

# MŪZIKAS PSIHOLOĢIJA

## UZMANĪBAS KOMPONENTU UN MŪZIKAS PARAMETRU MIJIEDARBE DZIRDĒS UZMANĪBAS TRENĪNPROGRAMMAS AUT KONTEKSTĀ

Valdis Bernhofs

### 1. Ievads

Uzmanības sistēma ir svarīgs cilvēka funkcionēšanas aspekts. To raksturo kompleksa darbība, kuru savukārt iespaido smadzeņu dažādu centru funkcionāla mijiedarbe un savstarpēja kooperēšanās (Birbaumer, Schmidt 1996). Uzmanība ietekmē kognitīvos procesus kopumā – atbild par cilvēka vispārēju aktivizēšanos, informācijas uztveri un izvērtēšanu, patstāvīgu plānošanu. Līdzīgi citām bioloģiskajām sistēmām, arī uzmanībai ir sava anatomija, regulētājmehānismi un attīstība (Posner 2004). Uzmanības kā vienotas sistēmas pētījumi mūsdienās balstās uz vairākkārt pārbaudīto *trīskomponentu teoriju*, proti, trim funkcionāli un anatomiski atšķirīgiem komponentiem:

- aktivizēšanas funkciju (*alerting*), kas nodrošina uzmanības aktivizēšanos,
- pozicionēšanas funkciju (*orienting*) – nodrošina uzmanības fokusēšanu uz notikumu (kairinājumu),
- izpildes funkciju (*executive function*) – nodrošina uzmanības *ricību* sarežģītā situācijā, kas prasa ātru izšķiršanos (reakciju) (Posner, Petersen 1990; Raz, Buhle 2006).

Gan redzes, gan dzirdes uzmanība ir selektīvās uzmanības veidi un kopējās uzmanības sistēmas komponenti. Dzirdes uzmanības pētniecība sevišķi intensīvi noritēja 20. gadsimta 50. gados, turpretī 70.–80. gadu kognitīvajā psiholoģijā uzmanības pētījumi galvenokārt bija vērsti uz redzes modalitātes izzināšanu. Te vērts atzīmēt atšķirības, kas vērojamas redzes un dzirdes informācijas apstrādes procesā (Neumann et al. 1986). Pēc vairāku pētnieku domām, dzirdes informācija strukturēta vienkāršāk: skaņas kairinājumiem, pretēji redzes informācijai (objekts parasti ietver informāciju gan par krāsu, gan formu un saturu), nav kompleksas hierarhiskas struktūras. Citi pētnieki gan norāda, ka dzirdes uzmanības procesā kompleksitātes, iespējams, pietrūkst skaņai kā atsevišķai vienībai, taču šo noliegumu nekādi nevar attiecināt uz skaņu struktūru vai struktūrām, kas, līdzīgi vizuālam objektam, spēj sasniegt augstu kompleksitātes līmeni (Stoffer 2005).

Mūsdienās dzirdes uzmanības procesu izpēte, pretstatā 20. gadsimta 70.–80. gadiem, atkal kļūst aizvien intensīvāka. Pētniecības praksē

galvas smadzeņu atbildes reakciju (signālus, kas atbild uz jušanas orgānu, tostarp dzirdes orgāna, kairinājumu) mēdz apzīmēt ar jēdzienu *notikuma izraisītais potenciāls* jeb *Event Related Potential – ERP* (Poulin-Charronnat et al. 2006; Näätänen et al. 2011). *Notikuma izraisītie potenciāli* raksturo arī pirmsuzmanības stadiju – individualizētus procesus, ko būtiski ietekmē akustiskās informācijas saturs (Luck, Vecera 2002; Mathys et al. 2010). Akustiska kairinājuma izraisītus atbildes signālus, neatkarīgi no muzikālās sagatavotības pakāpes, iespējams fiksēt jebkuram indivīdam, un tas liecina par dzirdes uzmanību kā universālu procesu.

Mūsdienu pētnieki uzmanības procesu analizē galvenokārt izmanto t. s. skaņu vai skaņu struktūru atšķiršanas (*discrimination*) uzdevumus (Näätänen et al. 1989). Zinātnieki atzīst, ka tikai akustisku kairinātāju (skaņu) struktūras spēj izraisīt efektu, ko pētniecībā dēvē par *nesaskaņas negatīvo līkni* (*Mismatch Negativity* jeb *MMN*) (Sussman et al. 1998; Wacongne et al. 2012). *MMN* efektu var novērot ne tikai standarta un atšķirīgo skaņaugstumu nesakrītības gadījumā, bet arī, klausoties atšķirīgas ritma struktūras (Näätänen et al. 2007; Winkler 2007; Ruggles, Shinn-Cunningham 2010). Iekļaujot uztverei piedāvāto akustisko kairinājumu noteiktā mūzikas struktūrā un piedāvājot struktūras elementu iekšējas maiņas, vērojams *labās priekšējās puslodes agrīnās negatīvās līknes* (*Early Right Anterior Negativity* jeb *ERAN*) efekts (Koelsch et al. 2003).

