

10.

Zenei képességek online diagnosztikus mérése

Asztalos Kata

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

Csapó Benő

MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport
Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

Bevezetés

A zene tanulása átfogja az emberi civilizáció történetét, a zenetanítás tudományos igényű kutatása azonban egy évszázadnál rövidebb múltra, a zenei képességek tesztekkel végzett felmérése pedig még rövidebb időszakra tekinthet vissza. A zenei képességek hagyományos tesztekkel való felmérését számos korlátozó tényező nehezíti, részben ennek is tulajdonítható, hogy fejlődésükről a jelentőségükhöz viszonyítva kevés tudományos eredménnyel rendelkezünk. Az utóbbi évtizedek pedagógiai, kognitív pszichológiai és idegtudományi kutatásai megmutatták a zenei képességek sokféle transzferhatását, és ennek is köszönhetően kutatásuk ismét a tudományos érdeklődés középpontjába került.

Ugyanakkor a technológiaalapú tesztelés új lehetőségeket nyitott meg a zenei képességek felmérése számára is, ami nem csupán a tesztek objektivitásának és validitásának jelentős javítását eredményezheti, hanem elősegíti a tesztek szélesebb gyakorlati elterjesztését is. Ezeket a megfontolásokat figyelembe véve vettük fel a zenei percepciók képességek felmérését a diagnosztikus értékelési rendszer kidolgozására irányuló programba. Ebben a fejezetben a zenei képességek online számítógépes tesztjeinek kidolgozását, a mérések elméleti hátterét és a felmérés első eredményeit mutatjuk be.

A 21. századi tudástársadalom oktatási rendszerei egyre nagyobb energiát fordítanak arra, hogy alkalmazkodjanak a világ gyors változásaihoz, megfelelő alapot biztosítsanak a kreatív, önállóan gondolkodó, vállalkozó szellemű, rugalmas, együttműködésre képes személyiségek kibontakoztatásához. A művészetoktatás számos területe közvetlen módon járul hozzá

az ehhez szükséges készségek, képességek fejlesztéséhez. Nem csupán a gyors változások, de a tananyag egyre növekvő mennyisége is kihívások elé állítja az iskolákat. Épp ezért fontosak azok a tárgyak, amelyek széles körű transzferhatásokkal rendelkeznek. Ezek közé tartozik az ének-zene is.

A zenei képességek tudatos, megalapozott fejlesztése számos egyéb kognitív terület fejlődéséhez járul hozzá, jótékonyan hat többek között a matematikai gondolkodásra (pl. *Schmithorst és Holland, 2004*), az olvasási képességre (pl. *Janurik, 2008; Loui, Kroog, Zuk, Winner és Schlaug, 2011*), az idegen nyelvi fejlődésre (pl. *Milovanov, Pietila, Tervaniemi és Esquef, 2010*). Ellentétben más iskolai tantárgyakkal, a zenei fejlesztés affektív hatásai is jelentősek. A zene olyan kommunikációs forma, amely szoros kölcsönhatásban áll az érzelmekkel (*Garland és Kuhn, 1995*), ugyanakkor a közös éneklés, hangszerjáték erősíti a csoportkohéziót, fejleszti a kommunikációt és a szociális kompetenciát, az együttműködést, a problémamegoldást és az empátiakészséget (*Hagen és Bryant, 2003; Gerry, Unrau és Trainor, 2012*). A technológiai fejlődés következtében az utóbbi tíz év zenei hatásvizsgálatainak legnagyobb hányadát azok a neuropszichológiai vizsgálatok alkotják, amelyek a zene hatására végbemenő agyi morfológiai változások minél pontosabb feltárására törekuszenek (pl. *Shahin, Roberts és Trainor, 2004; Pantev és Herholz, 2011*). Az intenzív zenei fejlesztés funkcionális és strukturális agyi plaszticitásra gyakorolt hatását számos tanulmány igazolta. Ezek a változások gyermekkorban mutathatók ki a legnagyobb valószínűséggel. *Hyde* és munkatársai longitudinális vizsgálattal bizonyították, hogy gyermekkorban már 15 hónapon keresztül tartó rendszeres zongoraleckék is anatómiai változást idéznek elő az elsődleges motoros- és hallókéregben, valamint a két agyféltekét összekötő corpus callosumban (*Hyde és mtsai., 2009*).

A hangszerjáték és az éneklés, valamint a zene befogadása a történelem során minden ismert kultúrában meghatározó szerepet játszott (*Koelsch, 2012*). A 20. századi technikai fejlődés, a hanghordozók terjedése azonban olyan visszafordíthatatlan folyamatot eredményezett, amelynek következtében az aktív zenei tevékenység kiszorult az egyén mindennapjaiból. A családon belül a közös éneklés és hangszerjáték szerepe napjainkra drasztikusan csökkent. Helyét átvette egy passzív zenei közeg, amely szinte kizárólag populáris műfajokat közvetít a gyermekek felé, sok esetben nélkülözve az esztétikumot és a művészi értéket. Ezáltal az iskolai zenei nevelés szerepe még fontosabbá, sőt hiánypótlóvá vált. Bár kontinensen-

ként és országonként nagy különbségek mutatkoznak az ének-zene tárgy tartalmában és funkciójában, nemzetközi tendenciaként figyelhető meg a csekély óraszám, a tárgy szubjektív megítélése és a tantervi célok megvalósulásáról való visszajelentés hiánya. Az értékelési kultúra gazdagítása, standard, objektív mérőeszközök fejlesztése hosszú távon hozzájárulhat az iskolai zenei nevelés minőségének javításához.

A zenei képességek mérésének elméleti háttere

Ahogy a zene fogalma kultúránként más és más jelentéstartalmat hordoz, a hozzá kapcsolódó képességek is eltéréseket mutatnak (Godt, 2005; Cross, 2009; Lehmann, Sloboda és Woody, 2007). A zene befogadása vagy aktív művelése nagyszámú pszichológiai folyamatot idéz elő, ezek közé tartozik többek közt az észlelés, a figyelem, a tanulás és az emlékezés, az auditív információ gyors feldolgozása (Koelsch, 2012). Ebből az összetettségből eredően a tágabb értelemben vett zenei képességek közé tartoznak az interpretációhoz, a befogadáshoz, a zenei alkotáshoz vagy egy-egy hangszer megszólaltatásához szükséges speciális képességek is. A szűkebb értelemben vett zenei képességek közé azok sorolhatók, amelyek tisztán zenei tartalmakhoz kapcsolódnak, ilyen például a ritmus, a dallam vagy a hangmagasság felismerésének, illetve reprodukálásának képessége. Az auditív zenei információval végzett kognitív műveleteket zenei percepciók képességeinek nevezzük. Ezek közé tartoznak a zenei mintákkal végzett összehasonlítások, az apró különbségek percepciója, a zene minőségi jellemzőinek megállapítása. Alapja a zenei percepció és a zenei memória.

Zenei képességmodellek

A zenei tevékenység összetettsége a 20. század során létrehozott zenei képességmodellekben is megmutatkozik. A modellek kidolgozására nagy hatást gyakorolt a korabeli intelligenciakutatás elméleti háttere, így az első zenei képességmodellek között is megkülönböztethetünk többtényezős és általánosfaktor-modelleket (Turmezeyné és Balogh, 2009).

