

Sport és egészségnevelés

Sportszakmai tanulmány-, és szakcikkgyűjtemény

László Ferenc Sporttudományi Kutatóműhely, VI. kötet

Szeged, 2019.

HOGYAN HAT A ZENE SZERVEZETÜNKRE – AVAGY A LEGÁLIS TELJESÍTMÉNYFOKOZÁS LEHETŐSÉGE?

Varga Ildikó¹ - Hézsóné Böröcz Andrea² - Petrovszki Zita³

¹ Szegedi Tudományegyetem Egészségtudományi és Szociálisképzési Kar;

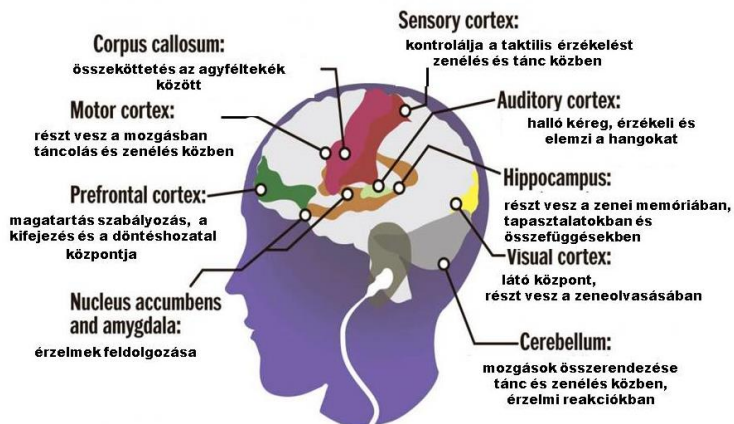
*^{2,3} Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar
Testnevelési és Sporttudományi Intézet*

1. Bevezetés

A zene ősidők óta az emberi társadalommal együtt létezik, általánosan elterjedt, a civilizáció minden részén fellelhető, nem ismeretes olyan kultúra, ahol hiányozna. Életünk része, mely különlegesen kivételes hatást gyakorolhat az arra fogékonyakra. A zene átélése, a valódi összekapcsolódás az ütemmel, a hangokkal sokkal több érzelmet vált ki belőlünk, mint azoknál, akik csak passzivitást mutatnak zenehallgatás közben. A zenének számos közösségteremtő, egyéniség formáló hatása feltételezett. A zene egyfajta szociális tevékenység is lehet, amikor többen hallgatják egyszerre, vagy akár közösen éneklük is a dalokat, ezáltal hozzájárulnak az összetartozás élményének elmélyítéséhez. A zeneszó szervezetünkre kifejtett hatása több tényezőtől is függ: mint például a zenei műfaj, a hangmagasság, a ritmus, a hangszerek és természetesen a hallgató személy érzékenysége, felfogóképessége, temperamentuma vagy zenei kultúrája. A különbözőképpen preferált zenei stílusirányzattól függően a muzsika befolyásolhat mentális aktivitásokat, mint az érzelem, hangulat, motiváció, pszichomotoros tempó és a gondolkodás (Whitehead-Pleaux és mtsai, 2007). Korábbi tanulmányok adatai utalnak arra, hogy a zene a szomatikus funkciók élettani paramétereit (vérnyomás, szívritmus, perifériás vérkeringés, légzés) képes megváltoztatni (Bernardi és mtsai, 2009; Salimpoor és mtsai, 2011; Janka, 2019).

2. A zene feldolgozása az agyi struktúrákban

Feltételezhető, hogy a zenei feldolgozáshoz szükséges rendszer átfedést mutat más, komplex auditív információ (pl. beszéd) feldolgozásához kapcsolódó műveletekkel. A modern képalkotó eljárások fejlődésének köszönhetően a medicinális és idegtudományi kutatások szerint úgy tűnik, hogy nincs egy bizonyos zenei központ az agyban, hanem a zene alkotóelemeitől (dallam, ritmus) függően erős hálózati összeköttetéssel több agyterület vesz részt a zene feldolgozásában (1. ábra). Elsősorban a felső halántéki területek (elsődleges, másodlagos, harmadlagos hallókéreg), illetve a homlok- és fali lebeny, a limbicus rendszer és a cerebellum részei (Janka, 2019).