Ārpus klīniska konteksta uzmanības traucējumus var novērot dažādu izglītības sistēmu un pakāpju mācību iestāžu audzēkņiem (Plahl, Koch-Temming 2005). Tomēr jāņem vērā, ka sākumskolā bērna uzmanības spējas vēl nav nostabilizējušās, tātad tās ir attīstāmas, pilnveidojamas (Posner 2004). Jaunākie pētījumi neiropsiholoģijā liecina par mūzikas pozitīvu iedarbību uz cilvēka psihi. Atsevišķi mūzikas parametri – ritms, skaņaugstums, tembrs, dinamika, skanējuma reģistrs – spēj ietekmēt tos centrus smadzeņu garozā un smadzeņu sistēmā kopumā, kas ir atbildīgi par uzmanības sistēmas aktivizēšanu (Krumhansl 2000; Cusack et al. 2004; McDermott, Oxenham 2008). Literatūras avotos vairākkārt uzsvērts, ka uzmanības spējas, izmantojot dažāda veida akustiskus vingrinājumus, iespējams trenēt un attīstīt (Ruggles, Shinn-Cunningham 2010; Lappe et al. 2011).

Šajā pētījumā sīkākai analīzei izraudzīti divi mūzikas parametri – skaņaugstums un ritms, jo tieši tie literatūras avotos visbiežāk atzīti par galvenajiem mūzikas uztveres aspektiem (Cenova 2007), kas vistiešāk spēj aktivizēt uzmanības sistēmu (Krumhansl 2000; Parsons 2007; McDermott, Oxenham 2008). Gan skaņaugstuma, gan ritma satura atkodēšanas principi ir mūzikas kultūrām pakļauti jēdzieni, un tie veidojas muzikālās pieredzes rezultātā. Tieši atšķirīgas muzikālās pieredzes aspekts rosina zinātniekus izvirzīt īpašus respondentu grupu veidošanas priekšnoteikumus gan skaņaugstuma, gan ritma kognitīvās

strukturēšanas principu izpētē. Grupu nošķirums ir būtisks, jo intensīva muzikālā treniņa rezultātā smadzeņu anatomiskās struktūras spēj mainīt formu. Akustiskas informācijas apstrāde neirālās plasticitātes rezultātā iegūst atšķirīgus mehānismus to respondentu grupā, kuru muzikālā pieredze veidojusies uz muzikālā treniņa bāzes (Altenmüller, McPherson 2007).

Vairāki autori norāda uz treniņa efekta noturību treniņa laikā un noteiktā periodā pēc treniņa beigām (Gottselig et al. 2004; Lappe et al. 2011). Skaņaugsstuma un ritma struktūru treniņa efektu var novērot grupās, kuru dalībniekiem ir dažāda muzikālā pieredze. Būtiskas atšķirības starp mūziķiem un nemūziķiem iespējams atklāt eksperimentos, kur skaņu diferenciacija notiek vienas struktūras ietvaros (intervālu atšķirības vai melodijas virziena maiņas noteikšana). Muzikāls treniņš un muzikāla apdāvinātība spēj pozitīvi ietekmēt sarežģītāku komponentu atšķiršanu, taču muzikāls treniņš neietekmē patvaļīgi aktivizētu uzmanības reakciju uz atsevišķu skaņaugsstumu diferencēšanu struktūrā (Fujioka et al. 2004).

Uzmanības treniņa terapeitiskais mērķis visbiežāk ir kāda patoloģiska procesa atsevišķu pazīmju novēršana (Beutel et al. 2005; Valmaggia et al. 2007; Rohling et al. 2009). Pētnieki aprakstījuši arī treniņa metodes, kas ietekmē uzmanības sistēmas sazarojumu attīstību, tomēr šīs metodes lielākoties rosina vizuālās uzmanības sistēmas pilnveidi. Savukārt atsevišķas sistematizētas metodes (piemēram, *Continuous Attention Performance Test* jeb CAPT), kas vērstas uz dzirdes uzmanības treniņu, galvenokārt paredzētas bērniem ar uzmanības deficīta (hiperaktivitātes) sindromu. Tādējādi nākas secināt, ka speciālas metodes dzirdes uzmanības treniņam bez klīniska konteksta pagaidām nav izstrādātas. Nepietiekami pētīta ir skaņaugsstuma un ritma parametru sasaiste ar dzirdes uzmanības treniņa sniegtajām iespējām.

## **2. AUT – jaunizveidots instruments dzirdes uzmanības treniņam**

### **2.1. Konceptija**

Lai pētītu mūzikas parametru sasaisti ar dzirdes uzmanības procesiem, bija nepieciešams izveidot sistēmu akustiskā materiāla strukturēšanai. Par jaunizveidotās sistēmas pamatvienību tika izraudzīta struktūra (S), kuras apjoms izteikts laika intervālos (LI). Viena LI ilgums ir 3 sekundes. Struktūras var būt atšķirīgas, un to daudzveidībai nav robežu. Viena vai vairākas struktūras var kļūt par treniņstruktūrām (T); tās savukārt rada atsevišķu struktūru apvienošanās nosacījumus.

Treniņstruktūru (T) atlase balstīta uz mūzikas teorijas atziņām par skaņaugsstuma un ritma raksturiezīmēm, kā arī neiropsiholoģijā

bāzētām atziņām par skaņaustuma un ritma struktūru uztveres un kognitīvās apstrādes īpatnībām. Konkrētās treniņprogrammai izraudzītās treniņstruktūras parādītas 1. attēlā.

