvány anyagok és rostok miatt, amik nélkülözhetetlenek testünk számára. A gabonafélék vagy azokból készült élelmiszerek hozzájárulnak testünk energia ellátásához. A húsok, halak, tojás, tej és tejtermékek pedig tartalmazzák az összes olyan teljes értékű fehérjét amire szükségünk van. Ezen élelmiszerek bevitelének mennyiségét nagyon jól szemlélteti a táplálkozási piramis. Az ételek mellett nagyon fontos az elegendő folyadékbevitel. Hiszen minden sejtünk felépítéséhez és minden szervünk normál működéséhez hozzájárul. Szerepe van a testhőmérséklet szabályozásában, a salakanyag kiválasztásában, a vérnyomás szabályozásában és egyéb fontos folyamatokban. Ajánlott napi 1,5-3 liter folyadék és fontos, hogy ne cukros italokat (pl Kólát), energiatalt igyunk, hanem vizet. A napi legalább három étkezés betartása is lényeges. A kamaszok hajlamosak a reggeli étkezés kihagyására ez pedig nem tesz jót az egészségüknek. Azt eredményezi, hogy az anyagcsere egyensúly felborul, ezáltal a testsúly nehezen kontrollálhatóvá válik. Bécsben, a táplálkozástudományi világkongresszuson - elsősorban francia kutatók vizsgálatai alapján - az előadók nem csak megerősítették a korábbi elképzeléseket, de azt is felvetették, hogy az étkezés gyakorisága a testsúly-szabályozáson kívül befolyásolja tanulási képességünket, szellemi frissességünket és teljesítményünket is (12). Az elhízottság manapság nagymértékben jelen van a világban, azon belül pedig Magyarországot is. Nem csak a felnőttek érintettek a témában, ugyan úgy a gyermekeket is érinti. A kamaszkorban kialakuló kövérség sajnos korunkban igen elterjedté vált. Ehhez nagyban hozzájárul a televízió, számítógép, telefon. A tinédzserek képesek egész nap egy videó játék előtt ülni vagy éppen a telefonjukat nyomkodni megállás nélkül. Nem gondolva arra, hogy ez mennyire egészségtelen szervezetük számára. Nem minden gyerekkori elhízásért ezek az eszközök a felelősek, mert a genetika, hormonok is lehetnek a háttérben, de ez az az ok, ami a legtöbb családban hozzájárul az elhízáshoz. Persze az egészségtelen ételek fogyasztásáról sem kell elfelejtkezni. Az 1. táblázat szemlélteti az elhízottak arányát életkorra és nemekre bontva. Az 1. táblázat jól szemlélteti, ahogy haladunk előre az időben tinédzserektől a felnőtt korosztályig egyre nagyobb százaléka az embereknek elhízott, de alapvetően tinédzsereket is elég nagy százalékban érinti az elhízás.

1. táblázat: Az elhízottak aránya

Elhízottak aránya				
Életkor	15-17 évesek	18-34 évesek	35-64 évesek	65+ évesek
Nő	12%	25%	53%	65%
Férfi	22%	39%	71%	72%

Nagyon sokan a fogyás érdekében diétához folyamodnak, ami lehet egy jó dolog, de káros hatásokkal is járhat. Legtöbb esetben ezeket a diétákat nem orvosok és ehhez értő szakemberek állítják össze. Tehát tudományosan nem megalapozottak. A szervezet egészséges működéséhez szükséges a szénhidrátok, fehérjék és zsírok megfelelő arányú és mennyiségi bevitele, mert ha ez eltolódik és hosszú ideig tart, az inkább a szervezet egészségének károsodásához vezet, mintsem hosszú távú fogyáshoz. Éppen ezért oda kell figyelni, hogy ha diétát kezdünk az egy szakértők által az egyénhez igazított diéta legyen. Továbbá az egészséges étkezést és diétát is túlzásba lehet vinni. A következőkben ezeknek a problémáknak a kóros, betegségre utaló bemutatására kerül sor.

Orthorexia nervosa

Az első ilyen betegség az orthorexia nervosa. Definíció: Az orthorexia nervosa (vagy egyszerűen orthorexia) egy betegségként hivatalosan még el nem ismert evészavar-típus (I3). Az ebben szenvedő betegek jellemzője az eltúlzott törekvés az egészséges (vagy egészségesnek hitt) táplálkozásra (Hill, 2009). A nervosa kiegészítés a betegség pszichés (idegi) eredetére utal. A kifejezést egy amerikai orvos, Steven Bratman vezette be 1997-ben. Véleménye szerint bizonyos étkezésszerű megkorlátások, amik az egészség elérése érdekében történnek, néhány embernél paradox módon pont oda vezethetnek, hogy a túlzott odafigyelés következtében megvonnak valamit a szervezetüktől, amire szükségük lenne, így káros hatással vannak az egészségükre. Ami miatt ez a jelenség Dr. Steven Bratman szerint megérdemli, hogy betegségként kategorizáljuk, az, hogy nagyban hasonló tüneteket mutat más evészavarokhoz: ilyenek pl. az elszigeteltség, szorongás, képesség elvesztése arra, hogy természetes, intuitív módon, szorongás

nélkül egyen a személy, csökkent érdeklődés más természetes emberi tevékenységekkel kapcsolatban, és súlyos esetekben alultápláltsághoz vagy akár halálhoz is vezethet. 2009-ben a Brit Dietetikusok Szövetségének (BDA) tagja, Ursula Philpot így nyilatkozott a feltételezett kórképről a The Guardian napilapnak: „az orthorexia nervosában szenvedők a magukhoz vett ételnek kizárólag a minőségével foglalkoznak, próbálnak a saját definíciójuk szerint »legtisztábbban« étkezni, a diétájukat, étkezésüket ehhez a mércéhez képest finomítani és korlátozni” (idézi Hill, 2009). Ebben különböznek más evészavaros betegektől, pl az anorexia nervosában vagy bulimia nervosában szenvedőktől, akik az étel mennyiségére fókuszálnak a minősége helyett. Az orthorexia nervosa jelenleg mint létező betegség hivatalosan nem elismert; az Amerikai Pszichiátriai Társaság nem ismeri el, és nem szerepel a hivatalos diagnosztikai kézikönyv legújabb verziójában, a DSM-V-ben sem.

Az orthorexiában szenvedők az egészséges étkezés megszállottjai. Ez a betegség nagyon jól bemutatja azt, hogy milyen ha megbillen az egyensúly és egy jó dologból egy rossz lesz. Ez a betegség táplálkozási zavarnak tekinthető (ugyan úgy, mint a következő betegség, amit még tanulmányomban említeni fogok). Az ilyen zavarok kialakulásához nagyban hozzájárul a média, ahol mindig a tökéletes kép van előttünk, rengeteg vékony csinos nőt és izmos férfit látunk ahogy mutatják tökéletesnek tűnő életüket, ami valójában nem a teljes igazság, ezzel félrevezetve a többi embert. Nagyban befolyásolja még az evészavarok kialakulását a körülöttünk lévő emberek véleménye. Az érintettek a cél érdekében diétát, fogyókúrát kezdenek. Egy idő után azonban fontosabbá válik a diéta szigorú fenntartása, mint a testsúly csökkentése. A beteg élete elkezd teljesen az étel köre szerveződni és semmi más nem lesz fontos csak a megfelelő tisztaságú élelmiszer beszerzése és elkészítése. A mániás viselkedés odáig fajulhat, hogy még az alapvető élelmiszereket is kizárják az életükből és egyre kevesebb ételt hajlandóak elfogyasztani. Nem esznek húst, állati zsírokat, tejterméket, cukrot, tojást, sót, fűszereket, koffeint, alkoholt, csapvizet vagy bármit, amit egészségtelennek találnak. Meg vannak győződve arról, hogy étrendjük miatt teljesen immunisak különböző betegségekre. A valóság viszont az, hogy szervezetükben komoly hiánybetegségek alakulhatnak ki. A mai társadalom preferálja az egészséges étkezést, soványságot ezért nagyon nehéz észrevenni az ilyen betegségben szenvedőket és legtöbb esetben ők maguk sem képesek észlelni magukon a mániás viselkedés kialakulását. Fontos ha észleljük valakin a betegséget, betegség tüneteit semmiképp ne hagyjuk szó nélkül. Próbáljuk érzelmileg támogatni és szakszerű segítséget kérni neki (I3).

Anorexia nervosa

A következő táplálkozási zavar az anorexia nervosa. A betegséget elsőként a francia Ernest-Charles Lasègue és a brit William Gull írta le, 1873-ban (14). Az orvosok lelki eredetű kóros lesoványodásnak nevezik ezt a betegséget. Az anorexia nervosa esetében a páciensek minden megtesznek annak érdekében (fogyókúráznak, testmozgást végeznek), hogy testsúlyuk korukhoz és magasságukhoz viszonyítva ne legyen több az átlagnál. Viszont fontos megemlíteni, hogy a betegség diagnózisának kritériuma, hogy az érintett testsúlya az elvárthoz képest tizenöt százalékkal alacsonyabb. Ebben a betegségben szenvedő emberek mindenki által látható soványságuk ellenére kövérnek látják magukat és rettegnek, hogy még jobban elhíznak. Mivel nem fogyasztanak elegendő mennyiségű tápanyagot, vitaminokat, fehérjét így egy energiahányos állapot jöhet létre a testükben. A szervezet energiahánya miatt elkezdi felhasználni saját szöveteit, ami végül kóros soványsághoz vezet. A nők esetében ebben a stádiumban elmarad a menstruáció. A szakemberek szerint az anorexia nem egy szervi eredetű betegség, minél inkább lelki hatásokra visszavezethető. Mint már említettem kialakulásának kockázatát nagyban emeli a társadalmi-kulturális környezet az, hogy manapság a vékony nő a szépségideál. A 16-25 év közötti nők egy százaléka szenved anorexiában, és tíz százalékuk még a betegség egyértelmű megjelenése előtti eset (Kiss, 2018, 15). Az érintettek kilencvenöt százaléka nő, de kis százalékban férfiakat is érinthet az anorexia. Tünetei általában kamasz korban jelennek meg. A tünetek közé sorolhatjuk a nagymértékű fogyást, testképzavart, az elhízástól való kifejezett undorodást és félelmet, fáradékonytságot, szédülésszerű rosszulleteket, libidó csökkenését továbbá a havi vérzés zavarát, elmaradását. A betegség lefolyása lehet egyenletes, de időszakosan is jelentkezhet, legtöbb esetben krónikussá válik, és legrosszabb esetben életveszélyes is lehet. A diétázó betegek az energia bevitt száz kilokalóriára is korlátozhatják és gyakran előfordul, hogy csak egy adott ételt fogyasztanak. Órákon át végezhetnek testgyakorlatokat, szociálisan zárkózottá válhatnak, teljesítményük romlik, hangulatuk nyomott (16). A páciensek vérében a rendesnél több koleszterin kering, ami előnytelen a szív és érrendszer épsége szempontjából. Továbbá a nemi hormon termelődése is csökken és ez hátrányos a csont szerkezetének szempontjából. Serdülőkorban így károsodik a csontépülés és gyengébb csontozat alakul ki, ami befolyásolja a testmagasságot is. Későbbi időkben pedig csonttritkulás indul meg ami által a csontok törékenyek lesznek (elég veszélyes lehet). Számos példa van arra, hogy az anorexiás beteg családi környezetben, otthon is meggyógyulhat, de jobb

szakember tanácsát, segítségét kérni ebben a helyzetben. A nagyon lesoványodott betegek mindenképpen kórházi kezelésre szorulnak. Ezek mellett fontos a lelki eredetű bajok megoldása is, ahol pedig jó pszichológus segítségét kérni. Egy anorexia nervosában szenvedő személy saját magáról alkotott képe nagyban eltér a valóságtól.

Exorexia

Az exorexia egy táplálkozási zavar, mely manapság egyre elterjedtebb (17). Az utóbbi időkben a nemi szerepek felcserélődése is kedvező táptalaja lett olyan betegségeknek, mint az exorexia. 2000-ben írták le először, a testépítők evészavarának nevezik. Mindkét nem érintett, de főleg a nőknél gyakori. Azonban nők esetében kiemelt fontosságú ennek a betegségnek a felismerése és kezelése. Az exorexiás nő férfias izmokat épít, de a másodlagos női nemi jelleg megmarad, nincs nemi identitászavaruk. A két nemnél a jellemző különbséget az adja, hogy míg a nők a táplálkozást tartják központi problémának (amellett, hogy edzenek is természetesen, nem is keveset), addig a férfiak inkább az edzést űzik megszállott szinten, a táplálkozás orientáció kevésbé hangsúlyos. Azért a sportolást is túlzásba lehet vinni és nem hinnénk, de lehet káros az egyén számára. Az exorexia súlyos edzésmaniát, kóros edzést, egyfajta függőséget jelent. Az anorexiát, bulimiát sokan ismerik, azonban az exorexiáról nem igen lehet hallani. A beteg testsúlyát és alakját teljesen kontrollálni szeretné. Így heti edzéseinek számát elkezdő növelni addig míg élete az edzés körül fog forogni és semmi nem fog számítani azon kívül. Ez a betegség sokszor együtt jár evészavarral is amit már az előző pontokban ismertettem. A sport miatt a család, társas kapcsolatok, tanulás elhanyagolhatóvá válik ami kifejezetten negatív következményekkel járhat. Vannak olyan páciensek, akiknél már az alvás fontossága is elvész és helyette eddzenek, sportolnak. Emellett már nem okoz nekik örömet és kikapcsolódást az ha sportolnak, inkább csak kényszerből csinálják. Tünetei lehetnek, hogy a betegséggel küzdő személynek elvonási tünetei lesznek ha nem sportolhat valami miatt. Idegessé válik, feszült lesz. A függőnek folyamatos igénye van arra, hogy növelje az edzésszámot annak érdekében, hogy elérje a kívánt hatást. Extrém időbeosztásban is képes edzeni, naponta többször is. A betegek a folyamatos edzés érdekében nagyobb anyagi terhet is vállalnak annál, mint amekkora megengedhetnének maguknak. Például sok sportfelszerelést vásárolnak (17, 18).

Az egészség védelmét szolgáló testmozgás, sport

Először is tisztázzuk a testmozgás fogalmát. „Testmozgásnak, mozgásnak nevezzük azokat az aktivitási formákat, amelyek tervezettek, szervezettek, rendszerezsek és a fizikai kondíció fenntartására vagy fejlesztésére irányulnak” (Caspersen és mtsai., 1985 idézi Perényi, 2015). A sport fogalma pedig minden olyan fizikai tevékenység, amelynek célja esetenként vagy szervezett formában a fizikai és szellemi erőnlét kifejezése vagy fejlesztése, társadalmi kapcsolatok teremtése vagy különböző szintű versenyeken eredmények elérése. A sportnak különböző fajtáit ismerjük ilyenek a rekreációs sport, egészségsport, szabadidősport, versenysport. A mozgás elengedhetetlen egészségünk megőrzésében, a betegségek megelőzésében és az elhízás elkerülése érdekében. A rendszeres sport már gyermek és serdülőkorban is kifejezetten fontos, mert egy növekedésben lévő szervezet, az izmok, az egészséges idegrendszer fejlődése igényli a testmozgást. Viszont a sportot, testmozgást napjainkban visszaszorítja az a kényelmes világ, amiben élünk. Iskolába például kocsival megyünk (úgy, hogy közben biciklizhetnénk is), szórakozásként a televízió előtt ülünk vagy a számítógépet nyomkodjuk (ahelyett, hogy barátainkkal csinálnánk valamit kint a szabadban). Pedig a rendszeres fizikai aktivitás nagyon sok mindenben fejti ki jó hatásait.

Az egyik legjelentősebb hatás a kardiovaszkuláris betegségek elleni védőfunkció, mivel a sportolás a szív munkáját hatékonyabbá teszi, javítja a szívizom és a szervek vérellátását, a szív teljesítményét, a vérkeringést, valamint a vér oxigénellátottságát is. Csökkenti a nyugalmi pulzusszámot és a vérnyomást. Ha egy edzett ember és egy nem edzett ember felszalad a második emeletre, a nem edzettnek kb. 150-es lesz a pulzusszáma, az edzett emberé pedig lehet csak 80 körül lesz. Gyorsítja az anyagcserét, jelentősen hozzájárul a túlsúly prevenciójához és a testtömeg csökkenéshez, illetve fenntartja az optimális testsúlyt. Fejleszti az izmokat, növeli az izomerőt, javítja az egyensúlyt és erősíti a csontokat. Növeli az immunrendszer fehérvérsejtjeinek számát és a szervezet védekezőképességét így kisebb eséllyel betegszünk meg. „A sport nemcsak testnevelés, hanem a léleknek is az egyik legerőteljesebb nevelőeszköze” (Szent-Györgyi Albert). Javítja az életminőséget és a stresszel való megküzdési képességet. Oldja a szorongást, megelőzi, illetve csökkenti a depressziót, pozitív hatással van a hangulatra és az önértékelésre. Javítja a tanulási és a koncentráló képességet, a memóriát és a kreativitást, növeli a munkakedvet. A sport által az emberek egy közösséghez tudnak tartozni, ahol barátokat találhatnak azonos érdeklődési körrel. Felmerülhet a kérdés, hogy mennyit és hogyan kéne mozognunk. 5-17 év közötti fiataloknál

ez olyan napi körülbelül hatvan perc közepes vagy erős intenzitású fizikai aktivitás. Kiemelendő, hogy az egy nagy tévhit, hogy aki rendszeresen sportol bármit megehet.

Összefoglalás

A tanulmány az egészséges életmód, táplálkozás, testmozgás, valamint ezeknek a már kóros, nem egészséges formáit foglalta össze. Nagyon fontos, hogy figyeljünk a testünkre és annak egészségére, arra, hogy mit eszünk és mennyit sportolunk. Fontos, ha sportolunk, ezt ne kényszerből tegyük, hanem azért, mert élvezzük amit csinálunk. Továbbá ne felejtjük el, hogy a pszichológiai, érzelmi egészségünk is nagyon fontos, azzal is törődnünk kell, mert csak így lehet egészséges az életünk.

Irodalom

Hidvégi Péter, Kopkáné Plachy Judit, Dr. Müller Anetta(2015). Az egészséges életmód. EKF Líceum Kiadó.

Hill, Amelia (16 August 2009). "Healthy food obsession sparks rise in new eating disorder". The Guardian (London). Retrieved 16 October 2010

Perényi szilvia és Petridis Leonidas (2015). Bevezetés a sporttudományokba.Campus Kiadó, Debrecen

Szabó, Pál és Pető, Zoltán és Túry, Ferenc (2010) *Az evészavarok prevalenciája a középiskolás korosztályban 10 év távlatában = The prevalence of eating disorders in a Hungarian secondary school population over a period of 10 years.* Orvosi Hetilap, 151 (15). pp. 603-612. ISSN 0030-6002

I1.

https://hu.wikipedia.org/wiki/Eg%C3%A9szs%C3%A9ges_%C3%A9trend

I2: <https://www.egeszsegtukor.hu/ferfitukor/vane-jelentosege-az-etkezes-gyakorisaganak.html>

I3: https://hu.wikipedia.org/wiki/Orthorexia_nervosa

I4: https://hu.wikipedia.org/wiki/Anorexia_nervosa

I5: https://www.hazipatika.com/betegsegek_a_z/anorexia_nervosa/123

I6: <https://www.webbeteg.hu/cikkek/psziches/336/az-anorexia-anorexia-nervosa> <https://www.healthline.com/nutrition/orthorexia-nervosa-10>

I7: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Exorexia>

I8: https://www.webbeteg.hu/cikkek/sport_egeszseg/1422

AUTIZMUS SPEKTRUM ZAVARRAL ÉLŐ GYERMEKEK FEJLESZTÉSE AZ ÓVODÁBAN

Az autizmus fogalma, diagnózis megállapítása

Az autizmus spektrum zavar kérdése ma is jelentős és aktuális a kutatók számára. Tudományos tények támasztják alá a genetikai meghatározottságát, emellett számos aktuális kutatás folyik a többgénes öröklődésmenet részletes leírására (Csepregi és Stefanik, 2012).

Az autizmus spektrum zavar hátterében egy mélyreható, veleszületett és egész életen át tartó fejlődési zavar áll, amely az idegrendszer fejlődésének negatív devianciájából ered. Általában genetikai okok állnak a kialakulás mögött (Cseri és Zsarkó, 2018).

1943-ban Kanner megfogalmazta az autizmus szindróma fogalmát (Rita,2007). Kanner úgy gondolta, hogy az autizmus beárnyékolja a gyermekek intelligenciáját. Ma már tudjuk, hogy ez a feltételezése téves volt, hiszen kialakulhat autizmus átlagos, valamint átlagon felüli intelligenciájú gyermek esetén is. A tanulási nehézségek és az autizmus súlyosságának a szintjét sem vizsgálhatjuk együtt, ugyanis nem mindig társulnak a két diagnózis fokok (Rita,2007).

Kanner az autizmus tüneteit kategóriákba csoportosította, valamint leírta a nyelvi, kommunikációs problémákat az autizmussal kapcsolatban, rögzítette a megfigyelés jeleit, mint például az elszigetelt viselkedést, ismétléseket, szokatlan reagálásokat bizonyos ingerekre. Ezek a csoportok sok esetben megegyeztek a Hans Asperger által kidolgozott autizmus viselkedéses képeivel, de volt a tanulmányában néhány eltérés (Kovácsné, 2019). A különbség Asperger tanulmányában a gyermek beszédfejlődésének vizsgálatában jelent meg, írásában a beszéd megindul még 6 éves kor előtt. Az autizmussal élők azon csoportját, akik enyhe mozgáskoordinációval rendelkeztek, de beszédfejlődésükben és képességükben nem tapasztaltak hiányt, Asperger-szindrómával illették (Kovácsné,2019). Ez a jelző később beépült az autizmus fogalmába.

Egyre részletesebb és világosabb az autizmusról alkotott képe a világnak. Ezt bizonyítja az is, hogy a nyolcvanas években és az azelőtt használt megnevezések, mint a gyermekkori autizmus, atípus autizmus vagy Asperger-szindróma helyett megjelenik az autizmus-spektrumzavar. (Stefanik, 2011)

Az autizmus tünetei sok esetben nagy változatossággal jelenhetnek meg. Ezt a változatosságot befolyásolja, hogy az érintett személy hány éves, mennyire súlyos az autizmusa, milyen az intelligenciaszintje, mennyire fejlett a beszédpercepció és beszédprodukciója, milyen környezet veszi körül, milyen a személyisége, az autizmusa mellett van-e valamilyen fogyatéksága, betegsége (Kovácsné, 20019). A felmérések során vizsgálat alá kerül az intelligenciaszint, expresszív és receptív nyelv színvonala, az adaptív viselkedés jegyei. (Stefanik, 2011)

Az autizmus tünetei között nem szerepelnek pszichogén tényezők, a pszichés ártalmakkal küzdő személyeket nem soroljuk az autizmus körébe, ezek a tünetek nem játszanak szerepet az autizmus kialakulásában. Ennek ellenére, még napjainkban is sokan úgy gondolják, a két terület között kapcsolat van (Kovácsné, 2019).

Az autizmus nem egyetlen tünettel rendelkező fejlődési zavar, nem minden esetben azonos az autista személy viselkedése, valamint nincs olyan egyetlen meghatározott tünet arra, amivel valakit az autista spektrumzavar kategóriájába lehet sorolni. A tüneteket a viselkedés képe és a gyermek fejlődésmenete alapján kialakított együttes képe alapján lehet megvizsgálni, és meghozni a diagnózist (Stefanik, 2011).

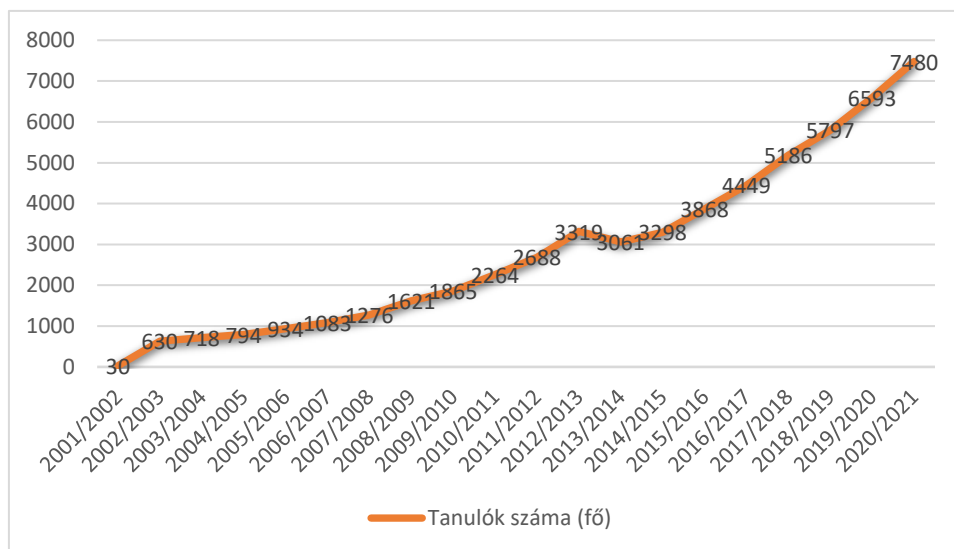
Ma Magyarországon már több gyermekpszichiátriai osztály eszközei között van korszerű diagnosztikai eszköz, amelyek segítik az autizmussal élő személyek besorolását az autizmus fokok között. Emellett számos alapítvány rendelkezik még ilyen korszerű diagnosztikai szolgáltatással. (Kovácsné, 2019)

A diagnózis meghatározói a kliens-centrikus, komplex, multidiszciplináris megközelítés (Stefanik, 2011). A vizsgálat során fontos érinteni a gyermek-pszichiátriai, gyógypedagógiai és pszichológiai területeket egyaránt.

A diagnosztikai módszerekhez társult a megfigyelés és az interjú készítése a szülőkkel a kilencvenes években (Stefanik, 2011).

A KSH adatai alapján láthatjuk, hogy 2001-től folyamatosan növekedő tendenciát mutat az autizmus spektrum zavarral élő tanulók száma (1. ábra). Amíg 2001-ben a nyilvántartott autisták száma 30 fő volt, 2013-ra meghaladta a háromezer főt, majd 2021-re ez a szám túllépte a hétezeret (I1). A hatvanas években az autizmus gyakorisága 0,002 és 0,005 százalékra becsülték, míg a kétezres évek elejére 0,6 százalékra nőtt (Kovácsné, 2019). Az 1. ábra alapján pedig ez a százalék az évek múltával növekedett. Ennek okai között szerepel a kétezres évek szemléletváltozása, a nagyobb tudatosság az autizmussal kapcsolatban, valamint a korszerűbb diagnosztizálás.

1. ábra: Autizmus spektrum zavarral élő tanulók (forrás: I1)



Az autisztikus jegyekkel rendelkező gyermekek fejlesztésének, terápiájának mihamarabbi megkezdése enyhítheti, illetve megelőzheti az autizmus tartósságának, súlyosságának kialakulását (Balázs, Őszi és Prekop, 1997).

Törvényi áttekintés

Az 1993. évi közoktatási törvényben írták le először Magyarországon az integrált nevelés jogi alapjait. (Kovács, 2021). Az 1993. évi LXXIX. törvény 1996-os módosításában létrehozták a más fogyatékos kategóriát a fogyatékosságon belül, és ide sorolták az autizmust is. A törvényben megjelent még a fogyatékosok integrációjának jogi lehetősége, azaz elismerték, hogy pedagógiai fejlesztésre van szükség az autizmussal élő gyermekeknek (Kovácsné, 2019).

Az 1998. évi XXVI. törvényben támogatják a fogyatékosok jogilag egyenlő bánásmódját, valamint esélyegyenlőségüket, leírásában olvashatjuk, hogy olyan feltételeket kell biztosítani a társadalom minden tagjának, amely elősegíti az integrációt, (Kovács, 2021)

A 2011-es Magyarország Alaptörvény támogatja az előbbi esélyegyenlőséget, úgy írja, hogy: „minden gyermeknek joga van a megfelelő testi, szellemi és erkölcsi fejlődéséhez szükséges védelemhez és gondoskodáshoz” (Kovács, 2021:5). A

2011. évi CXCV. nemzeti köznevelésről szóló törvényben az autizmus spektrum-zavarral élő gyermekeket besorolják a sajátos nevelési igényű gyermekek/tanulók al csoportjába (Kovács, 2021).

Ma az autizmus spektrum-zavarral élő gyermekeknek lehetőséget kell biztosítani a fogyatékosságuknak megfelelően a pedagógiai nevelésben. Ez történhet speciális óvodákban, elkülönítve, vagy az ép gyermekekkel együtt, azaz integráltan. Az autizmus spektrum-zavarral élő gyermekek pedagógiai nevelése úgy lehetséges, ha biztosítják a megfelelő környezeti és tárgyi feltételeket. (Kovács, 2021)

A 363/2012. (XII. 17.) Korm. rendelet az Óvodai nevelés országos alapprogramjáról kimondja, hogy a sajátos nevelési igényű gyermekek óvodai nevelésekor fontos a pedagógus folyamatos kapcsolattartása a speciális szakemberekkel azért, hogy elérjék a gyermek egyéni fejlettségéhez mérten kitűzött fejlődését (I2).