1. ábra: A zene feldolgozásában részt vevő agyi struktúrák

(Forrás: <https://drjonesmusic.me/2017/08/29/music-and-the-brain-online-discussion-1>)

Az elsődleges hallókéreg az agynak azon része, ahol az alaphérfekvencia és a hangerő meghatározás történik a thalamusból érkező input alapján. A másodlagos hallókéreg a dallam és a ritmus feldolgozásáért, a harmadlagos hallókéreg pedig a teljes zenei összbenyomásért felelős, mint általános zenei élmény (Alyssa és mtsai, 2016). A hallókéregből

az információ több irányba, az agy különféle multiszenzoros területeibe, többek között a frontális és a parietális lebenybe, a cerebellumba, a cingulumba, az insulába, a hippocampusba, a hypothalamusba, zenétől függően a nucleus accumbensbe (NA, örömközpont), az amygdalába (félelemközpont) jut (Hackett, 2011; Janka, 2019).

A zene magával ragadó hatása során örömet, bizsergést ('chills') és libabőrérzést válthat ki (Mori és Iwanaga, 2016). Képalkotó eljárásokkal történő vizsgálat során pozitív összefüggést találtak bizonyos agyi régiók (ventralis striatum, dorsális középagy) és az említett érzések intenzitása között, míg negatív korrelációt más agyterületekkel (hippocampus, amygdala, ventralis medialis praefrontális kéreg) (Janka, 2019). Bizonyos hangok olyan félelmi reakciót válthatnak ki az amygdalában, az érzelmek feldolgozását irányító agyi régióban, melynek hatására kialakul a libabőr (Blood és Zatorre, 2001). Az agy gyorsan felülvizsgálja a potenciális fenyegetést, és mikor rájön, hogy valójában nincs semmi probléma, az embert kellemes érzés tölti el. Az élvezetet nyújtó zene hallgatása a jutalmazási és örömemóciók agyi régióinak (reward-szisztéma) aktivitásnövekedésével korrelált. A zene ugyan úgy ingerületbe hozza azokat a kéreg alatti jutalmazó központokat, struktúrákat, melyek az evés, az ivás vagy a szexuális együttlét alkalmával aktivizálódnak. Úgy, mint a NA és az orbitofrontális kéreg, így a dallamnak megvan az a képessége, hogy erős vágyat és érzelmi kapcsolatot gerjesszen. A reward tulajdonság létrejöttében a dopaminnak van kiemelkedő szerepe, amely a fentebb említett ventralis striatum területén (elsősorban a NA) nagyobb koncentrációban található (Janka, 2019). Tanulmányok kimutatták, hogy a zene jutalmi értékét kódolni lehet a NA-ben lévő aktivitási szintekkel. Miszerint az élvezetet nyújtó zene hallgatása (a semleges természetű zenéhez képest) a tetőpontban (bizsergés, lúdbőr) szignifikáns dopaminfelszabadulást eredményezett a vizsgálati személyek említett agyi struktúraiban. A bizsergés érzés intenzitása és a jelzett élvezet foka korrelált a ventralis striatum pozitronemissziós tomográfia (PET) módszerrel kimutatott dopaminfelszabadulás mértékével (Salimpoor és mtsai, 2011). Számos kutatás vonatkozik a zenehallgatás közben

megfigyelhető neurális kapcsolatok tanulmányozására melyekből kiderül, hogy a zene esztétikai megítélésében is döntő bizonyos agyterületek szerepe, főként kapcsolódási mintázata. Különbség tapasztalható zenehallgatás közben, annak függvényében, hogy szépnek találjuk-e dallamot vagy sem. A zenehallgatás során a jóllét, a boldogság érzését kialakító reward szisztéma (ventralis striatum, pallidum, thalamus, insula, amygdala, olfactorius cortex) és a zenei percepciót közvetlenül végző hallókéreg (g. temporalis superior és medius, operculum, Heschl-tekervény) hálózati összeköttetésben állnak egymással (Reybrouck és mtsai, 2018).

