

*Király Lajos*¹

A zene és az agyműködés kölcsönhatásai

Interactions between Music and Brain Function.

The purpose of this study was to investigate the effects of music on the brain, the nervous system, and mood. At the end of the 20th century, not only Neurotheology as a new border-science, but also tools like computed tomography, isotope methods and magnetic resonance imaging tools aided the understanding of brain functions. Listening to music involves the limbic system of the brain as well, because music is emotionally processed, and the entire brain is activated. The almond-sized and shaped part of the limbic system is the *amygdala*, the primary task of which is processing and expressing emotions. Several studies report that music can activate the core of the amygdala.

Music, sound and vibration create emotions in the hearer without particular intermediary hormonal agents, ligands and peptides. The research results of development psychology support the theory of brain plasticity: the music we hear affects our brain development. Cognitive and affective neurosciences have devoted great attention to the effects of music and singing on the brain and, keeping brain plasticity in mind, they have studied how instrument playing, singing or other musical activity changes the mechanism of certain areas of the brain.

Music is a tool in the hands of the facilitator, the pastoral counsellor or the minister by which he/she can gladden, energize, comfort or shake others. Therefore, however, we need to know the interactions of music and brain function.

Keywords: brain, music, plasticity, memory, feelings, auditive space.

Kivonat

Ez a tanulmány azt a célt tűzte ki, hogy vizsgálja a zenének az agyra, az idegrendszerre és az ember hangulatára gyakorolt hatását. A 20. század végén nemcsak a neuroteológia mint új határtudomány, hanem olyan eszközök is segítettek az agy működésének megértését, mint a komputertomográfia, az izotópos módszerek és a mágneses rezonancia képzőeszközök. A zenehallgatásba az agy limbikus rendszere is bekapcsolódik, mivel a zenét érzelmileg is feldolgozzuk, és ilyenkor az egész agy működésbe lép. A limbikus rendszer mandulanagyságú és -alakú része az *amygdala*,

¹ Doktorandus, BBTE Református Tanárképző Kar. kiralylajosdrs@gmail.com

melynek elsődleges feladata az érzelmek feldolgozása és kifejezése. Több kutatás számol be arról, hogy a zene aktiválhatja az amygdala-magvat.

A zene, a hang, a rezgés érzelmeket vált ki a hallgatóban különösebb közvetítő hormonális anyagok, ligandok és peptidek nélkül. A fejlődépszichológia kutatási eredményei alátámasztják az agy plaszticitásának az elméletét: a zene, amit hallunk, befolyásolja agyfejlődésünket. A kognitív és affektív idegtudományok nagy figyelmet szenteltek a zenének és éneklésnek az agyra gyakorolt hatásainak, és az agyi plaszticitást szem előtt tartva azt vizsgálták, hogy a hangszeres játék, az éneklés vagy más zenei tevékenység miként változtatja meg az agy bizonyos területeinek mechanizmusát.

A segítőnek, a lelkigondozónak, a lelkipásztornak a zene által olyan eszköz van a kezében, melynek segítségével felvidíthat, energizálhat, vizsgálhat vagy megrendíthet. Ehhez azonban ismernünk kell a zene és az agyműködés kölcsönhatásait.

Kulcsszavak: agy, zene, plaszticitás, memória, érzelem, auditív tér.

Tudományos kitekintés: a neuroteológia és az agy

A neuroteológia (*neurotheology*) mint új háttértudomány a 20. század végén jelentkezett, és specifikumát tekintve a tudományos kutatás viszonylag új szegmense. Jellege szerint a kutatók a neurológia és a teológia határmezsgyéjén jelölik ki az új tudományág helyét, amelynek tárgya a „vallásosság, a hívőség, a megtérés, a spiritualitás, a misztikum és a paranormalitás gyökerét neurológiai történésekre és folyamatokra történő visszavezetés”.² A neurológusok az emberi agy felépítését és működését vizsgálva arra a megállapításra jutottak, hogy az képes arra, hogy a hitet erősítse. Az agyban lévő limbikus rendszer, amely magába foglalja a hipotalamuszt, az amygdalát és a hippokampuszt, felelős ezért a funkcióért.³

A kutatásokat végző tudósok között kiemelkedett Carol Rausch Albright, lutheránus teológiai professzor, aki érdembeli orvosi, pszichológiai és neurológiai képesítéssel is rendelkezik, és aki főszerkesztője volt a kilencvenes években a *Zygon: Journal of Religion and Science* című tudományos folyóiratnak.⁴

² SZALAI András: *Neuroteológia – Isten az agyban?* http://www.site-44438mozifiles.com/files/44438/Neuroteologia_Isten_az_agyban.pdf (2017. január 8.)

³ René J. MULLER: *Are We Hardwired for God?* <http://www.psychiatrictimes.com/articles/neurotheology-are-we-hardwired-god> (2017. április 3.).

⁴ <http://www.zygonjournal.org/> (2017. február 4.).

Kezdetben a neuroteológia előszeretettel használta az agysejtek elektromos aktivitását mérő eszközt (EEG), később pedig a tomográfias képalkotó eljárás eredményeire támaszkodtak kutatásaik során, majd a komputertomográfia (CT), az izotópos módszerek (SPECT, PET) és a mágneses rezonancia képalkotáseszközeit részesítették előnyben (MRI, SMRI, FMRI).⁵ Mindezeknek a tudományos módszereknek köszönhetően egyre alaposabb betekintést nyerünk az agy és az idegrendszer működésébe. Előremutató eredményeket előlegezett meg az a konferencia, amelyet 2015. október 26–28. között szerveztek meg Gödöllőn *Országos Egyházzene-pedagógia Konferencia* címmel. A konferencia témajelölő címe sokat elárult a tudományos kérdésfelvetés-kutatás jellegéről: *Egyházzene-oktatás közelről. Mit, hogyan és miért?*⁶ Jelzésértékű a neuroteológia iránti érdeklődés irányában Freund Tamás akadémikusnak a konferencián elhangzott előadása, melynek címe: *Agyhullámok – tanulás – kreativitás: az információ-robbanás és a művészeti nevelés.*⁷ A professzor előadásában az egyházi zene hatásait vizsgálva a zene és az emberi agy működésének érintkezési felületeit vette górcső alá. A továbbiakban erről szeretnék értekezni, rámutatni a jelenség némely aspektusára.

