

A muzikális majom

A zene szeretetének evolúciós háttare

Scheuring István

Tudományos tanácsadó, az MTA doktora

MTA ÖK Evolúció tudományi Intézet, Evolúciós rendszerek kutatócsoport

MTA-ELTE Elméleti biológiai és evolúciós ökológiai kutatócsoport



Engedtessék meg, hogy zenepárti legyek, mert a zene sokkal többet elmond a világról, mint a többi művészet; olyan dimenziókat fejez ki, ahova a szavak nem jutnak el. A lélek állapotait fejezi ki, félelmet, féltékenységet, szorongást, örömet, lelkesedést.

(Fischer Ádám interjú <https://fidelio.hu/klasszikus/fischer-adam-a-segitsegnyujtas-nem-lehet-buncselekmeny-138682.html>)

A Föld bármely pontján is születik egy gyermek, az biztos, hogy egész kicsi korától kezdve körül fogja venni a zene. Bármilyen környezetben is válik felnőtté, a zene nagy eséllyel fontos örömforrás lesz számára. Az ének, zene és a tánc szeretete egyetemes emberi tulajdonság. Az elmúlt évtizedek kutatásai alapján nagyon valószínű, hogy a zene iránti vonzalmunk az emberi

evolúció eredménye. Hogy pontosan milyen előnyt is jelent(ett) a zenei fogékonyság, azt megtudjuk a cikkből. Annyi előzetesen elárulható, hogy több megalapozott magyarázat is van.

Hírünk a világegyetemben

1977-ben a NASA útnak indította a Voyager 1 és 2 űrszondákat a világűrbe. Elhaladtak a Jupiter és a Szaturnusz mellett, majd 2012-ben elhagyták a Naprendszert, és azóta is folyamatosan, úgy 60000 km/óra sebességgel távolodnak tőlünk. A küldetésük célja innentől kezdve, hogy hírt adjanak rólunk emberekről egy távoli talán létező civilizáció számára. Ezért a Voyager program szondán egy arany bevonatú rézlemezt helyeztek el, melyen több mint 100 képet, számos hangfelvételt és 27 zenei részletet rögzítettek (1. ábra). A lemezen az emberi kultúra sokszínűségét érzékeltető hallható például Johann Sebastian Bach 3. hegedű partitúrája, a Navaho indiánok éjszakai dala vagy Chuck Berrytől a Johnny B. Good.

Képzeld el, hogy valamelyik lemez egyszer tényleg egy távoli civilizáció kezébe kerül. Nézegetik a képeken az embereket és az állatokat, hallgatják az üdvözlőket tucatnyi nyelven, és hallgatni fogják a zenétet. Vajon meg tudják-e majd fejteni, hogy a zene mire való itt a Földön?



1. ábra. A bal oldali ábrán a lemez egyik oldala látható, a jobb oldali ábra a lemez borítóját mutatja. A felső két sor a lemez lejátszásának módját mutatja be. Ugyanennek az ábrának a jobb alsó sarkában lévő rajz a hidrogén atom két legalacsonyabb energiaállapotát szemlélteti. Az állapotok közötti átmenethez szükséges idő az időegység, ami a lemez lejátszásának a sebességét határozza meg. Bal oldalon alul 14 pulzár iránya látszik a Napból. A képek forrása: https://en.wikipedia.org/wiki/Voyager_Golden_Record

Tény, hogy nincs a Földön olyan kultúra, mely ne ismerné, ne művelné és ne rajongana a zenéért. Az éneklés, a zenélés és a zene szeretete általános emberi tulajdonság. De vajon miért? Lehetséges, hogy a zenélésnek és a zene élvezetének mély biológiai gyökerei vannak? Lehetséges, hogy a zene és az ének szorosan összekapcsolódik az ember evolúciójával? Jelen írás ezekre a kérdésekre keresi a választ.