Autisztikus triász/diád

Az autizmus spektrum-zavar tüneteit három viselkedési területbe sorolták, ez adja az autizmus spektrum-zavar egységességét. (Kovács, 2021) Vakaliosz (2018) anyaga alapján ezek a következők: 1. kölcsönös szociális kapcsolatok károsodása, 2. kommunikáció minőségi zavar, 3. beszűkült, sztereotip tevékenység, érdeklődés. Kovács (2021) és Cseri (2019) tanulmányaikban ugyanezt a három területet írják le az autisztikus triász néven, csak ők más megfogalmazást használnak: 1. reciprok kommunikáció sérülése, 2. reciprok szociális interakciók zavara, 3. viselkedés rugalmas megszervezésének zavara. Az autisztikus triász megfogalmazást már a DSM-5 autisztikus diádnak nevezi a kutatások által kialakult autizmus viselkedéses képe miatt (I4).

A reciprok kommunikáció sérülése az autizmus spektrum-zavarral élőknel más-más mértékben jelenik meg. A beszédfejlődésben zavar jelenik meg, megkésik a beszédfejlődés, vagy ki sem alakul (Cseri és Zsarkó 2019). A triász nagyon változatosan jelenhet meg az egyes esetekben. Előfordul, hogy az eseteken belül is tapasztalhatunk eltéréseket. A triász tünetei mellett számos olyan társ tünet van, ami csatlakozik az autizmus zavarhoz, ilyen például az egyetlen képesség struktúra (Csepregi és Stefanik, 2012). Cseri és Zsarkó (2019) tanulmányukban leírták, hogy ez a zavar az érintett személyek körében nem egyforma arányban van jelen. Sok esetben a verbális képességek arányaiban jók. Jellemző a felnőtt szóhasználat, az önmaguk ismétlése. Ezekhez a tünetekhez hozzá társul a rossz beszéd megértés.

Az érintett személyek nem értik az iróniát, a képes beszédet nem tudják értelmezni (Cseri és Zsarkó, 2019).

A szociális kommunikáció sérülését több tünet észrevételével feltételezhetjük. Ilyen tünetek például: a személyes névmások és/vagy ragok felcserélése; furcsa szóalkotások; a gyermeknek feltett kérdés ismétlése válasz helyett; a beszéd hangereje, ritmusa, sebessége, intonációja eltér az átlagtól; a beszédértés elmaradása; az érdeklődési köréhez igazított beszélgetés, nem veszi figyelembe a másik fél kérdését; zavar van az arckifejezések, gesztusok, testtartás alkalmazásában és értelmezésében (Nagy, 2019).

A reciprok szociális interakciók zavarának megjelenése a társas környezetben való visszahúzódásban, más személy közeledésének elutasításában, sajátos közeledésben, ismerkedés kezdeményezés hiányában, korlátozottságban valósul meg (Volkmar és Weisner, 2013).

A kölcsönös szociális kapcsolatok jeleihez soroljuk: az érdeklődés hiányát a környező emberek felé; elutasításokat kapcsolat kialakításra; testi kontaktus elutasítását; nem keres vigasztalást; nem osztja meg örömét; a szociális ingerekre nem figyel fel; nem veszi figyelembe mit illik mondani és mit nem; nem alkalmaz szemkontaktust (Nagy, 2019).

A viselkedés rugalmas megszervezésének zavar esetében gyakoriak az ismétlődő cselekvések, jellegzetes viselkedési formák, mint a kezek rázása, ringatózás, a fej ütögetése. Az autista gyermekeknek nem megy a szerepjáték, elutasítják az érintést, nehézségei akadhatnak a kis-és nagymozgásokban, nem kifejezetten szeretnek a többi gyermek között lenni (Tánczos, 2015).

Nagy (2019) a következőket sorolja a viselkedés rugalmas megszervezésének jeleihez: a játékok nem funkciójuknak megfelelő használatának; szokatlan, fokozott intenzitású érdeklődési kör; ismétlődő játéktevékenység; állandóságra törekvés; kényszerek, kézmozgások; tárgyakhoz való alkalmazkodás.

Kezdeti tünetek, figyelmeztető jelek

A korábbi tanulmányok szerint már születéskor vagy valamivel később megjelenik. Ám a jelenlegi kutatások azt mutatják, hogy néhány hónaposan, esetleg 1-2 évvel jelenhetnek meg az első jelei az autizmusnak (Vetró, 2008). Fontos kihangsúlyozni a szülők, a szakemberek szerepét a felismerésében, hiszen a gyermekorvos, a védőnő és a pedagógus is szerepet vállal ebben. Azonban leginkább akkor ismerhető fel, ha a fejlődési funkciók nem, vagy csak részben alakulnak ki. Ez jellemzően 2-3 év körül jelentkezik, valamint három és négyéves

korban vehető még észre igen könnyen, az ilyenkor észlelt fejlődési hiányosságokat jellemzően vissza lehet vezetni valamilyen korábbi korai tünetre (Cseri és Zsarkó, 2018).

Csecsemőkori tünetek között szerepel, ha „túl jó babák”, azaz egyedül csendesen elvannak a kiságyukban, nem nagyon szeretik az ölben hordozást, tartást. (Vetró, 2008)

Ebben az életszakaszban a kommunikációban, táplálkozás- és alvászavarokban, szociális kapcsolatok esetében lehetnek figyelmeztető jelek. Valamint megfigyelhető még ok nélküli nyugtalanság, viselkedési problémák és agresszió (Csepregi és Stefanik, 2012).

Amikor a gyermek egy kortárs közösségbe bekerül erőteljesé alakulnak, így sokkal jobban észrevehetőek a tünetek, hiszen a hasonló életkorú gyerekekhez képest eltérést mutatnak. Ekkor keresik fel a legtöbben a szakembereket, így a legtöbb gyermek esetében 4-5 éves korban történik az állapotfelmérés. Ezt a szülő, a pedagógus vagy az intézmény, a gyermekorvos kezdeményezheti, ám minden esetben szükséges hozzá a szülő beleegyezése is (Cseri és Zsarkó, 2018).

A diagnosztizálás során tapasztalható tüneteket csak az érintett személy viselkedésének és fejlődésmenetének vizsgálata során tudjuk észlelni. (Csepregi és Stefanik, 2012)

Az óvodában megvalósítható módszerek

Ha az óvodai csoportba autista gyermek érkezik, nagyon fontos, hogy a csoport óvodapedagógusai felkészüljenek a gyermek érkezésére, felkészítsék önmagukat, a segítőiket, a csoportba járó gyermekeket és a gyermekek szüleit, valamint a csoport környezetét (Nagy, 2019). Optimálisan ez a felkészülés a gyógypedagógussal együtt történik.

Az óvodapedagógus megértő és segítő hozzáállása elengedhetetlen, fontos, hogy megismerje a gyermeket, és a szülőkkel beszélgetés keretein belül hasznos információkhoz jusson. Az óvodapedagógus így meg tudja ismerni a gyermek napirendjét, szokásait, rituáléit (Nagy, 2019). Elengedhetetlen, hogy a csoportszoba ne legyen zsúfolt, strukturális legyen, ne legyen túlságosan ingergazdag. Ebben nagy segítséget tud adni a gyógypedagógus, aki elkészíti a gyermek fejlesztő eszközeit, segíti azok használatának megértését, valamint elkészíti a vizuális támogatást a gyermek egyéniségét figyelembe véve.

Ha a gyermek nem úgy kerül be az óvodába, hogy szakértői vélemény alapján megállapították nála az autizmust, de az óvodai élete során a pedagógus eltérő

fejlődésre utaló tüneteket tapasztal a gyermeknél, kezdeményezheti a gyermek szakértői bizottság vizsgálatát. (Tóth, 2019) Ha a szülő észlel erre utaló jeleket a gyermekénél, neki a település illetékes gyermekpszichiátriai ambulanciáját kell felkeresnie. „A megyei szakértői bizottságok a jogszabály szerint jogosultak a sajátos nevelési igény alkategóriái megállapítására vagy kizárására, de a jelenlegi gyakorlat az, hogy az egyéb központok által elvégzett vizsgálati eredmények felhasználásával, beépítésével történik.” (Tóth, 2019:21)

A diagnózis megszületése után fontos feladat a szülők értesítése. A vizsgálatok eredményeit, valamint a terápiás javaslatokról, módszerekről való tájékoztatás fontos lépés a gyermek fejlesztésének megkezdése érdekében. Ezen esetben fontos a pedagógus támogató hozzáállása, ugyanis a szülők reakciói mindig mások, az információt fel kell dolgozniuk és nem képesek az adott állapotban minden részletre figyelni, így a fejlesztés elkezdésében is szükségük van a pedagógus tanácsaira (Tóth, 2019).

A pedagógusok részéről fontos, hogy több időt kapjanak a feladatok/tevékenységek elvégzésére, továbbá azok mennyiségét is érdemes csökkenteni. Mindig tudatni kell, hogy mennyi idejük van a tevékenység elvégzésére. Amennyiben feladatlapokon történik a fejlesztés az legyen minél egyszerűbb, lényegretörőbb, az oda nem szükséges dolgoktól, díszektől mentes legyen. Illetve fontos ezek esetében is az átláthatóság, hogy a gyermek a feladat végzése közben önállóan is tudja értelmezni azt. A pedagógus kommunikációja során fontos az egyértelműség, minél pontosabb információkat adjon a gyermekeknek. Ez azt is jelenti, hogy szó szerint történjen az instrukció (Csepregi és Stefanik, 2012). A pedagógusnak törekednie kell a rövid, egyszerű mondatokban való közlésre. Az összetett mondatok értelmezhetetlenek az érintett gyermekek számára. Igyekezzen csak kijelentő és felszólító mondatokkal kommunikálni, mivel a kérdésekre sokszor nem érkezik válasz. Ügyelni kell, hogy elkerülje a „nem” szót a kommunikáció során, mivel az autizmus spektrum zavarral élő gyermekekben a tiltás érzeten kívül maga az információ nem ér célba. (Nagy, 2019).

Amennyiben a feladatok azt megengedik, ajánlott figyelni az érintett érdeklődési köreire. Előzetesen érdemes a szocializációt segítő tevékenységek kapcsán megbeszélni a gyermekkel az adott feladatot (Csepregi és Stefanik, 2012).

A fejlesztés/ellátás lehetőségei

Ma már több olyan fejlesztőeszköz áll rendelkezésünkre, amelyek az autizmus spektrum zavarral élő gyermekek fejlesztésében nyújt segítséget. Ezek között van

olyan eszköz, amelyet az óvodapedagógus tud használni, és vannak olyanok, amiket a szülő is alkalmazhat az otthon töltött időben.

A játék. Az autizmus spektrum zavarral élő gyermekek számára korlátozottak a játéktevékenységek, vannak játékok, amik nehezek a számukra. Jellemző rájuk, hogy ugyanazt a játékot játszik újra és újra. Az érintett gyermekeknek a játékhoz szükséges készségeikben is elmaradás tapasztalható. Nehezen osszák meg játékaikat mással, nem tudnak másokkal együtt játszani, nehézségük van az utánzásos játékokban. Ezeket a készségeket az óvodapedagógusok és szülők is tudják fejleszteni (Tánczos, 2015).

Hatféle játéktevékenységbe vonhatjuk be a gyermekeket, ezek egymásra épülve biztosítják a gyermekek fejlődését. Ide soroljuk a felfedező játékokat, az ok-okozati játékokat, a funkcionális játékokat, a konstruktív játékokat, a testi ügyességet igénylő játékokat és a szimbolikus játékokat (Tánczos, 2015).

Ezek közül a szimbolikus játékokat kizárólag az enyhe autista jegyekkel rendelkező gyermekek tudják elsajátítani, mivel ezekhez a játékokhoz magasabb szintű gondolkodás és kommunikációs készség szükséges.

A felfedező játékok során a gyermekek megismerik környezetüket. Ebben az esetben a szülő kulcsfontosságú az autista gyermek fejlődésében, hiszen ő tudja leginkább motiválni a gyermeket, hogy nyitottabbá váljon a környezetére, és felkeltse figyelmét és érdeklődését.

Az ok-okozati játékok esetében a gyermeknek olyan cselekvést kell csinálnia, ami kivált valami következményt. Ilyenkor a kontroll érzését tapasztalja meg a gyermek. Ezek a fajta játékok arra ösztönzik a gyermeket, hogy ha közben dicséretet kap, ismételve cselekvést, ha pedig nem boldogul valamivel, tudjon segítséget kérni (Tánczos, 2015).

A funkcionális játékok során a gyermek megtanulja arra használni az adott játékokat, amire azokat eredetileg tervezték. Ez az autista gyermekek esetében rendkívül aktuális, mivel ők tipikusan nem így cselekednek. Ezt a szintet nem minden esetben könnyű meglépni a gyermekkel, de elengedhetetlen, hogy meg tudja tanulni a következő három szintjét a játéktevékenységeknek.

A konstruktív játékok esetében vannak autista gyermekek, akik, mint az ép társaik éppúgy egyformán fejlődnek ezen a területen, mások lemaradnak társaiktól. Néhány autista gyermek kimagasló ezen a területen (Tánczos, 2015).

A testi ügyességet igénylő játékok során fejlődnek a nagymozgások. Fontos figyelni arra, hogy az adott tevékenységben örömet lelje a gyermek.

A szimbolikus játékok fejlesztik a kognitív képességeket, kreativitást, nyelvhasználatot, fantáziát, érzelmek kifejezését. Gyakori az autista gyermekek esetében, hogy ennek a fajta játéktevékenységnek az elsajátítása korban kitolódik (Tánczos, 2015).

Fejlesztőeszközök. Számos autista gyermekeknek kitalált fejlesztőeszközt ismerhetünk meg, amelyek hatékonyak az otthoni, illetve az óvodai-iskola intézményekben is.

A mentalizációs képesség fejlesztésére hozták létre a „Miként tanítsuk az elmeolvasást autizmussal élő gyermekeknek? feladatgyűjteményt. Ez a játékgyűjtemény a közös játékra ösztönzi az érintett gyermeket, így megtanulva a társai szándékait, érzelmeit (Nagy, 2019).

A „Mint egy nagy vulkán forrok, és... mindjárt felrobbanok!” című fejlesztő munkafüzet a felnőtteket tanítja meg arra, hogyan kezeljék a gyermekben kialakult indulatokat (Nagy, 2019).

Elsősorban fogyatékkal élő gyermekek számára fejlesztették ki a MONDO társasjátékot. A játékot a Társaság Szabadságjogokért jogvédő szervezet találta ki és valósította meg a Csillagház EGYMI gyógypedagógusainak segítségével (I3). A játék lényege, hogy a gyermekek megismerjék jogait, valamint azokat a helyzeteket, amelyekkel az életük során találkozhatnak. A kártyajáték olyan lapokat tartalmaz, amelyeken különböző szituációk képei láthatóak, ezekről beszélgetnek, eldöntik számukra pozitív, vagy negatív az adott szituáció és a beszélgetés során figyelmükbe ajánlják a lehetőségeiket, azt, hogy kinek szólhatnak, ha segítségre szorulnak (I3). A játék megtanítja a fogyatékkal élő gyermekeket, hogy ki tudjanak állni a saját érdekeik mellett, ezáltal ugyanolyan aktív életet élhetnek, mint ép társaik. A játék vezetője lehet a szakember, de a szülők is játszhatják gyermekeikkel, így ők is megismerkednek a témákkal, amiket a játék érint és közösen dolgozzák fel azokat a gyermekkel (I3).

Irodalom

- Csepregi, A., Stefanik, K. (2012): *Autizmus spektrum zavarral élő gyermekek, tanulók komplex vizsgálatának diagnosztikus protokollja*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft, Budapest.
- Cseri Cs., Zsarkó B. (2018): *Módszertani segédanyag autizmus spektrum zavarral küzdő gyermekek iskolai megsegítéséhez*. Csongrád Megyei Pedagógiai Szakszolgálat, Szeged.

- Rita J. (2007): *Autizmus társult értelmi sérüléssel*. Autizmus Alapítvány Kapocs Könyvkiadó, Budapest.
- Kovács K. (2021): Autizmus spektrum-zavarral élő gyermekek óvodai nevelése. *Módszertani Közlemények* 61 (2), 5-29.
- Kovácsné Tóth K. (2019): Az autizmus spektrum zavar diagnosztikája napjainkig. In Benda L.(szerk.): *Egyéni fejlesztés, személyre szabott nevelés*, Raabe Klett Oktatási Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest.
- Nagy-Balóné M.V. (2019): Autizmussal élő gyermek integrálásának lehetőségei. In Benda L.(szerk.). *Egyéni fejlesztés, személyre szabott nevelés*, Raabe Klett Oktatási Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest.
- Stefanik K. (2011): Alaptények az autizmusról-üzenet a gyógypedagógiának. In Papp G.(szerk.): *A diagnózistól a foglalkozási rehabilitációig*. ELTE Eötvös Kiadó és ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, Budapest.
- Tánczos Judit (2015): Az autizmus hatása a játéktevékenység fejlődésére. In Mező Katalin (szerk.): *Játékkal a különleges bánásmódot igénylő gyermekekért*. Bíbor Kiadó, Miskolc.
- Vakaliosz A. (2018): *Az autizmus spektrum zavarok definíciója, klinikai háttere, tünetei*. Gyermekklinika Gyermek-és Ifjúságpszichiátriai Osztály, Budapest.
- Vetró, Á. (2008): *Gyermek- és ifjúságpszichiátria*. Medicina Könyvkiadó Zrt, Budapest.
- Volkmar, F. R., Wiesner, L. A. (2013) *Az autizmus kézikönyve*. AOSZ, Geobook Hungary Kiadó, Szentendre.

Internetes források:

I1: https://www.ksh.hu/stadat_files/okt/hu/okt0006.html

Utolsó látogatási idő: 2022.03.21

I2: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200363.kor>

Utolsó látogatási idő: 2022.03.22

I3: <https://mondo.tasz.hu/kartyajatek/hogyan-jatssz-mondo-val/>

Utolsó látogatási idő: 2022.03.21

I4: https://semmelweis.hu/anatomia/files/2018/09/ASD-diff-dg_B%C3%B6hm-M%C3%B3nika.pdf

Utolsó látogatási idő: 2022.03.21

Demeter Zsuzsa:

A JÖVŐ GYÓGYPEDAGÓGUS TÁRSADALMÁNAK HAJLANDÓSÁGA A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA (MI) HASZNÁLATÁRA

Absztrakt

Háttér, célkitűzés: a tanulmány a jelenlegi gyógypedagógus társadalom mesterséges intelligenciához (MI) való hozzáállását elemzi, abból a megfontolásból kiindulva, hogy kevés olyan elemzés létezik (Mező, 2021, Aknai, 2020), amely e témát boncolja. *Módszer:* saját összeállítású online kérdőív alkalmazására került sor. *Minta:* A mintát 17-35+ éves, jelenleg bármely magyarországi egyetemen nappali vagy levelező tagozatos gyógypedagógia szakos hallgatók adták (n=112). *Eredmények:* a kutatás feltérképezi azt, hogy a gyógypedagógia szakos hallgatók mennyire érdekeltek a mesterséges intelligencia témájában, illetve, hogy milyen hajlandóságot mutatnak a mesterséges intelligencia eszközeinek alkalmazására a pedagógiai munkájuk során.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, gyógypedagógia, hallgatók, mesterséges intelligencia eszközök

Diszciplína: gyógypedagógia

Abstract

Background: The study is about the tendency of special education students to use tools of artificial intelligence. In the theoretical part of the study, we analyze the definitions of artificial intelligence, the robot teachers in foreign countries and the opportunities in Hungary of digitalism and robotics in education. Sample and method: In the study, we surveyed 112 special education students by filling out a questionnaire. The results were analysed by SPSS.

Keywords: artificial intelligence, special education, university students, tools of artificial intelligence

Disciplines: special education

Az alábbi tanulmány a jelenlegi gyógypedagógia szakos hallgatók mesterséges intelligencia (MI) alkalmazására vonatkozó hajlandóságát vizsgálja. Kevés szakirodalom foglalkozik a mesterséges intelligencia oktatásban történő alkalmazással.

zásával, még kevesebb pedig a gyógypedagógiában történő alkalmazásával. A tanulmányban bemutatásra kerülnek a mesterséges intelligenciára vonatkozó definíciók, néhány hazai (Aknaí, 2020, Mező és Szabóné, 2021), illetve nemzetközi kutatás (Garg és Sharma, 2020, Drigas és Ioannidou, 2012), a robottanárok megjelenése nemzetközi viszonylatban, a mesteréges intelligencia eszközeinek gyógypedagógiában történő alkalmazásának lehetőségei, illetve a gyógypedagógia szakos hallgatók hozzáállása a témakörhöz. A téma társadalmi szükségességét mutatja a technológia nagymértékű és gyorsléptékű fejlődése, a digitális kultúra, s ennek tanításának hangsúlya, illetve a digitális kompetencia fontossága.

A mesterséges intelligencia meghatározása

A mesterséges intelligencia (továbbiakban MI) napjainkban nagymértékben átformálta a technológiai környezetet. Tapasztalható, hogy az életünk részévé vált azáltal, hogy az élet számos területén megjelent, mint a háztartásban (lásd: Alexa, Siri, Netflix MI algoritmus), az utazás során (lásd: Google Maps) és az egyes munkahelyeken, így a pedagógiában is.

Ahhoz azonban, hogy az MI-vel kapcsolatban kutatni tudjunk, fontos, hogy először definiáljuk ezt a fogalmat. A definiálásra számos kísérletet tettek a szakemberek, így Smibert (2020:8) azt mondja, hogy a mesterséges intelligencia „...olyan gépi viselkedés, amit intelligensnek tartanánk, ha nem egy számítógép, hanem egy ember hajtana végre.” Russel és Norvig (1995:32) három definíciót is használ, az egyik szerint ez „izgalmas újszerű kísérlet, hogy a számítógépet gondolkodásra készítsük...tudatos gépek e fogalom teljes és szó szerinti értelmében.”, a második meghatározás szerint ez „a mentális képességek tanulmányozása számítási modellek segítségével.”, míg a harmadik úgy szól, hogy „a gépi intelligencia emulálja, vagy lemásolja az emberi ingerfeldolgozást (érzéketfeldolgozást) és a döntéshozó képességeket számítógépekkel. Az intelligens rendszereknek autonóm tanulási képességekkel kell bírniuk és alkalmazkodniuk kell tudni bizonytalan, vagy részlegesen ismert környezetekhez.” Emellett Dudás (é.n.: 23) úgy fogalmaz, hogy „a számítógéptudomány egy alkalmazott részterülete. A mesterséges intelligencia egy nagyon általános kutatási irány, mely az intelligencia természetének kiismerésére és megértésére, valamint a megértéshez és lemásoláshoz szükséges alapelvek és mechanizmusok feltárására irányul.” Vannak továbbá olyanok is, melyek a racionalitást, a gondolkodás menetét helyezik a meghatározás középpontjába, de léteznek olyanok is, amelyek az emberi intelligencia témaköréből indulnak ki (Elek, 2015). Utolsóként pedig a

Newell és Simon (1961) által kifejlesztett problémamegoldót érdemes megemlíteni, akik definíciójuk középpontjába az emberi módra gondolkodó gépet helyezték. Úgy gondolják, hogy ahhoz, hogy emberi módra gondolkodó gépet alkossunk szükségünk van arra, hogy ismerjük az emberi gondolkodásmódokat, a gondolkodás folyamatát. Ehhez úgy vélték, hogy egy gépre lenne szükség, amely modellezni tudja az agy működését problémamegoldás közben. Ezáltal a gép rögzítené a megoldási folyamatot és képes lenne a továbbiakban önállóan is a problémamegoldásra.

A definíciókat olvasva látható, hogy a mesterséges intelligenciának nincsen egy egységes meghatározása, helyette számos definíció van, melyek tartalmazznak hasonló és egészen különböző tartalmi egységeket is. Ezek a különbözőségek és hasonlóságok főleg a meghatározások keletkezési dátumai és az egyes tudományágak mentén jelennek meg, azonban együttesen egy komplex, átfogó képet adnak a MI-ről.

A meghatározások számát az indokolja, hogy az MI-t a legtöbb tudományág, így az informatika, a matematika, a filozófia, a műszaki tudományok, a szociológia, a pszichológia, a politológia és a pedagógia (Mező és Mező, 2020) is kutatja.

Kutatások a gyógypedagógia területéről

A pedagógia területén az MI nem terjedt még el nagymértékben, mint kutatási téma, éppen ezért nem olvasható sok olyan elemzés, amely ezt a témát boncolja. A következőkben bemutatásra kerül néhány nemzetközi és hazai kutatás a témával kapcsolatban a pedagógia területéről.

A témát Garg és Sharma (2020) „A mesterséges intelligencia hatása a gyógypedagógiában az inkluzív pedagógia népszerűsítése kapcsán” című tanulmányában olyan aspektusból vizsgálja, hogy az MI hogyan befolyásolja az oktatási szektort, azon belül is a sajátos nevelési igényű tanulók oktatását. A tanulmány során strukturált interjút használtak, mellyel tanárokat és tanulókat is egyaránt megkérdeztek. A mintát tekintve tíz fogyatékossgal élő tanulóval és öt sajátos nevelési igényű gyermekeket oktató pedagógussal dolgoztak. Az eredményeiket tekintve arra jutottak, hogy az MI-eszközök az oktatói-nevelői munka során segítenek a sajátos nevelési igényű tanulók kreativitásának kibontakoztatásában és a hátrányok -mint beszédértés, kommunikáció- kompenzálásában. Kutatásuk során arra az eredményre jutottak, hogy az iskolában ezek az eszközök hozzájárulnak ahhoz, hogy megkönnyítsék a sajátos nevelési igényű tanulók boldogulását és hátrányaik kompenzálását.

Drigas és Ioannidou (2012) a Mesterséges intelligencia a gyógypedagógiában című tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy az MI-eszközök a gyógypedagógiai diagnosztikában hatalmas szerepet töltenek be, hiszen a számos előnyük közül kiemelendő, hogy képesek a korai felismerésre, így lehetőséget biztosítanak a korai beavatkozásra is.

Hazai viszonylatban pedig Aknai (2020), illetve Szabóné és Mező (2021) kutatásának bemutatása indokolt. Aknai a 2020-as tanulmányában az oktatási robotikával foglalkozik. A kutatás a padlórobotok segítségével történő problémamegoldást, kompetenciafejlesztést vizsgálja a sajátos nevelési igényű tanulók esetében. A kutatás során rávilágít arra, hogy ezekben a robotokban számos lehetőség van, rendkívül hasznosak lehetnek a fejlesztés területén, azonban jelenleg számos olyan tényező van, amely akadályozza ennek megvalósulását, mint a szociális-, gazdasági háttér és az a tény, hogy nem áll rendelkezésre megfelelő számú eszköz az oktatáshoz és az otthon történő gyakorláshoz.

Szabóné és Mező a 2021-es tanulmányukban a robotokkal történő oktatást kutatják. Kutatásuk során kérdőív segítségével 84 pedagógustól gyűjtöttek válaszokat főleg arra vonatkozóan, hogy vannak-e az intézményükben oktatási célú robotok, mióta vannak jelen az intézményükben és hogy milyen lehetőség van használatukra. Arra az eredményre jutottak, hogy a használt robotok típusai meglehetősen változatosak, sokszínűek. Ezen kívül azt tapasztalták, hogy van olyan intézmény, ahol csak egy eszközt tudnak biztosítani a tanulók számára, míg van, ahol 138 darab ilyen eszközzel tudják segíteni a tanulók előrehaladását. Két fő pedagógus kivételével úgy nyilatkoztak a válaszadók, hogy a robotok oktatásban való megjelenésének pozitív hatása van a tanulók fejlődésére (Szabóné és Mező, 2021).

Robottanárok

Az áttekintett kutatások során a kutatók a mesterséges intelligencia oktatásban történő megjelenése kapcsán főleg a robotokkal és ezek megjelenésével, hatásaival foglalkoztak. A mesterséges intelligencia fogalomkörébe ugyanis beletartozik a robotika, a robotok tudománya.

A „robot” kifejezést először egy cseh író, Karel Čapek használta a Rossum Univerzális Robotjai című művében. Ezt az elnevezést 1921-ben alkotta meg, s jelentésnek a szolgamunkát, kényszermunkát társította hozzá. Azóta ez a kifejezés jelentésben árnyaltabb lett azáltal, hogy a legtöbb tudományterületen megjelent különféle formákban (Botsman, 2019).

A robotok a pedagógián belül is több területen is megjelennek. Az első robottanárt, Sayát Japánban fejlesztette ki Hiroshi Kobayashi, a Tokiói Tudományos Egyetem gépészmérnöki professzora. Sayát 5. és 6. osztályosokkal tesztelték valódi osztályteremben 2009-ben (I1).