Pitch 1		Pitch 2		Pitch 3	
Rhythm 1	□   □   □   □   □   □   □   □	Rhythm 2	□   □   □   □   □   □   □   □	Rhythm 3	□   □   □   □   □   □   □   □

1. attēls. Skaņaustuma (*Pitch*) un ritma (*Rhythm*) treniņstruktūras (T)

Vairāku struktūru virknējums ir pamatā struktūrfāzei (SF). Savukārt treniņstruktūru un struktūrfāžu izklāsts veido t. s. pirmo līmeni. Atkarībā no struktūrfāžu piepildījuma – garuma, treniņstruktūru un citu struktūru attiecībām, tajās ietvertu elementu līdzības pakāpes u. tml. – SF tiek iedalītas trīs struktūrgrupās (A, B un C).

Treniņstruktūrām vistuvākās ir A struktūrgrupas struktūrfāzes – tās veidojas kā treniņstruktūru organisks turpinājums. Lai arī A grupas struktūras ir radniecīgas treniņstruktūrām, tomēr tajās nav iekļautas pašas treniņstruktūras (2. attēls).

The image shows two musical staves. The top staff contains a sequence of notes: C4, D4, E4, F4, G4, A4, B4, C5, B4, A4, G4, F4, E4, D4, C4. Below the notes are four 'S' markers with dotted lines extending to the right. The bottom staff contains a similar sequence of notes: C4, D4, E4, F4, G4, A4, B4, C5, B4, A4, G4, F4, E4, D4, C4. Below the notes are four 'S' markers with dotted lines extending to the right.

2. attēls. A grupas struktūrfāze (SF7)

Struktūrfāzēm kļūstot izvērstākām, parādās tendence attālināties no treniņstruktūrām – A struktūrgrupa transformējas B struktūrgrupā. Jaunās struktūrfāzes kļūst apjomīgākas un brīvākas. Līdzība ar treniņstruktūrām tiek saglabāta tikai intonatīvā vai ritma zīmējuma pamatkontūras līmenī. Vienlaikus B struktūrgrupa saglabā A struktūrgrupas iesākto principu – vienā struktūrfāzē ietvert struktūru, kas līdzīga treniņstruktūrai, taču nav tai identiska. B struktūrgrupa attīsta šo principu tālāk – struktūrfāzes iekļauj ne tikai treniņstruktūrām līdzīgas uzbūves, bet arī treniņstruktūrām identiskas struktūras.

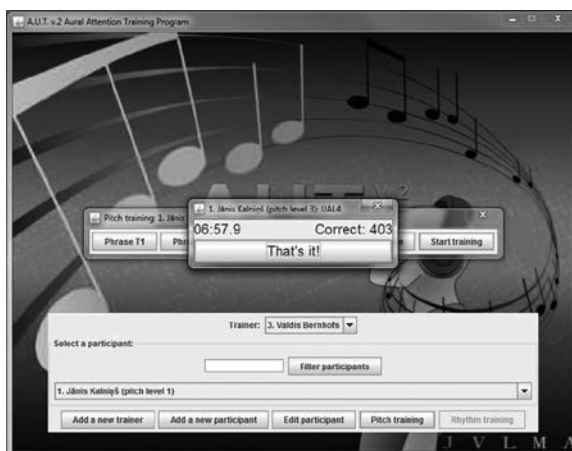
Jaunas prasības uztverei izvērza C struktūrgrupa. Tās pamatā ir vairāku struktūru apvienojums ar akustiskiem ietekmes faktoriem (AF). C struktūrgrupa vērsta uz atteikšanos no treniņstruktūrām svešiem struktūrelementiem, vienlaikus piedāvājot uztverei jaunu akustisko papildslāni. Ņemot vērā uztveres īpatnības, par o t r o l ī m e n i tiek uzskatīts ne tikai papildus skaņu fons vai trokšņi, bet arī dinamikas gradācija, skaņas atbalss efekti un tembru maiņas – visa veida akustiskie t. s. traucējošie faktori, kas ietekmē gan uztveri, gan audiālo uzmanību.

Skaņaugstuma un ritma struktūrsistēmas veidotas pēc līdzīgiem principiem. Atbilstoši ritma struktūru uztveres īpatnībām (Krumhansl 2000), šai apakšsistēmai ir pievienots vēl papildus struktūrkomponents – pulss (P), un pieņemts, ka viena pulsa vienība atbilst vienai sestdaļai no LI. Ritma struktūrfāzēm nav noteikta skaņaugstuma – struktūrelementi ir tembrāli identiski.

## 2.2. Audiālās uzmanības treniņprogramma AUT

Balstoties uz jaunradītās skaņaugstuma un ritma struktūrsistēmas teorētisko modeli, tika izveidota audiālās uzmanības treniņprogrammas (AUT) datorversija. Tās pamatuzdevums ir trenēt dzirdes uzmanību, šai nolūkā aktivizējot īslaicīgās atmiņas procesus skaņaugstuma vai ritma struktūru uztverei un atšķiršanai. Treniņprogramma ietver skaņaugstuma un ritma struktūru atšķiršanas uzdevumus, un tā veidota pēc pakāpenības principa: uzdevumos noteiktā secībā iekļauta daudzveidīga akustiskā informācija, piesaistīts papildus skaņu fons (AF) un pakāpeniski palielināts vingrinājumu izpildes laiks (no 5 līdz 10 minūtēm). Viena līdz trīs treniņstruktūras, atbilstoši grūtības pakāpei, ar neregulāriem atkātojumiem gan atsevišķi, gan struktūrfāžu ietvaros tiek izklāstītas desmit treniņuzdevumos, kas pētījumā nosaukti par uzmanības attīstības līmeņiem (ATL).