Az egyénenkénti eltérő zenei képességek kialakulásáért a genetikai és a környezeti faktorok is egyaránt fontos szerepet játszanak. Egy Finnországi kutatás eredményei arra utalnak, hogy a zenei képességek halmozódása az öröklődés révén megfigyelhető, a vizsgálatban résztvevő professzionális zenészek több mint felénél az egyik vagy mindkét szülő szintén zenész volt. Továbbá a molekuláris genetikai vizsgálatok több gén szerepére utalnak, amelyek esetleg hozzájárulhatnak a zenei képesség kialakításához, valamint a zene percepciója és előadása kapcsán módosulhat a kifejeződésük. Ezen gének közül néhány például a belső fülben vagy a zene feldolgozásában szereplő agyi régiókban fejeződik ki, mások neurotranszmitterekhez, idegi és szinaptikus plaszticitáshoz, nyelvi fejlődéshez, kognitív funkciókhoz, memóriához vagy a jutalmazáshoz köthetők (Janka, 2019). A zenére való fogékonyság kihat az agyi struktúrákra, az agyi beállítódásokra, és ez által az egyén sikeresebb lesz más irányú tevékenységben is. Forgeard és munkatársai (2008) szerint a több éven keresztül tartó instrumentális zenei képzés fokozhatja a finom motoros készségeket, a szókincset és a non verbális kommunikációt.

3. A zene szomatikus hatásai

A zenehallgatás és az aktív zenélés testi-lelki egészségre gyakorolt hatását számos kutatás alátámasztja (Bittman és mtsai, 2001; Mandel és mtsai, 2007; Koyama és mtsai, 2009; Wang és Agius, 2018). A zenei

információk projekciója aktiválja a vegetatív idegrendszert, mely összefügg az endokrin aktivitással, így az a hormonrendszerre is hatást gyakorol. A legtöbb kutatás a kortizol koncentrációjának növekedését tapasztalta zenehallgatás alatt. Mindamellet a zenehallgatás hozzájárulhat a kortizol szint csökkenéséhez is magas szorongásszintű alanyoknál (Asztalos, 2016). Korábbi tanulmányok elemzésénél egyéb hormonok tekintetében relaxáló zenére oxitocin emelkedést állapítottak meg, valamint tesztoszteronemelkedést férfiakban és -csökkenést nőkben (Fancourt és mtsai, 2014). A zene hatására megfigyelhető pozitív hangulat, mint köztes tényező, az immunrendszerre jótékony hatást gyakorolva potenciális lehetőséget kínál az egészségfejlesztési stratégiákban és a mindennapi rekreációban is (Koyama és mtsai, 2009, Győri és mtsai 2015).

Rég ismert tény, hogy a dallamos zene kikapcsolódást okoz, észrevétlenül is feszültséget old a szervezetben. Tapasztalhatjuk sokszor, hogy egy induló vagy táncritmus zenéjére lépéseinket is sokszor akaratlanul ehhez a ritmushoz igazítjuk. Egy adott ritmusra történő mozgás alkalmával a zene erőteljes üteme befolyásolhatja a szervezet bizonyos ritmusait (légzés, pulzus), ami visszahathat az érzelmekre és a teljesítőképességre is. Képalkotó eljárás során vizsgálták az agyi régiók aktivitását különféle ritmusokat hallgató személyeknél. Egy kifinomult ritmus az agy bal oldalát aktivizálta jelentős mértékben, míg egy erőteljesebb ritmus esetén a jobb agyfélteke működésének fokozódása volt jobban megfigyelhető. A kutatók a motoros kéregben, a nucleus caudatusban és a putamenben észlelték a legtöbb aktivitást, melyek a mozgáskoordinációban játszanak fontos szerepet. Annak ellenére, hogy a vizsgált személyek nem mozdoghattak, az érzés szintjén testük reagált a ritmusokra, hiszen a ritmusérzék összekapcsolódik az ujjak, a kezek, a karok és a lábak mozgatása iránti késztetéssel, és annak szabályozásában résztvevő központi régiókkal (Mieras, 2010).