Szöulban az óvodákban jelent meg hasonló próbálkozás. A céljuk az óvodáskorú gyermekek high-tech jövőre való felkészítése volt. Az Alpha-Mini nevű robotuk képes táncolni, énekelni, mesélni és kung-fu mozdulatokat is tanítani a mozgás során. A robot képes a minimális szintű nonverbális kommunikációra, tud kacsintani és pislogni is, pupillái pedig szív alakúak lesznek, ha beszélnek hozzá. A robotokat közel 300 szöuli óvodában próbálták ki 3-5 éves gyerekekkel. (I2) Végül pedig a Tamperében kifejlesztett robotokat és az általuk elindított kezdeményezést mutatjuk be. Tamperében a tanulók már az 1. és 2. évfolyamon elkezdnek idegen nyelveket és matematikát tanulni. Ezért a diákok nem feltétlenül tudnak olvasni, amikor elkezdik idegen nyelvi és matematikai tanulmányaikat. A városban beszélő robotokat próbálnak ki, hogy a gyerekek a számukra természetes módon gyakorolhassanak. A beszélő humanoid robot, Elias a Tammela Iskola nyelvtanárainak asszisztenseként dolgozik. A robot alkalmas kisgyermekek készségeinek gyakoroltatására. A gyerekeknek nem kell tudniuk írni vagy olvasni, mivel Elias hangosan elmondja a gyakorlatokat és felismeri a tanulók válaszait. Eliasnak van egy mobiltelefonja is, amellyel a tanulók kiválaszthatják a gyakorlatokat, amelyeken Eliassal dolgozhatnak. Jelenleg a robot az alapfokú angol, finn, francia és német nyelvtanulásban segíti a tanulókat.

A Robot németül, finnül és angolul beszél, és támogatja Tampere város korai nyelvtanítási kísérleti projektjét is. A projekt célja a gyerekek nyelvtudásának gyarapítása. A matematikai robotokat az AI Robots Oy, egy lohjai székhelyű cég tervezte és gyártotta. Az Utelias Oy feladata volt a Franciaországban gyártott Elias humanoid robot nyelvi gyakorlatainak programozása. (I3) Látható, hogy nemzetközi viszonylatban már rendkívül előrehaladott a mesterséges intelligencia megjelenése és a robotok eszközszerű használata az oktatás különböző területein.

Digitális Jólét Program

Az MI (és ennek kapcsán a robotok és az egyéb eszközök) megjelenése a pedagógiában még nem elterjedt hazánkban, ennek ellenére vannak kezdeményezések a népszerűsítésre és az eszközök bevezetésére.

Magyarországon 2015-ben elindult az ún. Digitális Jólét Program, melynek célja „...hogy Magyarország minden polgára és vállalkozása a digitalizáció nyertesei

közé kerülhessen.” (I4) A Digitális Jólét Programon belül az egyik meghatározó stratégia a DOS, azaz a Digitális Oktatási Stratégia. (I4)

A DOS célkitűzése hasonlít az említett szülői projekt céljához, azaz fel szeretné készíteni a gyermekeket a 21. századi kihívásokra, főleg a digitális világra és a munkaerőpiaci elvárásokra. A Stratégia az esélyegyenlőségre építve minden tanulónak lehetővé tenné a technológiai eszközökhöz való hozzáférést, a robotikát és többek között a 3D-s nyomtatást a köznevelésen belül. A kitűzött célok közé tartozik a szélessávú internetelés megvalósítása, a tanári laptop biztosítása, a tantermi eszközkészlet és a digitális tananyag bővítése. (I5)

A nemzetközi példák alapján elmondható, hogy hazánkban ez a kezdeményezés rendkívül friss és kezdetleges, azonban megfelelő kezdőlépés lehet ahhoz, hogy Magyarországon megjelenjenek a gyógypedagógiában az MI eszközök.

Bizalom

„Nincs erősebb, mint egy olyan ötlet, amelynek eljött az ideje”- mondja Victor Hugo. Bár úgy véljük, hogy az MI-eszközöknek többek között a technológia nagymértékű fejlődése és a digitális kompetencia előtérbe kerülése miatt szerepe van a gyógypedagógiában (és általánosságban az oktatásban), mégis vannak akadályozó tényezők, melyek meggátolják ennek széleskörű elterjedését. Az egyik ilyen gát a bizalom kérdése. Az egyes termékek kapcsán a bizalmi lépcső úgy működik, hogy mindenekelőtt az ötletben, majd utána a cégben kell bízunk és csak ezután következik a termékbe (vagy esetünkben a robotokba, MI-eszközökbe) vetett bizalom. Az első két lépcsőfokot átugorva elmondható, hogy az MI-eszközökbe vetett bizalmat is számos tényező befolyásolhatja. Ilyen például a kinézet. Botsman (2019) úgy fogalmaz, hogy az emberek a humanoid jellegű robotokban jobban bíznak, mint azokban, amelyeknek nincsen emberi formájuk. Befolyásolható lehet még a robotok szociális készsége, a kezelhetőségének nehézségi foka és a „személyisége”. A bizalom attól is függhet, hogy mennyire fenyeget az ún. „technológiai munkanélküliség” (Fan, 2020) veszélyével az eszköz az adott munkakör tekintetében.

Összességében elmondható, hogy a robotokba vetett bizalom számos tényezőtől függ, azonban a kutatás során kiderül (lásd: 3. hipotézis), hogy valóban befolyásolják-e ezek a tényezők a válaszadóinkat és ha igen, mely befolyásoló tényezők jelennek meg náluk.

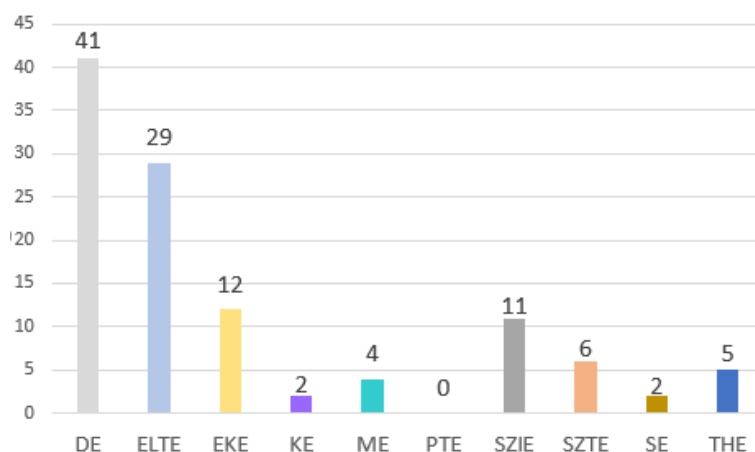
Módszer

A kutatások és kezdeményezések áttekintése alapján elmondható, hogy az MI-eszközök pedagógiában való megjelenésének vizsgálata jelenleg még kiaknázatlan terület. A következőkben a vizsgálatunk kapcsán bemutatásra kerül a jelenleg gyógypedagógia szakos válaszadók hozzáállása az említett MI-eszközök, robotok használatára vonatkozóan.

Minta

A vizsgálatban $n=112$ fő jelenleg gyógypedagógia szakos hallgató vett részt. A hallgatók az ország olyan egyetemén tanulnak, ahol gyógypedagógiai képzés folyik (lásd: 1. ábra).

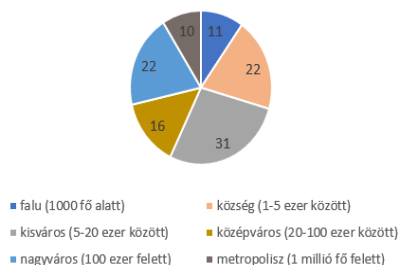
1. ábra: Gyógypedagógus képzést folytató magyarországi egyetemek. Forrás: a Szerző



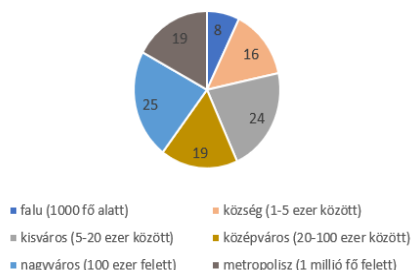
Ahogy az a 2. és 3. ábrán megfigyelhető, a válaszadók legnagyobb számban kisvárosban nőttek fel ($n=31$), azonban jelenleg legtöbben nagyvárosban élnek ($n=25$).

A vizsgálatban 108 nő és 3 férfi vett részt, illetve egy kitöltő nem kívánt választ adni a nemére vonatkozóan. A 4. ábrán olvasható, hogy a kitöltők 13,4%-a ($n=15$) 17-20, 38,4 %-a ($n=43$) 21-23, 12,5%-a ($n=14$) 24-26, 8,9%-a ($n=10$) 27-35 és 26,8%-a ($n=30$) 35+ éves volt.

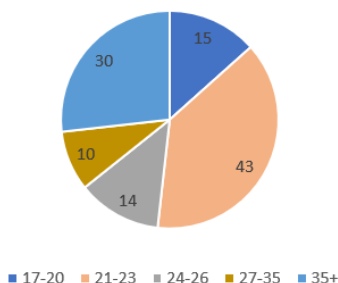
2. ábra: „Kérem, adja meg milyen típusú településről származik/településen nőtt fel!” felszólításra adott válaszok. Forrás: a Szerző



3. ábra: „Kérem, adja meg milyen típusú településen él jelenleg!” felszólításra adott válaszok. Forrás: a Szerző



4. ábra: A válaszadók életkor szerinti eloszlása (n=112). Forrás: a Szerző



Az életkori arányokat vizsgálva elmondható, hogy valamennyi megadott sávban érkeztek válaszok, lehetővé téve az összehasonlítást és az életkorok szerint történő következtetések levonására. A minta nem reprezentatív.

Módszer

A kutatás saját összeállítású online kérdőívvel készült. Ebben összesen huszonnégy darab kérdés szerepelt, közülük hét demográfiai kérdés a nemre, életkorra, jelenlegi lakhelyre, egyetemi tanulmányokra vonatkozóan. A kérdéstípusok sokszínűek voltak, megjelent közöttük nyílt és zártvégű, feleletválasztós, többszörösen feleletválasztós kérdés, illetve Likert-skála is. A feleletválasztós kérdések a jövőbeni tervek, célokra (lásd: munkahely, lakhely) és korábbi tapasztalatokra (lásd: tapasztalatok MI eszközökkel) vonatkoztak. A

többszörösen feleletválasztós típusúak a továbbképzésre való hajlandóságot, az MI eszközök ismeretét és alkalmazását térképezték fel, míg a nyílt és a zárt végű kérdések kapcsán az MI-hez kapcsolódó jövőbeni lehetőségekről gyűjtöttünk véleményeket, meglátásokat.

A kiértékelések a Google Űrlap és az SPSS program segítségével készültek el.

Eredmények

Ahogy azt korábban említettük, ahhoz, hogy a mesterséges intelligenciát és az ehhez kapcsolódó kérdéseket, problémaköröket kutatni tudjuk fontos, hogy definiáljuk azt. Mivel nem létezik egy egységes definíció, így kérdőívünkben arra kértük a válaszadókat, hogy elsősorban fogalmazzák meg röviden, hogy számukra mit jelent a mesterséges intelligencia, mint fogalom. A kitöltők válaszaiból végül megalkottunk egy definíciót: A mesterséges intelligencia az emberek által létrehozott, megalkotott technológia, intelligencia. Ezt a saját képmásunkra teremtjük és programozzuk, így hozzánk hasonlóan gondolkodik, azonban képes meghaladni az ember képességeit. Képes fejlődni, fejleszthető, képes az önálló, komplex problémamegoldásra, képes önmaga irányítására és a külvilágra történő reagálásra is egyaránt. A digitális- és okoseszközökhöz, a számítógéphez, az informatikához és a programozáshoz kapcsolható, de ide soroljuk a robotikát és ezzel együtt a robotokat is. Segítségükkel számos tevékenység megkönnyíthető, azonban túlzott elterjedésük és mértéktelen használatuk negatív hatással lehet az emberi kapcsolatokra. Láthatjuk, hogy a válaszadók széleskörűen meghatározták ezt a fogalmat, azonban főleg pedagógiai oldalról közelítették meg, így a korábbi meghatározásokhoz hasonlóan ebben is megjelennek standard és tudományterületspecifikus elemek is.

Az első hipotézishez kapcsolódóan vizsgáltuk a válaszadók korábbi tapasztalatait az MI-eszközökkel kapcsolatban. Azt az eredményt kaptuk, hogy 20 fő korábban már találkozott MI-eszközökkel, míg 92 főnek nincs tapasztalata ezekkel az eszközökkel. Azok, akik szereztek már tapasztalatot MI-eszközökkel főleg az okos IKT eszközökkel (lásd: okosóra, okostábla), különféle robotokkal (lásd: padlórobot, LEGO robot), alkalmazásokkal (lásd: PhotoMath Duolingo) és VR szemüvegekkel találkoztak. Majd a továbbképzésre való hajlandóságot vizsgáltuk, mely során azt tapasztaltuk, hogy a válaszadók közül 25 fő mindenképp részt venne, csupán 1 fő nem venne részt semmiképp, a többi kitöltő pedig feltételekhez kötötten részt venne továbbképzésen. Ezek a feltételek,

ahogyan az 1. táblázatban is látható, a továbbképzés idejére, helyére (online vagy offline tér) és költségtérítési formájára vonatkoztak.

1. táblázat: A továbbképzésre való hajlandóság (n=112). Forrás: a Szerző

Opciók	Válaszadók száma
Igen, mindenképp.	25
Igen, ha az intézmény állja a képzés költségeit.	57
Igen, ha online lenne a képzés.	32
Igen, ha 60 óránál nem venne több időt igénybe a képzés.	37
Nem, mert nem alkalmaznám a megszerzett tudást a gyakorlatban.	13
Nem tudom/talán/ attól függ, hogy mit foglal magába a képzés.	4
Nem, semmiképp.	1

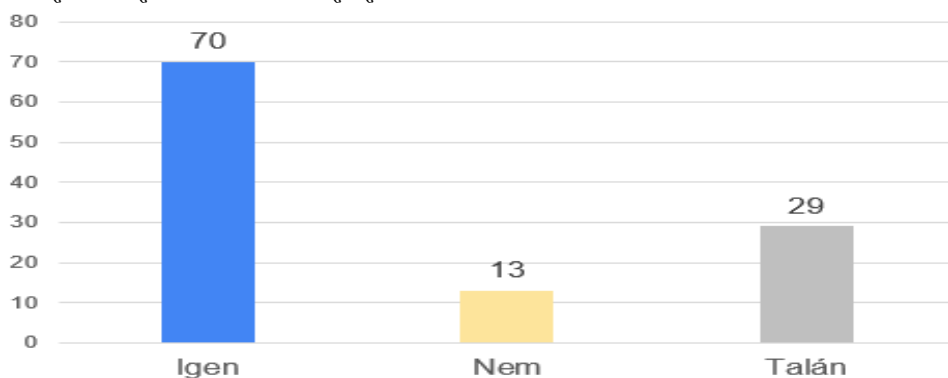
A továbbképzésre való hajlandóság feltérképezését követően a „Robotika” című tantárgy tanítására való kedvet vizsgáltuk, tehát azt, hogy hány fő vállalkozna ezen tantárgy tanítására, amennyiben megjelenne az oktatásban. Azt az eredményt kaptuk, hogy 23 fő igen, 46 fő pedig talán választ adott arra hivatkozva, hogy abba az esetben tanítanák a tantárgyat, amennyiben rendelkeznének megfelelő ismeretekkel és kompetenciával.

A második hipotézisünkhöz kapcsolódva a településtípusonkénti átlagosan használni kívánt eszközök számát vizsgáltuk. Az eredményeket tekintve azt tapasztaltuk, hogy a községben átlagosan 0, a faluban és a kisvárosban 1, a nagyvárosban 2 és a metropoliszban átlagosan 6 eszközt használnának az ott dolgozni kívánó hallgatók.

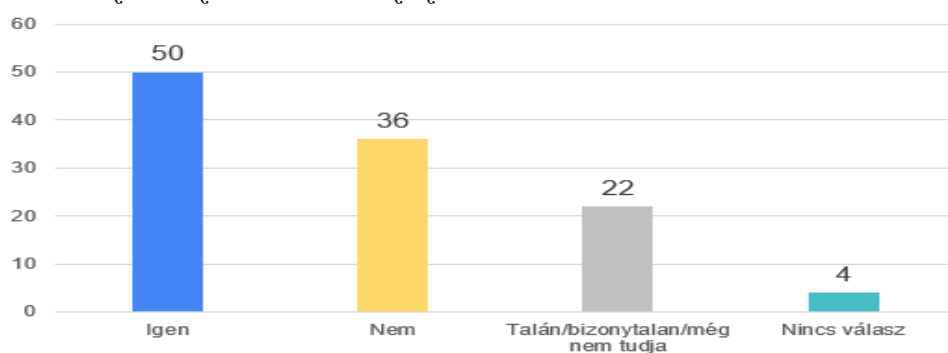
A harmadik hipotézishez kapcsolódóan pedig azt vizsgáltuk, hogy a kitöltők szerint szükség van-e az MI-eszközökre a gyógypedagógiában, mennyire tudnák elképzelni, hogy robotok segítsék a jövőben a pedagógiai munkájukat, illetve, hogy el tudnák-e képzelni, hogy robotok tartsák az idegennyelvi vagy egyéb tanórákat. A válaszadók 62,5%-a (n=70) szerint szükség van MI-eszközökre a gyógypedagógiában, 44,6%-a (n=50) el tudná képzelni, hogy robotok segítsék a pedagógiai munkát, azonban csak 30,3%-a (n=34) tudná elképzelni, hogy robotok tartsák a tanórát (5-7. ábrák).

Ezen eredményeket és ábrákat áttekintve elmondható, hogy az első hipotézisünk nem igazolódott be, ugyanis a korábbi tapasztalatok nem jelentettek automatikus nyitottságot és kedvet az MI-eszközök használatára és a továbbképzésen való részvételre. Azok a válaszadók, akik már tapasztalatot sze-

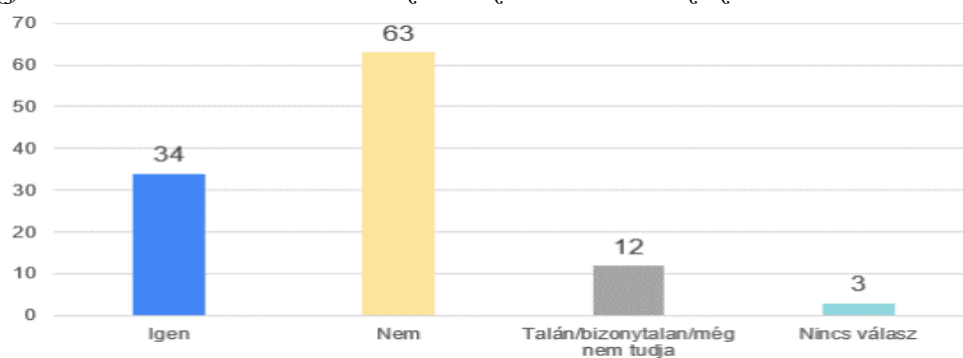
5. ábra: „Véleménye szerint szükség van a MI-ra a gyógypedagógiában?” kérdésre adott válaszok eloszlása. Forrás: a Szerző



6. ábra: „El tudná képzelni, hogy a jövőben robotok segítsék pedagógiai munkáját?” kérdésre adott válaszok eloszlása. Forrás: a Szerző



7. ábra: „Ön el tudná képzelni, hogy egy oktatási robot tartsa például az idegennyelvi vagy egyéb tanórákat?” kérdésre adott válaszok eloszlása. Forrás: a Szerző



reztek korábbi munkájuk vagy tanulmányaik során ezekkel az eszközökkel, nem nyitottak 100%-os arányban azok alkalmazására – esetenként éppen ezen korábbi tapasztalatok miatt fordulnak el a használatától, azok közül pedig, akiknek nem volt még tapasztalatuk, nagy arányban nyitottak a továbbképzésre és az eszközhasználatra.

A második hipotézisünk sem igazolódott be, ugyanis azt tapasztaltuk, hogy bár a falu-község-kisváros és a metropolisz között különbség mutatkozott az eszközök számában, a nagyvároshoz képest nincs szignifikáns eltérés. Az eszközök számát a kutatási eredményeink alapján nem a településtípus határozza meg, hanem a szakirány milyensége. Azt tapasztaltuk ugyanis, hogy az autizmus spektrum pedagógiája szakirányos hallgatók használnák a legtöbb, a logopédia szakirányos hallgatók pedig a legkevesebb MI-eszközt.

A harmadik és egyben utolsó hipotézisünk beigazolódott, hiszen a válaszadók több, mint 40%-a nyitott az MI-eszközök gyógypedagógiában való megjelenésére mindaddig, amíg ezek csak kiegészítő, segítő szerepben vannak jelen és nem helyettesítik a gyógypedagógusokat.

Láthatjuk, hogy a gyógypedagógia szakos hallgatók nyitottak az MI gyógypedagógiában történő megjelenésére, azonban voltak, akik teljesen elutasították ennek megjelenését. A támogatók főleg arra hivatkoztak, hogy a technológia folyamatosan fejlődik, a gyermekeket nagymértékben lekötik a számítógépes eszközök és ezzel színesebbé, modernebbé és gyermekközelibbé tudnánk tenni az oktatást. Az ellenzők arra hivatkoztak, hogy az MI eszközök miatt elveszítenék a munkahelyüket, az ún. „technológiai munkanélküliség”-re hivatkoztak. Emellett úgy vélték, hogy a robotok nem tudnák detektálni az érzelmeket, személytelenné válna az oktatás és etikátlan lehet. Megjegyzendő, hogy Fan 2020-as írásában arról számol be, hogy a technológiai eszközök képesek új munkahelyek és pozíciók teremtésére, illetve, hogy még 2075-re is csak 90%-ra becslik az esélyét, hogy létrejöjjön a szuperintelligencia, amely képes lenne teljesen betölteni az egyes munkaköröket.

Megvitatás

A nagymértékű technológiai fejlődés feltételezi annak a lehetőségét, hogy a robotok és az MI-eszközök bekerülnek az iskolákba és nagy hangsúlyt kapnak az oktatásban. Ez elősegíthetné azt, hogy a pedagógusok árnyaltabb képet kapjanak a tanulóikról és ezáltal könnyebben tudjanak differenciálni, illetve, hogy a tanulók motiváltabbak legyenek és felkészüljenek a 21. század kihívásaira. Az eszközök intézményekben való megjelenését, illetve azt, hogy esetlegesen a tanulóknak saját

eszközeik is legyenek az otthoni használatra, gyakorlásra, fontos lenne támogatni anyagi szempontból, ugyanis ezen eszközök hátránya az, hogy a gyógy-pedagógiában megjelenő sajátos nevelési igényű gyermekek és az őket ellátó intézmények számára elérhetetlenek ezek az eszközök. (Mozaik, 2016)

Az eszközök beszerzése mellett nem elhanyagolható az sem, hogy az aktív alkalmazásuk mellett fontos a folyamatos ellenőrzés, vizsgálat és kutatás végzése ahhoz, hogy megismerjük a lehetőségeket az eszközök alkalmazásába, illetve az MI-eszközök hatásait a tanulóinkra nézve.

Összegzés

Jelen tanulmányban olyan témakörök kerültek áttekintésre mint a mesterséges intelligencia meghatározása, a robottanárok megjelenése különböző országokban, hazai és nemzetközi kutatások, illetve a megkérdezett gyógypedagógia szakos hallgatók hozzáállása az MI-eszközök alkalmazásához. Ahogyan említettem, a gyógypedagógia kapcsán a mesterséges intelligenciához fűződő kutatások száma igen kevés. Ez azt is mutatja, hogy jelenleg még kialakulatlan az MI-eszközök megjelenése és ezek alkalmazása a gyógypedagógiai oktatás-nevelésben. Azonban láthatjuk, hogy a diagnosztikában és a digitális kultúra tantárgy kapcsán az oktatásban is kezd kibontakozni ez a terület, így elengedhetetlen e nagymértékű fejlődés nyomon követése és kutatása, hogy minél széleskörűbben tudjuk a későbbiekben felhasználni ezen eszközöket a fejlesztés, a gyógypedagógiai nevelés és oktatás kapcsán.

Végezetül pedig fontos azt szem előtt tartani, amit Aknai a 2020-as tanulmányában megfogalmaz, hogy „...a robotokat az emberek kiszolgálására fejlesztették ki, nem pedig fordítva” (Aknai, 2020, 160. o.).

Irodalom

- Aknai Dóra Orsolya (2020): A robotika szerepe az SNI tanulók fejlesztésében In *Gyermeke nevelés Tudományos Folyóirat* 8. évf., 2020/2. szám 146–163.
- Angie Smibert (2020): *Mesterséges intelligencia. Okos gépek, gondolkodó robotok – és tudományos gyakorlatok gyerekeknek*. Cser Kiadó, Budapest
- Botsman, R. (2019). *Kiben bízunk?* Cser Kiadó, Budapest
- Dudás László (é.n.): *Mesterséges intelligencia*. Jegyzet-1, ME AII (Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék honlapja - <http://ait.iit.unimiskolc.hu/> - Letöltés: 2021. 11. 25.) Közvetlen link: <http://ait.iit.unimiskolc.hu/~dudas/MIEAok/MIEa1.PDF>

- Drigas, A. S., Ioannidou R. E. (2012). Artificial Intelligence in Special Education: A decade review. In. International Journal of Engineering Education 6. évf. 28. 1366-1372.
- Elek István (2015). Az intelligencia spontán megjelenése- A digitális evolúció gép. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- Fan, S. (2020). Lecserél-e minket a mesterséges intelligencia? Sclar Kiadó, Budapest
- Mező Ferenc és Mező Katalin (2020): Interdiszciplináris asszociációk vizsgálata a mesterséges intelligenciával kapcsolatban. *Mesterséges intelligencia – interdiszciplináris folyóirat*, II. évf. 2020/1. szám. 9–31. Doi [10.35406/MI.2020.1.9](https://doi.org/10.35406/MI.2020.1.9)
- Mező Katalin és Szabóné Burik Erika (2021): A robotokkal történő oktatás, az élménypedagógia aspektusából. *Mesterséges intelligencia – interdiszciplináris folyóirat*, III. évf. 2021/2. szám. 19-32. Doi [10.35406/MI.2021.2.19](https://doi.org/10.35406/MI.2021.2.19)
- Mozaik Education (2016). Mozaik Virtual Reality 3D. Mozaik Kiadó. Imosoft Kft. Közvetlen link: https://www.mozaweb.hu/course.php?cmd=single_book&bid=MS-9853-VRHU
- Newell, A., Simon, H. (1961). GPS, a program that simulates human thought. *Lernende Automaten*, R. Oldenbourg, Munich, Germany. 109-124.
- Shalini Garg, Shipra Sharma (2020): Impact of Artificial Intelligence in Special Need Education to Promote Inclusive Pedagogy In *International Journal of Information and Education Technology*. VII. évf. 2020/10. szám 523-527.
- Közvetlen link: http://www.ijiet.org/vol10/1418-ET004.pdf?fbclid=IwAR1pGLfqLdEMZCfhDGFy11wW5vV6d1ZvPuoTL_YIVQUWmQxxF2DKtxNziqtw
- Stuart J. Russel, Peter Norvig (1995): *Mesterséges intelligencia. Modern megközelítésben*. Panem Kft., Budapest

Internetes források

- I1: Akiba, Jiro és Yokoyama, Anna (2009). Robot takes over Tokyo classroom
Link: <https://www.reuters.com/article/us-japan-robot-teacher-life-idUSTRE54A69K20090511> Letöltés ideje: 2022. 03. 15.
- I2: Seoul trials robot teaching assistants in nursery schools (2021.)

Link:<https://www.africanews.com/2021/11/25/seoul-trials-robot-teaching-assistants-in-nursery-schools/>

Letöltés ideje: 2022. 03. 15.

I3: Robot teachers of Tampere.

Link: <https://smartttampere.fi/en/robot-teachers/>

Letöltés ideje: 2021. 12. 10.

I4: Digitális Jólét Program

Link:<https://digitalisjoletprogram.hu/hu/rolunk>

Letöltés ideje: 2022. 01. 15.

I5: Digitális Oktatási Stratégia

Link:<https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/dos-magyarorszag-digitalis-oktatasi-strategiaja>

Letöltés ideje: 2022. 03.10.

AZ ISKOLAI LEMORZSOLÓDÁS HÁTTERÉNEK VIZSGÁLATA

A korai iskolaelhagyás nem csökken Magyarországon, a 2018-ban megjelent Oktatási és Képzési Figyelő adatai szerint a korai iskolaelhagyók aránya 12,5%, és ez az arány az elmúlt évek során növekedett is (ETM-HU, 2018: 136). Nemcsak az egyén, hanem a társadalom számára is fontos, hogy minél többen rendelkezzenek megfelelő végzettséggel vagy szakképesítéssel. Hiszen szakképesítés hiányában magasabb az esélyük a munkanélküliségre, ennek következtében kialakulhat és később át is öröklődhet a szegénység, amely az állam számára is kedvezőtlen. (I1). A lemorzsolódás és a korai iskolaelhagyás bár hasonló tartalmú fogalmak, mégis fontos, hogy tisztázzuk a köztük lévő különbségeket.

A korai iskolaelhagyás egy társadalmi mutató: azon 18 és 24 közötti fiatalok arányát jelenti egy adott országban, akik nem szereztek középfokú végzettséget, és az adatfelvétel idején sem vesznek részt oktatásban, képzésben (TKA, 2018, 6.)

A lemorzsolódás ezzel szemben egy folyamatra utal, amely jóval korábban kezdődik, mintsem a fiatal a statisztikai kategóriába kerül. A statisztikai arány javításának feltétele, hogy a korai iskolaelhagyás problémaköre, az ahhoz vezető folyamatok és mögöttes okok kellő figyelmet kapjanak (TKA, 2018, 6.)