A legtöbbet idézett többfaktoros modellt Carl Seashore dolgozta ki az 1910-es években. 25 zenei képességet rendszerezett öt csoportba, amelyek

a következők: (1) zenei érzékenység, (2) zenei tevékenység, (3) zenei emlékezet és képzelőerő, (4) zenei értelem és (5) zenei érzelem (*Seashore*, 1919). Az általános faktorból kiinduló modellek a zenei képességet egységes, zárt képességnek tekintik. E nézet legjelentősebb képviselői *Révész*, *Wing* és *Bentley* voltak. Az egy- és többfaktoros modellekre épülő tesztek feladattípusaikban nem különböznek, azonban az előbbieket az eredményeket nem vizsgálják képességterületekre bontva (*Gévayné*, 2010).

A 20. század első felében keletkezett zenei képességmodelleket tartalmuk alapján két csoportba rendezhetjük. Megkülönböztetünk zenei tevékenységtípusokra épülő modelleket, amelyek a zenei jelenségre kevésbé reflektálnak, ugyanakkor hangsúlyos szerepet kap bennük a reprodukálás és az interpretáció (*König*, 1925, idézi: *Tyeplov*, 1963). A másik csoportba azok a modellek tartoznak, amelyek elsősorban a zenei jelenség paramétereit használják kiindulópontként a zenei képességek definiálásához és rendszerezéséhez (*Seashore*, 1919; *Kries*, 1926/2007).

Az egy szempontú rendszeralkotást számos bírálat érte a század közepén. Többek között *Vitányi* (1969) is hangsúlyozta a képességek többdimenziós jellegét, aki az egyén zenei hallásának egyik fő dimenziójába a melodikus, harmonikus, hangszín, dinamikus és ritmikus komponenst, a másik fő dimenzióba pedig az észleléshez, emlékezéshez, alkotáshoz és előadáshoz kötődő folyamatokat sorolja. A többdimenziós modellek közül Magyarországon a zenei alapképesség modellje a legmeghatározóbb, amelyet *Nagy József* vezetésével *Erős Istvánné*, *Fodor Katalin* és *Pethő István* dolgozták ki (*Erős*, 1993). A modell két tengelyét a zenei tartalmak (melódia, harmónia, ritmus, hangszín, dinamika) és a zenei tevékenységek (hallás, közlés, olvasás, írás) alkotják. A modell kiindulópontul szolgált a későbbi magyar zenei képességmérések számára is (pl. *Gévayné*, 2010; *Turmezeyné*, 2007).

Az elmúlt másfél évtized szakirodalma és tudományos érdeklődése a zenei képességmodellek helyett elsősorban a zenei feldolgozás kognitív modelljeire irányult. A zenei memória és a zenei percepció olyan alapvető kognitív folyamatok, amelyek zenei előképzettségtől függetlenül vizsgálhatóak és fejleszthetőek. Feltárásukra *Peretz* és munkatársai olyan modellt dolgoztak ki, amely meghatározza a zenei rendszer struktúráját, komponenseit, lehetséges interakcióit és folyamatait (*Peretz* és *Coltheart*, 2003). A zenei észlelés kognitív neuropszichológiai modelljében a környezetből érkező auditív input először az akusztikus elemző modulon halad keresztül, ekkor történik meg a különböző hangforrásokból érkező ingerek elkülönítése.

Az inger aktiválhatja a zene vagy a beszéd felfogásáért felelős rendszereket. Az auditív zenei ingert két, egymással párhuzamos, de független alrendszer analizálja: (1) a melodikus dimenzióért felelős rendszer, amelyet a hangfrekvenciák egymást követő váltakozása határoz meg (dallamkontúr, hangköz és tonalitás észlelése) és (2) a temporális dimenzió, amelynek alapja a hanghosszúság szekvenciális váltakozása (ritmus és tempó észlelése).

A zenei képességek magyarországi kutatása

A zenei képességek magyarországi felmérése több évtizedes múltra tekinthet vissza. A 20. század első felében végzett kutatások körében kiemelkedő jelentőségűek Révész Géza és Szeghy Endre munkái. Révész Géza 2–20 éves korig, három életkori csoportban vizsgálta a zenei képességek nyolc dimenzióját. A mérés elsősorban a vokális és ritmikai reprodukálásra épült, de szerepet kapott benne a reprodukció zongorával és az improvizálás vizsgálata is (Révész, 1946). Az első nagymintás zenei mérést hazánkban Szeghy Endre végezte, 2000 általános iskolás gyermek részvételével. Az adatfelvétel Révész méréséhez hasonlóan szemtől szembeni formában zajlott, s a ritmikai és melodikai reprodukálás mellett szerepet kapott benne a vokális interpretáció több szempontú értékelése, a zenei memória, a stílusérzék és a beleélési képesség vizsgálata is (Szeghy, 1957, idézi Dombiné, 1992).

A Kodály Zoltán-féle zenei nevelés más képességekre gyakorolt jótékony hatására hazánkban elsőként Kokas Klára hívta fel a figyelmet. 1963 és 1964 között zenei és általános tagozatú óvodásokkal és első osztályosokkal végzett vizsgálatokat. A zenei nevelés pozitív transzferhatását mutatta ki a mozgást, a megfigyelőképességet, a helyesírást és a számolást mérő feladatokban (Kokas, 1972). Nemzetközi szinten is az első zenei longitudinális vizsgálatok között tartják számon Barkóczi Ilona és Pléh Csaba 1969 és 1973 között végzett kutatását, amely során Kodály zenei nevelési módszerének pszichológiai hatásvizsgálatát végezték zenei és nem zenei osztályokban. Kimutatták a zenei nevelés kreativitásra és a kreativitás és intelligencia közötti korrelációra gyakorolt pozitív hatását. A kutatás kiemelkedően fontos eredménye, hogy míg a nem zenei tagozatos osztályokban a szociális helyzet és az intelligencia közötti kapcsolat a négy tanév alatt egyre szorosabb lett, a zenei tagozatosok esetében a korreláció gyengült. A kutatás alátámasztotta a zenei nevelés hatékonyságát a szociális helyzetből fakadó kulturális hátrány kompenzációjában (Barkóczi és Pléh, 1977).

Az 1980-as évektől a nemzetközi tendenciát követve a magyar kutatások is a zenei képességek mérését, fejlődésvizsgálatát tűzték ki célul. A zenei alapképességek rendszerezését és fejlődésük feltárását Nagy József vezetésével *Erős Istvánné*, *Fodor Katalin* és *Pethő István* végezte Szegeden. A mérőeszköz a korábban ismertetett zenei alapképesség-modell alapján készült, az adatfelvétel 1980-ban zajlott 840 alany részvételével a 3–23 éves korosztályból (*Erősné*, 1993). A kutatás során először tárták fel részletesen hazánkban a zenei percepciós képességeket. *Dombiné Kemény Erzsébet* szintén szegedi mintán végezte vizsgálatait. 1980 és 1992 között a külföldön gyakran használt standard zenei képességtesztek alkalmazásával (*Seashore*, *Gordon*) vizsgálta a zenei képességek közötti kapcsolatokat és a háttérváltozók hatását a zenei teljesítményre (*Dombiné*, 1992).