Előny vagy melléktermék

Mivel a zene minden kultúra szerves része, a jelenségre kell legyen valami egyetemes magyarázat. Ami örömet okoz, azt szívesen csináljuk, és amit szívesen csinálunk, az legtöbbször a túlélésben vagy

a szaporodásban segít minket, hiszen éppen ezért okoz örömet. Az egyik valószínű magyarázat alapfeltevése, hogy a zene és a hozzá kapcsolódó mozgás (tánc) valamilyen módon növeli vagy régen növelte a rátermettséget. Így a természetes szelekció támogatja vagy támogatta a zenei fogékonyság növekedését. A másik hipotézis alap gondolata, hogy a zenei fogékonyság csupán a nyelvi készség mellékterméke. Azaz egy olyan tulajdonságról van szó, melynek nincs közvetlen előnye, sőt akár hátrányos is lehet, csupán szükségszerű velejárója egy előnyös tulajdonságnak.

A szakemberek természetesen adatokra, megfigyelésekre és kísérletekre alapozzák magyarázó hipotéziseiket. Azonban, ahogy oly sokszor történik, ebben az esetben is két nagyon eltérő magyarázattal van dolgunk. Ennek oka egyrészt az, hogy az evolúcióbiológia egy történeti tudomány, ráadásul igen régi és sokszor kevés nyomot maga után hagyó történetet akarunk megérteni, másrészt egyes tények fontossága és értelmezése is eltérő lehet. De nézzük, mit is mondanak a tények, és ennek alapján jelen ismereteink szerint melyik hipotézis tűnik a valószínűbbnek!

Beszéd és zene

Az emberi nyelv, a beszéd egymástól elkülöníthető hangok sorozatát használja. Képesek vagyunk nagyon sokféle hang előállítására, valamint agyunk meg is tudja különböztetni ezeket a hangokat. Minden nyelv rendelkezik egy szabályrendszerrel, amit anyanyelv esetén automatikusan megtanulunk és alkalmazunk. Tehát a beszédhez, ami kétségtelenül a *Homo sapiens* hatalmas evolúciós vívmánya, szükséges, hogy az agyunk érdeklődéssel forduljon a hangmintázatok felé, és felismerje azokat. Ám a zene megértéséhez is pontosan erre van szükség, hiszen az is hangmintázatok rendszere, sajátos szabályrendszerrel. Ráadásul a beszéd és a zene feldolgozása sok esetben azonos agyi területeken zajlik. Ennek alapján vetette fel Steven Pinker, a Harvard egyetem evolúciós pszichológusa, hogy a zenei készség csupán a nyelvi készség mellékterméke. Pinker szerint az agyunk a beszédhez alkalmazkodott, és ezzel együtt jár, hogy a zenei hangok felé is érdeklődéssel fordul, felismeri és élvezi a szabályszerűségeket, mintázatokot.

Nem elképzelhetetlen, hogy Pinker elképzelésében van igazság, ám az biztos, hogy nem szolgál teljesen kielégítő magyarázattal. Bár a nyelv és a zene feldolgozása az agy hasonló területein történik, nem pontosan ugyanott és ugyanúgy megy végbe. Kicsit leegyszerűsítve: a nyelv feldolgozása inkább a bal agyféltekében, a zenei feldolgozás pedig inkább a jobb agyféltekében van. Sokszor igaz, hogy egy agyi sérülés, például a Broca mezőben egyszerre okozza a nyelvi szintaxis (ragozás, intonáció, mondatszerkesztés) és a zenei szintaxis (konszonáns és diszszonáns hangpárok, hangnem felismerése) zavarát. Ám legalább ugyanilyen gyakran történik, hogy a nyelvi és a zenei ingerek értelmezésének és képzésének zavara egymástól függetlenül jelentkezik. Különösen érdekes, ám a melléktermék hipotézissel nehezen magyarázható, hogy vannak olyan emberek, akik semmilyen érdeklődést nem mutatnak a zene iránt. Bár a jelenség ritka, talán néhány olvasó magára is ismer, vagy van ilyen ismerőse, barátja. Míg a legtöbbször erős érzelmekkel reagál ismerős és számára fontos zenékre, ezekben az amuzikális emberekben nem jelentkeznek érzelmi reakciók a zene hallatán, annak ellenére, hogy tökéletesen felismerik a zenei összefüggéseket. Ám beszédképességük és intelligenciájuk teljesen átlagos vagy akár kiugróan magas is lehet. Tehát a zene iránti fogékonyság egy nagyon jól elkülöníthető tulajdonsága az agynak, és nincs szoros kapcsolatban a beszéddel.