A *cortex cerebri* (agykéreg) az agy lebenyeinek külső rétege, egy 3-4 mm vastag lemez, ami nagyjából szimmetrikus, és amelynek a felülete igen tekervényes. Közel 100 milliárd idegsejt alkotja, melyek komplex hálózatokat alkotnak a két nyúlványrendszerének köszönhetően: a *dendrif*a (befogadó) és a sokkal bonyolultabb nyúlványrendszerrel rendelkező *axon* (továbbító) segítségével. Ebben a rendszerben keletkeznek eredeti, új gondolataink, érzelmeink és motivációink. A *craniumban* (agykoponya) helyezkedik el az agy, amelynek súlya felnőttkorban 1200 gramm, és amelynek három fő része van: a *cerebrum* (nagyagy), a *cerebellum* (kisagy)⁸ és a *truncus cerebri* (agytörzs). Az utóbbi a nyak felső részének magasságában kezdődik, és az orrcsont közepéig tart. Ezt a részt a tudósok primitív agyterületeknek nevezik, melyek felelősek a velünk született reakciókért és az *ősi reflexek*ért, mint

⁵ EEG – Electroencephalography, CT – (vagy CAT) Computed [Axial] Tomography, SPECT – (vagy SPET) Single Photon Emission Computed Tomography, PET - Positron Emission Tomography, MRI - (Nuclear) Magnetic Resonance Imaging, SMRI - Specialist Magnetic Resonance Imaging, FMRI - Functional magnetic resonance imaging.

⁶ DÉRI Balázs (fel. szerk.): *Magyar Egyházzene II. Országos Egyházzene-pedagógiai Konferencia: Egyházzene-oktatás közelről. Mit, hogyan és miért?* In: *Magyar Egyházzene*, 23. évf., 2014/2015. 4. szám. 435–436.

⁷ FREUND Tamás: *Agyhullámok – tanulás – kreativitás: az információ-robbanás és a művészeti nevelés.* <https://www.youtube.com/watch?v=P9yMhWrp8yg> (2017. január 3.).

⁸ Michael GLEWSKI - a Los Angeles-i Cedars Sinai kórház orvosa a kisagyat „figyelmesen hallgató kis barátunk”-nak nevezi, hiszen itt alakulnak ki szokásaink, amelyeken változtathatunk. Christian BERNAARD: *50 Wege zu einem gesunden Herz*, ECON Ulstein List Verlag, München, 2000, 126.

például a csecsemőkorban jelentkező „Moro-, a tónusos labirintus- és a Landau reflexek”.⁹ A bonyolultabb mentális folyamatok, mint a gondolkodás, a képzeleti tevékenység és a tervezés, az önismeret, az empátia, az erkölcsösség és a döntéshozatal képessége a felső agyteületen történik.

A két agyféltekét összekötő *corpus callosum* (kérges test) idegrostköteg köti össze a két agyféltekét.¹⁰ Ennek bizonyos területei különféle agyi funkciók ellátását hivatottak szolgálni: a bal agyfélteke a logikus gondolkodásért felel, a mondatalkotásért, a koherens beszédért az időérzékelés, a literáris, a logikus és lingvisztikus beszédkontextusokban. Már a 19. században ismert tényként kezelték a tudósok azt a megállapítást, hogy a beszéd-készség, a nyelvi központ az agy bal féltekéjében lokalizált, annak halántéki és homloki régiójában. A jobb félteke holisztikus, intuitív és emocionális, az érzelmi élmények színtere, elsődleges funkciója pedig az érzelmi-emocionális élmények feldolgozása. Az agynak ez a területe képekben, személyes emlékekben és érzésekben gondolkodik. Illusztris példa erre az a katartikus zenei-emocionális élmény, amit a Mahler 3. szimfóniája¹¹ befejező részének a hallgatása idéz elő a zenét hallgatóban. Az emberi agy bal féltekéje a szövegre, míg a jobb a kontextusra összpontosít.¹² A szakemberek fontosnak tartják az érzelmi „ráhangolódást”,¹³ amely megteremti az összekapcsoltság élményét akkor, amikor krízis esetén a jobb agyfélteke érzelmi igényeit igyekszünk kielégíteni. Brenda Milner, kanadai neuropszichológus – szülei zenészek voltak – kutatásai során arra a következtetésre jutott, hogy a bal agyfélteke sérülése nem jár a zenei képességek csökkenésével, a jobb agyfélteke sérülése magával hozza a hangszín, a tonális memória traumáját, azaz károsodik a muzikális érzékelés.¹⁴ Ebből egyenesen arra következtetett, hogy a harmóniák érzékelése, a hangmagasság, a hangszín a jobb agyféltekéhez kapcsolható.

A társas és érzelmi intelligenciához elengedhetetlen az alsó agy egyensúlyban tartása, ami a felső agy, az empátia „otthonának” a feladatköre. Ez az érzelmi echilibritás a mentális egészség alapja.¹⁵ A tudósok egyre inkább arra a megállapításra jutottak, hogy az

⁹ ANTAL Zsuzsa: *Reflexek az alternatív képességfejlesztésben*. <http://www.europa-akademia.hu/downloads/06.pdf> (2016. december 19.).

¹⁰ Cindy SCHMIDLER: *Brain Anatomy and Function*. <https://www.healthpages.org/anatomy-function/brain-anatomy/> (2016. december 18.).

¹¹ Gustav MAHLER: *Symphony nr. 3*. 1893-1896, hét tételből álló szimfónia.

¹² Daniel J. SIEGEL – Tina Payne Bryson: *The Whole-Brain Child*. Robinson, London, 2012. 15–16.

¹³ FARKAS Johanna: *Érzelmi intelligencia fejlesztése a gyakorlatban*. In: Magyar Coachszemle, 3. évf., 2014. 1. szám. 25.

¹⁴ Chenje XIA: *Understanding the Human Brain: A Lifetime of Dedicated Pursuit*. Interview with Dr. Brenda Milner. In: McGill Journal of Medicine, 9. évf, 2006. 165–172.

¹⁵ SIEGEL–BRYSON: *The Whole-Brain Child*. 53.

empátia forrása a tükörneuron-rendszer, melynek aktivitását regisztrálni tudták a Los Angeles-i Kaliforniai Egyetem (UCLA) professzora, Dr. Itzhak Fried és mtsai.¹⁶ Az egyházi kazuáliáknál fontos szerepet kapnak a tükörneuronok (mint az önkéntelen, a tudattalan utánzási és rezonanciajelenségek).