A 2000-es években két jelentős kutatás zajlott hazánkban, amelyek saját fejlesztésű mérőeszkővel vizsgálták a zenei képességeket, s ezeken belül a percepciós képességeket is. *Turmezeyné Heller Erika* 2004 és 2006 között folytatott méréseiben a zenei képességek fejlődését tárta fel a 7–10 éves korosztályban. A zenei fejlődés jellemzőit saját feladatrendszerrel, hároméves longitudinális program keretében vizsgálta, 302 gyermek bevonásával (*Turmezeyné*, 2009). *Gévayné Janurik Márta* 2009 és 2010 között folytatott keresztmetszeti vizsgálataiban szintén saját fejlesztésű mérőeszkőt alkalmazott a zenei teljesítmény megállapítására. Feltárta a zenei képességek fejlődését a 4–8 éves korosztályban, középső csoporttól második osztályig 657 gyermek részvételével. Mérőeszköze lehetőséget adott az életkori jellemzők meghatározására, transzfervizsgálatra és fejlesztő kísérlet nyomon követésére (*Janurik és Józsa*, 2013). Mindkét kutatás számára kiindulópontul szolgált a zenei alapképességek modellje (*Erősné*, 1993), s a modellben szereplő öt zenei percepciós képességet tempó- és a hangköz-differenciálási feladatokkal egészítették ki.

A Magyarországon folytatott zenei témájú neuropszichológiai vizsgálatok közül kiemelkedő a Látható hangok hallási-zenei pedagógiai tréningre épülő kutatás. *Honbolygó Ferenc*, *Pohl Zsuzsanna* és *Csépe Valéria* a zenei fejlesztés különböző hallási ingerek feldolgozására gyakorolt hatását tárták fel egyéves, követéses vizsgálat keretében. Az első évfolyamos diákok bevonásával végzett kutatás során kimutatták, hogy a komplex zenei tréning hozzájárul a fonémakontraszt, a hangsúlymintázat és a dallamkontúr változásának pontosabb feldolgozásához (*Honbolygó, Pohl és Csépe*, 2010).

A számítógépes tesztelés tartalmi keretei

A diagnosztikus tesztek a tanulási dimenziók tartalma alapján három fő csoportra oszthatók, pszichológiai, alkalmazási és szaktudományi dimenzióra (Csíkos és Csapó, 2011). A diagnosztikus mérések fejlesztésére irányuló programban a zenei képességek pszichológiai dimenziójának tartalmi kereteit dolgoztuk ki. A pszichológiai vagy más néven gondolkodási dimenzió vizsgálatának fő célja, hogy megállapítsuk a zenei gondolkodás fejlődési szintjeit az általános iskola első hat évfolyamán, függetlenül a zenei előképzettségtől, előzetes tanulástól és ismeretektől. Olyan mérőeszköz létrehozására törekedtünk, amely pszichológiailag és zeneelméletileg megalapozott, ugyanakkor egyszerű használatának és könnyű hozzáférhetőségének köszönhetően beépíthető az általános iskolai gyakorlatba. A teszt sokrétű, közvetlen információt szolgáltat a diákok zenei teljesítményéről, lehetővé téve a további tanítási-tanulási folyamat tudatos tervezését, valamint a fejlesztő munka megalapozását.

A pszichológiai dimenzió elsősorban a zenei észlelés és memória funkcióira épül, így a teszt kidolgozásakor a mérhető zenei jelenségek pontos meghatározására, lefedésére törekedtünk. Mivel a holisztikus megközelítéshez a kognitív modellek kevés zenei támpontot nyújtanak, a zenei jelenségek definiálásához *Moles* munkáját vettük alapul, aki zeneelméleti szempontokra építve, két fő dimenziót határozott meg az időtartam determinatív jellege alapján (*Moles*, 1966).

A szukcesszív dimenzióba azok a zenei jelenségek tartoznak, amelyeket meghatároz az időtartam. A ritmus a hangok hosszúságának egymáshoz viszonyított relatív időtartamából adódik. A dallamot a frekvencia váltakozása mellett az egyes hangok időbeli jellemzői is meghatározzák. A dinamika pedig az egységnyi idő alatt bekövetkező hangerősség-változással jellemezhető. *Moles* meghatározását két további feladattal egészítettük ki, amelyek a tempót és a vizuális kapcsolást vizsgálják. Ellentétben a ritmussal, a tempót a hangok abszolút időtartama határozza meg, így indokoltnak tartottuk a két zenei jelenség és a hozzájuk kapcsolódó kognitív folyamatok megkülönböztetését. A vizuális kapcsolás során rövid dallamkontúrok és sematikus kottaképek közötti megfeleltetés a feladat. A vizuális és az auditív modalitás közötti kapcsolat minősége előrejelző funkcióval bír a zenei írás-olvasás képességére.

A szimultán dimenzióba azok a zenei jelenségek sorolhatók, amelyekben az időkomponens nem játszik meghatározó szerepet. *Moles* alapján ide sorolható a harmónia, amelyet kizárólag az egyszerre megszólaló hangok frekvenciái határoznak meg, illetve a hangszín, amelynek két legfontosabb paramétere a frekvencia és az intenzitás. A szimultán dimenziót a hangmagasság-percepcióval egészítettük ki, amelyet szintén a frekvencia határoz meg, azonban a hangmagasságok nem egyszerre, hanem egymást követően szólalnak meg. A szukcesszív és szimultán dimenzió jelenségeire épített feladatok a hangjellemzők felfogásának és memorizálásának pontosságát vizsgálják.

A számítógépes mérés feladatai

A mérési területeket a zenei képességmodellek, a zenei felfogás kognitív modelljei, illetve a zeneiadottság-tesztekben leggyakrabban előforduló feladattípusok alapján határoztuk meg. Törekedtünk a zenei percepciók képességek holisztikus vizsgálatára, valamint az online tesztelésben rejlő új lehetőségek kipróbálására és kihasználására. A zenei percepciók képességek pszichológiai dimenziójának vizsgálatát a következő zenei jelenségekhez kapcsolódó gondolkodási műveletek alkotják: (1) ritmus, (2) tempó, (3) dinamika, (4) dallam, (5) vizuális kapcsolás, (6) harmónia, (7) hangmagasság, (8) hangszín. A teszt összesen 73 ítemet tartalmaz. Annak érdekében, hogy a fejlődés jellemzőiről minél pontosabb képet kapjunk, az egyes ítemek létrehozásakor több zenei paramétert vettünk figyelembe, amelyeket az alábbiakban mutatunk be.

A feladatok általános zenei jellemzői

A technológiaalapú mérés-értékelés különösen nagy előrelépést jelent a hallási képességek feltárásában, hiszen a zenei mintákat a tesztalanyok saját tempójukban, igényeiknek megfelelő hangerővel hallgathatják meg. Mivel a tesztnek nem célja a tantárgyi tudás mérése, mind a feladatok kialakításában, mind az instrukciók megfogalmazásában arra törekedtünk, hogy a fogalmi és ismeretbeli hiányosságok ne befolyásolják a teljesítményt. Annak érdekében, hogy a tesztelés során a diákok számára ismert zenei kör-

nyezetet biztosítsunk, népzenei és európai klasszikus zenei részleteket alkalmaztunk. Az előzetes ismeretek befolyásolhatják a teljesítményt, így a merőszekelyt olyan zenei mintákból állítottuk össze, amelyeket az óvodai és iskolai tankönyvek, oktatási segédanyagok nem tartalmaznak.