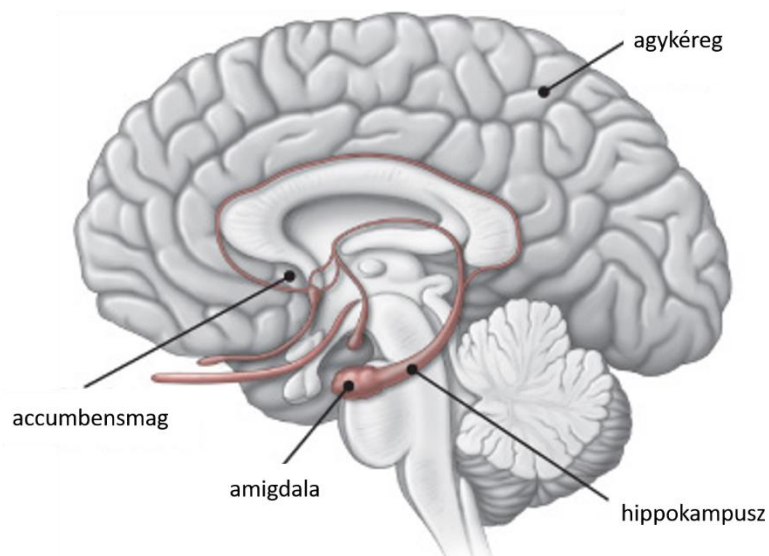
Pinker további érve, hogy mivel a nyelvi készségre egyértelmű szelekció hatott, az emberek ebben a tekintetben nagyon kis mértékben különböznek egymástól. A zenei készségben viszont sokkal nagyobb különbségek tapasztalhatók, jelezve ezzel is, hogy nincs szelekciós előtörténete. Valóban, a nyugati fejlett civilizációban nagyok a különbségek az emberek zenei készségében: az egyik gyerekeknek énekelnek otthon, a másik csak popzenét hallgat, a harmadik zenét tanul 5 éves kora óta.

De vajon egy vadászó gyűjtögető csoportban, ahol őseink is éltek, igaz-e ez? Ott mindenki énekel, zenél és táncol kicsi gyerekkorától kezdve élete végéig. Kétlem, hogy ott nagyok lennének a különbségek a zenei fogékonyság tekintetében. Ezt egyébként Kodály Zoltán egyértelműen bebizonyította: a zenei készség mindenkinél jelentősen fejleszthető, különösen gyerekkorban. Ugyanez igaz persze a beszédre is, csak a beszédet minden gyerek gyakorolja.

Míg a beszéddel elsősorban információkat osztunk meg egymással, addig a zene elsősorban érzelmeket közvetít. Ebből a kézenfekvő megfigyelésből indulnak ki azok, akik szerint a zene szeretete az érzelmekkel és a társas kötődéssel van kapcsolatban.

Zene és társas kötődés

A zene felpörget, megindít, beszippant, megvigasztal, elvarázsol, egy teljesen más tudati állapotba visz. Azaz a zene nagyon erősen tud hatni az agyunkra. Hogy kedvenc zenénk hallgatása közben mi történik az agyunkban, arról információt az fMRI (funkcionális mágneses rezonancia) vizsgálatokkal szerezhetünk. Ahol nagyobb az idegi aktivitás, ott a vérellátás is megnövekszik, és ezt teszi láthatóvá az fMRI. Zenehallgatáskor rengeteg agyi terület működik közre, így a limbikus rendszer is, mely az ingerek érzelmi feldolgozását végzi. Nem olyan meglepő, hogy az agy úgynevezett örömközpontja, az accumbensmag is aktiválódik ilyenkor, és nagy mennyiségben termeli az „örömhormonokat” (elsősorban dopamint és oxitocint). Ami sokkal érdekesebb, hogy a zene élvezete közben a hippokampusz egy olyan része is aktívvá válik, ami nem minden örömet okozó ingernél figyelhető meg.



2. ábra A zene érzelmi feldolgozásának legfontosabb agyi központjai: az accumbensmag, a hippokampusz és az egész folyamatot összefogó amigdala. Természetesen a zene megértésében rengeteg agykérgi terület is részt vesz, de ezt nem részleteztük.