Az ószövetségi szív (*léb*) az intellektuális és racionális működésért felelős rendszer, azaz olyan funkciókért, melyet az agynak tulajdonítunk (1Sám 25,37). Wolff szerint „*el kell kerülni azt a megtévesztő benyomást, mintha a bibliai embert inkább az érzelmei határoznák meg, mint az értelme*”.¹⁷ 5Móz 29,3 szerint a szemnek a látás, a fülnek a hallás, és a szívnek a megértés a feladata. A fül és a szív fogalmak gyakran jelennek meg egymás mellett az Ószövetségben: 5Móz 29,3; Ézs 6,10; Jer 11,8; Ez 3,10; Péld 2,2 stb., míg a *timhón lébáb* kifejezés a szellemi zavarodottságot jelenti (5Móz 28,28). De jelenti a „*kitörölhetetlen tudat maradandó emlékeztetőjét*”¹⁸ is (Jer 17,1), amikor valami tudatosodik bennünk. Amikor Dániel a szívében őrzi meg a szavakat, ez azt jelenti, hogy az ő emlékezetében. (Dán 7,28). A szív tehát a tudatosan élő ember központját jelenti, aki bölcsességre hivatott és Isten szavára figyelő.

Az agyban található az ún. *hüllőagy* (*reptilian complex*), mellyel ösztönös döntéseket hozunk, míg az *emlőség* a kapcsolatok kialakításában játszik fontos szerepet. Az agy bizonyos területei az erkölcsi, míg mások az emlékezéssel foglalkoznak, egyes része a racionális, mások irracionális, némelyik gondolkodik, más része pedig reagál. Az alsó területek az ösztönös, zsigeri reakciókkal foglalkoznak, míg a felső területek a gondolkodásért. Az agyunkat képesek vagyunk újraprogramozni, tehát működési módja nem kőbeírt valóság.¹⁹ A zenehallgatásba az agy limbikus rendszere is bekapcsolódik (mely az agy közepén helyezkedik el), mivel a zenét érzelmileg is feldolgozzuk. Tehát az egész agy működésbe lép, s ilyenkor olyan, mint egy szimfonikus zenekar.

A hallás és az agy

Tudományos szakkutatók – több esetet is megvizsgálva – arra a megállapításra jutottak, hogy azok az idős személyek, akik korábban zenészek voltak, szinte egyáltalán

¹⁶ WHEELER, Mark: *UCLA researchers makes first direct recording of mirror neurons in human brain.* <http://newsroom.ucla.edu/releases/ucla-researchers-make-first-direct-156503> (2016. december 21.)

¹⁷ Hans Walter WOLFF: *Antropologie des Alten Testaments.* Chr. Kaiser/Gütersloher Verlagshaus, Gütersloh, 1973. 78.

¹⁸ Uo.

¹⁹ SIEGEL–BRYSON: *The Whole-Brain Child.* 6–8.

nem igénylik idős korban²⁰ a hallókészülék használatát. Az audiológia az az orvosi tudományág, ami a hallás vizsgálatával foglalkozik, és amely a Weber- és a Rinne-próbával képes megállapítani az esetleges halláskárosodás mértékét, majd ennek az eredménynek a függvényében rendelik el – szükség szerint – a *hallásrehabilitációt*.²¹ A fül anatómiai szerkezetét tekintve három részből áll: a külső, a közép- és a belső fülből. Az utóbbiban, a *cochleában*²² található a *Corti-szerv*, egy speciális szőrsejtekből álló szerkezet, mely a folyadékvibrációt hivatott érzékelni. A vibráció aktiválja a szőrsejteket, és „a folyadékban mozgó szőrsejtek a mechanikai energiát elektromos energiává alakítják át, majd ezek impulzusok formájában az idegrendszeren keresztül az agyba jutnak.”²³ A *nervus vestibulocochlearis* a *nervus statoacusticus*szal²⁴ áll működési kapcsolatban, azaz a VIII. agyideggel. Így a hallás- és az egyensúlyközpont egyszerre kap ingereket, az időbeli és a térbeli együttes impulzusai egyszerre járnak át az idegrendszer és az agyat. Ennek a tudományos megállapításnak a megalapozására épül az ún. *Kokas-módszer*,²⁵ melynek lényege éppen a kreativitás mint a módszer, ahol a hangsúly a zenének és táncnak a csoportban való sajátos pszichikai kommunikációján van.²⁶ A csiga bejáratához, azaz az *ovális ablak*hoz közel eső szőrsejtek a magas, a csiga csúcsában levők pedig a mély hangokat érzékelik. Békésy György 1961-ben Nobel-díjat kapott a belső fül, a csiga ingerlésének fizikai mechanizmusával kapcsolatos felfedezéseiért. (A díjátadón hangzott el *A megfigyelés öröméről és a belső fül mechanikájáról* című előadása, melyben beszámol kutatási eredményeiről.²⁷)

Megkülönböztetett figyelmet igényel a limbikus rendszer mandulanagságú és -alakú része, az *amygdala*, melynek elsődleges feladata az érzelmek feldolgozása és kifejezése. A zene, a hang, a rezgés ugyanis érzelmeket vált ki a hallgatóban különösebb közvetítő

²⁰ Wiebke HOLLERSEN – Paula Leocadia PLEISS: *Warum Musik unserem Gehirn so guttut*.

<https://www.welt.de/gesundheit/psychologie/article153754027/Warum-Musik-unserem-Gehirn-so-guttut.html> (2016. december 27.)

²¹ Robert K. JACKLER – Michael J. JAPLAN: *Fül, orr és gégebetegségek*. In: Lawrence M. TIERNEY Jr. – Stephen J. MCPHEE – Maxine A. PAPADAKIS – Steven A. SCHROEDER (szerk.): *Korcszerű orvosi diagnosztika és terápia*. (Ford.: GERGELY Mária és MATOLTSYNE Horváth Ágnes) Melánia Kiadó, Budapest, 1993. 149.

²² A belső fülben található *cochlea* vagy *csiga*, mely csigaházszerű formájából ered. Központi része a *Corti-féle szerv*, mely a hangok érzékeléséért felelős.

²³ DESZPOT Gabriella: *Zene és kreativitás*. In: FALUS András (szerk.): *Zene és egészség*. Kossuth Kiadó, Budapest, 2016. 56.