Egy zenedarab hatása azonban nem merül ki abban, hogy végtagjainkat gyorsabban vagy lassabban mozgatjuk. A hangingerek akusztikus élményén kívül a szervezet motoros és vegetatív válaszreakciót képes modulálni. A zene által kiváltott emocionális izgalmi/éberségi állapot

(‘arousal’) és a ‘chills’ érzésének intenzitása szignifikáns korrelációt mutatott pszichofiziológiai paraméterek csökkenésével (bőrellenállás, testhőmérséklet, vértérfogat, pulzusamplitúdó) vagy növekedésével (szív-, és légzésfrekvencia). Mindezen változások fokozott vegetatív szimpatikus idegrendszeri aktivitásra utalnak (Salimpoor és mtsai, 2011; Janka, 2019).

A zene reakcióit alapvetően szubjektívnek tekinthetjük, de a korábbi tanulmányok azt mutatták, hogy a kardiorespiratorikus változók, mint a ventiláció, a szívfrekvencia, a vérnyomás, az arteria cerebri media áramlási sebessége és a bőrellenállás, az egyéni preferenciától függetlenül a gyorsabb tempóval pozitív korrelációt mutatnak (Bernardi és mtsai, 2009). Ugyanakkor korábbi tanulmányukban a zene tempójának növekedésével a középső agyi artériák áramlási sebessége és a baroreflex csökkent az alpméréshez képest (Bernardi és mtsai, 2006). A zenei hangsúlyt és a ritmikus kifejezéseket a fiziológiai változók következetesen követik. Az autonóm válaszok szinkronizálódnak a zenével, ami emiatt érzelmeket közvetíthet. A zene arousal hatást fejt ki, amely főként a tempóval függ össze. A lassú vagy meditatív zene nyugtató hatást okozhat. A zene, különösen a képzett alanyoknál, először a gyorsabb ritmusok során koncentrálnak a figyelmet, a lassabb ritmusok esetén relaxációt okozhat (Bernardi és mtsai, 2006). Bernardi a zene terápiás lehetőségének klinikai használatára hívja fel a figyelmet, különösképp a stresszoldás tekintetében. Korábbi kutatások egybevágó eredményei sugallják, hogy a zene képes a műtétek előtti stressz oldására. A sebészeti beavatkozásoknál a szorongás fokozza a fájdalomérzetet. A fájdalom mérséklésében, viszont szerepe lehet a zenének, csökkentve ezáltal a fájdalomcsillapító gyógyszerek iránti igényt (Janka, 2019). A stroke utáni neurológiai rehabilitációnak is részét képezheti a zenealapú értágítás/keringésfokozás, amely különféle, a zene feldolgozásában szerepet játszó agyterületek működését érintheti. A cerebrális aktivitás növekedése következtében javulhat az agy vérrellátása, a hypothalamus–agytörzs–vegetatív idegrendszeri úton befolyásolhatja a szív működést, a hypothalamus–hypophysis–mellékvese tengelyen keresztül pedig csökkentheti a kortizol

stresszhormon termelődését (Janka, 2019). Demenciában, depresszióban, epilepsziában (Janka, 2019), schizopreniában (Mössler és mtsai, 2017) és Alzheimer kórban (Kollár, 2006) szenvedő betegek rehabilitációjában is pozitív eredményeket mutattak ki zeneterápia alkalmazása mellett.

4. A zene teljesítményfokozó hatása

A sportteljesítmény számos komponensből tevődik össze, optimalizálása sokféle úton-módon befolyásolható. A teljesítményfokozás definíciója koránt sem egyértelmű. Talán a legáltalánosabb, átfogóbb meghatározás szerint ergogénnek, teljesítményfokozónak tekinthetünk bármilyen anyagot és módszert (pl. étkezési és edzési technikát), amely javítja a teljesítményt és/vagy segíti az edzéshez való adaptációt, növelni képes a testi vagy mentális munkabíró képességet. A sportoló hatásukra jobban tolerálja a kimerítő edzéseket, kiküszöböli a fáradtság tüneteit, gyorsabban regenerálódik (így a sérülések gyógyulásának elősegítése is tekinthető teljesítményfokozónak), egészségét jobban meg tudja őrizni az intenzív vagy hosszantartó terhelések ellenére is (Tihanyi, 2012).