Datorprogramma veidota uz *Java* platformas (3. attēls).



3. attēls. AUT lietotāja saskarne

Kā redzams attēlā, datorprogrammai piešķirts īpašs vizuālais dizains. Visiem izvades datiem ir augsta koda kvalitāte. Ar treniņprogrammas palīdzību var reģistrēt uzmanības sistēmas komponentus: uzmanības aktivizēšanās reakcijas, kā arī uzmanības noturīgumu, reaģējot uz standarta un atšķirīgajām skaņaugstuma un ritma struktūrām. Datorprogramma automātiski reģistrē un grupē visus ievades datus, sniedzot iespēju detalizēti analizēt skaņaugstuma un ritma parametru iespējamo mijiedarbi ar dzirdes uzmanības sistēmas komponentiem.

### 2.3. AUT treniņprogrammas efektivitātes pētījums

Metode un dalībnieki. Izvirzot hipotēzi par strukturēta skaņaugstuma un ritma treniņa būtisku ietekmi uz dzirdes uzmanību 7–8 gadus veciem mūzikas skolas audzēkņiem, tika veikts pētījums. Tajā piedalījās 85 respondenti (N=85). 80% respondentu pētījuma sākumā bija 7 gadus veci, 20% respondentu bija 8 gadi. No visiem respondentiem 35 bija zēni (41,2%), bet 50 – meitenes (58,8%). Pētījuma ietvaros tika izveidotas trīs randomizētas grupas: skaņaugstuma grupa (n=30), ritma grupa (n=30) un kontroles grupa (n=25). Visi respondenti pētījuma norises laikā turpināja ierasto mūzikas mācību procesu, bet divu – eksperimenta – grupu respondentiem bija iespēja papildus mūzikas nodarbībām apgūt arī dzirdes uzmanības treniņu.

Pētījums noritēja trīs posmos sešu mēnešu gaitā. Pirmajā un trešajā posmā notika dzirdes uzmanības komponentu mērījumi visās trīs pētījuma grupās. Otrajā posmā divas pētījuma grupas apguva jaunizveidoto treniņprogrammu AUT (individuāls treniņš divreiz nedēļā, apgūstot 10 ATL).

Dzirdes uzmanības mērījumiem izmantots standartizēts instruments – Vācijā izveidotais *Dzirdes un dalītās uzmanības testēšanas instruments* jeb *AUDIVA, ADT 3000, 42*. AUDIVA tests ir neverbāls instruments, paredzēts bērniem vecumā no 4 līdz 8 gadiem. Ar AUDIVA 42. versijas izmantojumu tika veikti dzirdes uzmanības mērījumi pētījuma sākumā un beigās, nosakot četrus dzirdes uzmanības komponentus:

- nomoda stāvokli (*alertness*),
- fokusētās jeb selektīvās uzmanības stāvokli,
- uzmanības noturīgumu jeb uzmanības vigilanci,
- dalīto uzmanību, kas tiek mērīta, testa izpildes gaitā iekļaujot papildus vizuālu kairinājumu (lampa aparātā).

### 2.4. Pētījuma rezultāti

#### 2.4.1. Jaunizveidotās programmas efektivitātes mērījums

Pētījuma rezultāti sasaucas ar citu autoru atziņām (Biederman 2005; Nagui 2009) par uzmanības problemātiku skolā un norāda uz ievērojamām dzirdes uzmanības gradāciju atšķirībām gan vienas grupas, gan vienas mācību iestādes ietvaros. Rezultāti apstiprina arī iepriekš izvirzīto apgalvojumu: nav tiešas saiknes starp bērna muzikālo apdāvinātību un uzmanību. Arī 7–8 gadus veciem bērniem, kuri ikdienā apgūst mūzikas mācību priekšmetus, vērojamas būtiskas atšķirības uzmanības aktivitātē, noturībā un sadalījumā.

Tika konstatēts, ka strukturēts skaņaugstuma un ritma treniņš spēcīgi ietekmē audiālo uzmanību 7–8 gadus veciem bērniem – mūzikas skolu audzēkņiem. Izteiktas atšķirības pētījuma beigās novērotas

starp eksperimenta grupām un kontroles grupu. Skaņaugstuma grupai pētījuma beigās bija nozīmīgi uzlabojies reakcijas ātrums uz relevanto akustisko kairinātāju ( $p=,005$ ). Maksimāli būtiski uzlabojušies rādītāji, kas raksturo ritma grupas respondentu dzirdes uzmanības precizitāti ( $p=,000$ ) un dzirdes uzmanības noturīgumu ( $p=,001$ ). Abas eksperimenta grupas, atšķirībā no kontroles grupas, atkārtotajā mērījumā uzrādījušas būtiskus līdz maksimāli būtiskus uzlabojumus divos kritērijos: dzirdes uzmanības aktivitātē un dzirdes uzmanības noturīgumā.