²⁴ *Nervus vestibularis* – egyensúlyi ideg, *nervus cochlearis* – hallóideg.

²⁵ KOKAS Klára (1929–2010), zenepedagógus és zenepszichológus.

²⁶ DESZPOT Gabriella: *Zene és kreativitás*. 59.

²⁷ BÉKÉSSY György: *A megfigyelés öröméről és a belső fül mechanikájáról*. In: *Fizikai Szemle*, 49. évf., 1999. 10. szám. 376.

hormonális anyagok (ligantok, peptidek) nélkül.²⁸ Donald O. Hebb német származású, kanadai neuropszichológus szerint a limbikus rendszer sérülése maga után vonja az ember személyiségének a megváltozását.²⁹ Ez az a szerv agyunknak az a része, mely lehetővé teszi, hogy először cselekedjünk, aztán gondolkozzunk. Eséskor például, az agyterület automatikusan utasítja a kezünket, hogy védekezésésként azt előre tegyük. Az emberek vagy gyerekek *bekattanása* e terület a működésének köszönhető. Remek példa erre a gyász első fázisában lévő emberek megmagyarázhatatlan tettei (*sokkfázis*).³⁰ A lelkigondozó feladata, hogy az illetőt átsegítse az ilyen kríziseken, és kapcsolatot próbáljon teremteni agyának felsőbb területeivel. A stresszhormonok azonban képesek úgy elárasztani testünket, hogy egyetlen magasabb szintű agyrészünk sem működik. A legmegfelelőbb, ha gondoskodóak³¹ és vigasztalóak vagyunk, jelen vagyunk, akár szavak nélkül. Ilyen esetben jó módszer lehet a mozgás, illetve a zenehallgatás vagy egyszerre mindkettő. William Aubé és mtsai közös tanulmányukban azt is vizsgálták, hogy a zene hogyan aktiválhatja az amygdala-magvat.³²

Az agy plaszticitása és a zene

Az idegtudósok a *Together-Wire Together* kifejezést használják annak a tapasztalatnak a megerősítésére, amely az idegtudomány egyik nagy felfedezése, hogy az agy plasztikus. Az elmélet lényege, hogy az aktiválódott, tüzelő neuronok összekapcsolódnak más, akár passzív neuronokkal.³³ Vegyük a klasszikus példát, amikor magunk elé képzelünk egy olyan trombitaművészt, aki előtt valaki citromot nyaldos: a látvány és az asszociáció elindítja a nyáltermelést. Ugyanakkor az agy a jövőre vonatkozó várakozásokat is kialakítja. Amikor a négyéves leányom balettórára járt, a próbák után egy kis csokival vártam. Az óra végén a gyermeki agyban elindult a *várakozási folyamat* az édesség után, így az agy két idődimenzió eseményét kapcsolta össze: a múlt megélt és a jövő várt, előrevetített törénéseit.

²⁸ BAGDY Emőke: *Hogyan vált ki a zene érzelmeket?* https://www.youtube.com/watch?v=4EUVe_7XBQY (2017. május 21.)

²⁹ Bial HEIDER: *Contributions of Yale Neuroscience to Donald O. Hebb's Organization of Behavior*. In: *Yale Journal of Biology and Medicine*, 81. évf., 2008. 1. szám. 11–18.

³⁰ BODÓ Sára: *Gyászidőben. A gyászolók lelkigondozásának lehetőségei*. Kálvin Kiadó, Budapest, 2013. 82–83.

³¹ Samuel PFEIFER: *Pszichiátria és lelkigondozás*. (Ford.: Beluszky Tamás) Koinónia Kiadó, Budapest, 2000. 164.

³² William AUBÉ és mtsai: *Fear Across the Senses: Brain Responses to Music, Vocalizations and Facial Expressions*. In: *Social Cognitive Affective Neuroscience*, 10. évf., 2015. 3. szám. 399–407.

³³ SIEGEL–BRYSON: *The Whole-Brain Child*. 69.

A fejlődépszichológia kutatási eredményei is alátámasztják az agy plaszticitásának az elméletét: a zene, amit hallunk, befolyásolja agyfejlődésünket. Hyde és mtsai (2009) mágneses rezonancia-képalkotó segítségével két hatévesekből álló csoportot hasonlítottak össze zenei tevékenység előtt és után. A hallási észlelésben és a motoros funkciókban meghatározó kérgi területek plasztifikálódtak, azok szerkezete és funkciói megváltoztak. Azt is megfigyelték, hogy a fent már említett *corpus callosum* is jelentős változást mutatott. Kutatásuk eredményközlését azzal zárják, hogy vizsgálatuk bebizonyítja, hogy a zene a gyermeki agy strukturális plaszticitást idéz elő³⁴ egy olyan korban, mikor a kérgi területek kapcsoltsága jóval alacsonyabb, mint felnőttkorban.

Az agy teljes érettségét anatómiailag kb. húsz éves korban éri el. A vizsgálati eredmények azt bizonyítják, hogy az agyba továbbított információból 87% a szemem, 9% a fülön és 4% a többi érzékszerven keresztül érkezik.³⁵ Daniel J. Siegel szerint „*leginkább az agyunk határozza meg, hogy kik vagyunk és mit teszünk*”,³⁶ azaz nagyon fontos a zene és az agy kapcsolata, az, hogy milyen zenei ingerek érik az agyat. A *Music of the Brain* című dokumentumfilm szerint az agy szkennelése során kiderült, hogy az agyban nincs ún. „*zenei központ*”, ellenben egy sor agyi funkcióért felelős terület aktiválódik, hálózatokat alkotva egymással. A rádió vagy kedves zene hallgatása közben a halántéki lebeny egy része aktiválódik, ugyanakkor a középső halántéki tekervényen is van egy terület, amit egyre inkább össze tudunk kötni az ismerős dallam azonosításával. Vannak, akik ezt *zenedoboznak* hívják, s ha a dalt együtt énekeljük, akkor frontális területeket is aktiválunk, a halántéklebeny elülső területeit, melyek fontosak a memória működtetésében. Hangszeres játék esetén motorikus területek is bekapcsolódnak a folyamatba, ha pedig kottát olvasunk, az agy hátsó részének területei aktivizálódnak (a tarkótáji lebeny, mely fontos szerepet játszik a vizuális feldolgozásban). Kottaolvasáskor a fali lebeny egyes részei aktiválódnak, melyek a hangok térbeli viszonyait érzékeltetik. Nagy Gábor és Lovass Pál a narkotikum fogalmi tisztázásánál leírják, hogy annak bevétele után „*megváltozik az ember közérzete, ezzel együtt hangulata és gyakran magatartása is*”.³⁷ A kognitív és affektív idegtudományok³⁸ az elmúlt években nagy

³⁴ Krista L. HYDE – Jason LERCH – Andrea NORTON – Marie FORGEARD – Ellen WINNER – Alan C. EVANS – Gottfried SCHLAUG: *The Effects of Musical Training on Structural Brain Development: a Longitudinal Study. The Neurosciences and Music III: Disorders and Plasticity.* http://www.musicianbrain.com/papers/Hyde_MusicTraining_BrainPlasticity_nyas_04852.pdf (2017. január 4.)