A zene képes az érzelmeket befolyásolni ezáltal hangulatunkat megváltoztatni, mely hozzájárulhat a munkakapacitás növeléséhez, a magasabb és egyben optimális arousal szint eléréséhez, továbbá csökkenti a gátlásokat és ösztönzi a ritmikus mozgást. A zene „reaktíváló” hatását, a mozgással kapcsolatban már számtalan korábbi kutatás felfedte. A kutatásokból kiderült, a sport előtti zenehallgatás optimalizálja az arousal szintet, és javítja a teljesítményt az egyszerű motorikus mozgásoknál, mint például a futás, vagy a kerékpározás. A megismételt vizsgálatok bizonyították, hogy a kitartást igénylő sportok esetében, a motiváló és stimuláló zenék csökkentik az egyén szubjektív fáradtság érzetét, ezáltal növelik a kitartást, (főként hosszabb távon). Ezen kívül azok az alanyok, akik motiváló zenét hallgattak, hatékonyabban tudtak teljesíteni és jobb eredményt értek el (Karageorghis és Priest, 2012). A zene és a fizikai aktivitás kapcsolatát vizsgálták testnevelésórákon, ahol arra a megállapításra jutottak,

hogy a diákok pozitívan értékelték a zene jelenlétét a testnevelésóra közben, motiváltabbnak érezték magukat és pozitívan befolyásolta a hangulatukat (Pálhidai és Meszlényi, 2017). Természetesen megfontolandó, hogy milyen zenét válasszunk, amikor a teljesítménynövelés, vagy amikor csak a fáradtság leküzdésére keresünk „legális dopping-szert”. Fontos, hogy az adott zeneszám mennyire hat ránk, vagyis mennyire motiváló, és mennyire befolyásolja pozitívan a pszichénket, hiszen nemcsak mentálisan fog befolyásolni, de a teljesítőképeségünkre is hatással van.

Nem új keletű megfigyelés, hogy a sporteseményeken jelen van a zene a sportolók ösztönzése, motiválása céljából. Mint például a csapatindulók, a bokszolók ringbe vonulásának ideje alatt, a kosárlabda mérkőzések szüneteiben, vagy az úszóknál, akik fülhallgatóval a fülükben érkeznek a rajtközhöz verseny előtt. De vajon hogyan hat a zene a sporttevékenység közben? Ehhez kapcsolódóan egy 2015-ös kutatásban jól képzett hosszútávfutó férfiak körében megvizsgálták, hogy mikor hat a zene és milyen módon a leginkább. 5 km-t kellett a résztvevőknek lefutniuk, különféle kísérleti körülményt tesztelve. A futás előtt motiváló zenét, a futás során lassú motiváló zenét vagy gyors motiválót, a futás után pedig nyugtató zeneszámot hallgatva hasonlították össze a kontroll csoporttal, akik zene nélkül teljesítették a távot. Futás előtt monitorozták a szívritmus változását (HRV), funkcionális közeli infravörös spektroszkópia (fNIRS) segítségével az agyi aktivitást, vérátáramlás-változást és az arousal szintet, terhelés alatt a teljesítményidőt, sebességet és a HRV-t, utána pedig a futók hangulatát és HRV-t. A választott zenék képesek voltak aktiválni a futókat, továbbá a prefrontális kérgi területeket, melyek pozitív érzelmi következményekkel jártak. Az első 800 méteren szignifikánsan gyorsabbak voltak a gyors és a lassú motiváló zenét hallgatók, mint a többi tesztkörül-mények között futók. A futást követően relaxáló zenét hallgatóknál fokozódott a vagus tónus, mely következtében csökkent a regenerációs idő (Bigliassi és mtsai, 2015). Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a zene képes növelni a teljesítményt és gyorsítani a regenerációt terhelés alkalmával.