Atkārtota dzirdes uzmanības mērījuma rezultāti norāda uz vērā ņemamām atšķirībām starp eksperimenta (skaņaugstuma un ritma) grupām gandrīz visu selektīvās uzmanības noturīguma pazīmju ietvaros. Ritma grupas respondentu rezultāti, kas raksturo selektīvās uzmanības noturīgumu, pētījuma beigās būtiski pozitīvi atšķirās no skaņaugstuma grupas respondentu rādītājiem (Manna-Vitnija tests,  $p=,036$ ). Dažādi bija arī abu eksperimenta grupu efektivitātes mērījuma rādītāji (Kohena efektivitātes koeficients  $d$ ). Vidējs efekts ( $d>50$ ) un liels efekts, kas saistīts ar mazāku ignorēto akustisko relevanto kairinājumu skaitu ( $d=,97$ ), raksturo ritma grupas respondentu rādītājus uzmanības aktivitātes un selektīvās uzmanības noturīguma komponentos, savukārt skaņaugstuma grupa uzrāda vidēju efektu ( $d=,64$ ) tikai uzmanības aktivitātes rādītājā.

Vilkoksona testa rezultāti atkārtotajā mērījumā parādīja būtiskas līdz maksimāli būtiskas izmaiņas vienīgi grupās, kuras piedalījās dzirdes uzmanības treniņā. Vienlaikus arī šeit vērojamas atšķirības starp eksperimenta grupām: summārie rezultatīvie rādītāji bija augstāki grupai, kura piedalījās ritma treniņprogrammā – grupas rezultatīvie rādītāji pētījuma beigās maksimāli būtiski uzlabojušies visās ar selektīvās uzmanības noturīgumu saistītajās pazīmēs ( $p=,000$ ). Skaņaugstuma grupas respondenti pētījuma beigās uzrādīja būtiski atšķirīgus rezultātus uzmanības aktivitātes un selektīvās uzmanības noturīguma komponentos ( $p<,01$ ).

Par eksperimenta grupu atšķirībām salīdzinājumā ar kontroles grupu liecina efektivitātes mērījuma rezultāti (Kohena efektivitātes koeficients  $d$ ). Abās eksperimenta grupās, atšķirībā no kontroles grupas, pētījuma beigās novērots vidējs un liels efekts. Liels efekts raksturo skaņaugstuma grupas dzirdes uzmanības reakcijas laiku un reakcijas atbildes precizitāti: skaņaugstuma grupas respondenti treniņa rezultātā uzrādīja īsāku reaģēšanas laiku ( $d=,81$ ) un lielāku izpildes precizitāti ( $d=,94$ ). Tāpat liels efekts raksturo ritma grupas uzmanības aktivitāti ( $d=,81$ ) un selektīvās uzmanības noturīgumu ( $d=,81$ ) – treniņa rezultātā ritma grupas respondenti uzrādīja augstāku atbildes precizitāti un izteiktāku atbildes reakcijas vienmērību. Vidējs efekts raksturo ritma grupas uzmanības aktivitāti ( $d=,59$ ). Liels un vidējs efekts raksturo abu, arī treniņprogrammā iekļauto dzirdes uzmanības kritēriju (uzmanības aktivitātes un selektīvās uzmanības noturīguma) pazīmes.

Treniņā iesaistītajās grupās pētījuma beigās tika novērota būtiska dzirdes uzmanības komponentu mijiedarbe, kas nebija vērojama kontroles grupas dalībnieku rezultātos. Skaņaugstuma grupas rezultāti norāda uz reakciju precizitātes un samazināta reaģēšanas laika korelāciju un raksturo uzmanības aktivitātes kritērija pozitīvās izmaiņas (Pīrsona pāru korelācijas analīze,  $r=-,361$ ,  $p=,05$ ). Saikne starp relevanto audiālo atbilžu precizitāti un absolūto relevanto audiālo atbilžu skaitu ( $r=,466$ ,  $p=,01$ ) norāda uz mijiedarbi starp darba precizitāti un kvantitatīvo rādītāju – pareizo atbilžu skaitu. Sakarības starp relevanto audiālo atbilžu precizitāti un absolūto irrelevanto audiālo atbilžu skaitu ( $r=,557$ ,  $p=,001$ ) raksturo darba izpildes vienmērību. Vienmērīgāks darbs savukārt negatīvi mijiedarbojas ar pareizo atbilžu skaitu ( $r=-,466$ ,  $p=,01$ ). Tas ļauj secināt, ka skaņaugstuma grupas respondentu darbs treniņa rezultātā kļuvis vienmērīgāks, taču to raksturo lēnāks izpildes temps. Ritma grupā novērota pozitīva saikne gan starp audiālo un vizuālo atbilžu precizitāti ( $r=,40$ ,  $p=,028$ ), gan vizuālo atbilžu precizitāti un audiālo kļūdu skaitu. Var secināt, ka, samazinoties audiālo kļūdu skaitam, palielinās arī dalītās uzmanības precizitāte (korelācijas analīzē – samazināts laika diapazons vizuālo atbilžu reakcijām,  $r=,42$ ,  $p=,021$ ). Treniņā iesaistīto grupu dalībnieku sniegumam pētījuma beigās raksturīga līdzīga pazīmju mijiedarbe, šai gadījumā starp dzirdes uzmanības aktivitātes un selektīvās dzirdes uzmanības noturīguma kritērijiem, taču atšķirīgi ir gan pazīmju pāri, gan šo pāru savstarpējās atkarības būtiskums. Tas norāda uz divu dažādu mūzikas parametru – skaņaugstuma un ritma – iekļāvumu vienotā dzirdes uzmanības treniņā un raksturo šo parametru atšķirīgās attiecības ar dzirdes uzmanības komponentiem.