³⁵ PEASE, Allan: *Body Language. How to Read Other's Thoughts by Their Gestures.* <http://www2.hcmuaf.edu.vn/data/ndthanh/Body%20Language.pdf> (2016. december 4.)

³⁶ SIEGEL–BRYSON: *The Whole-Brain Child.* 3.

³⁷ NAGY Gábor – LOVASS Pál: *A kábítószerek világa,* Medicina Kiadó, Budapest, 1985. 14.

³⁸ Kognitív: a megismerő folyamatokat kutató; affektív: az érzelmi és motivációs folyamatokkal foglalkozó idegtudomány területei.

figyelmet szenteltek a zenének és éneklésnek az agyra gyakorolt hatásainak, és az agyi plaszticitást szem előtt tartva azt vizsgálták, hogy a hangszeres játék, az éneklés vagy más zenei tevékenység miként változtatja meg az agy bizonyos területeinek mechanizmusát. Elgondolkodtató Csépe Valéria egyik alapfelvetése, miszerint a zenében a hangmagasság feldolgozása a fontosabb, és nagyobb agyi funkciókat igényel.³⁹ Nina Kraus és Dana L. Strait a zenei tréning hatását a komplex agytörzsi kiváltott válasz mérésével követték, és azt kívánták alátámasztani, hogy a kora gyermekkori zeneleckék kedvező hatással vannak az agyra és az olvasási, illetve hallási készségre.⁴⁰

Érdekes *A Music of the Brain* című dokumentumfilmben bemutatott tanulmány és kísérlete, mely egy idegrendszeri képpalkotó kísérletre támaszkodik: énekesekből és nem énekesekből álló csoport, egy nyelvi és egy zenei feladatot kap, miközben szkennelték az agyukat. Az eredmény meglepő volt, hiszen a vizsgált énekes alanyok bal agyféltekéjüket használták beszédre és a nyelvi feladatra, a nem énekesek azonban mindkét, a bal és a jobb agyféltekéjüket egyaránt használták az énekes feladatra. A területek hasonlóak voltak a két feladatban. A zenei szakemberek esetében sokkal kisebb volt a tapasztalt átfedés a zenei és a nyelvi hálózatok között, vagyis azok saját hálózatot fejlesztek ki a bal agyféltekéjükben. Ez azt bizonyítja, hogy lehetséges gyakorlással az egyedi hálózat kiépítése. Az agy minden esetben alkalmazkodik környezetéhez, és nagyon képlékeny viselkedést mutat.

Klasszikus tanítás az ideggyógyászatban, hogy olyan jellegű agyi károsodások esetén, amikor elvész a beszéd képessége, megmarad a zenei képesség szintje. Vissarion Jakovlevich Shebalin⁴¹ azáltal vált ismertté, hogy második stroke-ja után (1959),⁴² noha elvesztette beszélőképességét, csodálatos zeneműveket komponált.⁴³

A zene, a memória és a dallamsüketség kapcsolódási pontjai

Különleges élményt él át az ember, amikor a rádióban felcsendül egy ismerős dal, s ez az érzés ahhoz hasonlítható, mintha belépnénk egy időgépbe. Tudatunk működésbe lép, megidézzük és újra átéljük az elmúlt évek bizonyos emlékeit, eseményeit, egykor átélt

³⁹ CSÉPE Valéria: *Zene, agy és egészség*. In: FALUS András (szerk.): *Zene és egészség*. 29–31.

⁴⁰ Nina KRAUS – Dana L. STRAIT: *Emergence of biological markers of musicianship with school-based music instruction*, *Annals of the New York Academy of Science*. http://www.brainvolts.northwestern.edu/documents/Kraus_Strait_NYAS_2015.pdf (2017. január 4.)

⁴¹ SHEBALIN, Vissarion Yakovlevich (Виссарион Яковлевич Шебалин, 1902-1963), orosz zeneszerző

⁴² Mikhail SEGUELMAN: *Vissarion Shebalin. His Life and Work*. Le Chant du Monde, Moscow, 2005. 41–45.

⁴³ Vissarion Yakovlevich SHEBALIN: *String Quartet n° 9 in B minor, Op. 58* (1963). Compositeur soviétique, 1970.

létérzések árasztanak el, ugyanis a zene és a memória között erős kapcsolat áll fenn. Em-lékeinket előcsalogatja a zene, és az a képesség – mint gyógyítási lehetőség – kiválóan alkalmazható az időskori demenciában szenvedők „emlékeinek mobilizálásában és kezelésé-ben”.⁴⁴ Eick Kandel, a Kolumbiai egyetem neurobiológusa szerint a memória az, *akik va-gyunk*. A memória molekuláris biológiájának kutatásában úttörő kutató meglepő követ-keztetésre jutott: a memória a legprimitívebb élőlényekben is, akár csak az emberben – ugyanúgy működik.⁴⁵ Hongkongi kutatók a zenének a memóriára gyakorolt jótékony ha-tását állapították meg,⁴⁶ hiszen a zenészek, énekesek gyakran memóriájukra hagyatkoz-nak egy-egy énekív zenélésében vagy eléneklésében. Zatorre és Halpern kutatásaik során azt a korábbi feltételezést vizsgálták, hogy a muzikális neurális aktivitás előfordulhat hang hiányában is a hallókéregben. Példaként említették Beethovent és Smetanat, akik süket-ségük idején is képesek voltak csodálatos zeneműveket komponálni, bizonyára azért, mert képesek voltak felidézni belsőleg zenei képeket.⁴⁷ Ez a képalkotási képesség (*musical imagery*) a memóriának és a tapasztalat összjátékának is köszönhető. Daniel J. Siegel mít-osznak nevezi azt, hogy a memória olyan lenne, mint egy fiók, melyet iratszekrényként képzelünk el, s kihúzza valamelyik fiókját, pontosan fogunk emlékezni bizonyos esemé-nyekre. Szerinte az emlékezet lényege az asszociáció képessége és az a mód, „*ahogyan múlt-béli történéseink befolyásolják jelenünket*.”⁴⁸ Bizonyos tárgyak érzékelése eszünkbe juttat egy eseményt, egy létérzékelésünkkel kapcsolatos dolgot – legyen szó múltbeli vagy jövővel kapcsolatos témáról. A memória lényege maga az asszociáció és az arra való képesség, és ebben a konstellációban a zene asszociációfaktorként működhet.

