

A ZENE ÉS AZ AGY: A MODERN KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK EREDMÉNYEI

Nagyon nehéz feladat a zene fogalmát pontosan meghatározni, de ha a legáltalánosabb tulajdonságai felől közelítjük meg, akkor nyilvánvaló, hogy a hangok rendszerének, egymásutánosságának, ritmusának fontos szerepe van már az állatvilágban is. Így nem meglepő, hogy az ember fejlődésének már nagyon korai szakaszában régészeti bizonyítékaink vannak egyszerű hangszerek létezéséről. Ezek az állatok csöves csontjaiból készült furulyaszerű eszközök számos helyen kerültek elő és a kutatók azt is megkockáztatják, hogy kidolgozottságuk magasabb szintű, mint az adott korban használt vadászeszközöké.

Mivel a zene alapját a hangok, rezgések képezik nyilvánvaló az, hogy ezek a hallórendszeren keresztül érik el agyunkat és a bejutó információt az idegrendszer dolgozza fel. Viszonylag sok és korrekt ismeretünk van arról, hogy a hallójáratba bejutó rezgések frekvencia (hangmagasság) szerinti elkülönítése, alapszintű feldolgozása miként történik, de az igazán izgalmas kérdés az, hogy ilyenkor milyen folyamatok játszódnak le az agyunkban, hol válnak ezek az egyedi hangok esetenként nagyon mély és egyéni érzelmeket kiváltó zenévé.

A neuroanatómia és neurofiziológia módszerei segítségével már korábban számos olyan agyterületet azonosítottak, melyeknek szerepe lehet a zene feldolgozásának rendkívül bonyolult folyamatában. Az is közismert, hogy az emberrel kapcsolatos ismereteink nagy része különböző agysérülések után megfigyelhető funkciókiesések, viselkedésben történő változások megfigyelése alapján történt. Már ezek az észlelések is egyértelműen mutatták, hogy a hangingerek közvetlen feldolgozásában szerepet játszó területeken kívül (pl. elsődleges, másodlagos hallókéreg) számos, gyakran elég távoli agyi régió is aktivizálódhat. Ezek közül kiemelt jelentőségű a halántéki lebenyben található un. planum temporale, de sok adat utal arra, hogy a zene érzékelésében és tudati feldolgozásában a két agyfélteke közötti kommunikáció is jelentős. Ez az oka annak, hogy ezt az összeköttetést biztosító pályarendszer a corpus callosum (kérgestest) kiemelt figyelmet kap az ilyen jellegű vizsgálatokban.

A technika fejlődésével az utóbbi évtizedekben az orvostudomány és a kísérletező kutatók számos olyan módszer birtokába jutottak, melyek lehetővé teszik az élő emberen (vagy kísérleti állaton) történő vizsgálatokat is. Ilyen például az elektroenkefalogram (EEG), ami az idegsejtek működése során keletkező elektromos jeleket tudja kimutatni és mérni, de rendkívül

fontosak és hasznosak az agy szerkezetét vizualizáló un. nem-invazív módszerek is.

Ezek közé tartozik a komputer tomográfia (CT), a mágneses magrezonancia (MRI), ennek egyik speciális változata a funkcionális MRI (fMRI), ill. a pozitron emissziós tomográfia (PET). Nem kívánok azzal foglalkozni, hogy ez utóbbiak működési elvét részletesen ismertessem, a lényegük az, hogy ezek segítségével egyre jobb térbeli felbontással azonosítani lehet az agynak azt a területeit, amelyek valamilyen működés során aktivizálódnak. Az így nyert információk rendkívül hasznosak abból a szempontból, hogy agyunk működését megértsük.

Jelen előadásomban néhány, ezeknek a módszereknek segítségével kapott és a szakfolyóiratokban publikált érdekes eredményt szeretnék bemutatni.

A kérgestest (corpus callosum) mérete és a zenei képzés összefüggése

Schlaug és munkatársai azt vizsgálták, hogy a hangszeres zenei képzés milyen, morfológiai módszerekkel kimutatható változásokat indukál a zenészek agyában. Abból indultak ki, hogy az aktív zenélés központi idegrendszerünk több területének koordinált együttműködését igényli, hiszen a kottaolvasás, a hangszereken való játszás és a produkált hangok észlelése és ellenőrzése vizuális, motoros és hallási agyterületeket aktivál. Természetesen ehhez kapcsolódik még a memória és a zene által kiváltott érzelmek megélése is. Más vizsgálatok már igazolták, hogy az emberi agy sok szempontból asszimmetrikus és a magas szintű idegi működéshez elengedhetetlen a két félteke kommunikációja, ezt döntő részben az agyfeleket összekötő nagyszámú idegrostból álló köteg a kérgestest biztosítja. Ennek keresztmetszete arányosnak tekinthető a benne futó rostok számával és a munkacsoport nagyszámú mintán történt méréssel hasonlított össze zenei képzésben nem részesült ill. aktív zenészek agyának ezt a területét. (1. sz. ábra)