Ugyanis a zene élvezetekor, vagy ha az anya szoptatja a csecsemőjét, ha egy szerelmespár ölelkezik, vagy akár ha barátok egy kellemes beszélgetésben vesznek részt, akkor az öröm érzete az accumbensmag aktivációja mellett a hippokampusz oxitocintermelésével és megkötésével társul. Rengeteg kísérlet igazolja, hogy az emlősöknél az oxitocin az agy legfontosabb „társas hormonja”. Megalapozott tehát azt feltételezni, hogy a zene élvezete kapcsolatban van a társas kötődéssel. A fentiek alapján ezért a zene szeretete valószínűleg azért fejlődött ki, mert vagy az anya-gyerek vagy a

csoport tagjai közötti kapcsolat vagy a párkapcsolat erősítését segítette. Nézzük meg sorban, hogy milyen érvek is sorakoztathatók fel e három elképzelés mellett!

Zene és az anya gyermek kapcsolat

Kutatások igazolják, hogy a gyerekek már 4-6 hónapos korukban meg tudják különböztetni a konsonáns hangpárokat (a frekvenciák úgy aránylanak egymáshoz, mint kis egész számok) a disszonáns hangpároktól (a frekvenciák úgy aránylanak egymáshoz, mint nagy egész számok). Fél évesen már ritmusra mozognak, és ezzel együtt felismerik az anyanyelvük ritmusát is. Két és fél évesen már jól követik a dobolt vagy tapsolt ritmust. Érdekes, hogy a gyerekek ritmuskövetése határozottan jobb, ha a ritmust egy másik személy hozza létre, és nem hangszóróról hallják. Ebből arra következtethetünk, hogy a zenében a társas kapcsolatok már a korai gyerekkorban fontos szerepet töltenek be. Szintén kultúrafüggetlen jelenség, hogy az 5-6 évesek elkezdnek saját dalokat előállítani, és ezek nagyon hasonló zenei motívumokból építkeznek.

Az anya oldaláról vizsgálva a kérdést legelőször az tűnhet fel, hogy szintén teljesen kultúrafüggetlenül, minden anya az úgynevezett dajka nyelven beszél a csecsemőjével. Ez az, amit hétköznapi nyelven inkább gügyögésnek hívunk: az anya magasabb hangon és sokkal dallamosabban beszél, ismétli a mondatokat. A dajkanyelv olyan, mintha az a beszéd és az ének keveréke lenne. Érdekes az is, hogy minden kultúrában megtalálhatók az altató dalok. Könnyen felismerhető, kivétel nélkül lassú tempójú, ereszkedő dallamú énekek.

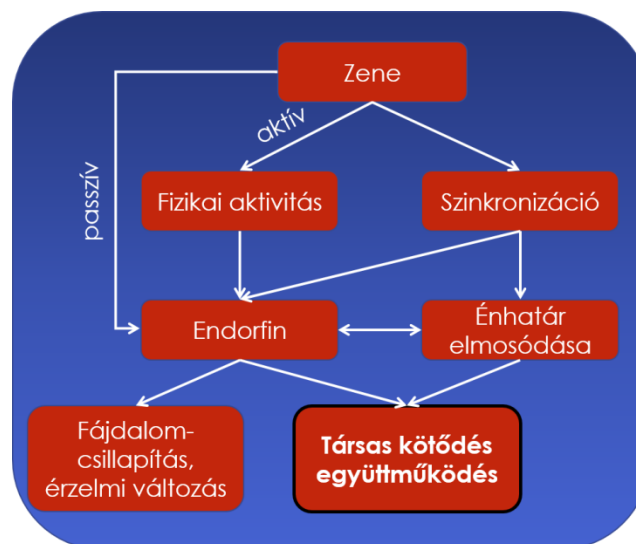
Ezért sokan gondolják, hogy a zene ősi funkciója a gyerek (és az anya) megnyugtató és az anya és a gyerek közötti egymásra hangolódás megerősítése volt. Ősanyáink gyűjtögetés közben énekkel tartották a kapcsolatot a hátukra kötött vagy a közelben játszadozó kisgyermekükkel (3. ábra).