Az idegtudomány megkülönböztet *implicit* (tudattalan) emlékezetet és *explicit* me-móriát. Willingham és Goedert-Eschman közös tanulmánya azt támasztja alá, hogy a mozgáskészség-feladatban, amikor megjelenik az explicit tudás, párhuzamosan megjelen-het az implicit is.⁴⁹ Az utóbbit fontosabbnak ítélem, mivel az már az anyaméhben, a szü-letés előtt elkezdi kialakulni. Amikor a feleségem várandós volt Rebeka nevű lányunkkal,

⁴⁴ CSÉPE Valéria: *Zene, agy és egészség*. 40.

⁴⁵ Dean HAMER – Peter COPELAND: *Génjeink*. (Ford.: Puskás László) Osiris Kiadó, Budapest, 2005. 192.

⁴⁶ Yim-Chi HO – Mei-Chun CHEUNG – Agnes S. CHAN: *Music Training Improves Verbal but Not Visual Memory: Cross-Sectional and Longitudinal Explorations in Children*. In: *Neuropsychology*, 17. évf., 2003. 3. szám. 439.

⁴⁷ Robert J. ZATORRE – Andrea R. HALPERN: *Mental Concerts: Musical Imagery and Auditory Cortex*. In: *Neuron*, 47. évf., 2005. 1. szám. 9–12.

⁴⁸ SIEGEL–BRYSON: *The Whole-Brain Child*. 67–68.

⁴⁹ Daniel B. WILLINGHAM – Kelly GOEDERT-ESHMANN: *The Relation Between Implicit and Explicit Learning: Evidence for Parallel Development*. In: *Psychological Science*, 10. évf., 1999. 6. szám. 531–534.

a 8. és 9. hónapokban gyakran hallgattattam vele Koncz Zsuzsa-számokat annak tudatában, hogy ebben a hónapban a hallórendszer eléggé kifejlődött ahhoz, hogy a hangokat adaptálja a méhfolyadékon keresztül. A szülés utáni héten három dalt játszottam le neki, de a Koncz-számra mintha éberebb lett volna. Ez bizonyára annak is köszönhető, hogy csak az implicit memória képződik az első tizennyolc hónapban. A gyermek zenei nevelése tehát már az anyaméhben elkezdődhet.

Az egyházközségekben vannak jó és rossz hallású (botfülü) gyülekezeti tagok. Platon beszélgetőtársa, Thraszümakhosz, a botfülü zenészt *értelmetlennek* tartotta, míg a jó zenészt *értelmesnek*.⁵⁰ A *Music of the Brain* című dokumentumfilmben nyilatkozó kutató szerint a botfülűség jelentése az, hogy valaki nem tud énekelni vagy dallamban maradni. Ennek oka talán abban keresendő, hogy korábban valaki azt mondta az illetőnek, hogy nem szép a hangja vagy nem énekel tisztán. Az is egy válaszlehetőségnek tűnik, hogy valami hiányzik az ilyen ember agyából, ami a zene megértéséhez szükséges. Nem hallják jól a zenét, ezért nem tudják jól reprodukálni vagy visszaadni a dallamot. Isabelle Peretz és mtsai a montreáli egyetemen sikeresen azonosították a veleszületett „*dallamsüketségnek*”⁵¹ nevezett szindrómát.⁵² A kutatók megfigyelték, hogy az ilyen szindrómában szenvedők jól teljesítenek Isabelle Peretz tesztjein, ezért arra következtetésre jutottak, hogy a vizsgált alanyoknak semmi bajuk az agyuk felfogási képességével. A kutatás azzal a következtetéssel zárult, hogy amennyiben a „botfülüek” támogatását biztosítják, úgy elindulhat számukra is a zenei felzárkóztatás. Igaz az is, hogy az agy bizonyos területeinek a sérülései egyes zenei képességek elvesztésével, amúziával járnak. Hámori a bal agyfélteke sérüléseit vizsgálva beszámol arról, hogy az ilyen jellegű károsodás nem feltétlenül befolyásolja a zenei képességeket. Maurice Ravelt hozza fel példaként, aki ötvenhét évesen egy balesetben balféltekés agysérülést szenvedett. Noha elveszítette beszédértését és elemzését, de zenei képességei megmaradtak.⁵³ Andrew Wilson-Dickson hivatkozik Oliver Sacks neurológusra, aki szerint a zene képes helyreállítani az elme funkcionális világosságát: „*Azt látjuk, hogy az a fejlődésben visszamaradott személy, aki nem képes egy négy-öt mozdulattól vagy folyamatból álló, meglehetősen egyszerű feladatot sem elvégezni, ha zenére dolgozik, tökéletesen meg tudja csinálni azt.*”⁵⁴

⁵⁰ PLATÓN: *Az állam*, 1. könyv. <http://mek.oszk.hu/03600/03629/03629.pdf>. (2017. augusztus 8.)

⁵¹ Botfülűség.

⁵² Che Guevera (1928–1967), orvos, politikus, gerillavezér, noha képzett családból jött, a zenében reménytelennek mutatkozott.

⁵³ HÁMORI József: *A zene és az agy*. In.: Falus András (szerk.): *Zene és egészség*. 22.

⁵⁴ Andrew WILSON-DICKSON: *The Story of Christian Music*. A Lion Book, Oxford–Batavia–Sydney, 1992. 10.