A feladatok típusa zárt, ezen belül alternatív, valamint feleletválasztásos megoldói tevékenységet igényelnek. Azokban a feladatokban, amelyek két zenei részlet összehasonlítását igénylik, az elhangzó minták közötti szünetet az echoikus memória terjedelme alapján négy másodpercben határoztuk meg. Mivel a zenei hallás esetén is érvényesül a Miller-féle törvény, a dallam- és ritmusminták diszkriminálására épülő feladatokban az egyes zenei részletek nyolc hangot tartalmaznak.

Ritmus

A ritmus legfontosabb összetevői a ritmikai mintázatok, a metrum, a tempó és az időzítés (timing). Első komponensének alapja a megszólaló hangok egymáshoz viszonyított relatív hosszúsága (*Honing, 1982/2013*). Pontos percepciója nem csupán a zenei gondolkodási műveletek alapja, de a zenehallgatáshoz, a zeneművek átéléséhez is elengedhetetlen képességünk. A ritmushallás képességének vizsgálatára nyolc hangból álló ritmusmintákat vettünk alapul, amelyeket a Sibelius 7 bongó hangszínén (membrano-fon ritmushangszer) szólaltattunk meg. A feladat alapja két ritmussor összehasonlítása, annak eldöntése, hogy megegyeztek, vagy nem egyeztek meg. Tíz itemet hoztunk létre annak érdekében, hogy az egyes itemek összehasonlíthatóak legyenek zenei paramétereik alapján.

Az itemek ritmikai jellemzőik szerint két fő csoportba sorolhatók, az egyszerű ritmussorok közé azok tartoznak, amelyekben csak negyed és nyolcad értékek szerepelnek, az összetett ritmussorok értékei között nyújtott, tizenhatod és triola értékek is vannak. A ritmussorok háromütemesek, ütemmutatójuk egységesen 2/4. Azoknál az itemeknél, ahol az első és második ritmussor eltér, a változás történhet a ritmussor elején (1. ütem, 10.1. ábra, a változás helyét piros szín jelöli), közepén (2. ütem) és végén (3. ütem, 10.2. ábra). A megváltoztatott ritmussor ütésszáma minden esetben megegyezik az eredetivel, így elkerülhető, hogy a hangok közötti ritmikai viszony helyett a megszólaló hangok számának pontos észleléséről gyűjtsünk információt.



10.1. ábra. Változás az első ütemben könnyű ritmikai kontextusban



10.2. ábra. Változás a harmadik ütemben összetett ritmikai kontextusban

Tempó

Egy auditív inger tempója a megszólaló hangok abszolút időtartamával jellemezhető. A tempópercepció vizsgálatához szintén összehasonlításon alapuló itemeket alkalmaztunk, ám ebben a feladatban már lehetőség adódott az egymást követő zenei részletek tempóviszonyainak megítélésére. A tanulóknak két dallamilag és ritmikailag egyező részletről kellett döntést hozniuk az alapján, hogy melyiket hallották gyorsabbnak: az elsőt, a másodikat vagy megegyeztek. A felhasznált zenei részletek egy- és többszólamú klasszikus periódusokat tartalmaztak, amelyek zongorahangszínen szóltak meg. A megszólaló részletek átlagos tempója 120 bpm volt, az eltérések lehettek 10, 20 és 30 bpm mértékűek.

Dallam

A dallamot elsősorban az egymást követő hangok frekvenciája és időtartama határozza meg (Moles, 1966), percepciója igényli a legösszetettebb kognitív műveleteket a zenei percepciók képességei közül. Más diszkriminációs feladatokhoz hasonlóan a teszt alanyának döntést kell hoznia arról, hogy az egymást követő két dallam megegyezett-e, vagy nem. Az egymástól különböző dallamokban mindig csak egy hang magassága változik.

A dallamdiszkriminációs feladattípus itemeinek kidolgozásához kilenc paramétert jelöltünk ki. Az első hat paraméternek minden kiválasztott dallamminta eleget tesz, céljuk, hogy a különböző dallamrészleteket felhasználó itemek az elemzések során összehasonlíthatóak legyenek. (1) Mivel a gyermekkori zenei vizsgálatok esetében kiemelten fontos, hogy a diákok számukra ismerős hangnemi és melódiai környezetben végezzenek mű-

veleteket, a dallamminták A magyar népzene tára köteteiből kerültek kiválasztásra. A teszt validitása érdekében olyan népdalokat választottunk, amelyeket nem ismernek tanulmányaikból a diákok. (2) Minden felhasznált dallamrészlet hossza nyolc hang. (3) A választott dallamok csak negyed és nyolcad értékű hangokat tartalmaznak. (4) A dallamok tempóját egységesen 110 bpm-ben határoztuk meg. (5) A dallamkontúr kiválasztásának elsődleges szempontja az ismétlődő motívumok elkerülése volt, a kiválasztott részletek önmagukban is esztétikusak, egységes egészet alkotnak. (6) A dallamokat a gyermekek hangterjedelmének megfelelően transzponáltuk, a mintákban előforduló legmélyebb hang egyvonalas d, a legmagasabb kétvonalas d.

Annak érdekében, hogy az itemek alapján elemezhető legyen a képesség fejlődése és struktúrája, három további paramétert határoztunk meg a dallamminták közötti változások definiálására. (1) A dallamok ámbitusuk (a legmélyebb és legmagasabb hang közötti frekvenciatávolság) alapján két csoportba sorolhatók: lehetnek tiszta kvint és tiszta oktáv terjedelműek. (2) Azokban az itemekben, ahol az első és a második dallamminta nem egyezik meg, a változás történhet a dallam kezdő vagy záró hangján, illetve a középső két hang valamelyikén. (3) Az eredeti és a megváltoztatott dallamrészlet közötti eltérés minden esetben egy hangot érint, amely egy szekunddal vagy terccel tér el az eredeti hangmagasságtól. A megváltoztatott hang továbbra is illeszkedik az eredeti dallam hangnemébe és dallamkontúrájába. (Példák a 10.3. és 10.4. ábrán.)