A lemorzsolódást rendkívül komplex okok idézik elő, s mindezt nehezíti, hogy mivel minden tanuló, más- és más többnyire egyéni problémák nehezítik a helyzet megoldását. Ezt a komplexitást és a történetek egyediségét tovább színezik az egyes országok oktatáspolitikai, foglalkoztatás- és társadalompolitikai motívumai, az intézménytípusok és az egyes intézmények közötti eltérő tapasztalatok, a rendszerek belső feszültségei, de még gyakran a meggyökeresedett szokásjog által diktált megoldások is. Sajnos azon tanulók száma, akik nem érik el a középfokú iskolai végzettséget vagy korán abbahagyják a tanulmányaikat, azaz lemorzsolódnak igen magas. Ez egy hosszabb folyamat eredményeként következik be, melyet az egyén és az intézmény befolyásolja (Fejes és Szűcs, 2018). A végzettség nélküli iskolaelhagyás megelőzése érdekében a nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény 2014. évi módosításának 4. § 37. pontjában definiálásra került a lemorzsolódással veszélyeztetett tanulók fogalma, valamint a rendeletben szabályozza a lemorzsolódás megelőzését szolgáló korai jelző- és pedagógiai támogató rendszer (a továbbiakban jelzőrendszer) kiépítését.

Lemorzsolódással veszélyeztetett tanuló – a nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény (a továbbiakban: Nkt.) 4. § 37. pontja értelmében – az a tanuló, akinek az adott tanévben a tanulmányi átlageredményre közepes teljesítmény alatti vagy a megelőző tanévi átlageredményéhez képest legalább 1,1 mértékű romlást mutat, és esetében komplex, rendszerszintű pedagógiai intézkedések alkalmazása válik szükségessé.

A korai jelzőrendszer (A végzettség nélküli iskolaelhagyás elleni középtávú stratégiában használt kifejezés, mely a Köznevelési törvényben korai jelző- és pedagógiai támogató rendszerként jelenik meg) egy átfogó kifejezés az olyan adatokon és tényeken alapuló szisztematikus tevékenységek, programok leírására, amely az iskolai lemorzsolódás előrejelző jeleinek a felismerésére és időben hatékony kezelésére szolgál (110: ESL, 2014).

A lemorzsolódás megakadályozását szolgáló pedagógiai támogatás három fő típusa (Mező, 2021):

- **Prevenció (megelőzés):** olyan intézkedések sorozata, melyek célja, hogy még a probléma kialakulása előtt csökkentse a korai iskolaelhagyás kockázatát.
- **Intervenció (beavatkozás):** célzott – egyéni, csoportos vagy intézményi szintű – támogatások a lemorzsolódásban érintettek számára.
- **Kompenzáció (helyreállítás):** olyan intézkedések, melyek célja, hogy az iskolarendszerbe visszavezetve, vagy alternatív tanulói útvonal biztosításával végzettséghez segítsék azokat a fiatalokat, akik az iskolarendszerű oktatást végzettség nélkül hagyták el – így segítve munkaerő-piaci, társadalmi integrációjukat.

Szekeres (2014) az iskolaelhagyásnak három fázisát különítette el különböző vizsgálatok alapján: 1) hiányzás; 2) bukás 3) kimaradás

Az első fázis a *hiányzás*. A fiatalok jelentős része esetében a hiányzás az, ami először jelzi, hogy problémák vannak az iskolai aktivitás terén. A hiányzást A 20/2012. (VIII. 31.) EMMI rendelet V. fejezet „A gyermek, a tanuló kötelezettségeinek teljesítése 19. A gyermek, a tanuló mulasztásával kapcsolatos szabályok alapján” az iskoláknak nagyon hamar jelezni kell.

- **első hiányzás (akár egy óra után):** 51. § (3) Ha a gyermek, a tanuló távolmaradását nem igazolják, a mulasztás igazolatlan. Az iskola köteles a szülőt és a tanuló kollégiumi elhelyezése esetén - amennyiben a kollégium nem az iskolával közös igazgatású intézmény - a kollégiumot is értesíteni a tanköteles tanuló első alkalommal történő igazolatlan mulasztásakor, továbbá abban az esetben is, ha a nem tanköteles kiskorú tanuló

igazolatlan mulasztása a tíz órát eléri. Az értesítésben fel kell hívni a szülő figyelmét az igazolatlan mulasztás következményeire.

- második alkalom (akár a második óra után): 51. § (3) Ha az iskola értesítése eredménytelen maradt, és a tanuló ismételten igazolatlanul mulaszt, az iskola a gyermekjóléti szolgálat közreműködését igénybe véve megkeresi a tanuló szülőjét.
- 10 óra hiányzás: 51. § (4) Ha a gyermek a közoktatási törvény 24. § (3) bekezdése alapján vesz részt óvodai nevelésben, és egy nevelési évben igazolatlanul tíz napnál többet mulaszt, továbbá, ha a tanköteles tanuló igazolatlan mulasztása egy tanítási évben eléri a tíz órát, az óvoda vezetője, az iskola igazgatója értesíti a gyermek, tanuló tényleges tartózkodási helye szerint illetékes gyámhatóságot, az általános szabálysértési hatóságként eljáró kormányhivatalt – a gyermekvédelmi szakellátásban nevelkedő tanuló kivételével –, tanköteles tanuló esetén a gyermekjóléti szolgálatot is, továbbá gyermekvédelmi szakellátásban nevelkedő tanuló esetén a területi gyermekvédelmi szakszolgálatot. Az értesítést követően a gyermekjóléti szolgálat az óvoda, az iskola és - szükség esetén - a kollégium bevonásával haladéktalanul intézkedési tervet készít, amelyben a mulasztás okának feltárására figyelemmel meghatározza a gyermeket, a tanulót veszélyeztető és az igazolatlan hiányzást kiváltó helyzet megszüntetésével, a gyermek óvodába járásával, a tanulói tankötelezettség teljesítésével kapcsolatos, továbbá a gyermek, a tanuló érdekeit szolgáló feladatokat.

A második fázis a *bukás*. Az értékelésre vonatkozóan a 20/2012. (VIII. 31.) EMMI rendelet 64. § (1) bekezdése szerint, a tanuló osztályzatait évközi teljesítménye és érdemjegyei vagy az osztályozó vizsgán, a különbözeti vizsgán, valamint a pótló és javítóvizsgán nyújtott teljesítménye alapján kell megállapítani. A kiskorú tanuló érdemjegyeiről a szülőt folyamatosan tájékoztatni kell. Nagyon fontos azt kiemelni, hogy a köznevelési törvény 54. § (1) bekezdése kimondja, hogy az érdemjegy és az osztályzat megállapítása a tanuló teljesítményének, szorgalmának értékelésekor, minősítésekor nem lehet fegyelmezési eszköz. A fegyelmező intézkedések formáit és alkalmazásának elveit a nevelési-oktatási intézmény házirendjében kell szabályozni. A bukás ebből kifolyólag csak akkor hatásos, ha a gyermek érdekeit szolgálja (például a képességfejlődés várható általa).

A harmadik fázis a *kimaradás* (lemorzsolódás).

Továbbá az Európai Unió jelentésekből, mely a QALL- Végzettséget mindenkinek! projekt kapcsán történő kutatásokat mutat be, akik a fentieken túl

meghatároztak olyan rizikófaktorokat is, amelyek a viselkedésekhez köthetően további hajlamosító tényezőkről számoltak be: unalom a tanórák során; drasztikus viselkedésváltozás a tanulónál; kirekesztettség (I4)

A hazai kutatómunkák során Salomvári (2014) ezeken az okokon túl megállapította, hogy a matematika és a szövegértés esetében fellelhető nagyfokú hiányosságokat is meghatároz. (I5)

Magyarországon a 2020/21-es tanévet 1 millió 812 ezren kezdték el valamilyen közoktatási vagy köznevelési intézményben. Ebbe a számba beletartozik a szakképzés, illetve a felsőoktatás is. Ebből 74 ezer tanuló vett részt a felnőttoktatásban. Több mint 30 ezren gimnáziumi képzésben vettek részt. (KSH, Oktatási adatok, 2020/2021).

A lemorzsolódást a 2016/2017-es tanévtől kezdődően lehet nyomon követni az 5. évfolyamtól a 12. évfolyamon keresztül. Ebben a tanévben összesen több mint, 745 ezer tanuló vett részt az oktatásban, sajnos ennek a 10,8%-a azaz több mint 80 ezer fő a lemorzsolódás érintettje lett. Szerencsére azóta folyamatos csökkenés áll fenn. Amit a 2020-as adatok is alátámasztanak. Ekkor ugyanis 4%-os csökkenés volt megfigyelhető.

Területek szintjén három megyében van jelentősen jelen ez a probléma. A 2020-as adatok alapján Nógrád (15,78%), Borsod-Abaúj Zemplén (11,74%) illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg (10,90%) megye volt legjobban érintett. Az összestöbbi megye esetén ez a szám 10% alatt volt. Sőt Budapesten és Győrben az 5%-ot sem éri el azon tanulók száma, akik félbehagyják a tanulmányaikat 5-12 évfolyamosan.

Az évfolyamokat tekintve a lemorzsolódás a legnagyobb részben a 7. és a 8. osztályban figyelhető meg a 2019/20-as tanév végén. Itt 10,7% és 10,1%-a volt veszélyeztetettje a lemorzsolódásnak. A középfokú oktatás esetében a 9. évfolyamon (8,9%-os) a legmagasabb ez az arány (OH, 219/2020).

Rumberger (2012) elemzései során az intézményi tényezők esetén a három nagy szintér van: a család, az iskola és a közösség. A család esetében a családszerkezet, a jövedelem, azaz, hogy a szülők milyen státuszt töltenek be a munkaerőpiacon továbbá a szülők és az iskola kapcsolata. Az iskola esetében a tanulók társadalmi összetétele, az oktatás minősége, míg a közösségeknél a társadalmi kapcsolatok hathatnak ki a lemorzsolódásra. (Höricz és Bacskai, 2018)

„Minél hátrányosabb helyzetű családból származik egy fiatal, annál inkább veszélyeztetett, mivel a lemorzsolódott diákok között magasabb a szociálisan hátrányos helyzetű diákok aránya.” (Höricz és Bacskai, 2018). „Az etnikai hovatartozás – Magyarországon ez döntően a romákat érintő probléma – elsősorban gazdasági és társadalmi tényezőkön keresztül befolyásolja a diákok

iskolai eredményeit: egyrészt úgy, hogy nem kapnak megfelelő támogatást a tanulás során, másrészt a szegregáció következményeképpen gyakran a roma többségű iskolákban a tanulási környezet is elmarad a többségi társadalom által használt iskolákétól” (Kertesi & Kézdi, 2012).

Számos esetben a tanulmányokban rosszabbodó osztályzatok jelentkeznek az első intő jelekként.

Az Európai Tanács elfogadta, hogy 2020-ra a korai iskolaelhagyás mértékének arányát 10%-ra kell csökkenteni. Valamint a már végzettség nélkül kikerülőket visszaintegrálják az oktatási területekre. Ebben vállalt szerepet Magyarország is. Így az EU 2020 stratégia kapcsán javasolták a tagállamoknak, hogy építsenek ki egy jelzőrendszert a lemorzsolódással veszélyeztetett tanulók számára. Azok, akiknek az évvégi érdemjegyük átlageredménye közepes alatti vagy a minimum 1,1-es szintű romlást mutató a tanulókat kell ezalatt érteni. (I2) A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC törvény 4. § 37. pont.

Magyarországon 2016-ban a tanulók védelmének érdekében korai jelző- és pedagógiai támogató rendszert vezettek be. Melynek a célja a az EU 2020 stratégia megvalósítása. Segíti a tanulók előmenetelét, azáltal, hogy a pedagógusok, iskolapszichológusok, gyermekvédelmi szakemberek, valamint a gyerekek családjaik számára megfelelő iránymutatást és szakmai segítséget ad. (I3)

Andorka (1997) megfogalmazása szerint a munkaerőpiac megfelelő működéséhez elengedhetetlen az oktatás, hogy a diákoknak lehetőségük legyen a szakképesítésük megszerzése után a munkaerőpiacra történő belépésükre. Azoknál, akik kikerültek befejezett iskolai végzettség nélkül esetükben nagymértékben figyelhető meg a munkanélküliség.

Safe Arrival Project egy 2015 nyarán végzett nemzetközi iskolai projekt, amelyben megfigyelhető volt, hogy a lemorzsolódás kapcsán hajlamosító tényezőként hat; az iskolák felszereltsége (technikai, tárgyi és személyi feltételek); ha az adott szakmában nem leli örömet ezáltal kevésbé érdekes számára, amely a motivációvesztéshez vezethet; amennyiben a közösség, amely körülveszi kirekesztő, tehát negatív impulzusok érik a diákot; továbbá a szülőkkel való együtt tanulásnak a hiánya és ha otthon nem tud vagy akar megfelelően készülni az iskolai követelményekre. Ezek is kihatással lehetnek erre a komplex problémára. (I6).

Az iskolák kapcsán a pedagógusokra is fontos kitérni, hiszen a nyújtott pedagógiai attitűd hatást gyakorol a diákok tanulmányi előrehaladásához. Illetve a tanár hogyan viszonyul a diákokhoz, a kollégáihoz, valamint a diákok szüleikhez. Mindezek a kiegészítéshez is hozzájárulhatnak. Melynek megelőzésének érdekében a kutatók azzal a javaslattal éltek, hogy a pedagógusok támogatása nagyon fontos,

valamint a példamutató magaviseletük. Mindemellet ezek összefüggésben vannak a depresszió kezdetleges jeleivel. (I6)

Az iskola a probléma okai között is fellelhető. Hatással van a lemorzsolódásra az iskolamérete, valamint az iskola atmoszférája, illetve a tanórák minősége ezen túl a pedagógusok hozzáállása és a lojalitásuk hathatnak rá. (Széll, 2015; Varga, 2015).

Vizsgálat

A kutatás célja, hogy egy – adatvédelmi okokból itt meg nem nevezett köznevelési intézmény tanulói körében végzett – felmérés révén kiderüljön, hogy a szakképzésben résztvevő tanulók mennyire érintettek a lemorzsolódás problémájában, valóban jelentős-e az érintettség az esetükben, illetve a szakirodalom által meghatározott okozati előzmények mennyire vannak jelen. Továbbá, hogy a szülők iskolai végzettsége milyen kihatással van a fiatalok tanulással kapcsolatos terveire. Található-e kapcsolat a lakhely és az iskola elhelyezkedése között, illetve, ha igen, mely tényezők mentén mutatkozhatnak eltérések, ha a lakóhely-iskola kapcsolatát nézzük.

A kutatásban többek között a kitöltővel egy háztartásban élőkre, a szülők iskolai végzettségére is kerestük a válaszokat, illetve, hogy ez milyen hatással van a diákok jövőképre.

További kérdések: a diákok és az őket tanítók mennyire állnak pozitívan a diákokhoz az iskolát nem érintő kérdések kapcsán? A megrovók, figyelmeztetések mértéke és a tanulmányi eredmények között fellelhető-e kapcsolat? Valamint arra is kerestük a válaszokat, hogy a diákok mennyien érintettek a hátrányos helyzetben. Eltérő lakóhelyük és az iskola elhelyezkedése hatással van-e a lemorzsolódás kockázatára. Az iskolai légkörre, a szülő-osztályfőnök kapcsolatára, tanulmányaikra, és arra a kérdésre is választ kerestünk, hogy mire számíthatnak a nehézségeik során. Végül a tanulók jövőképre is irányultak kérdések.

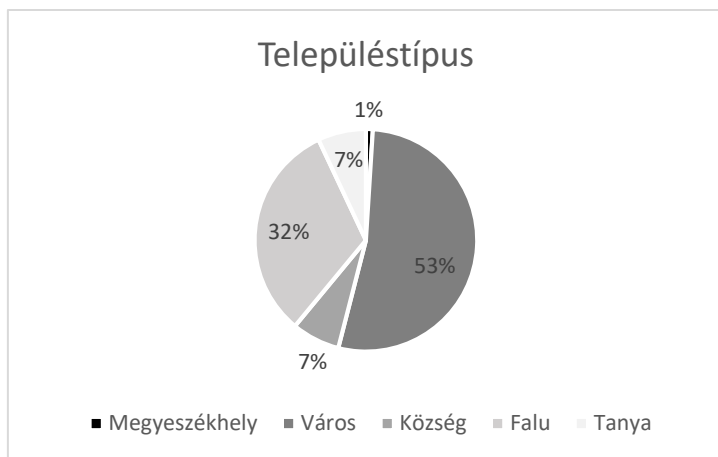
Minta

A vizsgálatban $n=100$ fő vett részt. A vizsgálati mintát több szempont alapján elemeztük. Az első szempont a nemek aránya volt. A vizsgálatban többségben nők vettek részt 69% ($n=100$), a férfiak aránya kevesebb volt (31%).

A lakóhelyükre vonatkozó válaszokból kiderült, hogy a legtöbben, azaz több mint a válaszadók fele (54%-a) városban él, egy szintén jelentős része a

kitöltőknek (32%-a) falun él, további 7-7 fő községben és tanyán. Tehát közel egyenlő arányban laknak kistelepülésen és városban a kitöltők (1. ábra).

1. ábra. a vizsgálatban résztvevők lakóhely szerinti eloszlása. N=100 (Forrás: szerző)



A válaszadók 27%-a ott él, ahol az iskola található míg 73%-uk esetében a lakhely és az iskola más településen található. Kirajzolódott, hogy a tanulmányaik során a válaszadók majdnem háromnegyede valamilyen nagyobb utat tesz meg az iskola és a lakóhelye között. Ha összevetjük ezt a településtípusra vonatkozó kérdéssel, megfigyelhető, hogy a városban élők fele Megyei jogú város, másik fele pedig egyéb város lakosai. Az összes kitöltő függvényében pedig 27 fő él az intézmény településén.

Szerettünk volna arra is választ kapni, miért döntött úgy a diákok egy része, hogy másik településen tanul tovább. A kérdés során a kitöltők több, mint a fele (51,4%-a) a félig zárt félig nyitott lehetőségekből azt válaszolta, hogy az általa választott szakma itt érhető el. Mindössze alig többen, mint a válaszadók fele választotta az adott intézményt az első helyen a továbbtanulás során. Így már nem is olyan meglepő az, hogy a tanulók 11%-a adta azt a válasz, hogy döntése hátterében az állt, hogy az adott iskolába nyertek felvételt. A válaszolók közül minden 9. diák nem abban az iskolában szeretett volna továbbtanulni, ahova felvették. Elenyészően pedig azt a választ adták, hogy a lakóhellyel egyhelyben van az iskolájuk.

A válaszadók 5%-a jelezte, hogy ketten élnek egy háztartásban, 3 fő/háztartás választ adott 22%-uk, 4 fő/háztartás arányt jelzett 23%-uk, 5 fő/háztartás

jellemző a válaszadók 27%-a esetében, s 23%-uk esetében ötnél többen élnek egy háztartásban. Jellemzően a válaszadók 73% a szüleivel vagy valamelyik szülőjével és a testvérével él egy háztartásban. A 20%-uk testvér nélkül, ám szüleikkel él egy háztartásban. Nagyszülővel/nagyszülőkkal vagy az élettárral (és annak családjával) a válaszadók 2%-a él egy háztartásban. További 1%, pedig lakásotthonban vagy gyermekotthonban, vagy egyedül él. Azoknak a válaszadóknak, akik többen, mint öten élnek egy háztartásban 1-1 fő gyermek- és lakásotthonban, míg 2 fő, pedig az élettársa családjával él. Tehát az ötnél többen élők 82,6%-a testvérével és a szüleivel vagy szüleikkel él együtt. Nagycsaládnak tekintik azokat a családokat, ahol egy háztartásban legalább három gyermek nevelkedik. (I4) Ennek értelmében a válaszadók 93%-a nagycsaládban él. Melynek olyan hozadéka is lehetnek, hogy a diákoknak a családi szerepekben is helyt kell állniuk, akár kisebb testvérré vonatkozóan, akár a háztartás esetleg a pénzkeresés tekintetében. Ezen okok miatt előfordulhat, hogy a diákok prioritásában a tanulás nem feltétlenül fog az elsődleges feladatok között szerepelni, ami nagyfokú iskolai hiányzásokhoz és a rossz tanulmányi eredményekhez is vezethet.

Az édesanyák és az édesapák esetében is a leggyakoribb a szakmunkásképzettség, mint legmagasabb végzettség. Az előbbi az esetek 23%-ában volt megjelölve, míg az utóbbi 32%-ban volt jelen. Az OKJ mind a két nem esetében a legkevesebb jelölést kapta (é.any: 3%, é.apa: 2%). Ennél egy minimálisan (1%-al többen, mint az OKJ-t, azaz 4% és 3%) végeztek el valamilyen egyetemi vagy főiskolai képesítést. Továbbá a hölgyek esetében az érettségivel (22%) és a szakközépiskolai (20%) valamint a befejezett általános iskolai végzettséggel (20%) rendelkezők aránya igen hasonló. Ez az apák esetében a következő képpen változik: kevesebben rendelkeznek érettségivel (14%) ugyanakkor többüknek van szakközépiskolai végzettsége (23%) és általános iskolai végzettsége (23%). Illetve az édesapák (8%) esetén nagyobb számban vannak befejezetlen általános iskolai végzettségek, mint az édesanyáknál (3%).

A szülők és a gyermekeik iskolai végzettsége között egyezések lehetnek. Hiszen a szülő iskolai végzettsége kihathat a gyermekek iskolai motivációjára, az attitűdjeire, továbbá a teljesítményükre és céljaikra is. Továbbá a végzettség a munkaerőpiacon betöltött helye is hatással van, tehát a legalább középfokú végzettség esetében kevésbé jellemző a munkanélküliség, ennek okán a hátrányos vagy halmozottan hátrányos helyzet kialakulása is kevésbé valószínű. A hátrányos helyzet felmérése során az alábbi eredmények születtek: „jelenleg is az vagyok” = 14%; „jelenleg nem, de korábban voltam” = 18%; „nem és nem is voltam” = 68%. Itt kirajzolódott, hogy a fiatalok igen jelentős része (minden harmadik

kitöltő) érintett lehet a lemorzsolódásban, hiszen a hátrányos vagy halmozottan hátrányos helyzetű tanulók esetében annak nagyobb a valószínűsége (Höricz és Bacsikai, 2018). A hátrányos, illetve a nem hátrányos helyzetű diákok családjaira általánosan jellemző, hogy az ilyen gyermekek szüleinek iskolai végzettsége nem haladja meg az általános iskolát. Ezeknél a családoknál valószínűbb az esélye annak, hogy a tanulók számára a szülők nem tudnak számukra megfelelő motivációval és mintával szolgálni.

Az iskolai légkörre irányuló kérdések kapcsán igyekeztünk a válaszadási lehetőségeket úgy szűkíteni, hogy a válaszadók köztes állapotot ne tudjanak megadni. Ennek okán négy lehetőséget adtunk meg. A legtöbb válaszoló jónak (72%) vagy nagyon jónak (18%) ítélte meg az iskolai légkört, míg 5%-uk rossznak, illetve másik 5%-uk nagyon rossznak vélte azt. Ennek okán minden 10. válaszadó negatívan éli meg az iskolában tartózkodást. Az elméleti részben több kutatás során is alátámasztásra került, hogy az iskolai teljesítményre továbbá a motivációra is negatívan hathat a rossz iskolai légkör. Amennyiben az iskolai légkör valóban kihat a diákok lemorzsolódására, a válaszadók 10%-a tekinthető veszélyeztetettnek ebből a szempontból. Mindemellett a pedagógusok is hozzájárulhatnak a pozitív iskolai szemlélethez, ehhez pedig arra van szükség, hogy a munkájuk során a megfelelő feltételek adóttak legyenek.

Arra is kerestük a választ, hogy milyen támogatást kapnak a tanulók a tanáraitól. A legtöbben a tanórákon és a tanulásban (79%), mások a magánéletben (8%) számíthatnak a támogatásra, melyen belül példának említettem a családi problémákat, barátokkal kapcsolatos ügyeket vagy a párkapcsolatot. Tehát összességében elmondható, hogy a többség számára támogató a közeg, amiben tanul. A további válaszadók (13%) nem érzik azt, hogy támogatnák az intézményben.

Kirajzolódott, hogy a pedagógusoktól kapott támogatások aránya és a diákok motiváltsága között fellelhetők különböző összefüggések. Ha a diákok nem érzik azt, hogy bizalommal és őszinteséggel fordulhatnak az őket tanítókhöz, az negatívan hathat az iskolai teljesítményükre is, amely akár az évismétlésekkel és a negatív magatartásokkal is összekapcsolható. Az évismétlés tekintetében a válaszadók elég jelentős részére (86%-ukra) nem jellemző az évismétlés. A válaszolók közül tizenketten évismétlők, míg egy-egy fő félévkor állt bukásra vagy többször is évet kellett ismételnie. A tanulók mintegy 32%-a részesült már osztályfőnöki figyelmeztetésben/megrovásban – ebből 15%-uk többször is. A tanulók 14%-a pedig igazgatói figyelmeztetés/megrovásban is részesült már (5%-uk többször is). Mivel az igazgatóit meg kell, hogy előzze az osztályfőnöki, 14 fő,

az, akinek mind a kettő volt már. A kitöltők további része (68%-a) egyikben sem részesült. A megkérdezettek több, mint a felének (57%-uknak) volt már egy hétnél tovább tartó iskolai hiányzása. Ennek okai: betegség (92%); nem volt kedve iskolába menni (3%); otthon volt szükség a segítségre (2%); családi problémák (2%) okán történt a távolmaradás. Tehát a kitöltők többsége, ha hosszabb időre távolmaradt az iskolától, akkor betegség állt a háttérében.

Az osztályfőnök és a szülők közötti kapcsolat esetében három lehetőségük volt a válaszadóknak: jó (61%); rossz (3%); továbbá semleges (36%). Ebből az figyelhető meg, hogy a diákok többségnek a szülei jó kapcsolatban van az osztályfőnökökkel. Ez arra enged következtetni, hogy a szülőknek az iskolához való viszonyulása a válaszadók esetében pozitív, továbbá a szülők együttműködnek az intézménnyel. Viszont a válaszokból kiderül, hogy a kitöltő diákok több, mint egyharmada szerint az osztályfőnök kapcsolata a szüleivel semleges, azaz közöttük nem partneri és valószínűleg nem együttműködő viszonyban vannak.

Az előző kérdés továbbgondolása a szülői értekezleten való részvétel vizsgálata, hiszen a szülő és az iskola viszonyulása esetében is lehet némi összefüggéseket találni. A válaszok tekintetében a legtöbbszörnek (80%-nak) az édesanyja jár a találkozókra. Az édesapák (8%) esetében alacsonyabb számról kaptunk visszajelzést. Egy-egy tanuló azt válaszolta, hogy a nagymamája jár, továbbá mind a két szülője részt vesz a szülőiértekezleteken. Tehát ebből az figyelhető meg, hogy az édesanyáknak több esélyük van a megfelelő kapcsolat kialakítására a pedagógusokkal, valamint ebből fakadóan nagyobb rálátást kapnak a gyermekük iskolai életére.

A kutatás során rákérdeztünk arra, hogy a tanulók tapasztaltak-e már olyat, hogy legszívesebben ágyban maradnának egész nap, illetve az iskolai problémák esetében kire számíthatnak. Ebben a kérdéskörben a személyes problémáikra, hangulatukra vonatkoztak a kérdések. A negatív hangulatokra két válaszlehetőség közül választhattak: igen (82%); nem (18%). A számok azt mutatják, hogy a diákok nagy részét érintik a túlzott negatív hangulatok. A kérdést még körbe lehetett volna járni, abból a szempontból is, hogy mi az oka az ennyire jelenlévő depresszív hangulatoknak.

Kihez fordulhatnak bizalommal a tanulók iskolai problémáikkal? A válaszadók több, mint a fele (65%) a családtagjára – ezen belül szülőre és/vagy testvérré – tud leginkább támaszkodni. A második legtöbb választ a barátok (24%) eshetőséget kapta. Az iskolában jelentős a pszichológiai tanácsadás, ennek következtében fontosnak tartottam ezt is a lehetőségek közé tenni, amit a diákok 6%-a

jelölt meg. Ezenfelül a tanárokat (3%) említették, illetve néhányan úgy érzik, hogy senkire (2%) sem számíthatnak az iskolai problémáik kapcsán.

Felmértük azt is, hogy a kitöltők miként vélekednek a jövőjükéről. Lényeges volt, hogy a válaszadás semmiféle támpont vagy előzetes sejtetés révén ne befolyásoljuk, mert e kérdés kapcsán különösen fontos volt, hogy teljesen önálló és mások által nem befolyásolt válaszokat kapjunk. A válaszokat ennek okán öt nagyobb részre lehetett osztani. A válaszadók több mint a fele (60%-uk) esetében lehetett érzéklni a derülátó szemléletet. Pozitívan nyilatkozott 37%-uk. Ezenfelül néhányan konkrétan is kifejezték terveiket (az egyik jellemző terület a munkahelyszerzést és a karrierépítést foglalta magába – 13%). Továbbá néhányan (10%) a tanulmányokban határoztak meg jövőbeli céljaikat. A megkérdezettek másik részének válaszait három részre lehetett osztani. Az első esetében nem rendelkeztek jövőképpel (21%), itt a leggyakoribb válasz a „sehogy” volt. Ezenfelül több (8%) válaszadó nem tudott válaszolni, továbbá egy picit többen (11%) kitérő választ adtak (az egyik válaszadó például azt nyilatkozta, hogy ő nem jövőbelátó. A korábbi eredmények okán megállapítható, hogy sokuknál a jövőkép hiánya összefüggésbe hozható a negatív hangulattal.