3. ábra Khoisan anya gyermekével. (A Khoisan egy dél-afrikai vadászó-gyűjtögető életmódot folytató nép.) a kép forrása: <https://bglh-marketplace.com/2015/08/10-beautiful-images-of-the-san-people-of-southern-africa-from-whom-all-modern-humans-descended/>

Zene és a csoport működése

Nem kétséges, hogy az anyák énekelnek a gyerekeiknek a világ minden pontján. De az emberek jellemzően nagyobb csoportokban is énekelnek, zenélnek, táncolnak. A zene és az együttes mozgás élettani hatásainak ismeretében Bronwyn Tarr és munkatársai néhány éve átfogó elképzelést alkottak arról, hogy a zene milyen hatásokon keresztül alakítja a zenélő csoport viselkedését (4. ábra). Ahogy azt korábban már hangsúlyoztuk, a számunkra kedves zenék örömhormonokat termelnek az agyban. Ezek az endorfinok termelődnek bármilyen fizikai aktivitás hatására is. Aki szokott futni vagy bármit intenzívebben sportolni, az tudja, hogy a mozgás után milyen jó hangulatban van az ember. A zenélés is egy ilyen fizikai aktivitás, ami az örömhormonok képződését fokozza. A zenéléssel járó és együttes mozgás hatására a résztvevők énhatára elmosódik. Ezt az érzést az agyunkban lévő úgynevezett tükörneuronok működésbe lépése okozza. A tükörneuronok akcióba lépnek, ha valamilyen mozgássorozatot hajtunk végre, ám ugyanezek a tükörneuronok aktiválódnak akkor is, ha látjuk az adott mozgássorozatot. Így ugyanazt éljük át, ha mások mozgását látjuk, mint amikor magunk hajtjuk végre azt. (Többek között ezért is nézik emberek milliárdjai a sportot a TV-ben.) Ezzel a módszerrel a tükörneuronok hatalmas segítséget jelentenek új mozgásformák megtanulásakor.



4. ábra. A zene hatása a társas kötődésre és együttműködésre. A zene több csatornán keresztül is olyan hatásokat fejt ki az agyban, ami sajátos érzelmi állapotba hoz, és erősíti a társas kötődést és az együttműködési hajlamot. (Az ábra Tarr és mtsai 2014 cikke alapján)

Érdekes következménye a tükörneuronok működésének, hogy ha az emberek szinkronizáltan mozognak, akkor az énhatárok elmosódnak. Tudom, hogy ez a megállapítás hihetetlennek hangzik, ám több kísérlet is igazolja, hogy igaz. A szinkronizált mozgás maga is endorfinokat termel az agyban, és ahogy korábban láttuk, ezek a hormonok a társas kötődést, elfogadást is segítik. Szintén számos kísérlet igazolja, hogy mind a szinkronizált mozgás, mind önmagában az oxitocin megnövekedett szintje növeli az együttműködési készséget az embereknél. Tehát összességében a zene több útvonalon haladva olyan hatásokat fejt ki az agyunkra, melyek segítik a társas együttműködést.

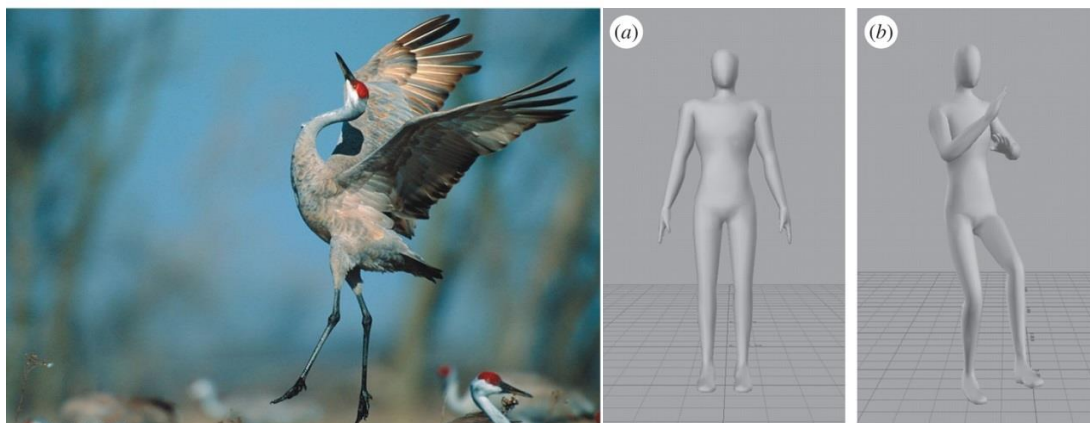
De vajon miért volt az együttműködés olyan fontos elődeink túlélésében? Az ember 150-200 ezer éves evolúciójának döntő részét kis csoportokban töltötte. A gyűjtögetés, de főleg a vadászat sikere nagyon változó volt. Rendszeres éhezés, nélkülözés várt volna mindenkire, kivéve, ha a csoport tagjai kölcsönösen kisegítették egymást a nehezebb időszakokban. Továbbá a csoportok éles versenyben,