10.3. ábra. T5 ámbitusú dallam, változás első hangon, terc hangközzel
(MNT 12. kötet, Hej, az ózdi nagyhíd alatt)

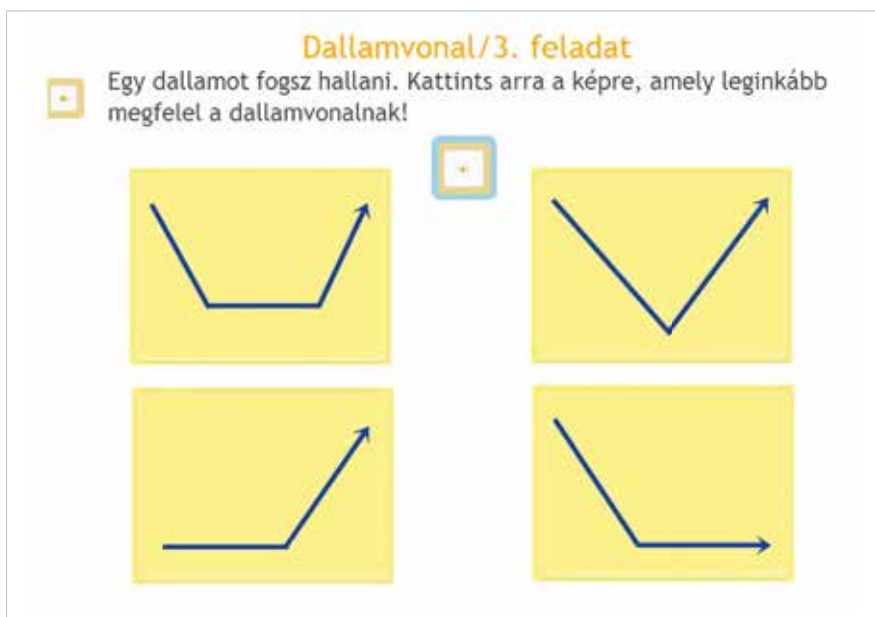


10.4. ábra. T8 ámbitusú dallam, változás középső hangon, szekund hangközzel
(MNT 10. kötet, Sűrű a diófalevél)

A felsorolt paraméterek alapján 20 olyan itemet képeztünk, amelyek megfelelnek az alapparamétereknek, és lefedik a változó paraméterek variációit. A 20 item mindegyike zongorahangszínen szólal meg.

Vizuális kapcsolás

A vizuális és auditív ingerek megfeleltetése, a modalitások összekapcsolása a kottairás- és olvasás alapművelete. A képesség mérésére új feladatot dolgoztunk ki, amely még nem szerepelt korábbi zenei képességtesztekben. Sematikus kottaképeket készítettünk, s az így kapott vonalrajzok közül kell a diákoknak kiválasztaniuk azt az egyet, amely leginkább megfelel a zongorán játszott egyszólamú zenei részlet dallamvonalának (10.5. ábra).



10.5. ábra. Példa a vizuális kapcsolás feladattípusára

Harmónia

A harmóniahallási feladat elsődleges célja a dúr-moll és moll-szűk akkordok közötti különbségek percepciójának vizsgálata. Az itemek között mindhárom akkordfordítás megjelenik. A tesztalanynek az egymás után, zongorahangszínen megszólaló akkordokról kell megállapítania, hogy azok megegyeztek, vagy nem egyeztek meg.

Hangmagasság

A hangmagasság-percepciót vizsgáló feladatban a diákoknak két egymás után megszólaló hang frekvenciaviszonyát kellett megállapítaniuk. Válaszukban azt kellett megadni, hogy melyik hang volt a magasabb: az első, a második, vagy a két hang megegyezett. A feladat nyolc iteme fel- és lelépő kis szekundot, nagy szekundot és kis tercet, valamint két item tiszta prím hangközt tartalmazott, amelyek zongorahangszínen szólalnak meg.

Dinamika

A dinamika a hangerősség adott idő alatti változása. Halkulással vagy erősödéssel jellemezhető. Vizsgálatához szólóhangszeres (zongora), kamarazenei, vonósnégyes és szimfonikus zenekari mintákat dolgoztunk ki, amelyek hangerejét számítógép segítségével módosítottuk. A diákoknak azt kellett megállapítaniuk, hogy a hallott zenei részlet hangereje erősödött, halkult, vagy nem változott.

Hangszín

A dinamikahalláshoz hasonlóan a hangszínhallás is alapvető, evolúciós képesség. 2012-ben folytatott próbamérésünk során az egyszerű hangszín-diszkriminációs feladatok túl könnyűnek bizonyultak a vizsgált korosztályban. Míg korábban a diákoknak azt kellett megállapítaniuk, hogy az egymás után elhangzó két zenei részlet ugyanazon a hangszeren (vagy hangszereken) szólalt-e meg, a 2013-as mérésben arról kellett döntést hozniuk, hogy melyik zenei részletben játszott több hangszer. Az itemek kidolgozásához vonósnégyeseket és divertimentókat alkalmaztunk. Azokban az itemekben, ahol a zenei részletet nem azonos számú hangszer játszotta egymás után, az eredeti apparátushoz képest egy hangszer sávját töröltük ki.

Az online teszt kipróbálása, a próbamérés eredményei

Az online teszt első változatát kisebb mintán kipróbáltuk, a próbamérésre 2012 tavaszán került sor, Csongrád megyei általános iskolákban. A teszt 17 feladata 81 ítemet tartalmazott.

10.1. táblázat. A próbaméréshez használt minta elemszáma, a teszt reliabilitásmutatói és a teszten elért teljesítmény évfolyamonként

Évfolyam	N	Cronbach- α	Teljesítmény (%)
1.	219	0,843	43,46
3.	207	0,877	57,81
5.	227	0,924	62,92
Σ	653	0,917	54,69

A rögzített adatok alapján a zenei fejlettség átlagos értéke az évfolyamok között növekvő tendenciát mutat. Az első és a harmadik évfolyam között nagyobb eltérés tapasztalható ($F = 0,001$, $t = 10,2$, $p < 0,001$), mint a harmadik és az ötödik évfolyam között ($F = 2,1$, $t = 3,5$, $p = 0,001$).

A próbamérés igazolta, hogy a teszt széles körben, egyszerűen alkalmazható átlagos iskolai környezetben. Az adatok alapján a teszt nehézsége jól illeszkedik a választott korosztály fejlettségi szintjéhez. Az eredmények elemzését követően több kisebb változtatást találtunk indokoltnak. Ezek közé tartozott a felhasznált zenei anyagok paramétereinek pontosabb definiálása, a hangszeres előadóművészek játéka helyett az objektívebb zenei anyag elkészítésére alkalmas Sibelius 7 program alkalmazása és az alsós teszt két részre bontása annak érdekében, hogy a kisebb gyermekek figyelmét kevésbé terheljük.

Módszerek

Minta

A zenei képességek online diagnosztikus mérésére országos mintán 2013-ban került sor az általános iskola első hat évfolyamán, 25 intézmény közreműködésével.

Adatfelvétel

A zenei feladatok online megjelenítésére az eDia (elektronikus diagnosztikus mérési rendszer) volt a megfelelő felület. Az itt rögzített itemek elérése egyik intézményben sem jelentett gondot. A diákok saját iskolájuk számítógépes termében, a gépeken lévő böngészőben oldották meg a feladatokat. A zenei részletek objektivitását a dallamminták számítógépes rögzítésével biztosítottuk, a zenei paraméterek pontos beállításait Sibelius 7 programmal állítottuk elő. Az életszerű hangzás érdekében a Sibelius 7 Sound Library hangszíneit használtuk fel. A könnyebb megértés és az olvasási nehézségekből adódó esetleges problémák kiküszöbölése érdekében a diákok az instrukciókat nemcsak elolvashatták a képernyőn, de a fülhallgatón keresztül meg is hallgathatták azokat. A feladatok szövegeit akár többször is lejátszhatták, a zenei részleteket azonban csak egyszer hallgathatták meg a tanulók. A feladatok között visszalépésre nem volt lehetőség. Az alsós diákok a tesztet két részre bontva, két külön tanórán oldották meg, a felsős diákok egy tanórán. A kitöltéshez az időkeret elegendőnek bizonyult.