Az auditív tér mint a zene érzékelését determináló faktor

Hegel a következő megállapításra jutott a zene és láthatóság viszonyait kutatva:

„a hanggal a zene elhagyja a külső alaknak és szemléletes láthatóságának elemét, s ezért alkotásainak felfogásához egy másik szubjektív szervre is szüksége van, a hallásra, amely, mint a látás, nem a gyakorlati, hanem az elméleti érzékekhez tartozik, sőt még eszmeibb, mint a látás.”⁵⁵

A zenének, a hangnak tehát van egy látható tere, ahonnan elindul, de ugyanakkor egy látható térbe is érkezik.

Edward T. Hall hivatkozik A. S. Parkes és H. M. Bruce kutatásaira, akik az egerek viselkedését megfigyelve arra a következtetésre jutottak, hogy az egereknél szag hatására megszakadhat a vemhesség.⁵⁶ A szagérzékelés primitívebb érzet, mint a hallás érzékelése, mégis változásokat indíthatott el az állatban, de akár emberben is társíthat agyi asszociációkat. Az evolúció során az ember szaglószerve helyett a látása lett kifinomultabb, ezért fejlődhetett ki a tervezőképessége. Kiváló példa erre a vak ember esete, aki megtanul szelektíven figyelni, és a hangfrekvenciák magassága közötti különbségek segítségével képes megállapítani térben a tárgyak helyét a helyiségben. Összehasonlítva a szemet és a fület, az agyközpontokkal összekötő idegek erősségét, azt állapítja meg, hogy a látóideg közel tízennyolcszor több idegsejtből áll, mint a hallóideg. Egyszersmind a szem ezerszer hatékonyabb az információgyűjtésben, mint a fül. Az ember körülbelül hat-hét méteres körzetben mondható hatékony információgyűjtőnek, és harminc-harmincöt méteres távolságból folytatható egyirányú kommunikáció, de a kétirányú már korlátozott. 0°C-os hőmérsékleten, a tengerszintnek megfelelő magasságban a hanghullámok 332 m/s sebességgel terjednek, és az 50-15.000 hertzes frekvenciatartományban hallhatók. Az auditív tér méretei meghatározhatják az emberi teljesítőképességet is. Ezt a megállapítást alátámasztja J. W. Black fonetikus tanulmánya,⁵⁷ mely szerint az emberek lassabban olvasnak nagyméretű termekben, ahol a rezonancia ideje is hosszabb.

A templomok, irodák és gyűléstermek nem csökkentik a zavaró akusztikai hatásokat, ugyanis egy gyűlésterem forgalmas közúti szomszédságában a beszűrődő zajokat a

⁵⁵ G. W. Friedrich HEGEL: *Esztétikai előadások*. III. kötet. (Ford. Szemere Samu) Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. 102.

⁵⁶ Edward T. HALL: *The Hidden Dimension*. Anchor Books Editions, Doubleday, New York, 1966. 32–33. Az ilyenfajta hatásokat *feromonális hatásoknak* nevezik. A külső elválasztó mirigyeket pedig exokrin mirigyeknek nevezzük, mely összekötő erő is lehet. Park és Bruce az exokrinológia (*exocrinology*) szóval új kifejezést alkottak.

⁵⁷ John W. BLACK: *The Effect of Room Characteristics upon Vocal Intensity and Rate*. In: *Journal of Acoustical Society of America*, 22. évf., 1950, 2. szám. 174–176.

kemény falak és a csupasz parkett rezonanciája felerősítheti. Nem is sejtjük, hogy nem az Igét hirdető vagy az előadást tartó lelkész vagy tanár a hibás azért, hogy előadása vagy prédikációja unalmas és érthetetlen, hanem maga a környezet, az auditív tér. A katedrálisok gyakran színhelyei koncerteknek, részben a vizuális, részben pedig az akusztikai tér minősége okán. Jelentős különbség figyelhető meg a kultúrák között a vizuális térben megjelent információk kiszűrésében. A japánok például a vizuális érzékelést differenciáltan szabályozó eljárásokat részesítik előnyben, amikor az akusztikai hatások kiszűrését papírfalakra bízzák, míg a nyugat-európai ember vastag falakkal és ajtókkal szűri ki a nem kívánatos hanghatásokat, és az a célja ezzel, hogy a külvilág zaját kizárja.⁵⁸

Összefoglalva tehát elmondhatjuk, hogy a zene a memóriára is jótékony hatással van, és a muzikális neurális aktivitás előfordulhat hang hiányában is a hallókéregben. A zene, amit hallunk, befolyásolja agyfejlődésünket, aktiválhatja az amygdala-magvat, át- és összehangolja a bal és a jobb agyfélteke funkcióit. Ugyanakkor nemcsak az agyi funkciók különböző területeit kapcsolja össze és szinkronizálja, hanem az embereket is, így erősítve a közösséget, és megakadályozhatja az elmagányosodást és a közösségből való izolálódást.

Felhasznált irodalom

- ANTAL Zsuzsa: *Reflexek az alternatív képességfejlesztésben*. <http://www.europa-akademia.hu/downloads/06.pdf> (2016. december 19.)
- AUBÉ, William és mtsai: *Fear Across the Senses: Brain Responses to Music, Vocalizations and Facial Expressions*. In: *Social Cognitive Affective Neuroscience*, 10. évf., 2015. 3. szám. 399–407.
- BAGDY Emőke: *Hogyan vált ki a zene érzelmeket?* https://www.youtube.com/watch?v=4EUVe_7XBQY (2017. május 21.)
- BERNAARD, Christian: *50 Wege zu einem gesunden Herz*. ECON Ulstein List Verlag, München, 2000.
- BÉKÉSSY György: *A megfigyelés örömről és a belső fül mechanikájáról*. In: *Fizikai Szemle*, 49. évf., 1999. 10. szám. 376.
- BLACK, John W.: *The Effect of Room Characteristics upon Vocal Intensity and Rate*. In: *Journal of Acoustical Society of America*, 22. évf., 1950. 2. szám. 174–176.
- BODÓ Sára: *Gyászidőben. A gyászolók lelkipondozásának lehetőségei*, Kálvin Kiadó, Budapest, 2013.
- CSÉPE Valéria: *Zene, agy és egészség*. In: Falus András (szerk.): *Zene és egészség*. Kossuth Kiadó, Budapest, 2016. 26–42.

⁵⁸ Edward T. Hall: *The Hidden Dimension*. 45.