Másik tanulmány célja az volt, hogy érvényesítse a zene tempójának hatását a futó kadenciára (lépésfrekvencia). A vizsgálati személyek 200 m-es távot, 4 körben teljesítették, így összesen 800 m-t tettek meg. Ezt a távot 11x futották le, minden 4. kör után rövid szünet beiktatásával. Az első kört zene nélkül saját tempóban futották, így regisztrálták az adatokat, a második kört viszont már zenével, a zene tempója megegyezett az előző körben kiértékelt futási ritmussal. Az utolsó 2 körben, a zene tempóját növelve, vagy csökkentve, 3.00, 2.50, 2.00, 1.50 % -kal, illetve stabilan tartották a ritmust. A zenékben a finom tempóváltások, arányosak voltak a futók saját tempójával, melyek szignifikánsan hatással voltak a futók lépésfrekvenciájára. Továbbá lineáris összefüggés mutatkozott a tempó feltételek és a futó kadencia adaptációjában. Mindazonáltal kiderült az is, hogy a maximális zenei ritmus hatását, csak egy bizonyos szintű módosításig lehet elérni. Egy határ felett, már ront a teljesítményen. Emellett felfedezhető volt a nemek közti különbség, a zene ritmusa erősebben hatott a női résztvevőkre, mint a férfiakra (Van Dyck és mtsai, 2015). Hasonló tanulmány egybefüggő eredményekről számol be, a megfelelő tempójú és ütemezésű zene futás közben lehetővé teszi a futó lépésfrekvenciájának és motivációjának optimalizálását (Buhmann és mtsai, 2018).

További kutatások irányulnak arra, hogy könnyebben megértsük, hogyan is hat az auditoros stimulus az agyra, egy egész testet átmozgató, jól kontrollált mozgási minta során. A vizsgálat során monitorozták az agy (elektroencefalográffal, EEG) és az izom elektromos aktivitását (electromiográffal, EMG) valamint a szívfrekvenciát (Polar H7 mellkas szenzorral) könnyű, illetve közepes intenzitású kerékpár ergométeren. Három féle tesztkörülmény között vizsgálták az önkéntes résztvevőket, zene nélkül, mint kontroll csoportban, egy hangos könyvet hallgató (Alice Csodaországban), és egy kellemes boldogító és motiváló zenét hallgató csoportban. A kutatók azt az eredményt kapták, hogy azok a résztvevők, akik zenét hallgattak, a szubjektív erőfeszítést, amit belefektettek az edzésbe, nem érezték annyira megterhelőnek, mint akik hangos könyvet hallgattak. Továbbá kimutatták, hogy a zene fokozta a

disszociatív gondolatok használatát, vagyis el tudtak merülni a tevékenységbe, amit végeztek (Bigliassi és mtsai, 2017). Másik képalakító eljárás segítségével (fMRI) megvizsgálták az agyrégiókat, amelyek zene jelenlétében aktiválódtak könnyű-közepes intenzitású izometrikus gyakorlat végrehajtása során. Eredményeik sugallják, hogy a zene befolyásolja a neurális kontrollt a működő izmok felett, a zene eltereli a figyelmet így indukálva a nagyobb autonóm kontrollt az éppen foglalkoztatott izmok esetében. A zene jelenlétére a jobb dorsolaterális prefrontális kéreg aktivitása csökken, mely késleltetheti a prefrontális oxigenizáció esetleges csökkenését és ezáltal meghosszabbítja a teljesítmény fenntartását (Bigliassi és mtsai, 2018).

Számos kutatás és tanulmány ellenére a zene agyban játszott szerepe még koránt sincs tisztázva. További vizsgálatokra van szükség a pontos működés feltáráshoz, hogy miért is fontos a zene az agy számára és ezáltal milyen további lehetőségeket, előnyöket szerezhetünk akár az egészségügyben akár a sport területén.