A továbbtanulási szándék létét célzó kérdés esetében „igen” választ adott a tanulók 40%-a, nemleges választ adott 24%-uk, s „nem tudom” jellegű választ adott 36%-uk. A kérdésre tehát a válaszadók több, mint egyharmad része nem tudta megmondani, hogy vannak-e továbbtanulást érintő terveik. Ennek okai között szerepelhet a tény, hogy a válaszadók között voltak, akik még most kezdték a középiskolát és voltak, akik már az érettségi előtt álltak. Mindezek mellett egyéb szülői, illetve intézményi okok is ráhatással lehettek a kapott válaszok arányára – példának okáért a szülők iskolai végzettsége, emellett a családi hozzáállás is kihatással lehet arra, hogy van-e továbbtanulási szándéka a tanulóknak.

Fontosnak tartottuk megkérdezni, hogy, ha a tanulónak van további tanulmányi célja, az egyetemi képzést vagy egy újabb szakképzést jelent-e. A továbbtanulási szándékot jelzők jelentős része (87%-a) egy másik szakma elsajátítása során szeretne még tanulni a jövőben. A fennmaradó (13%) válaszadó pedig egyetemi tanulmányokba tervez belefogni.

A mintát alkotó tanulók mintegy 96%-ának a szülei nem rendelkeznek diplomával. A diákok közül 87% nem szeretne felsőfokú tanulmányokba kezdeni. Azon válaszadók, akiknek a szülei diplomával rendelkeznek jellemzően szintén azt szeretnék, hogy nekik is legyen. Tehát a szülői minta és a tanuláshoz való hozzáállásuk közötti kölcsönhatás igen nagy mértékben megfigyelhető a diákoknál, ahogy erről a szakirodalmi áttekintőben is volt már szó.

Továbbá az évismétlésre kapott válaszok és a szülők iskolai végzettségére vonatkozóan szintén megfigyelhetők voltak az összefüggések. Az évismétlők szüleinek az iskolai végzettsége jellemzően maximum nyolc általános, néhányuk esetében pedig szakmunkásképző.

Összegzés

32 fő esetében lehetett a hátrányos helyzetről, illetve halmozottan hátrányos helyzetről beszélni, melyből 2 fő él a megyeszékhelyen. Azon 27 válaszadó, akik megyei jogú városban élnek, az egy háztartásban élők száma jellemzően három fő (10 tanuló esetében), négy fő (15 tanuló esetében), s emellett 2 válaszadó esetében öten élnek egy háztartásban. Jellemzően az ettől több családtagúak egyéb településen élnek.

Megfigyelhető volt, hogy a vidéki diákok esetében a halmozottan hátrányos helyzet és a szülők alacsony iskolai végzettsége a nagy létszámú családok esetében volt jellemző.

Arra a kérdésre, hogy „*milyen az iskolai légkör*” a tanulók jelentős (90%-os) részben pozitív iskolai légkörről nyilatkoztak, ebből 18 fő pedig nagyon jónak ítélte meg az iskolai légkört. Ez önmagában nem ad választ arra, hogy ennek milyen okai vannak vagy pedig mi kapcsán érzik így a diákok. A diákok közül 13 fő érezte azt, hogy az őt körülvevő pedagógusoktól nem kap abszolút semmi támogatást, sem a magánéletben, sem a tanulmányában. Továbbá a 87 tanuló, akik úgy érzik kapnak a pedagógusoktól támogatást, jelentős része azt mondta, hogy kizárólag tanulmányokban nyilvánul meg e segítségnyújtás. Mindössze 8 diák jelezte, hogy a családi problémákban, a barátokkal kapcsolatos ügyekben vagy a párkapcsolatokban is számíthatnak a tanáraikra. Ennek következményeként elmondható, hogy az iskolában nem kapnak magánéleti segítségeket, hiszen a válaszadók 92%-a nem érzi azt, hogy a pedagógusok az iskolán túlmenő nehézségeikben segítik őket. Tehát az iskolai légkör hiába jó, ebben a tanároknak abból a szempontból nincs szerepük, hogy a diákok a magánéleti nehézségeiket, kérdéseiket is megoszthatják velük.

Irodalom

ESL (2014). A végzettség nélküli iskolaelhagyás elleni középtávú stratégia. link: <https://eslplus.eu/documents/V%C3%A9gzetts%C3%A9g%20n%C3%A9l%C3%BCli%20iskolaelhagy%C3%A1s%20.pdf>

- Fejes József Balázs és Szűcs Norbert (2018).Én vétkem. Motiváció Oktatási Egyesület, Szeged.
- Hörich Balázs és Bacskai Katinka (2018). Az iskolai lemorzsolódás intézményi jellemzői. Magyar Pedagógia, 118,2.sz. 133-156.
- Kertesi, G., & Kézdi, G. (2012). A roma és nem roma tanulók teszteredményei közti különbségekről és e különbségek okairól. Közgazdasági Szemle, 59(7–8), 798–853
- Mező Katalin (2021). Tanulásban akadályozott fiatalok hátránykompenzációja a szakiskolában. Debreceni Egyetem. Megjelenés alatt.
- Szekeres Ágota (2014): A sajátos nevelési igényű (SNI) fiatalok lemorzsolódása. Európai Bizottság.
- TKA (2018). A korai iskolaelhagyás megelőzése Erasmus+ projektek tükrében, Tempus Közalapítvány, Budapest.

Folyóiratok

- Új pedagógiai szemle - 60. évf. 8-9. sz. (2010.) (epa.hu)
- Az iskolai lemorzsolódás intézményi jellemzői (magyarpedagogia.hu)
- nevelstudomany 2015 3 31-47.pdf (elte.hu)
- corr Iskolai-szociális-munka BJ-et al.pdf (mtak.hu)
- Iskolai-szociális-munka BJ-et al.pdf (szockepzes.hu)
- Oktatási adatok, 2020/2021 (előzetes adatok) (ksh.hu)

Internetes források

- I1 Az iskolai lemorzsolódás intézményi jellemzői (magyarpedagogia.hu). Letöltés ideje: 2021. 03.10.
- I2 Oktatási Hivatal (oktatas.hu) Letöltés ideje: 2021. 09.12.
- I3 Tájékoztató a lemorzsolódás megelőzését szolgáló korai jelző- és pedagógiai támogató rendszer bevezetéséről - PDF Ingyenes letöltés (docplayer.hu) Letöltés ideje: 2021. 08.04..
- I4 <http://oktataskepzes.tka.hu/hu/a-lemorzsolodas-megelozeese> Letöltés ideje: 2021. 07.30.

A ZENEI KREATIVITÁS FORRADALMA, A POLIFÓNIA MEGJELENÉSE A KÖZÉPKORI EGYHÁZI ZENÉBEN

Jelen tanulmány a középkori zenei kreativitás, egyik legnagyobb vívmányáról, a polifónia (többszólamúság) kialakulásának ismertetéséről szól egy olyan időszakban és közegben, melyről többnyire ritkábban jut az emberek eszébe a kreativitás, vagy az alkotás.

A XII. századi építészet hatása a kor zenei kultúrájára

Annak ellenére, hogy a 1300-as évek előtti középkort Petrarca óta sokan nevezik sötét középkornak, mégis számos olyan esemény történt abban az időszakban, ami a megújulást és a tudományos kiteljesedést hozta magával. Ennek ékes bizonyítékai jelennek meg a tudományban, az építészetben és a zenében is, melyek egymásra hatásának bemutatásáról szól ez a tanulmány. Kiindulópontként a XII. századi Párizst és annak történelmi és kulturális, építészeti hatásait választottuk, mivel ez az éra teremti meg azt a változást, mely a zenei polifónia kialakulásához vezetett.

Az 1100-as évek elején Párizsban – szinte egymás mellett – két eltérő stílusú templom épült, és ezzel együtt két eltérő zenei irányzat fejlődött. Az egyik épület a Saint-Julien-le-Pauvre bazilika, a másik a Notre Dame. A két templom eltérő építészeti hagyománya, meglepően erőteljes hatást gyakorolt a zenei fejlődésre.

A Saint-Julien-le-Pauvre bazilika

A Saint-Julien-le-Pauvre a XII. századtól a XIX. századig szakaszosan épült (1. ábra). Az építészetére a román stílus vonásai jellemzőek: a tömörebb, zártabb formák, a vaskos falak, a nagy tömegek; gyakori megoldás a vízszintes vagy félköríves térlefedés (ez utóbbit nevezzük don-gaboltozatnak); az ajtók és az ablakok általában kisméretűek, félköríves záródásúak; az oszlopok négyzetes fejezetűek, a rajtuk megjelenő alkalmazott plasztikák motívumaikban erősen stilizáltak. A hely hatása a zenei fejlődést kissé visszafogta.

1. ábra: A Saint-Julien-le-Pauvre. Forrás: Net1

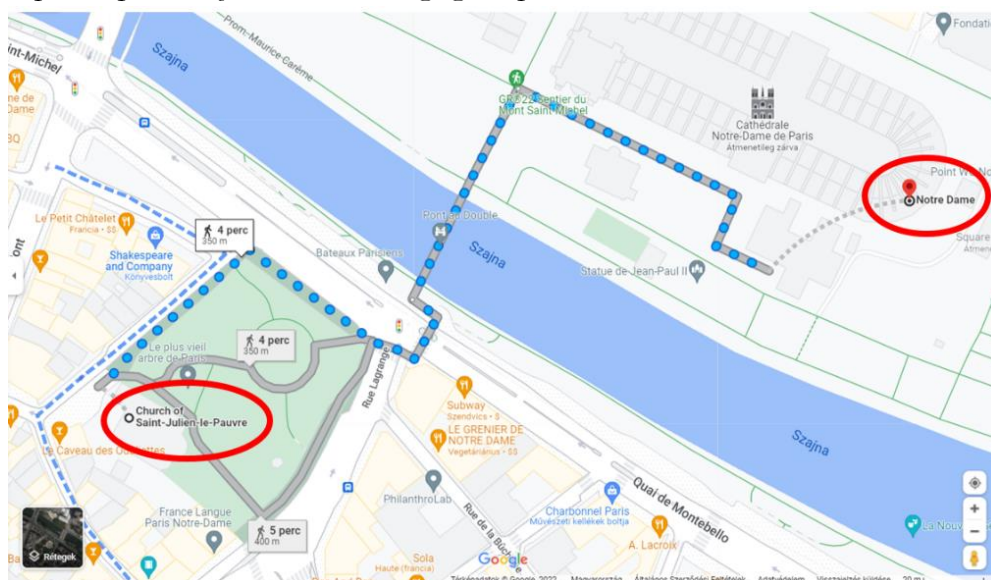


A korabeli, itt elhangzó dallamokra a gregorián ének volt jellemző. Ezek többnyire egyszerű, egyszólamú, lényegre törő, kíséret nélküli dallamok voltak, amiket ugyanakkor tíz évébe is beletelhetett megtanulni egy zenésznek, és meglehetősen nehéz volt tisztán énekelni a dallamokat.

A gregorián ének a római egyháznak a legrégebbi énekkönyveiben található hivatalos, egyszólamú, latin nyelvű, liturgikus, kíséret nélküli (a capella) énekrepertoárja. A dallamok lépcsőzetesen, kis hangközlépésekben mozognak, és az emberi hang legtermészetesebb dallamosságában gyökerezik. A szillabikus (egy szótagra egy hang) és a melizmatikus (egy szótagra több, díszített hang) szakaszok egymás után következnek egymást (Dobszay, 1993).

Szinte el sem lehet hinni, hogy mindeközben pár száz méterrel odébb a Notre Dame-ban (lásd: 2. kép), már javában zajlott a többszólamúság forradalma.

2. ábra: A Church of Saint-Julien-le-Pauvre és a Notre Dame közötti távolság a Google maps térkép által szemléltetve. Forrás: google maps



A Notre Dame

A középkori párizsi építészet egyik legismertebb gótikus stílusú temploma, a Notre Dame (a „Mi Asszonyunk” templom), melynek építését 1163-ban kezdték el, és a befejezésére több mint 150 évet (1345-ig) kellett várni (3. ábra).

A Notre Dame, a középkori csúcstechnológia, mely új irányzatként teremti meg, azt az építészeti háttérrel, ami hozzájárult a zenei összehangzás kialakulásához. A Notre Dame megépítése alatt jelentős építészeti változtatások történtek: a tartószerkezetek egyre könnyedebbek lettek, ezzel megteremtve azt, hogy a belső tér egyre „emelkedettebb” hangulatúvá vált. A korábbiakban alkalmazott tömör falak zártága eltűnt, helyükön kővázat kitöltő nagy ablakok jelentek meg. Az ablakokat osztó kőrácsok rajzolata átalakult az egyszerű geometrikus formáktól a bonyolultabb „sugárzó”, majd „lángoló” kompozíciókig. Amikor a Notre-Dame és a hozzá hasonló katedrálisok épültek, a korabeli zenészekre sokként hatott az épületekből áradó csodálat, és arra készítette a zenészeket, hogy olyan hangzást hozzanak létre, amelyek illettek ezekhez az épületekhez.

A Notre Dame-ban a forradalmian új gótikus stílus volt a jellemző, mely hatással volt az éneklésre is. Egy új hangépitmény jelent meg, melyre legjobb bizonyíték a 'Magnus Liber'. A Magnus Liber a teljes egyházi ív zeneiségét tartalmazza, és mutatja a fejlődést az egyszólamúságtól a többszólamú zenéig.

3. ábra: A Notre Dame. Forrás: pixabay - free



A kor két meghatározó zeneszerzője Párizsban Leoninus és utódja Perotinus. Nevükhöz köthető a Notre-Dame-i Iskola, mely a kor előremutató zeneszerzői csoportját fogta össze. A Notre-Dame-i Iskola szerzői többnyire Anonym szerzők voltak, csak nagyon kevés név – így Leoninus és Perotinus – maradt fenn a korszakalkotó zenészek közül. Leoninus elsődlegesen kétszólamú organumokat szerkesztett (ezek alsó szólamában a responzoriális ének szóló szakaszainak dallama található elnyújtott hangokkal, míg a felső szólam a tulajdonképpeni Leoninus-kompozíció, egy változatos és élénk ritmusú szólam – Hoppin, 1978). Perotinus pedig kibővítette a Leoninus által összeállított polifonikus zenei gyűjteményt. Kompozíciói három- és négyszólamúak, e többszólamú művek következtében vált híressé. Egyes elképzelések szerint Perotinus maga önállóan nem is szerzett zenét, csupán Leoninus és mások dallamait dolgozta fel, és alakította át többszólamúvá. Mindenesetre e szerzők (s ismeretlen társaik) rakták le a többszólamú zeneiség alapjait.

A Notre-Dame-i Iskola fő műve a '*Viderunt Omnes*', a polifónia legkorábbi darabja. A Notre Dame énekeseit többnyire évente bérelték fel, és lényegében ők voltak a gregorián ének helyébe álló polifonikus éneklés úttörői. Az énekes pozíciók akkoriban igen népszerűek voltak, ami többek között annak is

köszönhető, hogy az énekesek meglehetősen nagy szabadságot kaphattak a zeneiségben lelt öröm és a közös éneklés átélésében, ezért ezek az énekes pozíciók meglehetősen kelendőek voltak.

Az adott korban forradalmi zenei újítás, a polifónia jellemzője, hogy a zeneművek előadása több szólamban történik, a dallamos szólamok önállóak, összhangzásba szervezésük pedig másodlagos.

Szót kell említeni még a Notre Dame közvetlen ihletforrásáról: a Saint Denis Székesegyházról.

Saint Denis Székesegyház

A fejezetcímben szereplő székesegyház egy Párizstól északra Saint Denis-ben található gótikus épület, mely a Notre Damehoz hasonló pompával várta a híveket (4. ábra).

4. ábra: A Saint Denis Bazilika. Forrás: Net



A helyszín az alapja a gótikus építészet hatására kialakult zenei akusztikának. Ehhez a templomhoz köthető a hosszú hangok kitartása, illetve a kitartott hangok azok felett a duplum (rögtönzött második szólam) megjelenése. Az új zenei irányzat az új organum a műfaj XII. századi formája. A *vox principalis* továbbra is az alsó szólam, a neve ekkor már *cantus* („ének”: utalás a gregorián eredetre) vagy *tenor* („tartó” szólam), a *vox organalis* pedig duplum vagy *superius*. A tenor mérhetetlenül megnyúlik: egy hangját akár egy percig is kitartják, így rengeteg hang énekelhető rá a duplumban. Ezáltal az a kötöttség is megszűnik, hogy a duplumban egy szótagra egy vagy legfeljebb két hang juthat, így a duplum szinte teljesen szabadon díszítheti a tenort vagy *cantust*. Az így keletkező, lassan áradó részeket a jóval fürgébb diszkantáló szakaszok ellensúlyozzák. Az organum fénykorát jelenti a XII. századi Notre-Dame iskola és Leoninus és Perotinus két-, három- és négyszólamú kompozíciói.

Ezek a kétszólamú kompozíciók mérföldkövek a zene történetében, és ami még fontosabb: ezeket a dallamokat már le is írták! A legelső kottalejegyzések kis jelek voltak a szöveg felett, majd rájöttek, hogy lehet fentebb és lentebb is rögzíteni ezeket a jeleket az oldalon. Ez a zenei lejegyzés a *kotta* (5. ábra. A kotta forradalmat jelentett. Egyrészt megőrizte a műveket, másrészt: aki kottát tudott másolni, az (elvileg) többszólamú zenét is tudott komponálni.

5. ábra: Perotinus. *Alleluia nativitas* (a 3. ritmikai modulban komponált mű) kottája.
Forrás: Net3



A zene tanait a görög filozófiával, matematikával vegyítették, különösen Pitagorasz hangok közötti matematikai távolságokkal kapcsolatos felfedezésével foglalkoztak sokat. Ismét felfedezték a harmónia tisztaságának ideáját. Emellett Pitagorasz monokordjának segítségével szemléltették a hangközöket (ezzel is bizonyítva a zene és a matematika közötti szoros kapcsolatokat).

Összefoglalás

A gótikus építészet megteremtette az alapjait a polifón, azaz többszólamú hangzás kiteljesedéséhez és elterjedéséhez szükséges tényezőkhoz. A Notre-Dame zeneszerzői (Leonidus, Perotinus, Anonymus és még sokan mások) eljutottak a négyszólamú zene komponálásáig. Ezzel a kreativitással pedig mintegy 50 év alatt utat nyitottak a nyugat-európai zene ősrobbanás pillanatához.

Irodalom

- Articles Anonymous theoretical writings, Organum, Leonin, Perotin, *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, ed. Stanley Sadie. 20 vol. London, Macmillan Publishers Ltd., 1980. (ISBN 1-56159-174-2)
- Dalhaus, C. és Heinrich, H. (Szerk.)(1984). *Brockhaus Riemann zenei lexikon II. (G–N)*. Zeneműkiadó, Budapest. ISBN 963-330-543-8
- Dobszay László (2017): *A gregorián ének kézikönyve*. Editio Musica Budapest, Budapest. (ISBN 9789633307700)
- Hoppin, R. (1978), *Medieval Music*. New York, W.W. Norton & Co., 1978. (ISBN 0-393-09090-6)
- Net1: Saint-Julien-le-Pauvre Bazilika. Letöltés: 2022.03.20. Web: <https://en.wikipedia.org/wiki/Saint-Julien-le-Pauvre>
- Net2: A Saint Denis Bazilika. Letöltés: 2022.03.21. Web: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Saint-Denis-sz%C3%A9kesegyh%C3%A1z>
- Net3: Perotinus. Alleluia nativitas. Letöltés: 2022.03.24. Web: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Notre-Dame-korszak>
- Szabolcsi Bence és Tóth Aladár (1965): *Zenei lexikon II. (G–N)*. Főszerk. Bartha Dénes. Átd. kiadás. Zeneműkiadó, Budapest.

VÉLETLENSZERŰ FAGRÁF GENERÁLÁSA PYTHON NYELVEN

A matematika egy széleskörben alkalmazott ága a gráfelmélet. A gráfok egy nagyon jó modellező eszközt nyújtanak sok gyakorlati problémára, mint például szociális kapcsolatok (szociológia) és betegségek terjedése (epidemiológia), de biológiában, közgazdaságtanban, számítástudományban és elektrotechnikában is jól használhatók a gráfelméleti eredmények. Ha valamilyen problémát meg tudunk fogalmazni gráfok nyelvén, akkor vagy már megoldottnak tekinthető a probléma (ütemezések, legrövidebb út) vagy olyan problémába ütköztünk, amire jó közelítő algoritmus van (több termékes max termelés, utazó ügynök probléma).

De mi is egy gráf? Definíció: a $G = (V, E)$ párt egyszerű gráfnak nevezzük, (V elemeit a gráf csúcsainak/pontjainak, E elemeit a gráf éleinek nevezzük) ha az E halmaz V -beli elempárokat tartalmaz (Laczik, 2010:1). Megjegyzendő, hogy ennél sokkal korrektebb definíciói is vannak a gráfnak, ám a jelenlegi problémánkhoz ez pontosan megfelel.

A legtöbb gyakorlati problémában, valamint algoritmusok futásában egy fontos kérdés, hogy két csúcs milyen messze lehet egymástól. Ennek definiálása a következő fogalom:

(Átmérő) Legyen G egy tetszőleges összefüggő gráf, legyenek $u, v \in V(G)$ tetszőlegesek, valamint definiálja $d(u, v)$ a legrövidebb u -ból v -be menő út hosszát, ezt nevezzük távolságnak. A G gráf átmérője $D = \max_{u, v \in V(G)} (d(u, v))$, azaz a távolságok maximuma.

Sokszor keresünk a gyakorlatban pl.: legrövidebb utat, így a gráf átmérője egy korrekt felsőbecslése lehet ennek (Szittyá, 2017:5).

Szintén gyakran kerülnek elő a fagráfok (olyan gráfok, melyek csúcsait pontosan 1 út köti össze, azaz körmentes összefüggő gráfok) modellezésnél, mivel számítástudományban és informatikában a legtöbb adatstruktúra fa szerkezetű.

A következő problémánk ezt a két fogalmat „ötvözi”:

Az $n=1, 2, \dots, 8$ értékekre állítsa elő a lehetséges Prüfer-sorozatokon végig iterálva az összes n csúcsú fagráft, és minden n -re határozd meg az átlagos átmérőhossz értékét. Az $n=9, 10, \dots, 50$ értékek esetén pedig valamilyen N megválasztásával véletlenszerűsítéssel közelítsd az átlagos átmérőhosszt az egyes n -ekre. Ábrázolja a kapott átlagokat n függvényében.

Ezt programozási szempontból érdemes 4 részfeladatra bontani:

- a) Készítsünk függvényeket fagráf Prüfer-sorozattá konvertálására, illetve sorozat visszakonvertálására fagráffá (a gráfrepresentáció történjen szomszédsági listákkal).
- b) Írjunk függvényt, mely a csúcsok n számát várja argumentumként, és véletlenszerűen generál egy (szabályos) Prüfer-sorozatot az adott csúcsszámhoz, majd a sorozatot szomszédsági listákká konvertálja és visszatér a kapott gráffal. További bool argumentumként azt is meg lehessen adni, hogy a függvény a generált gráfot kirajzolja-e.
- c) Írjunk függvényt, ami egy n csúcsszámot és egy N darabszámot vár argumentumként, és n csúcsszámú fagráfokból véletlenszerűen generál N darabot (a 2. lépés módszerével), majd mindegyiknek meghatározza az átmérőjét (azaz a gráf leghosszabb útjának hosszát), végül visszatér az átlagos átmérővel.
- d) Az $n=1, 2, \dots, 8$ értékekre állítsa elő a lehetséges Prüfer-sorozatokon végig iterálva az összes n csúcú fagráfot, és minden n -re határozd meg az átlagos átmérőhossz értékét. Az $n=9, 10, \dots, 50$ értékek esetén pedig valamilyen N megválasztásával (a 3. lépés függvényét felhasználva) véletlenszerűsítéssel közelítsd az átlagos átmérőhosszt az egyes n -ekre. Ábrázolja a kapott átlagokat n függvényében.

Futtatási környezet: az alábbi példák a <https://cocalc.com/> ingyenes online fejlesztő felületén lettek kidolgozva, azon belül a Jupyter Notebook Python 3 fordítóját használata történt meg. Importált könyvtárak:

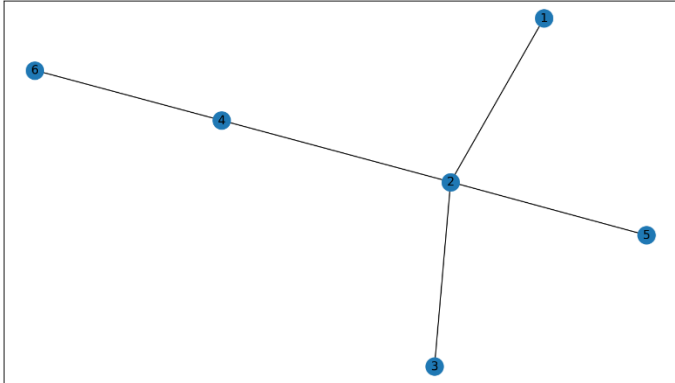
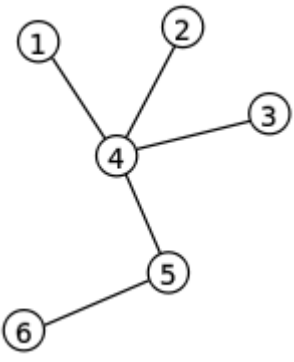
- A numpy könyvtár „np”-ként: számos matematika művelet van ebben a könyvtárban jól implementálva, így fontos lesz a feladataink megoldása során.
- Az itertools könyvtár „it”-ként: Az iterálható adattípusok megfelelő sebességű iterációjához elengedhetetlen eszközöket tartalmaz.
- A networkx könyvtár „nx”-ként, a matplotlib.pyplot könyvtár „plt”-ként lett importálva: Ezek a könyvtárak a gráfok és függvénygrafikonok pontos és szép ábrázolásait teszik lehetővé.

Első részfeladat

- a) részfeladat: Készítsen függvényeket fagráf Prüfer-sorozattá konvertálására, illetve sorozat visszakonvertálására fagráffá (a gráfrepresentáció történjen szomszédsági listákkal).

Fontos először tisztáznunk, hogy mit értünk Prüfer-kód alatt. Egy n csúcsú számozott fa Prüfer-kódján azt az $n-2$ hosszú számsorozatot értjük, amit majd a később részletezett algoritomussal képzünk. Ez lehetővé teszi nekünk, hogy egy elég nagy és elég bonyolult adat szerkezetet egy számsorban tárolhassunk, ami memória igény szempontjából pozitív.

Másodszor nézzük meg, hogy milyen alakban tároljuk a fagráfokat:

A gráf	A tárolt adat
	<pre>{ 1:[2], 2:[1,3,4,5], 3:[2], 4:[2,6], 5:[2], 6:[4] }</pre>
 forrás: Net 1	<pre>{ 1: [4], 2: [4], 3: [4], 4: [1,2,3,5], 5: [4,6], 6: [5] }</pre>

A fák tárolása szomszédsági listákkal történik, amit a Pythonban egy dictionary-vel tudunk megvalósítani, ami a kulcsaihoz listákat tárol el (dictionary of lists). (Ezt az adatformátumot majd jól fogja tudni kezelni a networkx könyvtár.)

Az első részfeladatunk tehát az, hogy konvertáljunk egy fát Prüfer-sorozattá a következő algoritmus szerint (Katona et al 2002):

- Bemenet egy számozott fa (csúcsait az 1, 2, ..., n számokkal címkézzük meg)
- Végezzük el az alábbiakat mindaddig, amíg egyetlen él marad
 - válasszuk ki a legkisebb számú levelet (fokszáma 1),
 - írjuk ki a vele szomszédos csúcs számát,
 - töröljük a fából a kiválasztott csúcsot (természetesen a hozzáilleszkedő éllel együtt).
- Az eredményül kapott számok a kiírás sorrendjében képezik a Prüfer-kódot.

Megjegyzés: mivel a fának mindig van legalább 2 elsőfokú csúcsa, és mindig n -nél kisebb sorszámúakat hagyunk el, így a kódnak elég csak $n-2$ hosszúnak lenni, úgy is egyértelmű marad.)

A kód:

```
24 def Prufer_coder(tree):
25     code = []
26     while len(tree)>2:
27         m = min(i for i in tree if len(tree[i])<2);
28         code.append(tree[m][0]);
29         del tree[m]
30         for i in tree: m in tree[i] and tree[i].remove(m)
31     return code
```

A Prufer_coder függvény egy szomszédsági listával megadott fa gráfot vár és annak megadja a fenti algoritmus szerinti képzett Prüfer-kódját egy lista formájában.