10.2. táblázat. A minta elemszáma és a nemek aránya

Évfolyam	N	Nemek aránya	
		Lányok (%)	Fiúk (%)
1.	127	47,5	52,5
2.	188	57,7	42,3
3.	264	52,4	47,6
4.	213	46,1	53,9
5.	358	45,6	54,4
6.	302	48,1	51,9
Σ	1452	50,9	49,1

A teszt 73 iteme nyolc feladatra bontható, amelyeket korábban részletesen ismertettünk (ritmus-, tempó-, dallamhallás, vizuális kapcsolás, harmonia-, hangmagasság-, dinamika- és hangszínhallás). A zenei képességmérő teszt reliabilitásmutatója 0,789. A Cronbach- α érték az első osztályosok esetében a legalacsonyabb (0,666), és második osztályban a legmagasabb (0,798). A zenei tesztet rövid kérdőív követte a diákok zenével kapcsolatos szokásairól, attitűdjéről. A részt vevő tanulók iskolai teljesítményére, kognitív és szocioökonómiai háttérváltozóira vonatkozó kérdőívet is rögzítettük, amelynek elemzésére a későbbiekben kerül sor.

A nagymintás vizsgálat eredményei

A zenei teszten elért évfolyamonkénti eredmények a várakozásnak megfelelően alakultak. A teszt nehézsége illeszkedett a választott korosztály fejlettségi szintjéhez, az alsóbb osztályokban is jól teljesítettek a tanulók, a felsőbb osztályokban nem jelentkezett plafonhatás.

10.3. táblázat. A teszten elért százalékos teljesítmény évfolyamonként

Évfolyam	Átlag	Szórás	Szukcesszív dimenzió		Szimultán dimenzió	
			Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
1.	47,44	9,45	49,94	10,99	42,01	11,34
2.	47,68	12,13	49,59	12,10	43,55	16,16
3.	52,62	10,69	54,08	11,52	49,44	14,39
4.	54,45	10,48	55,59	10,62	51,99	15,12
5.	58,71	11,20	59,54	11,11	56,90	15,72
6.	58,57	11,10	59,36	11,50	56,85	15,51

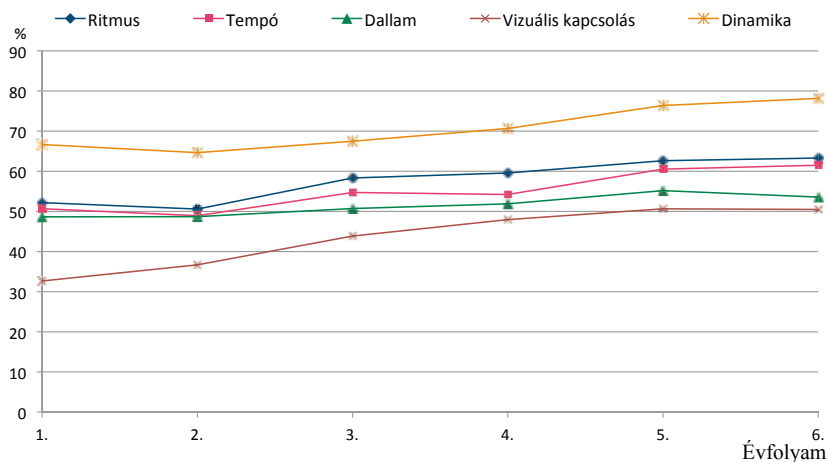
Az egymást követő évfolyamok teljes teszten nyújtott teljesítményének összehasonlítása során szignifikáns különbség ($p < 0,05$) a 2. és 3. osztályos ($F = 3,462$, $t = 4,569$, $p < 0,001$) és a 4. és 5. osztályos tanulók teszteredménye ($F = 1,606$, $t = 4,493$, $p < 0,001$) között mutatkozott. A teszten elért összpontszám, az egyes dimenziók és a 8 feladat esetében sem találtunk szignifikáns különbséget a lányok és a fiúk teljesítménye között.

A tesztet a diákok többnyire (68,4%) érdekesnek találták, a nehézségét többségük könnyűnek vagy közepesnek ítélte (könnyű: 36,2%, közepes: 54,5%), hasonlóan a saját teljesítmény megítéléséhez (jó: 50,8%, közepes: 41,8%). A teszten elért teljesítmény és annak szubjektív megítélése csupán a 3., 4., 5. és 6. évfolyamon mutat csekély mértékű szignifikáns korrelációt ($r = 0,147$, $r = 0,159$, $r = 0,124$, $p < 0,05$; $r = 0,164$, $p < 0,01$).

A zenei percepciók képességek fejlődési tendenciái

A próbamérés eredményeihez hasonlóan a szukcesszív, azaz időkomponensű dimenzió (ritmus-, tempó-, dallam-, dinamikahallás és vizuális kapcsolás) feladatátlagai minden korosztály esetén szignifikánsan magasabbak, mint a szimultán, azaz időkomponens nélküli dimenzióban (harmónia-,

hangszín- és hangmagassághallás). A két dimenzió között minden évfolyamon szignifikáns korreláció mutatható ki. A vizsgált zenei percepciók képessége az iskola első hat évében jellemzően fejlődő tendenciát mutatnak, feltételezhető, hogy ez a tendencia az első éveken gyorsabb ütemű.

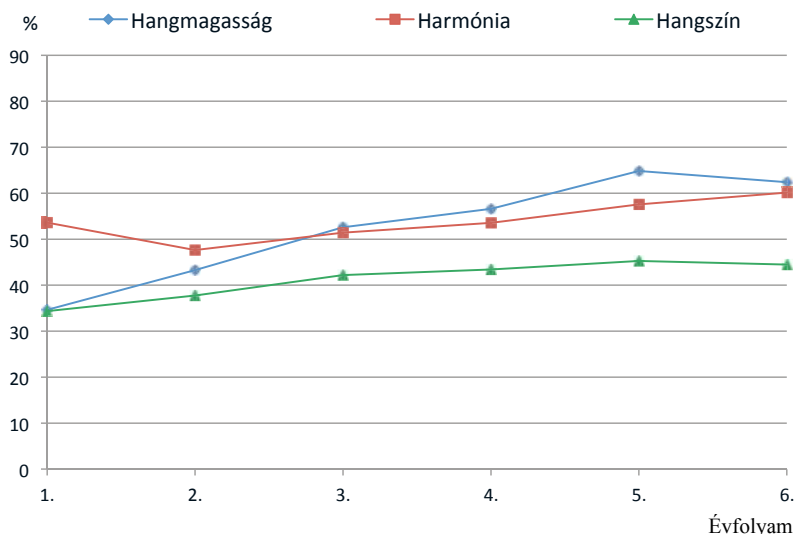


10.6. ábra. Évfolyamonkénti fejlettség a szukcesszív dimenzió feladataiban

A vizsgált képességek közül a dinamikahallás esetében adódtak a legmagasabb fejlettségi mutatók. A szukcesszív dimenzió legnehezebb feladatának minden korosztályban a vizuális kapcsolat mutatkozott, az alacsony átlagok ellenére dinamikus fejlődési tendencia figyelhető meg. A dallamhallási feladatban az egymást követő évfolyamok esetében csak a 4. és 5. osztály között mutatható ki szignifikáns különbség ($F = 0,942$, $t = 2,961$, $p = 0,003$). A ritmushallást és a tempóhallást az időbeli eltérések pontos percepciója határozza meg. A két feladat között az első osztály kivételével szignifikáns a korreláció ($p < 0,01$), a rajtuk elért eredmények a negyedik évfolyam kivételével ($t = 3,047$, $p = 0,003$) statisztikai egyezést mutatnak.