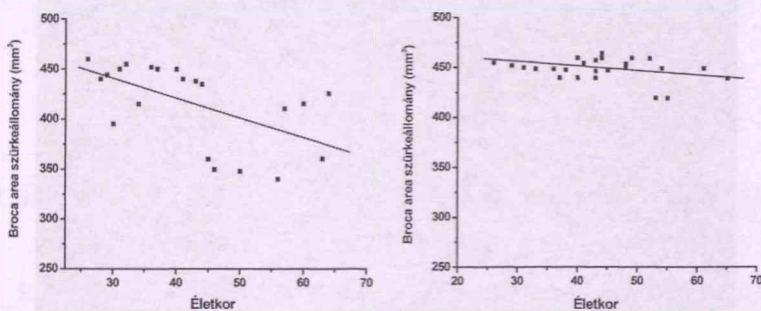
	Kérgestest keresztmetszete (elülső rész) cm ²
Nem zenészek (kontrol):	344 ± 48
Zenei tanulmányokat folytatók:	371 ± 46*
Tanulmányok kezdete: 7 éves kor előtt:	384 ± 42*
Tanulmányok kezdete: 7 éves kor után:	340 ± 43

1. ábra. A kérgestest keresztmetszete zenei tanulmányokat folytató és kontrol emberekben. (Schlaug, 2001 nyomán)

A szerző szignifikánsabb nagyobb keresztmetszeteket talált a zenei tanulmányokat folytató emberek esetében. Különösen figyelemreméltó, hogy az aktív zenetanulás kezdete igen fontos tényező, hiszen a korai gyermekkorban (7 éves kor előtt) elkezdett foglalkozás bizonyul ilyen szempontból hatékonynak.

A Broca area szürkeállományának vizsgálata különböző életkorú aktív zenekari tagok esetében.

Sluming és munkatársai non-invazív módszerekkel tanulmányozták különböző agyterületeken a szürkeállomány vastagságát filharmonikus zenekari tagoknál. Valamennyi résztvevő jobbkezes férfi volt és kontrolként szintén jobbkezes, de aktívan nem zenélő férfiak esetében kapott eredményeket használtak. Zenekarban játszó muzsikusok esetében a kotta olvasása, a hangszer megszólaltatása, valamint a megszólaltatott hangok folyamatos figyelése számos agyterület egymással összefüggő aktivitását feltételezi és korábbi adatok azt mutatták, hogy ebben az un. Broca area fontos szerepet játszik. A szerző által kapott eredmények is ezt mutatták, mert ennek a területnek a szürkeállománya a kontrol csoporthoz képest a muzsikusok esetében vastagabb volt, de még érdekesebb az a megfigyelés, amit a korfüggő változások esetében tapasztaltak (2. ábra)



2. ábra. A Broca area szürkeállományának vastagsága különböző korú zenekari muzsikusok és kontrol férfiak esetében. (Sluming, 2002 nyomán)

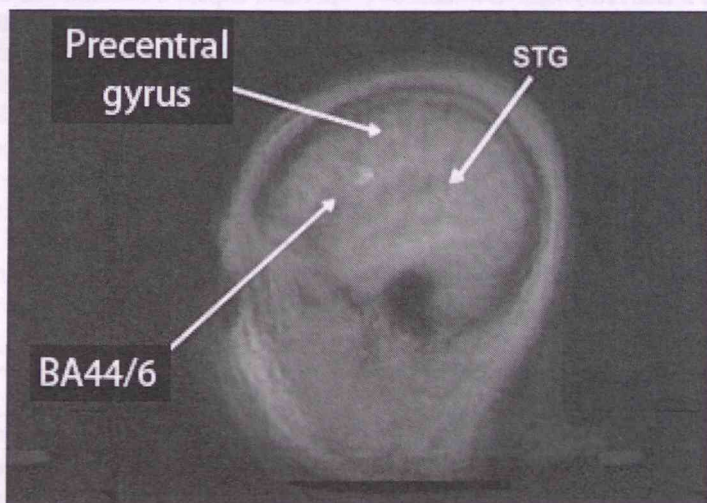
A vizsgálatokban résztvevők kora 25 és 65 év között volt és az eredmények azt mutatják, hogy a Broca area szürkeállományának vastagsága kis mértékben ugyan, de a kor előrehaladtával csökken. Ez a természetes öre-

gedés velejárója, ugyanakkor rendkívül figyelemreméltó az, hogy ezt a változás aktív zenekari muzsikusknál elhanyagolható, ezt mutatja az adatokhoz matematikai módszerrel illesztett egyenes. A szerzők következtetése az, hogy a mindennapos gyakorlás és koncertezés egy olyan, a feldolgozandó ingerekben gazdag környezetet jelent, ami plasztikusabbá teszi az agyat és lassíthatja a korfüggő változásokat.