Az a) feladat második részéhez sorlistás alakban kell majd visszaadnunk egy gráfot a kódból egy dekódoló függvénnyel, de ehhez kell egy segédfüggvény, ami könnyebben kezelhetővé teszi nekünk a „dictionary of lists” adatszerkezetünket.

A kód:

```
35 def append_value(dict_obj, key, value):
36     if key in dict_obj:
37         if not isinstance(dict_obj[key], list):
38             dict_obj[key] = [dict_obj[key]]
39             dict_obj[key].append(value)
40     else:
41         dict_obj[key] = [value]
```

Az `append_value` függvény három argumentumot vár: egy szótár objektumot, annak egy kulcsát és a beszúrni kívánt elemet. A függvény próbálja a megadott szótárkulcshoz tartozó listához hozzáadni a kívánt elemet. Amennyiben az adott kulcs még nem létezik, a függvény létrehozza a kulcsot és a hozzá tartozó értéklístát a szótárban és ennek a listának az első eleme lesz a beszúrandó elem.

Most már tudjuk kezelni a sorlistás megadását a gráfoknak, így tudjuk rendesen dekódolni a Prüfer-kódot:

Mivel tudjuk, hogy $n-2$ hosszú a kód, így létrehozunk egy $n(= \text{kód hossza} + 2)$ hosszú csúcslistát, legyen L . Ezután minden lépésben vesszük a legkisebb L -beli csúcsot, ami nem szerepel a kódban, majd kivesszük a halmazból ezt a csúcsot és a Prüfer-kód első (legbalabbik) számjegyét, majd behúzzuk a gráfban a köztük lévő élt. Ezt az algoritmust valósítja meg a kódunk:

```

43 def Prufer_Treegen(code):
44     n = len(code)
45     L = set(range(1,n+3))
46     tree = {}
47     for i in range(n):
48         k, j = code[0], min(L - set(code))
49         code.pop(0)
50         L.remove(j)
51         append_value(tree, j, k)
52         append_value(tree, k, j)
53     u, v = L.pop(), L.pop()
54     append_value(tree, v, u)
55     append_value(tree, u, v)
56     return tree

```

A `Prufer_Treegen` függvény (Net2 kódrészlet) egy listás formában megadott kódot vár bemenetre, majd egy sorlistás megadásával tér vissza a fagrafnak. Megjegyzés: a kódoló függvény az elvárt bemeneti alakban adja meg a Prüfer-kódot (ezt még később használni fogjuk).

Pár tesztet: nézzük meg a táblázatból már ismerős 2 fagrafra hogyan működnek a függvények!

Az elvárt Prüfer-kódjaink: pelda1-re [2,2,2,4], pelda2-re [4,4,4,5], az eredmények:

```

pelda1 = { 1:[2],
           2:[1,3,4,5],
           3:[2],
           4:[2,6],
           5:[2],
           6:[4]
          }

pelda2 = { 1: [4],
           2: [4],
           3: [4],
           4: [1,2,3,5],
           5: [4,6],
           6: [5]
          }

```

```
141 Prufer_coder(pelda1)
Out[3]: [2, 2, 2, 4]
```

```
141 Prufer_coder(pelda2)
Out[4]: [4, 4, 4, 5]
```

Tehát a kódolónk jól működik. Nézzük a dekódolót is:

```
141 Prufer_Treegen([2,2,2,4])
Out[5]: {1: [2], 2: [1, 3, 5, 4], 3: [2], 5: [2], 4: [2, 6], 6: [4]}
```

```
141 Prufer_Treegen([4,4,4,5])
Out[6]: {1: [4], 4: [1, 2, 3, 5], 2: [4], 3: [4], 5: [4, 6], 6: [5]}
```

Ezek is várakozásainknak megfelelőek, így jól működik ez a függvény is (a szótárban megcserélődtek helyek, de ez a gráf szerkezetén nem változtat.

Így rátérhetünk a következő részfeladatra!

Második részfeladat

- b) Írjon függvényt, mely a csúcsok n számát várja argumentumként, és véletlenszerűen generál egy (szabályos) Prüfer-sorozatot az adott csúcsszámhoz, majd a sortozatot szomszédsági listákká konvertálja és visszatér a kapott gráffal. További bool argumentumként azt is meg lehessen adni, hogy a függvény a generált gráfot kirajzolja-e.

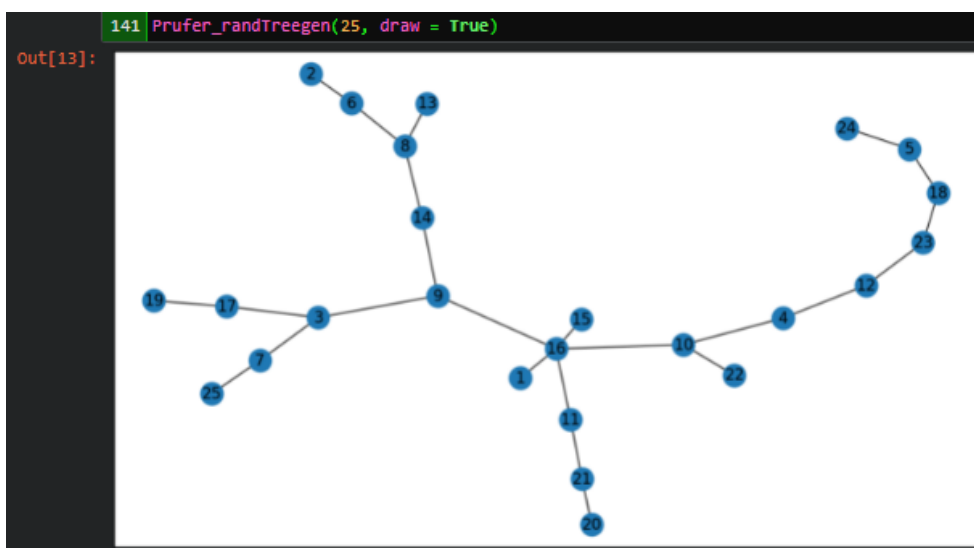
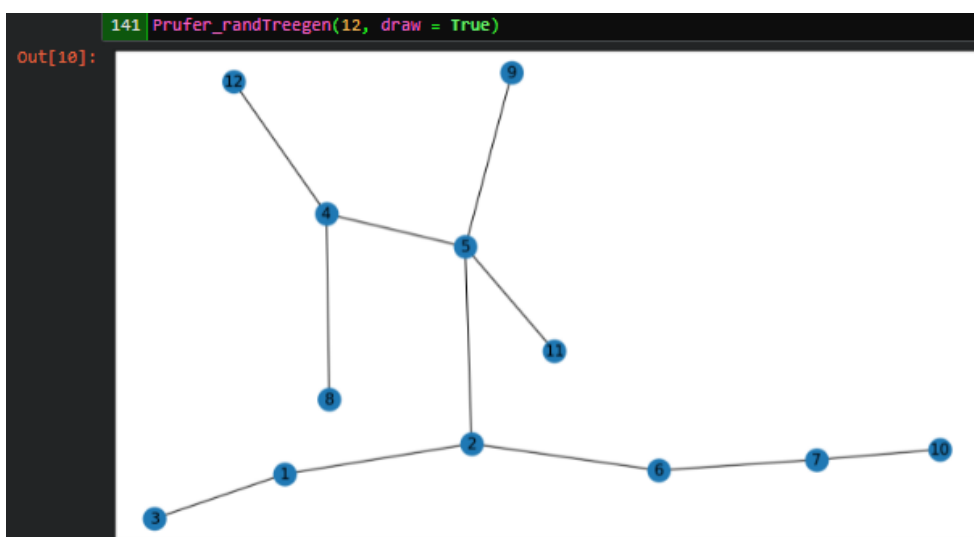
A Prüfer-kód konstrukciója miatt igazából random számok választásával mindig jó kódot kapunk. Ennek megfelelően dekódolva mindig jó gráfot kapunk vissza. Érdeemes figyelni arra a kikötésére a feladatnak, hogy a megadott n számú csúcsra kell egy kódot generálnunk, ami azt jelenti, hogy egy $n-2$ hosszú kód generálása a feladatunk. Ha erre nem figyelnénk, akkor mindig $n+2$ csúcsú gráfot kapnánk eredményül, ami nem felelne meg a feladatnak.

A feladat másik része megköveteli tőlünk, hogy akár ki is rajzoljuk a gráfot, de ez a networkx könyvtár segítségével szintén egy egyszerű megoldás. A kód:

```
62 def Prufer_randTreegen(n, draw=False):
63     S = np.random.choice(range(1,n+1), n-2, replace=True).tolist()
64     tree = Prufer_Treegen(S)
65
66     if draw == True:
67         G = nx.from_dict_of_lists(tree)
68         return nx.draw_networkx(G)
69     else: return tree
```

A `Prufer_randTreegen` függvény egy n számot és egy `draw` logikai változót vár argumentumként. A függvény n csúcson fog egy random fát generálni, amit `draw=True` esetén ki is rajzol nekünk.

Nézzünk pár példát, hogy ezeket teljesíti-e a függvény! A vizualizáció kedvéért ezeken a példákon `draw=True` lesz igaz:



A függvény úgy teljesít, ahogy elvártuk tőle, így ezzel a részfeladattal is készen vagyunk.

Harmadik részfeladat

A harmadik részfeladatunk:

- c) Írjon függvényt, ami egy n csúcsszámot és egy N darabszámot vár argumentumként, és n csúcsszámú fagráfokból véletlenszerűen generál N darabot (a 2. lépés módszerével), majd mindegyiknek meghatározza az átmérőjét (azaz a gráf leghosszabb útjának hosszát), végül visszatér az átlagos átmérővel.

Mivel az előző feladatban már megoldottuk, hogy n darab csúcsra gyártsunk véletlenszerű fákat, így elég a függvényünket meghívni N alkalommal, így a feladat első része már kész is.

Nagyobb problémát jelenthet, hogy meghatározzuk a gráfunk átmérőjét. Erre lesz megoldás a DFS (Depth First Search = Mélységi keresés) algoritmus egy python-beli implementációja. A kód:

```
75 def dfs(csucs, szulo, graf, atmerok):
76     melysegek = []
77     for gyerek in graf[csucs]:
78         if gyerek == szulo: continue
79         melysegek.append(1 + dfs(gyerek, csucs, graf, atmerok))
80     if len(melysegek) == 0: # levélben vagyunk
81         atmerok.append(0)
82         return 0
83     if len(melysegek) == 1: # csak egy gyerek van
84         atmerok.append(melysegek[0])
85         return melysegek[0]
86     legh1 = max(melysegek)
87     melysegek.remove(legh1)
88     legh2 = max(melysegek)
89     atmerok.append(legh1 + legh2)
90     return legh1
```

A dfs függvény 4 argumentumot vár bemenetre: „csucs” argumentumban a mélységi bejárás kiindulási csúcsának számát, „szulo” argumentumban ennek a csúcsnak az esetleges szülőjét (azt a csúcst, amelyik egy mélységi keresés szerint magasabb szinten van, és abból értük el a „csucs” csúcst). A „graf” argumentum a bejárni kívánt gráf sorlistás megadását várja és az „atmerok” pedig az eddig már megtalált leghosszabb utat kéri be. Fontos megjegyezni, hogy a függvény rekurzív, ezért is fontosak a „szulo” és „atmerok” argumentumok, hogy már megtalált eredményeket tudjon felhasználni a program.

Így, hogy megvan a DFS algoritmusunk, már sokkal egyszerűbb lesz minden gráfra átmérőt találni. Erre a következő segédfüggvényt használjuk:

```

92 def atmero(graf):
93     atmerok = []
94     gyoker = [*graf.keys()][0]
95     dfs(gyoker, None, graf, atmerok)
96     return max(atmerok)
97

```

Az atmero függvény a „graf” argumentumban sorslistásan megadott gráfnak fogja az átmérőjét visszaadni. Ehhez az előbb elkészített dfs függvényt hívja meg a gráfra.

Miután ez is megvan, már nagyon egyszerű lesz N db gráfra az átmérők átlagának kiszámítása:

```

98 def Prufer_avgDiameter(n,N):
99     avg = 0
100    for i in range(N):
101        avg += atmero(Prufer_randTreegen(n,draw=False))
102    return avg/N
103

```

A Prufer_avgDiameter 2 argumentumot vár bemenetre: „n” (pozitív egész) számot, hogy hány csúcsú fákat generáljon és „N” (pozitív egész) számot, hogy hány fát generáljon.

A függvény módszere a feladatra pedig az, hogy a fenti két függvényt használva a minden fára számol átmérőt, ezeket összeadja, majd elosztja a fák számával, így visszaadva a kívánt átmérő átlagot. Példák:

```

141 Prufer_avgDiameter(12,100)
Out[6]: 7.11

```

```

141 Prufer_avgDiameter(25,100)
Out[7]: 12.48

```

```

141 Prufer_avgDiameter(50,100)
Out[11]: 18.39

```

Negyedik részfeladat

Elérkeztünk a negyedik, egyben utolsó részfeladatunkhoz:

- d) Az $n=1, 2, \dots, 8$ értékekre állítsa elő a lehetséges Prüfer-sorozatokon végig iterálva az összes n csúcsú fagrafot, és minden n -re határozd meg az

átlagos átmérőhossz értékét. Az $n=9, 10, \dots, 50$ értékek esetén pedig valamilyen N megválasztásával (a 3. lépés függvényét felhasználva) véletlenszerűsítéssel közelítsd az átlagos átmérőhosszt az egyes n -ekre. Ábrázolja a kapott átlagokat n függvényében.

A feladat jól láthatóan két nagyobb részből áll, és az ábrázolás a harmadik. Az első részfeladatunk, hogy kis n számokra az összes n csúcsú fagráf átmérőjének az átlagát vegyük. Ez jelenlegi függvényeinkkel a pár nagyon egyszerű esetet lekezelve a legegyszerűbben úgy megvalósítható, hogy legenerálunk minden fagráfot adott n -re és kiszámoljuk az átmérő átlagokat.

A második rész nagyobb n számokra szól, amiknél már nem kell (mert nem is tudnánk) legenerálni az összes fagráfot n csúcsra. Itt elég N függvényében fagráfokat generálni, így azok egy reális képet adnak a valós adatról.

Az adatok ábrázolása az utolsó megvalósítandó dolog, de azt az importált könyvtárak segítségével könnyen meg tudjuk valósítani.

A kód:

```

109 def Prufer_allAvgDiam(n):
110     if n < 9:
111         if n == 1:
112             allAvg = [0]
113         elif n == 2:
114             allAvg = [0,1]
115         elif n == 3:
116             allAvg = [0,1,2]
117         else:
118             allAvg = [0,1,2] #1,2,3 triviális
119             for i in range(4,n+1):
120                 temp = list(atmero(Prufer_Treegen(list(a))) for a in list(it.product([b for b in range(1,i+1)], repeat=i-2)))
121                 allAvg.append(sum(temp)/len(temp))
122     elif 9<=n and n<=50:
123         allAvg = [0, 1, 2, 2.75, 3.44, 4.106481481481482, 4.711370262390671, 5.268646240234375]
124         for i in range(9, n):
125             allAvg.append(Prufer_avgDiameter(i, i*i))
126     else: raise ValueError("n too big")
127
128     X = np.array([x for x in range(1,len(allAvg)+1)])
129     Y = allAvg
130     plt.scatter(X,Y)
131     plt.show()

```

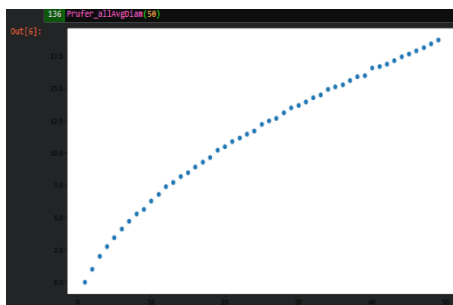
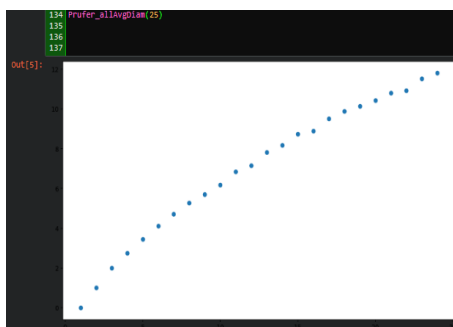
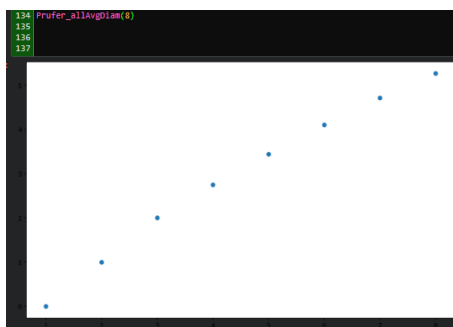
A Prufer_allAvgDiam függvény egy „ n ” (1 és 50 közötti) számot vár bemenetre és a legfeljebb n csúcsú gráfokra adja meg és ábrázolja az átlagos átmérőt ($n=9, \dots, 50$ esetén ennek a közelítését). Kis n számokra sok az esetszétválasztás, mert triviálisak az eredmények rájuk, így a gyorsítás érdekében nem áldozunk rájuk számítási kapacitást. (Hasonló az eset $9 < n$ esetén is, ott kiszámoltnak fogjuk tekinteni 8-ig az átlagokat.)

Hogy biztosan legeneráljon minden 4, ..., 8 csúcsú fát, azaz minden megfelelő hosszú Prüfer kódot, az itertools könyvtár product függvényét használtam, ami lehetővé teszi minden adott hosszú számsorozat legenerálását.

Ekkor a függvényt lefuttatva fix átmérőeredményeket kapunk, így ezeket igazából felhasználhatjuk később, hogy gyorsítsuk a programot (123. sor a kódban).

A függvény következő része fogja a nagy n -eket kezelni. Egy ciklusban minden lépésben az éppen aktuális csúcsszám négyzetének megfelelő mennyiségű random fát generálunk és ezek átmérőjét nézzük meg (mindezt az előző részfeladat függvényével). Az így nyert adatokat a már kiszámolt adatok mellé tehetjük az „allAvg” listába, majd ezen lista és a matplotlib.pyplot könyvtár eszközei segítségével fogjuk a kapott eredményeket ábrázolni. Megjegyzés: a kód végén található egy hibakezelés túl nagy n -ek estére, hogy az így is erősen véges számítási kapacitásokat ne terhelje túl a program.

Példák:



Összefoglalás

Ebben a tanulmányban bemutatott kód az alábbi problémát oldotta meg sikeresen: Véletlenszerűen generált n csúcsú fagráfok átmérőjének átlagát számolta és ábrázolta grafikon.

Ehhez a problémát 4 részfeladatra bontottuk:

a) Fagráf Prüfer-kóddá alakítása és visszaalakítása. Ezt a részfeladatot a `Prufer_coder` (kóddá alakítás) és `Prufer_Treegen(+append_value)` (kódból fa) függvényekkel oldottuk meg.

b) „ n ” csúcsra véletlenszerű Prüfer-kód generálása, opcionálisan a gráf kirajzolása. Ezt a részfeladatot a `Prufer_randTreegen` függvénnyel valósítottuk meg.

c) N darab véletlenszerűen generált n csúcsú fagráf átlagos átmérőjének kiszámolása. Ezt a részfeladatot a `dfs` és `atmero` segédfüggvényekkel a `Prufer_avgDiameter` függvény valósította meg.

d) Ez már a teljes feladat, ezt a `Prufer_allAvgDiameter` függvény oldja meg, a korábbi részfeladatok eredményeit használva. Az eredmény, avagy a program kimenete a más fentebb látott grafikon.

A program további fejlesztési lehetőségei:

- 1) Billentyűzetről bevitel: a program jelenleg csak fordító környezet parancssorában meghívható és mindig új futtatás kell új bevitel esetén.
- 2) Progress bar: a program nagyobb n -ek esetén érzékelhetően sok időt vesz igénybe, de a felhasználó nem tudja követni, hogy miként áll a számítással a program, esetleg azt hiheti lefagyott. Egy progress bar-on viszont jól nyomon követhető lenne, hogy hol áll a program éppen.
- 3) Görbeillesztés: bár a program által készített ábra egészen jól követhető és olvasható, nem segít megjósolni nagyobb n -ekre az átlagos átmérő nagyságát, valamint nem olvasható le az sem, hogy a látszólagos görbétől eltérő adatok mennyire térnek el. A Python importálható könyvtárai között találhatunk olyat, ami lehetővé teszi a görbeillesztést, és meg is adja, hogy milyen függvénynek felel az meg – így lehetővé téve a következtetést nagyobb n -ek esetén is.
- 4) Hibakezelések: csak túl nagy n esetére van hibaszűrés, illetve a meghívott függvények bizonyos könyvtárakból rendelkeznek egy bizonyos szintű hibakezeléssel. Viszont a programnak fontos jellemzője, hogy csak pozitív egész n -ekre működik, ezek viszont bevitelnél könnyen ellenőrizhető és szűrhető tulajdonságok, így ez egy könnyű javítása a programnak.

Irodalom

Laczik Sándor János (2010): Gráfelmélet: I. Előadás jegyzet

URL: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3

A%2F%2Fwww.math.u-

szeged.hu%2F~hajnal%2Fcourses%2FMSc_Grafelmelet%2FMSc_graf10%2

Fea01.pdf&cflen=521452&chunk=true (letöltés ideje: 2022.04.10.)

Szittyá Bence (2017): *Lineáris algebra alkalmazásai a gráfelméletben*. Budapest, HU:

Eötvös Loránt Tudomány Egyetem

Katona Gyula Y., Recski András és Szabó Csaba (2002): *Gráfelmélet,*

algoritmuselmélet és algebra. Budapest, HU: Typotex Kiadó

Net 1: Tree graph. Wikipédia.

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_graph.svg (letöltés ideje: 2022.04.06.)

Net 2: <https://stackoverflow.com/a/70139512>

MAGYAR KÖZSZOLGÁLATI TELEVÍZIÓK ÉS RÁDIÓK VIZSGÁLATA 2000–2019 KÖZÖTT

Jelen tanulmány a magyar közszolgálati rádiókat és televíziókat 2000-2019 között vizsgáló kutatás elméleti háttérét foglalja össze. Az alábbiakban a közszolgálati média fogalmát, meghatározó médiatörvényeit, közszolgálati megvalósulását, valamint csatornatörténetét mutatjuk be.

Az ezredforduló már egy rendszerváltás utáni, XXI. századbeli, az informatikai kultúra terén minden korábbinál fejlettebb (lásd például: számítógépek, később okoseszközök elterjedése, internethasználat, informatika tantárgy megjelenése az oktatásban) Magyarországra köszöntött, melyre a közszolgálati műsorszolgáltató adók mellett a kereskedelmi adók is egyre markánsabb jelenléte lett jellemző. E változásokhoz a magyar közszolgálati televíziók és rádiók műsorszolgáltatásának és költségvetésének is alkalmazkodnia kellett.

A téma aktualitását egyrészt gyakorlati megfontolásokra is alkalmas médiaelméleti kontextusa adja, tekintve, hogy az erre épülő kutatási eredmények a mindenkor (köz)média szolgáltatói számára is hasznosíthatók lehetnek, piaci értékkel bírhatnak. Ezt támasztja alá például, hogy 2020-ban a Médiaszolgáltatás-támogató és Vagyonkezelő Alap (MTVA) „közszolgálati médiaszolgáltatók tartalom-szolgáltatását támogató médiafogyasztás-kutatásokat” rendelt meg 93 780 000 forintért, mely kutatások célja a médiahasználati szokásoknak és a közszolgálati csatornák szerepének megismerése (Közbeszerzési Hatóság 2020; Jandó 2020). Az MTVA-nak a közszolgálati médiahasználatra fókuszáló adatgyűjtését, a médiaszolgáltatást középpontba helyező kutatások (például jelen vizsgálat) természetszerűleg egészíthetik ki.

A médiaszolgáltatók működésének, műsorszolgáltatásának monitorozása természetesen nem hazai specialitás, hiszen nemzetközi viszonylatban is kutatott terület. A közszolgálati televízió és rádió témakörét, annak fogalmát, csatornatörténeti háttérét, jogi környezetét, objektivitását, nézettségi és költségvetési jellemzőit elemzi például az Egyesült Királyságnak készített BBC-t vizsgáló esszé (2018), Nielsen és társai (2016) dán Kulturális Minisztériumának készített vizsgálata, Maria Norbäck (2011) svéd közszolgálati televízióra vonatkozó

kutatása, valamint Price és Raboy (2011) az Európai Média Intézet felkérésre elkészült megfigyelései.

A témára irányuló kutatás várható gyakorlati haszna két különböző területen nyilvánulhat meg – ezek:

(1) A magyar közszolgálati médiáról alkotott médiatörténeti ismereteink bővítése.

(2) Megfigyelhetjük a műsoridő, a műsortípus, a költségek és a hallgatottság/nézettség egymáshoz való viszonyulását, ami hozzájárulhat a magyar közszolgálati média műsorstruktúrájának tervezéséhez. Az eredmények hasznosíthatók lehetnek a közszolgálati média nézettségi, költséghatékonysági mutatóinak optimalizálása során is.

Az alábbiakban a közszolgálati média fogalmának, céljának, alapelveinek, jogi szabályozásának, közszolgálati jellegének, illetve a magyar közszolgálati rádiók és televíziók csatornatörténetének és a közszolgálati csatornákat jellemző mutatók áttekintésére kerül sor.

A közszolgálati média fogalma, céljai, alapelvei

A tömegmédia kifejezés alatt, azokat a kulturális intézményeket, valamint kommunikációs csatornákat értjük, amik nagyszámú közönség számára termelnek, terjesztenek és reprodukálnak kulturális termékeket (lásd: film, dal, könyv, újság, televízió műsor, rádióműsor, elektronikus média stb. – Niklas 2008:2; Campbell et al [1998] 2014:G-7). Campbell és társai ([1998] 2014:5) ellenben úgy tartják, hogy a mára rengeteg lehetőséggel bíró, töredezett, médiapiac hatásra, ahol kedvünkre igazíthatjuk ízlésünkhöz a médiatartalmakat, amiket fogyasztani akarunk, „talán már nem is létezik igazi tömegmédia”.

Az alábbiakban a tömegmédia egy szűkebb területére, a rádióra és a televízióra fogunk koncentrálni, azon belül is a magyar közszolgálati rádióról és televízióról lesz szó. Mindenekelőtt áttekintjük a közszolgálati média fogalmát, céljait és alapelveit. Annak ellenére, hogy a Közszolgálati Kódex (2016:3) szerint „A közszolgálati médiaszolgáltatás lényege nem sűrítethető össze egy néhány soros definícióba, hanem elsősorban céljai meghatározása felől lehet megközelíteni annak tartalmát.”, Csepeli és társainak (2007) sikerült a következő két mondatban összefoglalni a definíciót:

„A közszolgálati média a közösség és a szolgálatában álló közhatalom viszonyában értelmezhető; a társadalom közös szükségleteinek kielégítésére létrejött, közösségi forrásokból finanszírozott közszolgáltatás. Olyan szolgáltatás, amelynek tekintetében a közösség tagjai értéknek tartják, hogy – társadalmi és

vagyoni helyzetétől függetlenül – a közösség minden egyes tagja részesülhessen belőle.”

A két különböző évtizedben készült dokumentum magát a közszolgálati média céljait is különböző szempontok alapján állapítja meg. Csepeli és társai (2007) tanulmánya négy pontba sűríti ezeket:

- Tájékoztatás
- Az információs hozzáférés akadálymentesítése: tartalmak és folyamatok az integrációért
- A hatalomgyakorlás ellenőrzése: politikai tényfeltárás
- Az önkormányzó nyilvánosság támogatása

Ezzel szemben a Köszszolgálati Kódex (2016) a 2010. évi CLXXXV. törvény [Mttv] 83. § -ban megállapított céljainak megvalósítását tartja feladatának, mely szerint a közszolgálati médiaszolgáltatás céljait három nagy csoportba sorolhatjuk (Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt 2017):

- A demokratikus nyilvánosságot szolgáló kötelezettségek (Mttv. 83. § d), m), n), p))²
- Kulturális kötelezettségek (Mttv. 83. § e), g), h), i), j), k), l), o))³
- A közösségi, társadalmi kohézió megerősítését célzó kötelezettségek (Mttv. 83. § a), b), c), f))⁴

A korábban említett Csepeli és társai (2007) által megfogalmazott „közszolgálati célok”, inkább az Mttv. 82. § közszolgálati médiaszolgáltatás alapvető elveinek felelnek meg, miszerint, a közszolgálati médiának az államtól és gazdasági szereplőktől függetlenül kell működnie, ezáltal vezetőik és dolgozóik szakmai autonómiát élveznek (törvény által nyújtott keretek között). Egy olyan média szolgáltatói rendszerben kell működniük, ami elszámolható és társadalmilag felügyelhető. Működtetésük állami finanszírozású, éppen ezért a tevékenysége nem irányulhat elsősorban nyereségszerzésre.

² A törvényes rend alapértékeinek és a demokratikus társadalmi rend szabályainak megismertetése a célja. Minőségi hírszolgáltatás (tájékoztatás), eltérő vélemények ütköztetése és szabad véleményalkotás által (Mttv. 83. § d), m), n), p)).