Pētījuma beigās uzmanības treniņam pakļauto uzmanības komponentu pazīmes izteikti slāņojas vienkopus: samazinoties kļūdu skaitam, ne vien pieaug pareizo atbilžu skaits, bet arī samazinās laika diapazons, kas raksturo atbildes reakciju uz relevanto akustisko kairinājumu. Faktoranalīzes rezultāti norāda uz līdzīgiem pazīmju slāņojumiem eksperimenta grupās: pētījuma beigās abās eksperimenta grupās nav novērota uzmanības sadalījuma tipisko pazīmju slāņošanās viena faktora ietvaros. Kontroles grupā savukārt mijiedarbojas pazīmes, kas raksturo gan audiālo, gan vizuālo uzmanību. Dzirdes uzmanības aktivitāti un selektīvās dzirdes uzmanības noturīguma pazīmju līdzīga slāņošanās abās eksperimenta grupās norāda uz dzirdes uzmanības treniņa ietekmi.

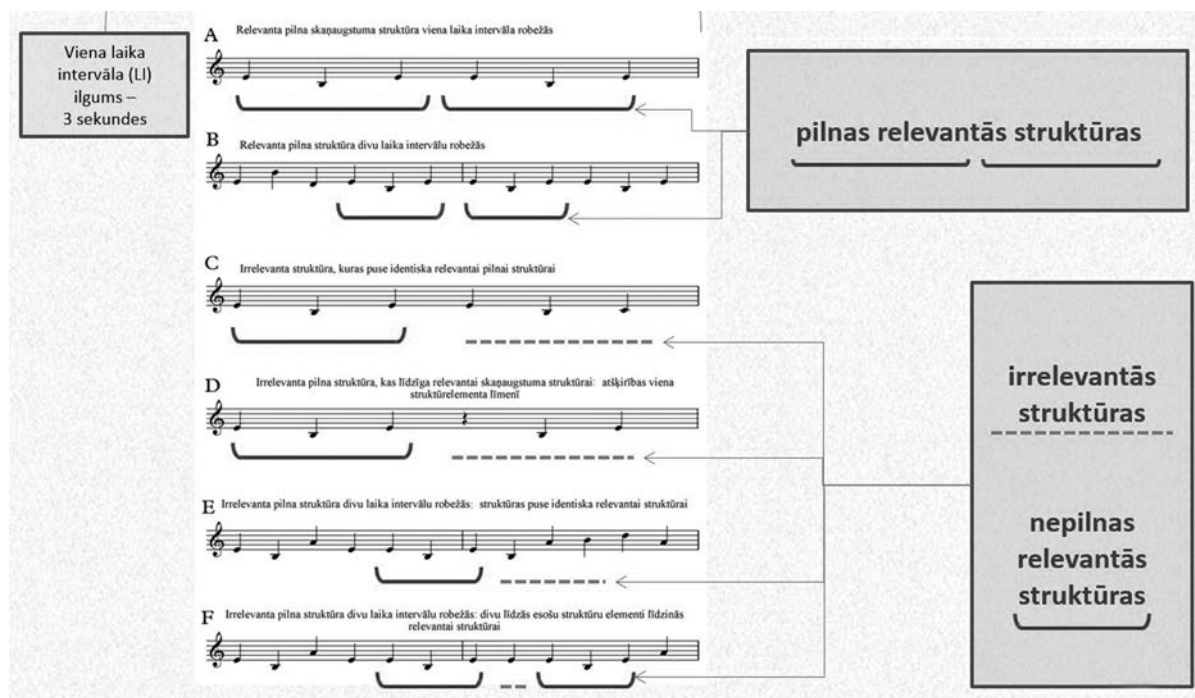
#### 2.4.2. Mūzikas parametru un uzmanības komponentu mijiedarbe

Treniņprogrammas AUT visu desmit līmeņu izpildes laikā iegūti vērtīgi un apjomīgi rezultāti, kuru apstrāde un analīze tiks



veikta turpmākajā izpētes posmā. Datu analīzei kopumā pakļauti 27 685 ieraksti elektroniskajā žurnālā. Šo rezultātu analīze sniegs atziņas par atsevišķu skaņaugsstuma un ritma struktūrsistēmas komponentu saikni ar dzirdes uzmanības procesiem – reakcijas ātruma izmaiņām (ms), neievērotās akustiskās informācijas izplatības tendencēm (kļūdām), informācijas apjoma un pulsa nozīmi akustiskās informācijas uztveres procesā, atsevišķu satūra elementu ietekmi uz dzirdes uzmanības procesiem.