5. A kutatás további perspektívái

Az Új Nemzeti Kiválóság Program pályázat keretein belül a kutatásunk fő célja a különböző stílusú zeneszámok pulzusértékekre gyakorolt hatásának vizsgálata, hogyan hat, illetve hogyan befolyásolja a zene a terhelés alatti pulzust és ezt követően a regenerációs időtartamot. Önkéntes egyetemisták körében az 5 kilométeres meghatározott távon történő futások közben mért paramétereket regisztráljuk egy szívfrekvencia mérő mellkaspánt (POLAR H7) segítségével. A vizsgált személyeket zene nélkül futva, majd egy pop, egy hard rock, illetve egy klasszikus stílusú zeneszámot hallgatva vizsgálunk, minden stílusban két – két alkalommal kell teljesíteniük a feladatot. A futásokat követően, mérjük a szívfrekvenciát, a pulzusmegnyugvás latenciáját, illetve a vérnyomás regenerációját is Omron M2 basic típusú vérnyomásmérővel. Kíváncsiak vagyunk vajon mennyire befolyásolja az említett értékeket a zene, illetve annak stílusa. Ezen kívül

szeretnénk hangsúlyt fektetni, a kutatásban résztvevők szubjektív tapasztalataira is, hogy milyen hatással volt rájuk a zene szövege, stílusa, mennyire érezték megterhelőnek az adott feladatot (szubjektív analóg skála). Méréseink folyamatban vannak így a rögzített adatok kiértékelése még nem történt meg.

Manapság egyre fiatalabb korosztályokat érintenek a különböző gerincproblémák, melyek nagy része, a sok ülve töltött idő miatt alakul ki. Kiemelten fontos a mozgás, a rendszeres testedzés különböző betegségek prevenciójában betöltött szerepe, valamint az, hogy élményszerű legyen maga a mozgásforma, ne pedig egy kényszeres és unalmas szabadidős tevékenység. Ezért is szeretnénk az úgynevezett legális teljesítménynyfokozás e módszerét picit közelebből is megvizsgálni, hogyan fejti ki hatását az emberi szervezetre. A kutatás során kapott eredményekből következtethetünk majd a zene befolyásoló hatására futás közben és azt követően mért paraméterek tekintetében. Kiemelt fontosságot tulajdonítunk a zene hangulatjavító hatásának, ezért nagy előre lépés lenne, ha majd a későbbiekben a mozgásszegény életmódot folytató egyének számára is tudnánk olyan eszközt mutatni, mely segíthet a rendszeres testmozgás iránti motivációjuk kialakításában, fenntartásában.

Irodalom

- Brewer, A.A., Barton B. (2016): Maps of the Auditory Cortex. *Annual Review of Neuroscience*, **39**: 385–407.
- Bernardi, L., Porta, C., Casucci, G., Balsamo, R., Bernardi, N.F., Fogari, R., Sleight, P. (2009): Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans. *Circulation*, **119**: 3171–3180.
- Bernardi, L., Porta, C., Sleight, P. (2006): Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart*, **92**: 4. 445-452.

- Bigliassi, M., Karageorghis, C.I., Bishop, D.T., Nowicky, A.V., Wright, M.J. (2018): Cerebral effects of music during isometric exercise: An fMRI study. *Journal of Psychophysiology*, **133**:131-139.
- Bigliassi, M., Karageorghis, C.I., Wright, M.J., Orgs, G., Nowicky, A.V. (2017): Effects of auditory stimuli on electrical activity in the brain during cycle ergometry. *Physiology & Behavior*, **177**:135-147.
- Bigliassi, M., León-Domínguez, U., Buzzachera, C.F., Barreto-Silva, V., Altimari, L.R. (2015): How does music aid 5 km of running? Bigliassi M., León-Domínguez U., *Journal of Strength and Conditioning Research*, **29**:2. 305-314.
- Bittman, B. B., Berk, L. S., Felten, D. L., Westengard, J., Simonton, O. C., Pappas, J. Ninehouser, M. (2001): Composite effects of group drumming music therapy on modulation of neuroendocrine-immune parameters in normal subjects. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, **7**: 1. 38–47.
- Blood, A.J., Zatorre, R.J. (2001): Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *PNAS*, **98**: 20. 11818-11823.
- Buhmann, J., Moens, B., Van Dyck, E., Dotov, D., Leman, M. (2018): Optimizing beat synchronized running to music. *PLoS One*, **13**:12. 1-21.
- Fancourt, D., Ockelford, A., Belai, A. (2014) The psychoneuroimmunological effects of music: a systematic review and a new model. *Brain, Behavior and Immunity*, **36**: 15–26.
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A., Schlaug, G. (2008): Practicing a Musical Instrument in Childhood is Associated with Enhanced Verbal Ability and Nonverbal Reasoning. *PLoS One*, **3**:10. 1-8.