³ A közszolgálati médiának többek közt célja a nemzetiségi és a magyar kultúra bemutatása, anyanyelv ápolása, határon túli magyarság kulturális igényeinek szolgálata. Ezenkívül a kiskorúak erkölcsi fejlődésének szolgálata, oktatási és ismeretterjesztő feladatok ellátása. Színvonalas szórakoztatás biztosítása (Mttv. 83. § e), g), h), i), j), k), l), o)).

⁴ Ide sorolható a közszolgálati média a nemzeti összetartozást és a társadalmi integrációt elősegítő feladata. A nemzeti, a közösségi, az európai identitás ápolása. A sajátos igényekkel élők (életkor, testi-szellemi probléma, társadalmi helyzet) médiafogyasztásának kielégítése (Mttv. 83. § a), b), c), f)).

A XXI. század első két évtizedét meghatározó médiatörvények

A következőkben összegezzük a közszolgálati média alakulásának és ellenőrzésének szempontjából fontos két törvény változást, ami meghatározza a XXI. század első (2000-2009) és második (2010-2019) évtizedének magyar közszolgálati médiáját.

Az 1996. évi I. törvény fordulópont a rádiózás és a televíziózás történetében: „Ettől kezdve beszélhetünk a hazai rádiózás és televíziózás intézményrendszerének és működésének átalakulásáról. A törvény legfontosabb eleme, hogy Magyarországon is megvalósult az Európa legtöbb országában már bevezetett alapstruktúra: a közszolgálati, illetve a kereskedelmi rádiók és televíziók kettős rendszere (Kollega 1988:III-470).”

A törvény hatására (31. § (1)) létrejön az Országos Rádió és Televízió Testület, ami a szólásszabadságot, a tájékoztatást, valamint a közszolgálati műsorszolgáltatók függetlenségét hivatott szolgálni és megvédeni. Innentől a közszolgálati műsorszolgáltatók sajátos helyzetbe kerülnek, mivel a látszólagos médiafüggetlenedés hatására fel kell venniük a versenyt a kereskedelmi piaccal egy számukra ismeretlen terepen, úgy, hogy a reklámozás lehetősége is korlátozottabb az esetükben (Illés 2017).

A 2010-es országgyűlés fordulatot hozott a magyarországi média történetében. A Fidesz-KDNP kétharmados többséggel (262 helyet szerzett) kormányra került és új médiatörvényt hozott létre (Hargitai 2014a:4; Hargitai 2014b:4; Nemzeti Választási Iroda 2010). 2010. évi CLXXXV. törvény 84. § (1), valamint 215/A. § (1) szerint létrehozták a Közszolgálati Közalapítványt, melynek tulajdonában álló „Magyar Rádió Zártkörűen Működő Nonprofit Részvénytársaság, Magyar Televízió Zártkörűen Működő Nonprofit Részvénytársaság és a Magyar Távirati Iroda Zártkörűen Működő Nonprofit Részvénytársaság, mint közszolgálati médiaszolgáltatók a Duna Televízió Zártkörűen Működő Nonprofit Részvénytársasággal történő egyesüléssel megszűnnek (2010. évi CLXXXV. törvény 215/A. § (1))”.

Az Mttv. 215/A. § (1) alapján ez az egyesülésnek 2015-re megtörtént, ezt az évet tartjuk a Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt alapításának. Az Mttv. hatására a közszolgálati műsorszolgáltatók 2011 óta a Médiaszolgáltatás-támogató és Vagyonkezelő Alap (MTVA) médiaprogramjai közé tartoznak.

Közszolgálati-e a közszolgálati média Magyarországon?

A 2010. évi CLXXXV. törvény kiemelendő meghatározása a közérték teszt bevezetése. 100/B. § (1) –ami 2015-től hatályos –, a következőt jelenti ki: A

közszolgálati médiaszolgáltató szolgáltatásainak közszolgálati jellegét és értékét, valamint a médiapiac sokszínűségére gyakorolt hatását köteles megvizsgálni és ellenőrizni. Tehát minden eddigi és induló szolgáltatás esetében rendszeresen ellenőrizni kell, mennyiben tesz a közmédiium eleget a vele szemben elvárt törvényi és egyéb kritériumoknak. A teszt többek között azt is vizsgálja, hogy a közszolgálati tartalmaknak megfelelő-e a minősége, az innovatív jellege, és a közönség általi fogadtatása (Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt 2017).

Ez a rendelkezés, azért is kiemelendő, mert a magyar médiában többen is vitatják, hogy az elméletben mindeddig bemutatott közszolgálati fogalmak, célok, alapelvek, törvények ellenére közszolgálati-e a közszolgálati média Magyarországon (Commissioner for Human Rights 2011; Kisbenedek 2019; Bátorfy 2019). Néhányan azt is megkérdőjelezzik, hogy van-e szükség közszolgálati médiára (Koltay 2009:311; Polyák 2019).

A kérdés feltevőinek álláspontja szerint a valódi közszolgálatosság, azért nem valósul meg, mert az állam túlságosan beleszól felülről (Bátorfy 2019; Kisbenedek 2019). Ezt bizonyítóan többen is példaként hoznak fel hírhamisítási botrányokat, dolgozókat szólaltatnak meg riporterek arról, hogyan kapnak, akár telefonon, akár e-mailen keresztül nézői igényekre hivatkozva az államtól elvárt programokat és megjelentetendő anyagokat (Kerényi 2020; Mérték Médiaelemző Műhely 2018). Fontos témák egyes dolgozók szerint nem kerülnek terítékre vagy csak a „megbízhatónak” tartott szerkesztők adhatják le. Ezáltal megvalósul a közmédiában dolgozók által egy kormánypárti öncenzúra (Keller-Alánt 2020). Ezen pártatlansági vádak ellen a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság Médiatanácsa azzal védekezik, hogy az Mttv.-ben nincs pontos jogi előírás, ami konkretizálná, hogy a közszolgálati médiának pontosan mennyire és hogyan kéne pártatlannak lennie, ezért felelősségre nem vonható (Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság Médiatanács 2020).

A magyar közszolgálati csatornák története

Az alábbiakban a Magyar Rádió, a Magyar Televízió és a Duna Televízió – mint a magyar közszolgálati rádiózás és televíziózás fő platformjainak – történetének összefoglalására kerül sor. A csatornatörténeti áttekintések segítenek időbeli, történeti kontextusba helyezni a hazai közszolgálati média kialakulását és fejlődését. A csatornatörténet az intézménytörténeten belüli saját beosztás, mely lineárisan különíti el a műsoregységeket, valamint az intézményeken (Magyar Rádió, Magyar Televízió, Duna Televízió) belüli brand neveket (lásd: Kossuth, M1, M2 stb.).

A Magyar Rádió csatornatörténete

A Kossuth Rádió elődje 1925. december 1-én Csepelen Budapest I. néven megkezdte rádiósműsor-szórását (Fucskó 1975:65; Sári 2020). 1932-ben elindult a Budapest II rádióadása is (Kollega 1998:III-363). 1946-49 között a kommunista párt közbenjárásával megkezdődött egy minden intézményre kiterjedő államosítás. A Magyar Rádió akkori elnöke 1949-ben jelentette be a sikeres államosítást, melynek következtében a rádió részleges autonómiája megszűnt az állam javára (Kollega 1998:III-380; Ilyés 2015). Ennek hatására, több csatorna névváltoztatáson esett át Budapest I-ből és a Budapest II-ből Kossuth és Petőfi Rádió lett (Bene és Pusztai 2013; Simándi 2014:11; Ilyés 2015). A kommunista forradalom ideológiai támasza a 48-as forradalom volt, így a Kossuth és a Petőfi neve –a politika és a fiatalok megszólítására – adott volt (lásd még: pénzürméken Kossuth híd és Petőfi híd stb. – Hargitai Henrik, e-mail, 2021.10.22.). 1973-ban elindul a Magyar Rádió 3. adása, ami 1986-ban a Bartók rádió nevet veszi fel (Bene és Pusztai 2013). *A Bartók Rádió* fő tematikája a komoly zene (megjegyzendő jazz, népzene és a világzene is megjelenik), éppen ezért célközönsége is a komoly zene iránt érdeklődő felnőtt hallgatóság (Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:3). A Bartók rádió tematikája 2019-ig nem változott. 1992. januárjától a Kossuth Rádió programját középhullámon (KH) és ultrarövidhullámon (URH) is sugározzák (Rádió és Televízióújság 1992).

2006-tól Such György lesz a Magyar Rádió elnöke (elődje Kondor Katalin mandátuma ekkora egy éve lejárt és Such érkezéséig betöltetlen volt a poszt), ami a Magyar Rádió megreformálását hozza magával (Magyar Távirati Iroda 2006; Bogár 2007). 2007-ben a rádió csatornákat, Such György elképzelésének megfelelően, átkeresztelték MR előszóval (példa: MR1-Kossuth, MR2-Petőfi, MR3-Bartók). A terv az volt, hogy végül csak az MR szám marad, és a nevek eltűnnek (Hargitai Henrik, e-mail, 2021.10.22.). „Átpozícionálták”⁵ egyes csatornák tematikáját is: így a Kossuth innentől kezdve hír- és beszélgető rádió lesz, míg a Petőfi könnyűzenei rádióvá válik, ami már a kereskedelmi rádióval is felveszi a versenyt (Bogár 2007). Ennek köszönhetően a *Kossuth Rádió* (klasszikus beszélő rádió) műsorprogramját a napi hír és krónika tartalmak adják, amik mellett megjelennek a közéleti, információs, szolgáltatói, és kulturális műsorelemek.

⁵ Az „átpozícionál” szó addig nem létezett, kifejezetten erre az akcióra vezették be. Külföldön ezt formátumrádiózásnak hívják; ez a modell a „full service” modellt váltotta fel, ahol különféle célközönségnek szánt programok keverednek. Egyben ekkor szűntek meg az állomások szünetjelei is és helyette „station voice” és állomás azonosító zenei motívum lett (Hargitai Henrik, e-mail, 2021.10.22.).

Célközönsége: a tanult 35 év feletti családok hallgatói (Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:2). Míg a *Petőfi Rádió* egy hazai és nemzetközi trendek bemutatását szolgáló könnyűzenei rádió lett. A könnyűzenét a reggeli fő műsoridőben fél óránként (egyébként óránként) hírek szakítják meg, valamint este zenei elemekkel színesített információs műsorok is hallgathatók. Célközönség: (15)-18-39 közötti tanult/tanulmányokat folytató könnyűzenére nyitott diákok/hallgatók (Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:3).

A korábban is létező, de a Kossuth keleti URH-n vagy vidéki stúdiók frekvenciáin elhangzó nemzeti adásokból külön csatornáként 2007-ben létrejött az MR4 – *Nemzeti Adások*, mely tematikája a 13 államalkotó nemzeti adásnak anyanyelvén kíván zenei, hír, információs és kulturális programokat nyújtani, ezáltal célközönsége is az ezen nemzeti adások saját kisebbségük kultúrája, élete iránt érdeklődő felnőttek (Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:4; Bogár 2007; Közszerzési Közalapítvány 2007). Szintén 2007-ben indult el az MR5 – *Parlamenti adás* a Kossuth Rádió műsorának részeként, mely a politika iránt érdeklődő felnőtt hallgatóknak közvetíti a Parlamenti üléseket élőben (Közszerzési Közalapítvány 2008; Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:4). A Parlamenti adás ma már csak online elérhető, viszont azt, hogy pontosan mikortól vált csak online adássá a rendelkezésre álló adatok alapján nem sikerült kideríteni. A 2004-ben indult Régió Rádió – mely a korábban is külön frekvenciákon sugárzó körzeti adásokat fogta egy egységesen fogható hálózatba – is MR6-Régió Rádióvá válik és vegyes helyi tematikájú⁶ (próza, zene, hír, információ, hangjáték, magazin) műsorával a helyi tartalmak iránt érdeklődő felnőtteket célozza meg (Karaffa 2012:133; Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:4).

Az MR2-Petőfi Rádió perbe került az Országos Rádió és Televízió Testülettel, mert az nem tartotta az új könnyűzenei vonalat a közszerzési mércének megfelelőnek. 2009-ben az MR2-Petőfi elsőfokon megnyerte a pert és megtarthatta új stílusirányát (Bogár 2007; Magyar Távírási Iroda 2009). Ugyanebben az évben a Dankó Rádió elődje Magyar Rádió MR7-Dalok és Dallamok nevű rádiója létrejött, mely interneten keresztül szolgáltatott népzenei, magyar nótát és operettet, az efajta zenére nyitott lakosság számára (Index 2009; Magyar Rádió Nonprofit Zrt. 2012:4). 2010-től (a Régió adászárása után) az MR6 – Régió Rádió frekvenciáján lesz fogható a Dalok és Dallamok (Kiss 2016).

2011-es kormányváltás és az MTVA megalakulásának hatására az „MRszám” kódot kivezetik a csatornák nevének elejéről, azaz visszaállítják a Such éra előtti elnevezéseket (lásd fentebb: A XXI. század első két évtizedét meghatározó

⁶ azaz „full service”

médiatörvények; Hargitai Henrik, e-mail, 2021.10.22.). Mind a közszolgálati rádió, mind a közszolgálati televízió csatornáira jellemző 2012-ben egy arculatváltás. A 103 millióba kerülő új arculat alapját formáló kör szimbólumokat az MTVA vezérigazgatója mutatta be júliusban, aminek grafikai, rossz értelemben vett egyszerűsége, sok ellenérzést váltott ki (Kustánczi 2012). 2012-ben megszüntetik a regionális, körzeti adásokat és a korábban említett Magyar Rádió az MR6 – Régió Rádió és az MR7-Dalok és Dallamok átalakul a *Dankó Rádió*vá, melynek tematikája megegyezik a Dalok és Dallamok egyedi zenei tematikájával és így célközönsége a magyar zene iránt érdeklődő ötven év feletti korosztály (Központi Statisztikai Hivatal 2021, Közzolgálati érték-testület 2016a:6, Kiss 2016). Itt meg kell említeni, hogy a Dankó Rádió azért jött létre, mert a korábban a Petőfi legnépszerűbb műsorát, a Jó ebédhez szól a nótát kivették a profiltisztításból és azóta a magyarnóta semmilyen rádióban nem volt elérhető. 2013-ban a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság bejelentette, hogy az MTVA-val közreműködve 30 napon keresztül fogják sugározni az Árvízvédelmi Rádiót (Árvíz FM), ami folyamatos friss híreket és információkat nyújtott a dunai árvízről, a Duna menti települések lakóinak.

2015-ben a Magyar Rádió megszűnik önállóan létezni és innentől minden csatornája a Duna Médiaszolgáltató csatornája lett (Mttv. 2010). 2016-os arculatváltásával a Petőfi rádió egy mainstream pop-osabb irányba ment el (Kalmár 2016; Sajó 2021). 2017-ben újabb arculatváltásnak köszönhetően, hogy visszaszerezzék a hallgatókat, még populárisabbá vált a zenei műsorszolgáltatás (Sajó 2021).

A Magyar Televízió csatorna története

A Magyar Televízió Vállalat 1957 május 1-én indult, de kísérleti adásaira már 1955-ben is sor került (Magyar Távirati Iroda 1955; Kollega 1998:III-460). Két évtizeddel később, 1973-ban indult el a Magyar Televízió 2-es (MTV2) csatornája, ami az MTV1 műsorszerkezetét egészítette ki (Bene és Pusztai 2013). 1993. márciusától az MTV1-et TV1-nek, az MTV2-őt TV2-nek nevezik (Rádió és Televízióújság 1993). 2000-ben egy arculatváltás keretében számolt be a MTV névváltoztatásáról, aminek hatására TV1-ből a mai napig használt M1 és a TV2-ből M2 lesz. 2008-tól kezdve elkezdik az M1 és M2 adót HD-ben sugározni (Közzolgálati Közalapítvány 2009, Index 2000).

2011-ben bejelentették, hogy az M2-es csatorna mostantól gyermekcsatorna lesz, ez a kijelentés 2012-re valósult meg (Thüringer 2011). Ettől kezdve napközben 3-12 éves korosztálynak szánt szórakoztató, családbarát, erőszakmentes műsorok

láthatóak, míg esténként felnőtt lakosság számára sugárzott közszolgálati értékeket közvetítő változatos (szórakoztató, ismeretterjesztő, zene, sport) műsorok voltak nézhetőek (rövid ideig), az M2 csatornán (Origo 2012). 2012-ben megtörténik a korábban említett közmédia arculatváltás is, ami új kör logók bevezetését hozza magával (Kustánczi 2012; lásd fentebb: A Magyar Rádió csatorna története). 2013-ban az MTVA *M3 Anno* retro-tévécsatornát indít az MTVA közmédia archívumaiban található felvételekből (Farkas 2013). A csatorna célja, hogy ismét bemutathassák a korábban már „bizonyított”, népszerűnek tekintett műsorokat (Szekeres 2013). A közszolgálati csatorna a 60-70-80-as évek legsikeresebb műsorait, magyar filmjeit játszotta, méghozzá a közszolgálati média történetében először (és eddig utoljára) fizetős szolgáltatásként (Thüringer 2013).

A 2015-ös év több változást is hozt magával:

„2015-ben változik a közszolgálati médiaszolgáltatás szerkezete és a csatornák összetétele is. Egyfelől a Duna TV lesz a nemzeti főadó és az M1 napi aktuális csatornává alakul, emellett júliustól elindul az M4 Sport-csatorna ... Másfelől – az Mtv. 2014. évi módosítása eredményeként – az átalakulást követően a megújult csatornák felügyeletét az egységes Duna Médiaszolgáltató Zrt. veszi át (Kiss és Szivi 2015:130).”

Innentől az *M1* hírcsatorna célcsoportja az aktuális témákra és információkra kíváncsi felnőtt lakosság. 2015-ben indított *M4 Sport* tematikáját a nagy nézettséget vonzó sporteseményeken kívül, kevésbé ismert sportágak és eseményeik, hazai sport események bemutatása, valamint sport témában készített stúdióbeszélgetések interjúk adják, melynek hatására a célközönsége is a sport iránt érdeklődő felnőtt lakosság (Közszolgálati érték-testület 2017:6). Ugyanabban az évben az M2 csatorna esti műsor sávjában létrehozzák a *Petőfi Tv*-t, ami a 18-35 éves korosztályt próbálja megcélolni változatos, magyar és fiatalos (saját/gyártott tartalom, élő közvetítés, fesztiválok, koncertek, szórakoztató, ismeretterjesztő stb.) műsorokkal (Kósa 2014).

Az *M5 HD* oktatási, kulturális és ismeretterjesztő csatorna 2016-ban jött létre, ami széleskörű nézettséget kíván elérni mind a fiatalok, mind a felnőtt lakosság körében. Oktatási és kulturális műsorokon kívül olimpiai, paralimpiai közvetítések is megtekinthetők rajta, valamint Bartók Televízió műsora is megjelenik (Szalay 2016; Közszolgálati érték-testület 2016b:6). 2017-ben az esti műsorsávban futó *Petőfi Tv*-t M2 *Petőfi Tv*-re nevezik (Origo 2017). MTVA kijelentése alapján 2019 májusától az M3 retrocsatorna már nem lesz tévé csatornaként elérhető, helyette online térben mostantól ingyenesen lesznek elérhetőek a tartalmai (Albert 2019).

A Duna Televízió csatorna története

A Hungária Televízió Alapítvány (a Duna Televízió Rt összes részvényének tulajdonosaként) 1992-ben jött létre, és ebben az évben kezdte meg rendszeres adását a Duna Tv. Ellentétben a Magyar TV-vel, a Duna műholdakat használt, ami nagy különbség.⁷ Bár a Duna Tv-t többször is meg akarták szüntetni vagy a Magyar Televízióba beilleszteni, az anyaországi és határon túli nézők hatására megerősödve fennmaradt (Kollega 1998:III-497). A *Duna Tv* „feladata az egyetemes és magyar szellemi, kulturális értékek közvetítése, a magyar kisebbségek identitásának, anyanyelvének, kultúrájának megőrzése” (Kollega 1998:III-497). Célközönsége a hazai és határon túli magyar tanult/tanulmányokat folytató lakosság (Kollega 1998:III-498).

2006-ban megalapult a Duna World II Autonómia csatorna, a határon túli magyarság elérése céljából (Magyar Távirati Iroda és Index 2011). A 2010-es új médiatörvény, azzal fenyegette a Duna Tv-t, hogy elveszíti a függetlenségét, ami miatt elnökváltásra került sor (Origo 2010a). Ez az elnökségváltás itt, azért kiemelendő, mert ennek hatására 2011-ben a Duna World Autonómiát átnevezték Duna 2-re és felvett egy művész irányt, mely terv szerint a csatorna DunaArt néven futott volna tovább, de ez sosem valósult meg. Ezt a vonalat még 2012-ben eltörlik (Magyar Távirati Iroda és Index 2011).

A Duna 2 2012-ben Duna World-é alakult. Ettől kezdve a *Duna World* a tengeren túl élő magyarságnak (Ausztráliába és Amerikába is sugároznak) szolgáltatja a legnépszerűbb közszolgálati magyar (tájékoztató, hír, szórakoztató, kulturális) műsorokat. Ezáltal célközönsége a tengerentúl élő magyarok és a magyarság iránt érdeklődő nézők (Dobos 2017:20; Magyar Távirati Iroda és Index 2011). Lényegi változás a Duna Televízió történetében 2012 és 2019 között nem történt.

A közszolgálati médiát jellemző mutatók

Az alábbiakban a (köz)média kutatásában használt fontosabb jellemzők rövid áttekintésére kerül sor. Ennek keretében történik meg olyan fogalmak tisztázása, egyértelműsítése, mint a: műsor, műsorszám és típus, műsoridő, hallgatottság és nézettség, valamint a magyar közszolgálati média állami finanszírozású költségvetése.

⁷ Az MTV földi sugárzású volt, amikor a Duna TV műholdon indult. Ez volt az első magyar tévé, ami műholdról közvetlenül (analóg vevővel) vehető volt, azaz parabolaantennával bárki foghatta, de a kábeltársaságok is országsszerte bevették a kínálatukba (Hargitai Henrik, e-mail, 2021.10.22.).

Műsor, műsorszám és típusai. A 2010. évi médiatörvény értelmező rendelkezései alapján:

„*Műsor*: rádiós, illetve audiovizuális műsorszámok megszerkesztett és nyilvánosan, folyamatosan közzétett sorozata.

Műsorszám: hangok, illetve hangos vagy néma mozgóképek, állóképek sorozata, amely egy médiaszolgáltató által kialakított műsorrendben vagy műsorkínálatban - hosszától függetlenül - önálló egységet alkot.”

A műsor típusait öt nagy csoportra osztjuk (Központi Statisztikai Hivatal 2020a):

- Hírek, aktuális politika, gazdaság, információ, oktatás (továbbiakban röviden: Közlemény)
- Irodalom, művészet, tudomány, kultúra, szórakozás (továbbiakban röviden: Kultúra)
- Zenei program
- Sport
- Egyéb

A rádió esetében a szöveg és a zene átlagos arányát a műsortervezés során meg kell határozni – a közszolgálati műsorokat is figyelembe véve. A zene és a szöveg megtervezésekor fontos a célközönség igényeit szem előtt tartanunk (Batki 2004:61). A műsorok esetében azt is érdemes megjegyezni, hogy az Mttv. §20 (3) százalékosan meghatározza a rádió és a televízió számára is, hogy mennyi európai és mennyi magyar programot kell lejátszaniuk.

A műsoridő. Az Mttv. 203. § (46) Értelmező rendelkezésében a műsoridőt a következőképpen definiálja: a médiaszolgáltatásban – valamely meghatározott időszak folyamán – folyamatosan közzétett műsorszámok együttes időtartama. Műsoridő szempontjából a legfontosabb időszak a főműsoridőszak, ugyanis általánosan ekkor a legnézettebbek a hálózatok, valamint ekkor szerzik a legnagyobb reklámbevételt is (Campbell et al [1998] 2014:G-9). A rádió esetében a főműsoridőszakot a reggeli órákra tehetjük 6:30-tól 9:30-ig vagy délután 15:30-tól 18:30-ig. Ennek oka, hogy leggyakrabban a gépjárművel munkába igyekvők vagy munkából hazatérők hallgatják a rádiót (Hargitai 2004:112; Campbell et al [1998] 2014:175). Délután hat órától csökkeni szokott a rádióhallgatás – köszönhetően a 18:30-tól 21:30-ig tartó televíziós főműsoridőnek (Batki 2004:82).

Hallgatottság és nézettség. A hallgatottság/nézettség mérése két módon megközelíthető: a rating és a share alapján. A Rating azt mutatja, hogy a televízióval vagy rádióval rendelkezők közül, hány százalék hallgatta az adott programot. Ezzel szemben a Share azt vizsgálja (szintén százalékos értékkel

számlolva), hogy azok közül, akik használták is az adott készüléket, hányan hallgatták az adott programot (Campbell et al [1998] 2014:226).

A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság 2011-es „A televíziós nézettségmérés és rádiós hallgatottságmérés Médiatanács által elfogadott módszertana” dokumentuma alapján a nézettséget/hallgatottságot a share aspektusából a következő képpen vizsgálják:

A rádió esetében – mivel a rádió hallgatottságának mérésére nincs megfelelő műszer, mint a televíziónál – a közönségmérés hibrid adatfelvételi eljárással (ún. Day-After Recall) történik havonta, illetve évente, amit később együtt vizsgálnak. Ez jelenthet telefonos adatgyűjtést vagy online adatgyűjtést, melyben a minta korcsoportja a 15 év felettieket jelenti, és a minta mérete minimum 20 000 fő/év (Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság 2011:6-9).

A televízió esetében panel háztartásokban elhelyezett nézőmérő műszerek segítségével történik folyamatosan az adatfelvétel. A minta korcsoportja a 4 év felettiek és a minta mérete minimum 2300 fő (Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság 2011:3,6,9).

Onnantól tekinthető valaki nézőnek, ha folyamatos 15 másodpercen keresztül néz egy adott csatornát, mindaddig, amíg el nem kapcsol. Valamint az tekinthető hallgatónak a hallgatottságvizsgálat szempontjából, aki egy adott 15 perces sávban hallgatja a rádiót (Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság 2011:4,7,9).

Az adatvétel módszertanában az évek során egy változást kell kiemelnünk, amit a rádiós minta méret megnövekedésében vehetünk észre (min. 50 000 fő/év). Ez annak köszönhető, hogy havi ill. évi mintavételről átálltak havi ill. négyhavi mintavételre (Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság Médiatanács 2015).

Magyar közszolgálati média állami finanszírozású költségvetése. A 2000-es évek kezdeti időszakára jellemző a magyar közszolgálati médiában a vegyes finanszírozás (állami támogatás, előfizetési díjak és közszolgálati médiumok kereskedelmi jellegű tevékenysége), ami erős ellenszenvet vált ki 2001-re és így megfogant a köztudatban a közszolgálati média finanszírozás megreformálásának a gondolata (Kovács 2001, Ugró 2002). Ennek hatására 2002. július 1-én meg is szűntetik az előfizetési díjat (Ugró 2002, Székely 2002, 2002. évi XIII. törvény a Magyar Köztársaság 2001. és 2002. évi költségvetéséről szóló 2000. évi CXXXIII. törvény módosításáról 14 § (c)). Innentől Magyarországon a közszolgálati műsorszolgáltatás fenntartása a hatályos szabályok alapján az állam feladata. Ez nem azt jelenti, hogy a támogatás azonosítható lenne a műsorszolgáltató intézményeinek fenntartásával, vagy, hogy az államnak a közszolgálati feladatok ellátásához kellene pénzt biztosítania (Polyák és Nagy 2014:130). Az állam feladata (1/2005. (II. 4.)

AB határozat 2005:474): „A közkiadások finanszírozásához szükséges pénzalap előteremtése (ennek keretében pl. az adók meghatározása), miként annak elosztása is az Alkotmányból és más jogszabályokból fakadó közhatalmi jogosultság.”

Összefoglalás

Az fentiekben egyrészt a közszolgálati médiával kapcsolatos alapfogalmakat és mutatókat írtunk körül, másrészt a magyar közszolgálati rádiók (mintegy 90 éves) és televíziók (közel 70 éves) csatornatörténeti áttekintésére került sor.

Az elméleti rész kapcsán érzékelhető, hogy az alapfogalmak definíciói ugyanúgy változnak korszakonként, miként az egyes csatornatípusok elnevezése, profilja és célközönsége is. A közszolgálati médiára vonatkozó mutató típusokat tekintve pedig általánosságban véve is megállapítható, hogy ritkaság számba megy közöttük a teljes mértékben objektív változóknak tekinthető mutató (ilyen például a műsoridő). A hallgatottságra, illetve nézettségre vonatkozó mérési eljárások és mutatók objektivitása és validitása (érvényessége) megkérdőjelezhető.

Megemlítenéd, hogy 1989 óta – az eredetileg Magyar Rádió részeként indult, majd privatizált – Danubius Rádió létrejöttével, valamint 1997 óta a TV2 és az RTL csatornák létrejöttével, a közszolgálati rádióknak és televízióknak már fel kell vennie a versenyt a kereskedelmi rádióval és televízióval (Hámor 2001; Illés 2017). Bár a kutatásunk fókuszából kiesnek az internetes adások, említésre méltó, hogy azok a rádió esetében 1996 óta jelen vannak a Petőfi Rádió e tekintetben úttörő kezdeményezésének köszönhető módon (Hargitai 2002:55). A televízió esetében pedig 2010-ben jelentették be a Magyar Telekom részéről, hogy bevezetik az internetes televíziós szolgáltatást (Origo 2010b).