- DESZPOT Gabriella: *Zene és kreativitás*. In: Falus András (szerk.): *Zene és egészség*. Kossuth Kiadó, Budapest, 2016. 54–75.
- DÉRI Balázs (fel. szerk.): *Magyar Egyházzene II. Országos Egyházzene-pedagógiai Konferencia: Egyházzene-oktatás közéről. Mit, hogyan és miért?* In: *Magyar Egyházzene*, 23. évf., 2014/2015. 4. szám. 435–436.
- FARKAS Johanna: *Érzelmi intelligencia fejlesztése a gyakorlatban*. In: *Magyar Coachszemle*, 3. évf., 2014. 1. szám. 24–30.
- FREUND Tamás: *Agyhullámok – tanulás – kreativitás: az információ-robbanás és a művészi nevelés*. <https://www.youtube.com/watch?v=P9yMhWrp8yg> (2017. január 3.)
- HEGEL, G. W. Friedrich: *Esztétikai előadások*. III. kötet. (Ford. Szemere Samu) Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. 102–168.
- HEIDER, Bial: *Contributions of Yale Neuroscience to Donald O. Hebb's Organization of Behavior*. In: *Yale Journal of Biology and Medicine*, 81. évf., 2008. 1. szám. 11–18.
- Hall, Edward T.: *The Hidden Dimension*. Anchor Books Editions, Doubleday, New York, 1966.
- Hamer, Dean – Copeland, Peter: *Génjeink*. (Ford.: Puskás László) Osiris Kiadó, Budapest, 2005.
- HÁMORI József: *A zene és az agy*. In: Falus András (szerk.): *Zene és egészség*. Kossuth Kiadó, Budapest, 2016. 21–25.
- HOLLERSEN, Wiebke – PLEISS, Paula Leocadia: *Warum Musik unserem Gehirn so guttut*. <https://www.welt.de/gesundheit/psychologie/article153754027/Warum-Musik-unserem-Gehirn-so-guttut.html> (2016. december 27.)
- HO, Yim-Chi – CHEUNG, Mei-Chun – CHAN, Agnes S.: *Music Training Improves Verbal but Not Visual Memory: Cross-Sectional and Longitudinal Explorations in Children*. In: *Neuropsychology*, 17. évf., 2003. 3. szám. 439–450.
- HYDE, Krista L. – LERCH, Jason – NORTON, Andrea – FORGEARD, Marie – WINNER, Ellen – EVANS, Alan C. – SCHLAUG, Gottfried: *The Effects of Musical Training on Structural Brain Development: a Longitudinal Study, The Neurosciences and Music III: Disorders and Plasticity*. http://www.musicianbrain.com/papers/Hyde_Music_Training_BrainPlasticity_nyas_04852.pdf (2017. január 4.)
- JACKLER, Robert K. – JAPLAN, Michael J.: *Fül, orr és gégebetegségek*. In: TIERNEY Jr, Lawrence M. – MCPHEE, Stephen J. – PAPADAKIS, Maxine A. – SCHROEDER, Steven A. (szerk.): *Korszerű orvosi diagnosztika és terápia*. (Ford.: Gergely Mária és Matoltsyné Horváth Ágnes) Melánia Kiadó, Budapest, 1993. 149–153.
- KRAUS, Nina – STRAIT, Dana L.: *Emergence of Biological Markers of Musicianship with School-based Music Instruction, Annals of the New York Academy of Science*. http://www.brainvolts.northwestern.edu/documents/Kraus_Strait_NYAS_2015.pdf (2017. január 4.).

- MAHLER, Gustav: *Symphony nr. 3*. 1893-1896, hét tételből álló szimfónia.
- MULLER, René J.: *Are We Hardwired for God?* <http://www.psychiatrictimes.com/articles/neurotheology-are-we-hardwired-god> (2017. április 3.).
- NAGY Gábor – LOVASS Pál: *A kábítószeresek világa*. Medicina Kiadó, Budapest, 1985.
- PEASE, Allan: *Body Language. How to Read Other's Thoughts by Their Gestures*. <http://www2.hcmuaf.edu.vn/data/ndthanh/Body%20Language.pdf> (2016. december 4.)
- PFEIFER, Samuel: *Pszichiátria és lelkigondozás*. (Ford.: Beluszky Tamás) Koinónia Kiadó, Budapest, 2000.
- PLATÓN: *Az állam*. 1. könyv. <http://mek.oszk.hu/03600/03629/03629.pdf>. (2017. augusztus 8.)
- SCHMIDLER, Cindy: *Brain Anatomy and Function*. <https://www.healthpages.org/anatomy-function/brain-anatomy/> (2016. december 18.)
- SEGUELMAN, Mikhail: *Vissarion Shebalin. His Life and Work*. Le Chant du Monde, Moscow, 2005.
- SHEBALIN, Vissarion Yakovlevich: *String Quartet n° 9 in B minor, Op. 58 (1963)*. Compositeur soviétique, 1970.
- SIEGEL, Daniel J. – BRYSON, Tina Payne: *The Whole-Brain Child*. Robinson, London, 2012.
- SZALAI András: *Neuroteológia – Isten az agyban?* http://www.site-44438mozifiles.com/files/44438/Neuroteologia_Isten_az_agyban.pdf (2017. január 8.)
- WHEELER, Mark: *UCLA Researchers Makes First Direct Recording of Mirror Neurons in Human Brain*. <http://newsroom.ucla.edu/releases/ucla-researchers-make-first-direct-156503> (2016. december 21.)
- WILLINGHAM, Daniel B. – GOEDERT-ESHMANN, Kelly: *The Relation Between Implicit and Explicit Learning: Evidence for Parallel Development*. In: *Psychological Science*, 10. évf., 1999. 6. szám. 531–534.
- WOLFF, Hans Walter: *Antropologie des Alten Testaments*. Chr. Kaiser/Gütersloher Verlagshaus, Gütersloh, 1973. 78.
- WILSON-DICKSON, Andrew: *The Story of Christian Music*. A Lion Book, Oxford–Batavia–Sydney, 1992.
- ZATORRE, Robert J. – HALPERN, Andrea R.: *Mental Concerts: Musical Imagery and Auditory Cortex*. In: *Neuron*, 47. évf., 2005. 1. szám. 9–12.
- XIA, Chenje: *Understanding the Human Brain: A Lifetime of Dedicated Pursuit. Interview with Dr. Brenda Milner*. In: *McGill Journal of Medicine*, 9. évf., 2006. 165–172.