néha harcban álltak a környező embercsoportokkal is. Tehát azok a csoportok, melyek tagjai hatékonyabban működtek együtt, előnyt élveztek a kevésbé együttműködő csoportokkal szemben. Ez a folyamat vezetett oda, hogy az ember a kooperációra rendkívül fogékony társas lény lett. (Részletesebben lásd Scheuring 2007 Természet Világa).

Zene, tánc és a párválasztás

Ahogy korábban felvetettük, lehet, hogy a párkapcsolati kötődésben vagy esetleg a párválasztásban volt a zenének kitüntetett szerepe. Hogy a zene és a tánc miért hozza közel egymáshoz az embereket, azt éppen az előző fejezetben láttuk. Nem lehet véletlen azonban, hogy a zene és a tánc iránti fogékonyság olyan hirtelen erősödik fel a kamaszkorban. Lehet, hogy a muzikalitás és tánctudás fontos információkat szolgáltat a lehetséges partnerről, azaz segíti a párválasztást?

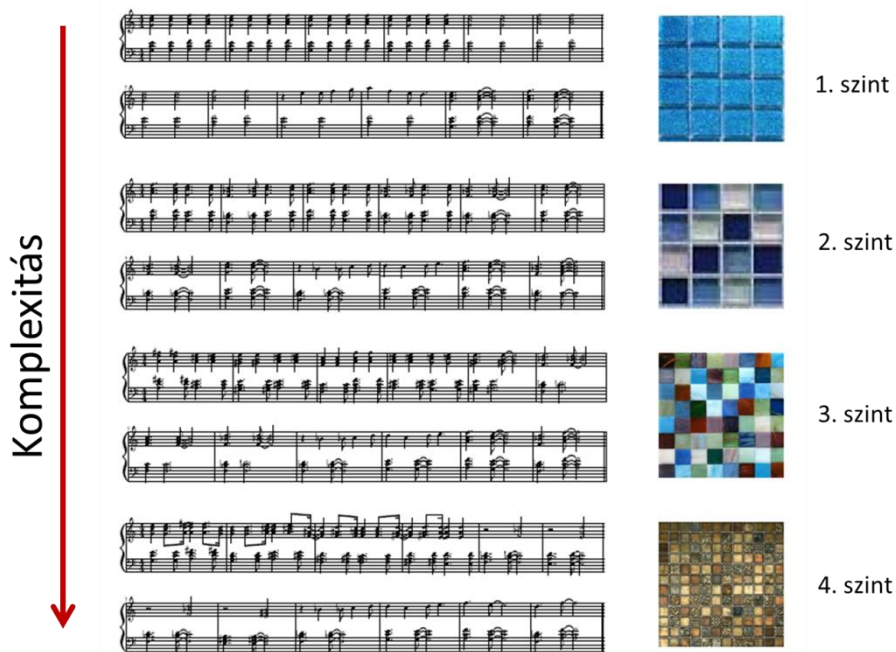
Köztudott, hogy a hím madarak éneke vagy násztánca is informálja a nőtényt a hím egészségi állapotáról, erőnlétéről. A nőtények választását nagyban befolyásolja az ének vagy a tánc összetettsége és intenzitása. Ugye, a kedves Olvasónak is eszébe jut erről a legényes tánc? Szól a talpalávaló, a fiúk egyesével vagy csoportban figurázzák a táncot, a lányok meg körben állva csujogatnak, s közben figyelik a táncosokat. Vajon mi az, amit így tesztelni tudnak a lányok? A kérdésre választ keresve egy brit és német szakemberekből álló kutatócsoport 16 férfi táncost arra kért, hogy ugyanarra a ritmusra táncoljanak (5. ábra). Hogy a külső megjelenésből fakadó különbségeket megszüntessék, a táncosok mozgását számítógép segítségével személytelen avatarok mozgásává alakították át.