Elektroniskā žurnāla ierakstus veido respondentu atbildes uz relevantajiem un irrelevantajiem kairinājumiem (4. attēls). Par relevantu struktūru tiek uzskatīta tā informācijas daļa (T struktūra vai vairākas T struktūras), kuru respondents iepriekš apguvis un kura viņam treniņa ietvaros bija jāatpazīst. Akustiskā materiāla izklāstā nebija iekļauti metriskie akcenti – respondentam treniņmateriāls tika piedāvāts kā gara skaņaugsstumu vai ritma vienību virkne. Ņemot vērā uzmanības aktivizācijas cikliskumu, akustiskās informācijas izklāsts tika klasificēts divos veidos: struktūra iekļaujas vai neiekļaujas vienā laika intervālā (attēlā laika intervālus atdala taktssvītras). T. s. pilnās relevantās struktūras tika ietvertas vienā laika intervālā (3 sekundes) vai arī sadalītas starp diviem laika intervāliem, kur viena struktūras daļa ir pirmā laika intervāla noslēgumā, bet otra – nākamā intervāla sākumā. Šāda pieeja ļauj izteikt hipotētisku apgalvojumu par metra un iekšējā pulsa nozīmi uzmanības komponentu aktivizēšanā.



4. attēls. Relevantās un irrelevantās struktūras

Salīdzinot respondentu atbildes uz skaņaugstuma un ritma relevantajām struktūrām viena vai divu laika intervālu robežās, tika novērotas būtiskas atšķirības tieši ritma grupā. Relevantās struktūras, ja to noslēgums bija nākamā laika intervāla sākumā, tika atpazītas īsākā laikā (5. attēls) nekā tādas pašas struktūras viena laika intervāla ietvaros. Tas norāda uz uzmanības aktivizācijas periodiskumu un iekšējā pulsa lomu uzmanības sistēmas komponentu aktivizācijā. Ritma struktūru atpazīšana, iespējams, norisinās gan ar iekšējās, gan ārējās<sup>1</sup> pulsācijas palīdzību, un šādu pulsāciju aktivizē akustisks notikums noteiktā laikposmā. Skaņaugstuma struktūras turpretim tiek salīdzinātas ar tonālās atmiņas palīdzību, tādēļ laika aspektam atpazīšanas procesā ir mazāka nozīme.

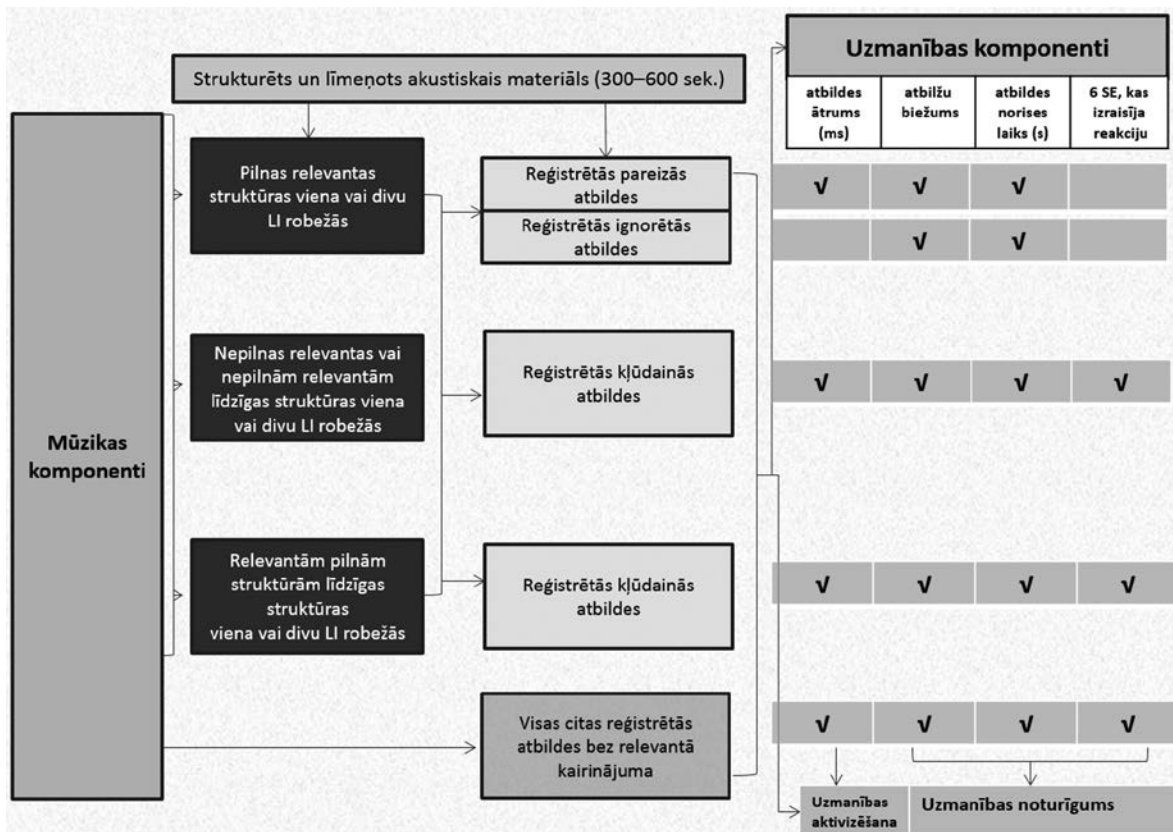
<sup>1</sup> Ritma struktūru atpazīšanai treniņā tika iekļauts papildus komponents – pulss.