Irodalom

1/2005. (II. 4.) AB határozat. *Magyar Közlöny* 14(2):464-480

1996. évi I. törvény a rádiózásról és televíziózásról. URL:

<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600001.TV> (letöltés: 2021.03.20.)

2002. évi XIII. törvény a Magyar Köztársaság 2001. és 2002. évi költségvetéséről szóló 2000. évi CXXXIII. törvény módosításáról. URL:

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0000133.tv> (letöltés: 2021.10.10.)

2010. évi CLXXXV. törvény a médiaszolgáltatásokról és a tömegkommunikációról. URL:

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000185.tv> (letöltés: 2021.03.20.)

2011. évi CXII. törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról.
URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100112.tv> (letöltés: 2021.10.18.)
2018. évi LIV. törvény az üzleti titok védelméről. URL:
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1800054.TV> (letöltés: 2021.10.18.)
- Albert Ákos (2019): Az M3-as tévécsatorna vagy megszűnik, vagy nem, de az biztos, hogy a műsorok fent lesznek a neten. *444.hu*. 2019. március 31. URL: <https://444.hu/2019/03/31/az-m3-as-tevecsatorna-vagy-megszunik-vagy-nem-de-az-biztos-hogy-a-musorok-fent-lesznek-a-neten> (letöltés: 2021.04.29.)
- Batki Zsolt (2004): Rádióműsor-tervezés. In *Kisközösségi rádiók kézikönyve*. Hargitai Henrik (szerk.). Budapest, Magyarország: Szabad Rádiók Magyarországi Szervezete, 61-68.
- Batki Zsolt (2004): Idő és hely a rádióban. In *Kisközösségi rádiók kézikönyve*. Hargitai Henrik (szerk.). Budapest, Magyarország: Szabad Rádiók Magyarországi Szervezete, 74-82.
- Bátorfy Attila (2019): Hungary: A Country on the Path toward an Authoritarian Media System In *Media, Freedom of Speech, and Democracy in the EU and Beyond*. Angelos Giannakopoulos (szerk.). Telaviv, Izrael: The S. Daniel Abraham Center for International and Regional Studies at Tel Aviv University. pp. 31-47.
- Bene Zoltánné és Pusztai Virág (2013). *Médiaelmélet. Mentor(h)áló 2.0 Program - TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0008 projekt.* URL: <http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/MediaelméletV2/index.html> (letöltés: 2020.03.27.)
- Bogár Zsolt (2007) A Magyar Rádió átalakítása: „Nagyot kell spórolni”. *Magyar Narancs*. 2007. augusztus 30. URL: https://magyarnarancs.hu/belpol/a_magyar_radio_atalakitasa_nagyot_kell_sporolni-67563. (letöltés: 2021.04.13.)
- Campbell, Richard; Martin, Christopher; and Fabos, Bettina ([1998] 2014): *Media & culture: Mass communication in a digital age*. Ninth Edition. Boston, USA: Bedford/St. Martin's.
- Csepeli György, Dessewffy Tibor, Hammer Ferenc, Kitzinger Dávid, Magyar Gábor, Monory Mész András és Rozgonyi Krisztina (2007): Közzolgálat a digitális korban. *Médiakutató: médiaelméleti folyóirat* 8(2):7-23 Elérhető az interneten: https://www.mediakutato.hu/cikk/2007_02_nyar/01_kozszolgalat_digitalis_korban (letöltés: 2021.04.01.)

Commissioner for Human Rights (2011): Opinion of the Commissioner for Human Rights on Hungary's media legislation in light of Council of Europe standards on freedom of the media. *Council of Europe Commissioner for Human Rights*. URL: <https://wcd.coe.int/wcd/ViewDoc.jsp?id=1751289>. (letöltés: 2021.09.16.)

Dobos Menyhért (2017): *Vezérigazgatói beszámoló - a 2010. évi CLXXXV. törvény és a Közszerzői Kódex előírásainak megvalósulásáról a Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt. műsoraiban*. Budapest, Magyarország: Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt. Elérhető az interneten: <https://dunamsz.hu/wp-content/uploads/sites/18/2018/10/DMSZ-Vez%C3%A9rigazgat%C3%B3i-Besz%C3%A1mol%C3%B3-2017.pdf> (letöltés: 2004. március 25.).

Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt (2017): *A magyar médiaszabályozás előírásai a közszolgálati érték-tesztel kapcsolatban*. 2017. augusztus 15. URL: https://dunamsz.hu/kozertek-teszt/a-magyar-szabalyozas/?lang=hu_hu (letöltés: 2021.03.28.)

Farkas Attila (2013): Retrocsatornát indít decemberben a közmédia. *DTV Archívum*. 2013. szeptember 22. URL: <https://dtvnews.hu/hirek/retrocsatornat-indit-decemberben-a-kozmedia> (letöltés: 2021.04.05.)

Fucskó Lajos (1975): A magyar középhullámú műsorszórás. *Híradástechnika-A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Lapja* 18(1):65-72

Gergely Szabolcs (2015): Szabó László Zsolt: a megújult közmédia legfontosabb feladata az átlátható közélet megteremtése. Állami Számvevőszék. URL: <https://www.aszhirportal.hu/hu/hirek/szabo-laszlo-zsolt-a-megujult-kozmedia-legfontosabb-feladata-az-atlathato-kozelet-megteremtese> (letöltés: 2021.09.19.)

Hargitai Henrik (2002): Rádiózás az interneten, 1996-2002, *Jel-Kép: Kommunikáció Közvélemény Média* 21(3):37-61.

Hargitai Henrik (2014a): *A szabad rádiók helyzete Magyarországon 2010–2014*. Budapest, Magyarország: Szabad Rádiók Magyarországi Szervezete.

Hargitai Henrik (2014b): *The state of the Community Radio sector in Hungary 2010-2014*. Budapest, Magyarország: Szabad Rádiók Magyarországi Szervezete.

Hámor Szabolcs (2001): Danubius Rádió. *MTVA Archívum*. 2001. január 04. URL: <https://archivum.mtva.hu/photobank/item/MTI-FOTO-T1hHQzhFSVBIVnhMSWRBY08yNnZzd09> (letöltés: 2021.05.01.)

- Illés Gabriella Barbara (2017): A kereskedelmi televízió. *Filmkultúra – A Nemzeti Filmintézet magazinja*. 2017. június 06. URL: <https://filmkultura.hu/?q=cikkek/kereskedelmi-televizio-illes> (letöltés: 2021.03.28.)
- Ilyés Márk (2015): Volt egyszer egy magyar rádió. *Kodolányisok Világa*. 2015. november 25. URL: <http://www.kodolanyi.hu/kv/cikk/volt-egyszer-egy-magyar-radio-631> (letöltés: 2021.04.13.)
- Index (2000): Tévés fazonigazítás. Műsorok szűnnek meg az RTL Klubnál, a Magyar Televízió nevet változtat. *Index.hu*. 2000. március 25. URL: <https://index.hu/belfold/televizio/> (letöltés: 2021.03.20.)
- Index (2009): Népzenei és operettrádiót indul a neten. *Index.hu*. 2009. december 15. URL: <https://index.hu/kultur/media/2009/12/15/nepzenei-es-operettradiot-indul-a-neten/> (letöltés: 2021.04.02.)
- Index (2011): Rákay Philip és Süveges Gergő lett az M1 és az M2 intendánsa. *Index.hu*. 2011. január 01. URL: <https://index.hu/kultur/media/2011/01/01/rakay-philip-es-suveges-gergo-o-lett-az-mtv-intendansa/> (letöltés: 2021.04.09.)
- Jandó Zoltán (2020): Közel százmillióért kutatja a médiapiaci szokásokat a közmédia. *G7.hu*. 2020. február 11. URL: <https://g7.hu/kozelet/20200211/kozel-szazmillioert-kutatja-a-mediapiaci-szokasokat-a-kozmedia/> (letöltés: 2021.03.01.)
- Kalmár Csaba (2016): Ismert műsorvezetők, új szlogen és új hullám a Petőfi Rádiónál. *Origo.hu*. 2016. május 26. URL: <https://www.origo.hu/teve/20160526-petofi-radio-megujulas-uj-szlogen-uj-musorvezetok-2016.html> (letöltés: 2021.04.18.)
- Karaffa Attila (2012): Kutatási jelentés. In *Határon túli magyar nyelvű médiumok 2010/2011 Kutatási jelentések*. Apró István (szerk.). Budapest, Magyarország: Médiatudományi Intézet. pp. 113-157.
- Keller-Alánt Ákos (2020): „... a maffiában lehet hasonló, gondolom” – ilyen a köztvé belülről. *Szabad Európa*. 2020. november 10. URL: <https://www.szabadeuropa.hu/a/a-maffiaban-lehet-hasonlo-gondolom-ilyen-a-kozteve-belulrol-mtva-m1/30938814.html> (letöltés: 2021.05.03.)
- Kerényi György (2020): Mi az a közszolgálat, és nálunk miért ilyen? I. rész: a kiegyensúlyozottság. *Szabad Európa*. 2020. november 18. URL: <https://www.szabadeuropa.hu/a/mi-az-a-k%C3%B6zszolg%C3%A1lat-%C3%A9s-n%C3%A1lunk-mi%C3%A9rt-ilyen-i-r%C3%A9sz-a->

- [kiegyens%C3%BAlyozotts%C3%A1g-mtva-mti-kozmedia/30955365.html](https://www.kiegyens.hu/kozszolgaltataskoz/2021/05/03/1g-mtva-mti-kozmedia/30955365.html)
(letöltés: 2021.05.03.)
- Kiss András Balázs (2016): MR7 Dallok és Dallamok – a Régió Rádió frekvenciáján 2011 HQ. *Youtube.com*. 2016 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=D0R4n88OfVo> (letöltés: 2021.04.29.)
- Kisbenedek Attila (2019): New report: Hungary dismantles media freedom and pluralism. *European Federation of Journalists*. URL: <https://europeanjournalists.org/blog/2019/12/03/new-report-hungary-dismantles-media-freedom-and-pluralism/> (letöltés: 2021.09.16.)
- Kiss Zoltán és Szivi Gabriella (2015): *A közszolgálati médiaszolgáltatás és a szellemi tulajdonjogok kapcsolódási pontjai és szabályozási környezete*. Budapest, Magyarország: Médiatudományi Intézet.
- Kocsis Éva (2008): *A televízió műsorstruktúrája. A televízió műsorainak elemzése*. Budapest, Magyarország: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- Kollega Tarsoly István (1998). *Magyarország a XX. Században, III. kötet*. Szekszárd, Magyarország: Babits Kiadó.
- Koltay András (2009): Közzszolgálati Médianak Márpedig Lennie Kell! A Public Broadcasting and European Law című kötetről. *Iustum Aequum Salutare* 5(4):311-329
- Kovács Mária (2001): Közzszolgálati uniós szemmel. *Magyar Nemzet* 64(61): 2
- Kósa András (2014): Rádiósok Csinálják Az Új Közzszolgálati Csatornát, A Petőfi Tévet. *WayBackMachine-Internet Archive*. 2014. december 29. URL: <https://URL.archive.org/URL/20150418174716/http://vs.hu/kozelet/osszes/radiosok-csinaljak-az-uj-kozzszolgaltati-csatornat-a-petofi-tevet-1229#!s2>
(letöltés: 2021.04.05.)
- Közzszerezési Hatóság (2020): *Közzszolgálati média médiafogyasztási kutatások*. 2020. március 12. URL: https://www.kozbeszerzes.hu/data/hirdetmeny/portal_692920/portal_3495_2020.pdf (letöltés: 2021.03.12.)
- Közzszenti Statisztikai Hivatal (2004): *Magyar statisztikai évkönyv 2003*. Budapest, Magyarország: Közzszenti Statisztikai Hivatal. pp. 354
- Közzszenti Statisztikai Hivatal (2006): *Magyar statisztikai évkönyv 2005*. Budapest, Magyarország: Közzszenti Statisztikai Hivatal.
- Közzszenti Statisztikai Hivatal (2020a): 2.7.10. *Televízió- és rádióműsor-idő műsorszortípus szerinti (2000–2019)*. Közzszenti Statisztikai Hivatal adatbázisa. 2020. szeptember 18. URL:

- http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zkz009.html (letöltés: 2021.03.26.)
- Központi Statisztikai Hivatal (2020b): 3.7.3. *A központi költségvetés kiadásai (2005–)*. Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa. 2020. december 02. URL: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qse007a.html (letöltés: 2021.03.27.)
- Központi Statisztikai Hivatal (2021): *Központi Statisztikai Hivatal (www.ksh.hu) 2.7.10. Televízió- és rádióműsor-idő műsortípus szerint (2000–2019) egyedi kérésre összeállított táblázatos adatállomány*. Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa. 1. melléklet.
- Közszolgálati érték-testület (2016a): *A Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt. „Dankó Rádió” rádiós csatornájának közszolgálati érték-vizsgálata*. Budapest, Magyarország: Közszolgálati érték-testület. Elérhető az interneten: https://dunamsz.hu/wp-content/uploads/sites/18/2017/08/Danko_kozertek_vizsgalat_170529.pdf (letöltés: 2021.04.20.)
- Közszolgálati érték-testület (2016b): *Közszolgálati Érték-Vizsgálat a Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt. által indítani tervezett „m5” televíziós csatornára vonatkozóan*. Budapest, Magyarország: Közszolgálati érték-testület. Elérhető az interneten: https://dunamsz.hu/wp-content/uploads/sites/18/2017/08/m5_kzrtk-vizsgalat.pdf (letöltés: 2021.04.20.)
- Közszolgálati érték-testület (2017): *A Duna Médiaszolgáltató Nonprofit Zrt. „m4 Sport” televíziós csatornájának közszolgálati érték-vizsgálata*. Budapest, Magyarország: Közszolgálati érték-testület. Elérhető az interneten: https://dunamsz.hu/wp-content/uploads/sites/18/2017/08/M4_kozertek_vizsgalat_170529.pdf (letöltés: 2021.04.21.)
- Közszolgálati Közalapítvány (2007): *A közszolgálati szempontok érvényesülése a Magyar rádióban*. *kszka.hu*. 2007. szeptember 10. URL: <http://www.kszka.hu/archivum/magyar-radio-kozalapitvany/113-mrka-dokumentumok-archiv/mrka-egyeb-dokumentumok-archiv/531-a-kozszoalgalati-szempontok-ervenyesulese> (letöltés: 2021.04.18.)
- Közszolgálati Közalapítvány (2008): *OGY. beszámoló 2007. április 1. - 2008. február 29.* *kszka.hu*. 2008. február 29. URL: <http://www.kszka.hu/archivum/magyar-radio-kozalapitvany/mrka-dokumentumok/111-mrka-orszaggyulesi-beszamolok-archiv/649-ogy-beszamolo-2007-aprilis-1-2008-februar-29> (letöltés: 2021.04.05.)

- Közzszolgálati Közalapítvány (2009): 2008. augusztus 4. Elnökségi ülés jegyzőkönyve. Közzszolgálati. *kszka.hu*. 2009. november 01. URL: <http://www.kszka.hu/archivum/magyar-televizio-kozalapitvany/mtv-kozalapitvany-dokumentumok/223-mtvka-kuratorium-elnokseg-dokumentumai-archiv/ke2008/elnoksegi-ules-2008-augusztus-4/284-2008-augusztus-4-elnoksegi-ules-jegyzokonyve> (letöltés: 2021.04.05.)
- Közzszolgálati Közalapítvány (2016): *Közzszolgálati kódex. A magyar nemzeti közzszolgálati médiaszolgáltatás alapidokumentuma*. Budapest, Magyarország: Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság. Elérhető az interneten: <http://www.kszka.hu/attachments/article/2084/kozzszolgálati-kodex-2016.0101.pdf> (letöltés: 2021.03.02.)
- Kustánczi Norbert (2012): 103 millióba került a köztvévé új arca. *24.hu*. 2012. augusztus 09. URL: <https://24.hu/belfold/2012/08/09/103-millioaba-kerult-a-kozteve-uj-arca/> (letöltés: 2021.04.13.)
- Magyar Rádió Nonprofit Zrt. (2012): *A Közzszolgálati Kódex és a Média törvény elvárásainak érvényesülése a Magyar Rádió csatornáinak műsorfolyamában 2011-ben*. A Magyar Rádió nonprofit Zrt beszámolója a Közzszolgálati Testület részére. Elérhető az interneten: <https://dunamsz.hu/wp-content/uploads/sites/18/2017/10/MR-Vez%C3%A9rigazgat%C3%B3i-Besz%C3%A1mol%C3%B3-2011.pdf> (letöltés: 2021.04.05.)
- Magyar Távirat Iroda (1955): Mi van a hivatalos lapban? – Az MSZT könyvtártudományi szakosztálya. *Esti Budapest* 4(130):4
- Magyar Távirati Iroda (2006): Such György lett a Magyar Rádió elnöke. *Origo.hu*. URL: https://www.origo.hu/itthon/20060710such1.html?fbclid=IwAR3cmUJZdi1mQXuXStRDyKzXZWba_mybWrC34yUIeAAZ4pRTC2zR20apIAQ (letöltés: 2021.10.25.)
- Magyar Távirati Iroda (2009): Első fokon pert nyert a Petőfi rádió. *Index.hu*. 2009. június 17. URL: https://index.hu/kultur/media/2009/06/17/elso_fokon_pert_nyert_a_peto_fi_radio/ (letöltés: 2021.04.13.)
- Magyar Távirati Iroda és Index (2011): Duna World lesz a Duna 2. *Index.hu*. 2011. november 29. URL: https://index.hu/kultur/media/2011/11/29/duna_world_lesz_a_duna_2/ (letöltés: 2021.04.03.)
- Mérték Médiaelemző Műhely (2018): Az állami média finanszírozása – tiltott állami támogatás?. *mertek.atlatszo.hu*. 2018. december 20. URL:

- <https://mertek.atlatszo.hu/az-allami-media-finanszirozasa-tiltott-allami-tamogatas/> (letöltés: 2021.05.03.)
- Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (2011): *A televíziós nézettségmérés és rádiós hallgatottságmérés Médiatanács által elfogadott módszertana*. URL: https://nmhh.hu/dokumentum/1790/1314355351jbe_modszertan_2001082_5.pdf (letöltés: 2021.04.01.)
- Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (2013): Árvízvédelmi rádió indult az NMHH és az MTVA együttműködésében. *nmhh.hu*. 2013. június 09. URL: https://nmhh.hu/cikk/158625/Arvizvedelmi_radio_indult_az_NMHH_es_az_MTVA_egyuttmukodeseben (letöltés: 2021.04.18.)
- Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság Médiatanács (2015): A televíziós nézettségmérés és rádiós hallgatottságmérés Médiatanács által elfogadott módszertana. *nmhh.hu*. URL: <http://docplayer.hu/2288689-A-televizios-nezetsegmeres-es-radios-hallgatottsagmeres-mediatanacs-altal-elfogadott-modszertana.html> (letöltés: 2021.09.16.)
- Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság Médiatanács (2020): A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság Médiatanácsának 290/2020. (IV.7.) számú határozata. *nmhh.hu*. URL: https://nmhh.hu/dokumentum/213448/mediatanacs_290_2020_04_07_sza_mu_dontese.pdf (letöltés: 2021.09.16.)
- Nemzeti Választási Iroda (2010): 2010. évi Országgyűlési Képviselő Választás 2. fordulója – 2010. április 25. Az Országgyűlés összetétele. *static.valasztas.hu*. 2010. május 11. URL: <https://static.valasztas.hu/dyn/pv10/outroot/vdin2/hu/l50.htm> (letöltés: 2021.03.26.)
- Nielsen, Rasmus Kleis; Fletcher, Richard; Sehl, Richard és Levy, David (2016): *Analysis of the Relation Between and Impact of Public Service Media and Private Media*. Oxford, Anglia: The Reuters Institute for Study of Journalism (RISJ) University of Oxford
- Niklas Luhmann (2008): *A tömegmédia valósága*. Alkalmazott Kommunikációtudományi Intézet. Budapest, Magyarország: Gondolat kiadó.
- Norbäck, Maria (2011): *Making Public Service Television A study of institutional work in collaborative TV production*. Jönköping, Svédország: Jönköping University.
- Origo (2010a): Az új médiatörvénnyel indokolja lemondását a Duna Tv elnöke. *Origo.hu*. 2010. július 15. URL: <https://www.origo.hu/itthon/20100715-az-uj-mediatorveny-elfogadasanak-napjan-tavozik-a-duna-tv-elrol.html> (letöltés: 2021.04.17.)

- Origo (2010b): Először a világon: IPTV kábelneten a T-Home-nál. *Origo.hu*. 2010.06.11. URL: <https://www.origo.hu/techbazis/20100611-kabelen-is-bevezetik-a-thome-iptvjet.html> (letöltés: 2021.05.02.)
- Origo (2012): Másfél éves késéssel indul az M2 gyerektévéje. *Origo.hu*. 2012. december 20. URL: <https://www.origo.hu/teve/20121220-masfel-eves-kesessel-de-elindul-az-m2-gyerekteveje.html> (letöltés: 2021.04.10.)
- Origo (2017): A YouTube-ra költözött az M2 Petőfi TV. *Origo.hu*. 2017. július 23. URL: <https://www.origo.hu/teve/20170623-a-youtube-ra-koltozott-az-m2-petofi-tv-2017.html> (letöltés: 2021.04.19.)
- Price, Monroe and Raboy, Marc (2011): *Public Service Broadcasting in Transition: A Documentary Reader*. Pennsylvania, USA: University of Pennsylvania.
- Polyák Gábor (2019): közpénzen vett hűség- mi szükség van így a közszolgálati médiára? *Társaság A Szabadságjogokért*. URL: https://ataszjelenti.blog.hu/2019/01/29/kozpenzen_vett_huseg_mi_szukseg_van_igy_a_kozszolgalmati_mediarra (letöltés: 2021.09.16.)
- Polyák Gábor és Nagy Krisztina (2014): A médiatörvények kontextusa, rendelkezései és gyakorlata. In *Jura – A Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Karának tudományos lapja* 20(2):127-149.
- Rádió és Televízióújság (1992): Kossuth. *Rádió és Televízióújság* 37(1):8.
- Rádió és Televízióújság (1993): TV1-TV2. *Rádió és Televízióújság* 38(9):4-5.
- Sajó Dávid (2021): Kezdődhet a magyar popkultúra újrachangolása. *Telex.hu*. 2021. március 16. URL: <https://telex.hu/kult/2021/03/16/uj-foszerkesztoje-lett-a-petofi-radionak> (letöltés: 2021.0.18.)
- Sári Zsolt (2020): Műtárgysorozat – Rádiók. *Skanzenblog – A Szabadtéri Néprajzi Múzeum szakmai blogja*. 2020. december 01. URL: <https://blog.skanzen.hu/2020/12/01/mutargysorozat-radiok/> (letöltés: 2021.03.26.)
- Simándi Irén (2014): *Politika, társadalom, gazdaság a Magyar Rádióban 1949–1952*. Budapest, Magyarország: Gondolat Kiadó.
- Szalay Dániel (2016): Ingyenes HD-csatornával bővül a MinDig TV kínálata, de az Euronewstól is búcsút kell venni. *24.hu*. 2016. július 14. URL: <https://24.hu/media/2016/07/14/ingyenes-hd-csatornaval-bovul-a-mindig-tv-kinalata-de-az-euronews-tol-is-bucsut-kell-venni/> (letöltés: 2021.04.04.)
- Szekeres Viktor (2013): Nemsokára indul az M3, az MTVA új tévécsatornája. *Sg.hu*. 2013. november 07. URL: <https://sg.hu/cikkek/film/101080/nemsokara-indul-az-m3-az-mtva-uj-tevecsatornaja> (letöltés: 2021.05.01.)

- Székely Kecskés János (2002): A nemzetietlen középszerűség kormánya. *Magyar Demokrata* 6(22): 26
- Thüringer Barbara (2011): Csak jövőre lesz gyerekcsatorna az m2. *Index.hu*. 2011. szeptember 07. URL: https://index.hu/kultur/media/2011/09/07/csak_jovore_lesz_gyerekcsatorna_az_m2/ (letöltés: 2021.04.03.)
- Thüringer Barbara (2013): Fizetős csatornát indít a közmédia. *Index.hu*. 2013. november 13. URL: https://index.hu/kultur/media/2013/11/13/fizetos_csatornat_indit_a_kozmedia/ (letöltés: 2021.04.28.)
- UKEssays (2018): The Bbc And The Public Service Broadcasting Media Essay. *ukeessays.com*. 2018. november. URL: <https://www.ukessays.com/essays/media/the-bbc-and-the-public-service-broadcasting-media-essay.php?vref=1> (letöltés: 2021.05.03.)
- Ugró Miklós (2002): Szoci engedelmesség. *Magyar Nemzet* 65(98): 7
- Vargha András ([2000] 2008): Matematikai statisztika. Budapest, Magyarország: Pólya Kiadó. ISBN 963 85809 5 x
- Windhager Károly Ákos (2004): A rádiózás jogi kérdései. In *Kisközösségi rádiók kézikönyve*. Hargitai Henrik (szerk.). Budapest, Magyarország: Szabad Rádiók Magyarországi Szervezete, 112-123.

ZÁRÓGONDOLATOK

A tudományos kutatás – legyen az szakirodalomfeldolgozásra irányuló, illetve primer/szekunder adatgyűjtést alkalmazó jellegű – minden innovációs tevékenység alapjának, kiinduló mozzanatának tekinthető. Ebből következően, ha innovátorok nevelésében gondolkozunk, akkor a kutatóvá válást elősegítő intézkedéseket sem kerülhetjük el. A kutatóvá válás elősegítése pedig egyrészt a kutatás módszertani tudás átadását, de méginkább a kutatói attitűd, gondolkodásmód kialakítását jelentheti. Mindehhez hozzátartozik a kutatási eredmények közlésének lehetővé tétele, illetve gyakoroltatása is. A K+F Stúdió Kft. által megvalósított, a Nemzeti Tehetség Program, illetve a Miniszterelnökségi Hivatal által támogatott NTP-PKTF-20-0009 pályázati azonosítószámú projektben résztvevő hallgatók például nemzetközi konferenciákon, illetve tanulmánykötetben történő megjelenésen keresztül kaptak lehetőséget saját kutatásaik közzétételéhez.

E projekt tapasztalatai alapján a tudományos teljesítményekre (kutatásokra, konferencia előadásokra, publikációkra) ösztönző gazdagító jellegű tehetséggondozó program főbb tartalmi elemei lehetnek:

1. Érzékenyítés a kutatási tevékenység, karrier iránt. Cél: érdeklődés felkeltése, motiválás.
2. Tudományos publikációk olvastatása a résztvevőkkel. Cél: a tudományos ismeretterjesztő stílus konkrét műveken keresztül történő bemutatása, valamint tartalmi gazdagítás.
3. Közönség-jellegű részvétel biztosítása konferenciákon. Cél: a résztvevők ismerkedjenek a konferenciák légkörével, tapasztalatot és mintát szerezzenek arról, hogy egy konferenciaelőadásnak milyen tartalmi, formai szempontoknak kell megfelelni.
4. Kutatásmódszertani felkészítés. Cél: a résztvevő saját tudományterületére jellemző alapvető kutatási módszerek, kutatás tervezési eljárások ttekintése, felkészítés az önálló kutatásra.
5. Önálló kutatás. Cél: a résztvevők saját élményt szerezzenek az önálló kutatási tevékenység terén, illetve a kutatási eredmények alapján előkészíthessék saját konferencia előadásukat, publikációikat.

6. Előadó jellegű részvétel biztosítása konferenciákon. Cél: a résztvevők saját élményt szerezhessenek önálló konferencia előadásaikkal, a konferenciáról szóló igazolással gazdagítsák CV-jüket

7. Publikáció írása, megjelentetése. Cél: a résztvevők számára tapasztalat biztosítása a tudományos publikáció írásának és megjelentetésének terén, valamint a résztvevők publikációs jegyzékében szereplő tételek számának növelése.

8. Innovációs és vállalkozási lehetőségek átgondoltatása. Cél: innovációval és vállalkozásfejlesztéssel kapcsolatos szemléletformálás.

8. Mindezek mellett folyamatos mentori támogatás biztosítása. Cél: olyan tanácsadó biztosítása, akihez bizalommal fordulhat segítségért a résztvevő, ha bizonytalan valamelyik fenti tevékenység során.

Végül – a kötetben és a projektben szereplő Szerzők nevében is! – ismételten szeretnénk megköszönni a Nemzeti Tehetség Program, illetve a Miniszterelnökségi Hivatal NTP-PKTF-20-0009 pályázati azonosítószámú támogatását, ami lehetővé tette a kiadvány megjelenését.



MINISZTERELNÖKSÉG



Nemzeti
Tehetség Program

A Nemzeti Tehetség Program támogatásával
került megvalósításra a K+F Stúdió Kft.
„Innovációs Stúdium 2020/2021”
című tehetséggondozó programja.

A program célja: a résztvevők
érzékenyítése a tudományos kutatással,
innovációval kapcsolatban.

Jelen kiadványban a program során létrejött
produktumok találhatók.

A kiadvány támogatói

Pályázati azonosító: NTP-PKTF-20-0009



MINISZTERELNÖKSÉG



Nemzeti
Tehetség Program