5. ábra. A kanadai daru hímjének násztánca (balra) és a táncoló avatarok (jobbra). (a) avatar tánc előtt (b) tánc közben.

Ezután nőknek kellett vonzerő szerint pontozni a táncosokat. Az elemzések alapján a nők az intenzívebben mozgó, fejüket, térdüket aktívan használó táncosokat preferálták. Nem meglepő, ugye? Az sokkal érdekesebb, hogy azt is ki lehet mutatni, hogy a preferáltabb táncosok magasabb tesztoszteron szinttel rendelkeznek, azaz férfiasabbak. Mi több az is kiderült, hogy a hölgyeknek jobban tetsző táncos avatarok mögött elfogadóbb, megbízhatóbb férfiak vannak. Szóval meglepően sok, a párkapcsolat és gyereknevelés szempontjából fontos információt össze tudnak gyűjteni a nők a férfiak táncából. Jó, de mi van a férfiakkal, ők mire figyelnek a tánc közben? Bár a kérdést nem vizsgálták nagyon részletesen, annyi látszik, hogy a férfiak leginkább a termékenységgel összefüggő jegyekre figyelnek. A nőknek sokkal körültekintőbben kell párt választani, hiszen sokkal többet fektetnek az utódokba. Ezért alakította a természetes szelekció őket ilyen alapos megfigyelőkké.

Az ember származása és a nemi kiválasztás című könyvében maga Darwin is fölvetette, hogy a madarénekhez hasonlóan az embernél a zenei készségnek a párválasztásban lehet fontos szerepe. Benjamin D Charlton ezen a nyomon haladva a közelmúltban azt vizsgálta meg, hogy a nők vajon jobban vonzódnak-e a fejlettebb művészi készségekkel rendelkező férfiakhoz. A kísérletben egy egyszerű zenei kompozíciót, és hasonlóan nem túl fantáziadús absztrakt képet alakított több lépésben egyre bonyolultabbá (6 ábra). A kísérletben fiatal, nem terhes és nem szoptató nők vettek részt. Első lépésként kimutatta, hogy a kísérleti alanyok elsöprő arányban valóban komplexebbnek ítélik a komplexebbnek szánt zenei és vizuális alkotásokat. Ezt követően, más kísérleti alanyok véletlenszerűen kiválasztott két különböző zenei mintát hallottak, és azt az információt kapták, hogy ezeket a zenei részeket velük hasonló korú férfiak alkották. Ennek alapján kellett arra válaszolniuk, hogy a két „zeneszerző” közül kit választanának tartós vagy alkalmi párkapcsolatra. Majd ugyanezt az eljárást végrehajtották a képekkel is, csak ugye ott „festők” voltak férfiak, akik közül választani kellett. Az eredmény elég meglepő. A komplexebb zenét szerző férfiak csak a ciklusuk közepén lévő, fogamzásgátlót nem szedő nők számára voltak vonzóbbak, a többieknek nem számított, hogy a lehetséges partner mennyire jó zenészerző. Ráadásul ez az éppen fogamzóképes csoport is csak alkalmi partnerként választotta szívesebben a komplexebb zenét szerzőket. Ezzel szemben a jobban „festő” férfiakat a nők semmilyen módon nem részesítették előnyben, függetlenül attól, hogy éppen a választás időpontjában éppen fogamzóképesek voltak vagy sem.