A teszt feladatai közül a hangmagasság-megkülönböztetés mutatja a legdinamikusabb fejlődési tendenciát az általános iskola első hat évében. Annak megállapítása érdekében, hogy a képesség fejlettsége mely életkorban éri el maximumát, a vizsgált korosztályok további bővítése szükséges. A szimultán dimenzióban minden évfolyamon a hangszínhallás bizonyult a

legnehezebb feladatnak. A hangszínekkel végzett összehasonlító műveletek sikeres elvégzése a kognitív érés függvényében jóval hosszabb folyamat eredménye lehet. A harmóniahallás feladata jellemzően fejlődő tendenciát mutat, az első és második osztályosok közötti 6 százalékpontos eltérés szignifikáns ($p < 0,05$).



10.7. ábra. Évfolyamonkénti fejlettség a szimultán dimenzió feladataiban

A teszten elért teljesítmény összefüggése néhány háttérváltozóval

A diákok iskolai teljesítményét leginkább félévi és év végi bizonyítványuk érdemjegyei reprezentálják. A teszten elért teljesítmény és az érdemjegyek korrelációjának vizsgálatakor a legtöbb közepes, gyenge-közepes korrelációt az irodalom, nyelvtan, az idegen nyelv, a matematika és a szorgalom jegyeivel találtuk. Ez a kapcsolat az ének-zene tantárgy esetében ugyanakkor csak 3. és 6. évfolyamon mutat alacsony szignifikáns összefüggést.

10.4. táblázat. A teszten elért eredmény és az iskolai érdemjegyek összefüggése

Féléves érdemjegyek	3. osztály	4. osztály	5. osztály	6. osztály
Irodalom, nyelvtan	0,344**	0,171*	0,367**	0,316**
Idegen nyelv	0,245**	0,322**	0,308**	0,182**
Matematika	0,306**	0,174	0,361**	0,252**
Történelem	–	–	0,132*	0,333**
Környezetismeret	0,159*	0,174	0,297**	0,170**
Ének-zene	0,181*	0,134	0,042	0,138*
Rajz és viz. kultúra	0,211**	0,201*	0,052	0,249**
Testnevelés	0,038	0,07	0,086	0,209**
Szorgalom	0,193**	0,146	0,331**	0,408**

Megjegyzés: * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,001$

A vizsgált tanulók 30%-a tanult valamilyen hangszeren játszani az adatregisztráció időpontjában, 17,6%-uk korábban folytatott hangszeres tanulmányokat. A zenetanulás pozitív hatásai 3., 4. és 6. osztályban szignifikánsak, legerősebben hatodik évfolyamon mutatkoznak meg, hiszen a hangszeren játszó hatodikosok 60,2%-a két évnél régebben játszik hangszerén.

10.5. táblázat. A teszteredmény korrelációi a hangszeratanulás háttérváltozóival (6. évf.)

	Hangszertanulás	Hangszertanulás éveinek száma	Gyakorlásra fordított idő	Van-e hangszer az otthonában?
Teszteredmény	0,217**	0,266**	0,274**	0,169**

Megjegyzés: ** = $p < 0,01$, * = $p < 0,05$

Az eredmények igazolják a családi háttér zenei attitűdre gyakorolt meghatározó szerepét. Minden vizsgált évfolyamra igaz, hogy minél gyakrabban énekel, zenél együtt a diák családtagjaival, annál jobban szeret énekelni. Ez az összefüggés már első osztályos korban is szignifikáns ($r = 0,255$, $p < 0,01$), és az iskolai évek során egyre erősebb értékeket mutat (6. osztály: $r = 0,372$, $p < 0,01$). Az éneklés szeretetének teszteredményre gyakorolt pozitív hatása 4. és 5. osztályban mutatkozik meg szignifikánsan.

A zenei percepciók képességek és a szülők legmagasabb iskolai végzettségének vizsgálatakor azt találtuk, hogy az alsó-, közép- és felsőfokú

végzettségű szülők gyermekeinek fejlettsége között különbség mutatkozik. Mivel az alsó tagozatos diákoknak a mérés során nehézséget jelentett édesanyjuk és édesapjuk legmagasabb végzettségének megadása, az 5. és 6. osztályosok mintáján végzett számítások eredményeit közöljük. Az elvégzett lineárisregresszió-analízis alapján az 5–6. osztályos diákoknál a zenei teszten való eredményességhez az anya iskolai végzettsége 12,2%-ban ($F = 55,62$; $p < 0,0001$), míg az apa iskolai végzettsége 6%-ban járul hozzá ($F = 24,67$; $p < 0,0001$).

Az eredmények értékelése, további kutatási feladatok

Felmérésünk eredményei azt mutatják, hogy a zenei képesség jól mérhető online teszteléssel. A kifejlesztett mérőeszköz könnyen hozzáférhető, idő- és költséghatékony megoldást jelent a zenei percepciók képességek felmérésére. A teszt nehézsége illeszkedett a célkorosztály képességszintjéhez, a teszt itemjei pedig érdekesnek bizonyultak a diákok számára. A különböző osztályok teszten elért teljesítményének összehasonlításakor azt tapasztaltuk, hogy szignifikáns különbség két évente mutatkozik, azaz a fejlődő tendencia megfigyelhető, ám az nem gyors ütemű.

A vizsgálat eredményeivel alátámasztható a családi háttér és a hangszer-tanulás zenei percepciók képességre gyakorolt pozitív hatása. Az énekelni, közösen zenélni szerető családok gyermekei minden évfolyamon jobban szeretnek énekelni, és ez az attitűd felsőbb éveken már a tesztpontszámmal is pozitívan korrelál csakúgy, mint a szülők legmagasabb iskolai végzettsége. Ugyanakkor a hangszer-tanulás fejlesztő hatása magasabb évfolyamokon mutatkozik meg, amikor a gyermekek már többéves hangszeres tapasztalattal rendelkeznek.