Az előképzettség szerepe a zene agyi feldolgozásában

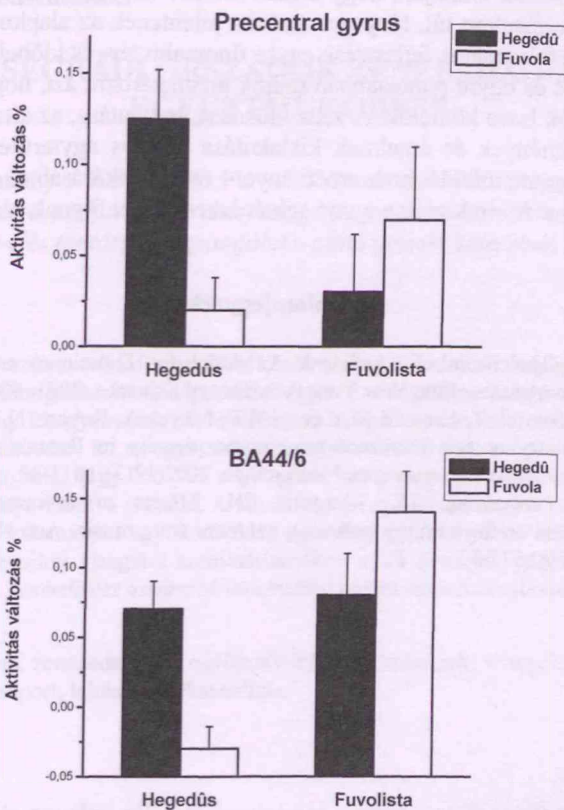
Közhelyszámba menő az a megállapítás, hogy bár a zenei hangok természetesen meghatározott rezgésszámmal jellemezhetőek, de a zenei élmény teljességéhez hozzátartozik a különböző hangszerek, (vagy emberi énekhang) felhangjainak sokasága, gazdagsága. Érdekes módon a zenét hallgató ember zenei előképzettsége is befolyásolja az élmény agyi feldolgozását, ezt Wong és munkacsoportjának vizsgálatai világosan mutatják.

Az álatuk végzett kísérletben egy Bach partitát két különböző hangszeren (hegedű és fuvola) játszottak el és eközben fMRI módszerrel követték a hallgatóságban ülő hegedűsök és fuvolisták agyi tevékenységét. (3. ábra)



3. ábra. fMRI módszer zenehallgatás közben számos agyterület aktivizálódását mutatja. Ebben a síkban a nyíllal jelölt és anatómiailag azonosítható foltok intenzitásának változása jelzi az aktivitás mértékét.

(Wong és mtsi., 2009 nyomán)



4. ábra. A precentralis gyrus és a BA 44/8 agyterület aktivitása ugyanazon zenemű más hangszereken történő meghallgatása során.

Ezeket az eredményeket áttekintve feltűnő, hogy a zenei feldolgozásban érintett agyterületek aktivitása jelentősen megnövekedett, ha a résztvevők a zenét „saját” hangszerük előadásában hallgatták, míg ez a változás lényegesen kisebb volt ha más hangszereken szólalt meg. A szerzők az adatok értékelésekor a tanulás jelentőségét hangsúlyozzák, véleményük szerint a zene hallgatása és aktív művelése során a különböző agyterületekben létrejövő plassztikus változások később fontos szerepet játszanak a hangingerekből kialakuló zenei élmény kialakításában.

A fenti példák mutatják, hogy a nem-invazív képalkotó eljárások a klinikai alkalmazásokon túl, lényeges áttörést jelentenek az alap kutatásban is. A műszerek folyamatos fejlesztése egyre finomabb tér- és időbeli felbontást tesz lehetővé és egyre pontosabban tudjuk meghatározni azt, hogy az egyes agyi funkciók hova köthetők. A zene előadása, hallgatása, az általa kiváltott reakciók, élmények és érzelmek kialakulása számos agyterület rendkívül bonyolult együttműködésének eredménye – ennek feltárásában és megértésében ezen módszerek még nagyon sok érdekes adatot fognak szolgáltatni.

Irodalomjegyzék

- Schlaug, G. The Brain of Musicians A Model for Functional and Structural Adaptation *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2001; 930:281-99.
- Sluming V, Barrick T, Howard M, Cezayirli E, Mayes A, Roberts N. Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *Neuroimage*. 2002;17(3):1613-22.
- Wong PC, Perrachione TK, Margulis EH. Effects of asymmetric cultural experiences on the auditory pathway: evidence from music. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1169:157-63.