6. Ábra A kísérletben alkalmazott zenei alkotások kottái és a hozzájuk tartozó képek. A minták komplexitása fentről lefele növekszik, miközben mind a mintákat az 1. szinten szereplő alapmintázatból képezték. (Charlton 2014 ábrája alapján). A lejátszott hangminták letölthetők innen: <https://royalsocietypublishing.org/doi/suppl/10.1098/rspb.2014.0403>

Egy, az előzőhöz némileg hasonló kísérletben egy svéd kutatócsoport azt vizsgálta, hogy a vonzó megjelenés mellett a hangszeres virtuozitás, improvizációs készség mennyire számít a párválasztásban. Kiderült, hogy a nők szívesen választanak hosszú távú kapcsolatra jobb, fantáziadúsabb zenészeket, és általában az intelligenciával hozzák ezt a képességet összefüggésbe. A férfiaknál a fentiek alapján, nem meglepő módon, a zenész szexuálisan vonzó megjelenése volt a

legfontosabb szempont. E két kísérlet eredményei alapján úgy tűnik, hogy a férfiak zenei készsége valóban kitüntetett szerepet játszik a nők választásában, míg a férfiak sokkal kevésbé figyelnek a nők ilyen jellegű képességére.

Összegzés

A zene, ének és a tánc minden emberi kultúra része. Fogékonyságunk a zenére és a táncra univerzális emberi tulajdonságunk. Nem kizárt, hogy ez a vonzódás csupán a beszédképességünk mellékterméke, ám a cikkben bemutatott érvek alapján sokkal valószínűbbnek tartom, hogy a zene szeretete a természetes szelekció eredménye az embernél és elsősorban a társas egymásra hangolódást szolgálta és szolgálja ma is.

Könnyen elképzelhető, hogy a beszédet és az éneket az evolúció során megelőzte egy olyan kommunikációs forma, mely kezdetlegesen mind a két szerepet betöltötte. Információátadásra szolgált, és segítette az egymásra hangolódást is. Később ez a két funkció egyre hatékonyabban működött, és ezzel együtt egyre jobban elvált egymástól. Erre az evolúciós útra utal, hogy a beszéd és az ének feldolgozása nagyon hasonló területeken megy végbe, ám a zene inkább jobb, a beszéd inkább bal agyféltekés aktivitást mutat.

Lehetséges, hogy a az ének és a zenélés legősibb szerepe az anya és a gyermek vagy a párkapcsolat erősítése volt, de véleményem szerint még valószínűbb, hogy a csoport együttműködési hajlamát növelte. Az egész emberi evolúciót áttekintve nyilvánvaló, hogy különleges utat jártunk be. A csoportos életmód és a csoportok közötti versengés okozta, hogy a csoporttagok közötti együttműködés és a kommunikáció hatalmas előnyt jelentett. Ebben a folyamatban segített a zenén keresztül az egymásra hangolódás. Kedves Olvasó, javaslom, hogy ennek örömeire daloljon egy jót barátaival, szeretteivel, vagy menjen el egy jó koncertre, és élvezze a zenét társaságban!

Irodalomjegyzék

Darwin, C. *The descent of man and selection in relation to sex*. London: John Murray, 1871. (Magyarul: Darwin, C. *Az ember származása és a nemi kiválasztás*, Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvénytársulat, 1925)

Charlton, B. D. Menstrual cycle phase alters women's sexual preferences for composers of more complex music *Proc. Roy. Soc. B.* 281:20140403 2014

Fitch, WT. The biology and evolution of music: A comparative perspective. *Cognition* 2006, 100: 173-215

Madison, G., Holmquist, J. and Vestin, M. Musical improvisation skill in a prospective partner is associated with mate value and preferences, consistent with sexual selection and parental investment theory: Implications for the origin of music. *Evolution and Human Behavior*, 2018, 39: 120-129.

McDemmot, J. The evolution of music. *Nature* 2008, 453: 287-288

Neave, N. McCarty, K., Freynik, J., Caplan, N., Hönekopp, J. and Fink, B. Male dance moves that catch a woman's eye. *Biology Letters* 2011, 7: 221-224

Scheuring I. Az önzetlen lény: az emberi együttműködés evolúciója. *Természet Világa* 2007. 138: 338-342

Tarr, B. Launay, J, Dunbar, R. I. M. Music and social bonding: “self-other” merging and neurohormonal mechanisms *Frontiers in Psychology* 2014 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01096>

Trehub S.E. The developmental origins of musicality. *Nature Neuroscience* 200,3 6:669-73.

Fitch, W. T. The biology and evolution of music: A comparative perspective. *Cognition*, 2006, 100: 173–215

A cikk megírásában a szerzőt az OTKA K128289-es számú és a GINOP 2.3.2-15-2016-0057 pályázata támogatta