- Győri F., Hézsóné Böröcz A., Kiss G., Lehmann-Dobó A., Meszlényi-Lenhardt E., Balogh L. (2015): Wellness, sport- és egészségturizmus. Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar Testnevelési és Sporttudományi Intézet, Szeged.
- Hackett, T.A. (2011): Information flow in the auditory cortical network. *Hearing Research*, **271**:1-2. 133-146.
- Janka Z. (2019): Musica et medicina. *Orvosi Hetilap*, **160**:11. 403–418.
- Karageorghis, C.I. Priest, D.L.(2012): Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5:1, 44-66.
- Kollár, J. (2006): Zeneterápia az Alzheimer-kóros betegek kezelésében. *Lege Artis Medicinæ*, **16**:2. 186–190.
- Koyama, M., Wachi, M., Utsuyama, M., Bittman, B., Hirokawa, K., Kitagawa, M. (2009): Recreational music-making modulates immunological responses and mood states in older adults. *Journal of Evolution of Medical & Dental Sciences*, **56**:2.79-90.
- Mandel, S.E., Hanser, S.B., Secic, M., Davis, B.A. (2007): Effects of music therapy on health-related outcomes in cardiac rehabilitation: a randomized controlled triad. *Journal of Music Therapy*, **44**:3. 176–197.
- Mieras, M. (2010): Többet ésszel: Minden, amit az agyunk tud, de mi nem tudjuk róla. Nyitott Könyvműhely, Budapest.
- Mori, K., Iwanaga, M. (2017): Two types of peak emotional responses to music: The psychophysiology of chills and tears. *Scientific Reports*, **7**:7. 1-13.
- Mössler, K.; Chen, X.; Heldal, T.O.; Gold, C. (2017): Music Therapy for people with schizophrenia and schizophrenia-like disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **29**:5. 1-104.

- Pálhidai A., Meszlényi-Lenhardt E. (2017): A zene és a fizikai aktivitás kapcsolata a mindennapos testnevelés tükrében. In: Fókuszban a sporttudomány és a Testnevelés, *László Ferenc Sporttudományi Kutatóműhely* IV. kötet, Szeged. 112-127.
- Reybrouck, M., Vuust, P., Brattico, E. (2018): Brain Connectivity Networks and the Aesthetic Experience of Music. *Brain Sciences*, **8**:107. 1-14.
- Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., Zatorre, R.J. (2011): Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, **14**:2. 257-262.
- Tihanyi A. (2012): *Teljesítményfokozó sporttáplálkozás*. Krea-Fitt Kft., Budapest
- Van Dyck, E., Moens, B., Buhmann, J., Demey, M., Coorevits, E., Dalla Bella, S., Leman, M. (2015): Spontaneous Entrainment of Running Cadence to Music Tempo. *Sports Medicine*, **1**:15. 1-14.
- Wang, S., Agius, M. (2018): The use of Music Therapy in the treatment of Mental Illness and the enhancement of Societal Wellbeing. *Psychiatria Danubia*, **30**:7. 595-600.
- Whitehead-Pleaux, A.M., Zebrowski, N., Baryza, M.J., Sheridan, R.L. (2007): Exploring the effects of music therapy on pediatric pain: phase 1. *Journal of Music Therapy*, **44**:3. 217-241.