A vizsgált percepciók képességek kivétel nélkül fejlődő tendenciát mutatnak, közülük a hangmagasság-megkülönböztetés és a vizuális kapcsolás feladatai adják a legdinamikusabb fejlődési görbéket. A teszten elért teljesítmény közepes, gyenge-közepes összefüggést mutat az iskolai sikerességet jellemző háttérváltozókkal, az irodalom-, nyelvtan-, idegennyelv-, matematika- és szorgaloméremjegyekkel. Ugyanakkor az ének-zenei érdemjeggyel mutatott összefüggés mutatója gyenge. Az eredmény arra enged következtetni, hogy a zenei percepció nem tölt be meghatározó szerepet az osztályzásban, azaz a tőle független vagy részben független elemek

a meghatározóbbak (pl. produktív, reprodukív képességek, ismeretek). A szorgalomjeggyel kimutatott összefüggés alapján feltételezhetjük, hogy az ének-zenei jegy megállapításakor általános tendencia a gyermek iskolai sikerességének vagy igyekezetének figyelembevétele. A teszten elért eredmény és a diákok saját teljesítményének szubjektív értékelése között fennálló gyenge kapcsolat is arra utal, hogy a percepciós képességek értékelése csekély szerepet kap a tanítási-tanulási folyamatban.

A rendszeres mérés-értékelés, a zenei képességekről szóló objektív visszacsatolás a későbbiekben segítheti a diákok zenei énképének fejlődését, a reális énkép kialakulását. Az internetalapú, diagnosztikus zenei képességmérő eszközök alkalmazása könnyen beépíthető az általános iskolai gyakorlatba, sokrétű, közvetlen információt szolgáltatnak a diákok teljesítményéről, amely nagy osztálylétszámok esetén is elősegíti a differenciált és célzott fejlesztés megalapozását. További kutatás szükséges a mérőeszköz előrejelző és diagnosztikus értékének feltárásához és a mért terület kiterjesztéséhez a zenei képességek és ismeretek más dimenzióira. Eredményeink a későbbiekben lehetővé teszik egy olyan tudományosan megalapozott feladatbank létrehozását, amely az egyéni fejlettségi szinthez igazodva, játékos formában fejleszti a zenei képességeket.

Irodalom

- Anvari, S. H., Trainor, L. J., Woodside, J. és Levy B. A. (2002): Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **83**, 111–130.
- Barkóczi Ilona és Pléh Csaba (1977): *Kodály zenei nevelési módszerének pszichológiai hatásvizsgálata*. Kodály Zoltán Zenepedagógiai Intézet – Bács megyei Lapkiadó Vállalat, Kecskemét.
- Barrington, D. (1770): Account of a very remarkable young musician. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **60**, 4–64.
- Cross, I. (2009): Music, cognition, culture, and evolution. In: Peretz, I. és Zatorre, R. J. (szerk.): *The cognitive neuroscience of music*. Oxford University Press, Oxford. 42–56.
- Csíkos Csaba és Csapó Benő (2011): A diagnosztikus matematika mérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti háttér és gyakorlati kérdések. In: Csapó Benő és Szendrei Mária (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 141–169.
- Dombi Józsefné Kemény Erzsébet (1992a): *A zenei képességvizsgálatok kézikönyve*.

- ve. Vántus István Társaság, Szeged.
- Dombi Józsefné Kemény Erzsébet (1992b): A zenei képességeket vizsgáló standard tesztek bemutatása, összehasonlítása és hazai alkalmazásának tapasztalata. In: Czeizel Endre és Batta András (szerk.): *A zenei tehetség gyökerei*. Mahler Marcell Alapítvány – Arktisz Kiadó, Budapest. 207–244.
- Erős Istvánné (1993): *Zenei alapképesség*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Garland, T. H. és Kuhn, C. V. (1995): *Math and music harmonious connections*, Dale Seymour Publications, New Jersey.
- Gerry, D., Unrau A. és Trainor, L. J. (2012): Active music classes in infancy enhance musical, communicative and social development. *Developmental Science*, **15**. 3. 398–407.
- Godt, I. (2005): Music: A practical definition. *The Musical Times*, **146**. 1890. sz. 83–88.
- Hagen, E. H. és Bryant, G. A. (2003): Music and dance as a coalition signaling system. *Human Nature*, **14**. 1. 21–51.
- Honing, H. (1982/2013): Structure and interpretation of rhythm in music. In: Deutsch, D. (szerk.): *The Psychology of Music*. Academic Press, Elsevier, London. 369–405.
- Honbolygó, F., Pohl, Z. K., és Csépe, V. (2010). Effect of musical training on the development of speech and music perception abilities as indicated by event-related brain potentials. *International Journal of Developmental Neuroscience*, **28**. 8. sz. 658.
- Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C. és Schlaug, G. (2009): Musical training shapes structural brain development. *The Journal of Neuroscience*, **29**. 3019–3025.
- Janurik Márta (2008): A zenei képességek szerepe az olvasás elsajátításában. *Magyar Pedagógia*, **108**. 4. sz. 289–317.
- Janurik Márta (2010): *A zenei hallási képességek fejlődése és összefüggése néhány alapkészséggel*. Doktori disszertáció. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- Janurik Márta és Józsa Krisztián (2013): A zenei képességek fejlődése 4 és 8 éves kor között. *Magyar Pedagógia*, **113**. 2. sz. 75–99.
- Koelsch, S. (2012): *Brain & Music*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Kokas Klára (1972): *Képességfejlesztés zenei neveléssel*. Zeneműkiadó, Budapest.
- Lehmann, A. C., Sloboda, J. A. és Woody, R. H. (2007): *Psychology for musicians – Understanding and acquiring the skills*. Oxford University Press, Oxford.
- Loui, P., Kroog, K., Zuk, J., Winner, E. és Schlaug, G. (2011): Relating pitch awareness to phonemic awareness in children: implications for tone-deafness and dyslexia. *Frontiers in Psychology*, **111**. 2. sz. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00111
- Milovanov, R., Pietila, P., Tervaniemi, M. és Esquef, P. A. A. (2010): Foreign language pronunciation skills and musical aptitude: A study of Finnish adults with higher education. *Learning and Individual Differences*, **20**. 56–60.
- Moles, A. (1966): *Information theory and aesthetic perception*. University of Illi-

- nois Press, Urbana.
- Pantev, C. és Herholz, S. C. (2011): Plasticity of the human auditory cortex related to musical training. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. doi:10.1016/j.neubiorev.2011.06.010
- Peretz, I. és Coltheart, M. (2003): Modularity of Musical Processing. *Nature Neuroscience*, **6**. 7. 688–691.
- Révész Géza (1946): *Einführung in die Musikpsychologie*. Francke, Bern.
- Schmithorst, V. J. és Holland, S. K. (2004): The effect of musical training on the neural correlates of math processing: a functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, **354**. 193–196.
- Seashore, C. E. (1919): *The psychology of musical Talent*. Silver, Burdett and Company, New York.
- Shahin, A., Robert L. E. és Trainor, L. J. (2004): Enhancement of auditory cortical development by musical experience in children. *Neuroreport*, **15**. 12. 1917–1921.
- Turmezeyné Heller Erika (2007): *A zenei ismeretek és képességek fejlődése az alsó tagozatos életkorban*. Doktori disszertáció. Debreceni Egyetem, Debrecen.
- Turmezeyné Heller Erika és Balogh László (2009): *Zenei tehetséggondozás és képességfejlesztés*. Kocka Kör Tehetséggondozó Kulturális Egyesület, Debrecen.
- Tyeplov, B. M. (1963): *A zenei képességek pszichológiája*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Vitányi Iván (1969): *A zene lélektana*. Gondolat Kiadó, Budapest.