	SKAŅAUGSTUMS		RITMS	
	skaitis	reaģēšanas laiks (ms)	skaitis	reaģēšanas laiks (ms)
Relevantās struktūras, ja to sākums sakrīt ar laika intervāla sākumu (3 sekundes)	6148	574 (SD=129)	4219	478 (SD=156)
Relevantās struktūras, ja to noslēgums ir nākamā laika intervāla sākumā	3699	575 (SD=125)	953	466 (SD=173)

5. attēls. Reaģēšanas laiks (milisekundēs) uz skaņaugstuma un ritma relevantajām struktūrām viena (6148 skaņaugstumi un 4219 ritma struktūras) vai divu (3699 skaņaugstumi un 953 ritma struktūras) laika intervālu robežās. SD raksturo standartnovirzi<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Standartnovirze ir lielums, kas parāda, cik precīzas ir atbildes un cik plašā diapazonā tās atkāpjas no vidējās vērtības (vidējā aritmētiskā). Mazāka standartnovirzes absolūtā vērtība norāda uz lielāku precizitāti darba izpildes periodā. Lielāka standartnovirzes absolūtā vērtība norāda uz plašāku atbildes reakcijas laika diapazonu un raksturo atbilžu nevienmērību.

Līmeņotā treniņa laikā tika reģistrētas respondentu atbildes ne tikai uz relevantajām struktūrām viena vai divu laika intervālu robežās, bet arī visas pārējās atbildes uz nepilnām relevantajām struktūrām (viena daļa atbilst relevantajai struktūrai, bet otra ir atšķirīga), relevantai struktūrai līdzīgajām frāzēm – struktūrām, kas no T struktūrām atšķiras ar vienu elementu (piemēram, ar pauzi). Akustiskais materiāls tika sagrupēts pēc līdzības ar atpazīšanai pakļautajām T struktūrām. Respondentu atbildes tika iedalītas pareizajās un kļūdainajās. Papildus tika reģistrētas arī ignorētās atbildes, kā arī atbildes bez kairinājuma (visas pārējās kļūdainās atbildes) (6. attēls). Atbildes vai kļūdu reģistrēšanas laikā tika fiksēts atbildes ātrums (izteikts milisekundēs), atbilžu biežums – pareizo un kļūdaino atbilžu skaits, notikuma norises laiks, kas raksturo uzmanības noturīgumu, kā arī seši iepriekšējie komponenti (notikuma vienības) pirms respondenta pareizās vai kļūdainās atbildes. Šāda pieeja ļauj mērīt akustiska materiāla saikni ar uzmanības sistēmas komponentiem – aktivizāciju (reakcijas ātrums), noturīgumu (kļūdaino atbilžu izplatība), izpildes funkciju (pareizo un kļūdaino atbilžu proporcija), kā arī izvirzīt pieņēmumu par akustiskā materiāla satura lomu uzmanības spēju veicināšanā.



6. attēls. Mūzikas un uzmanības komponentu mijiedarbes shēma

### 3. Noslēgums

Literatūras avotos gūtās atziņas par aktivizētas dzirdes uzmanības lomu kognitīvo procesu nodrošinājumā radušas apstiprinājumu arī praktiskā pētījumā – labas dzirdes uzmanības spējas ir nepieciešamas, lai reaģētu uz akustiskiem kairinājumiem, spētu relevantus strukturētus kairinājumus atšķirt citu – irrelevantu – kairinājumu vidū. Labas uzmanības spējas bieži vien ir priekšnoteikums mācību uzsākšanai skolā. Vienlaikus nākas secināt, ka uzmanības spējas, uzsākot mācības skolā, vēl nav stabilizējušās. Mūzikas izglītības nodarbību primārais mērķis nav uzmanības spēju attīstība. To pierāda arī šī pētījuma analīzes rezultāti – arī 7–8 gadus veciem bērniem, kuri ikdienā apgūst mūzikas mācību priekšmetus, vērojamas būtiskas atšķirības uzmanības aktivitātē, noturībā un sadalījumā. Izveidojot teoriju – vienotu sistēmu skaņaustuma un ritma parametriem, tika radīta atbilstoša platforma atsevišķu struktūrsistēmas komponentu sasaistei ar dzirdes uzmanības procesiem un šīs mijiedarbes komponentu iekļāvumam dzirdes treniņa modelī. Izveidojot modeli – dzirdes uzmanības treniņprogrammu ar diviem patstāvīgiem (skaņaustuma un ritma) atzariem, bija iespējams atsevišķi pētīt skaņaustuma un ritma parametru ietekmi uz dzirdes uzmanības sistēmas funkcijām, kā arī veikt līdzību un atšķirību analīzi.

Gan uzmanības, gan mūzikas procesu salīdzinājuma pirmie rezultāti norāda uz būtiskām uzmanības sistēmas komponentu aktivizācijas atšķirībām saiknē ar piedāvātā akustiskā materiāla saturu.

Empīriskā pētījuma rezultāti apstiprina pētniecības praksē zināmo atziņu par pirmsuzmanību kā individualizētu procesu – atšķirīga ir gan indivīda uzmanības aktivizācijas pakāpe, gan uzmanības noturīgums, reaģējot uz akustisku informāciju. Uzmanības aktivizācijas mērījumi pētījuma sākumā un beigās norāda uz būtiskām atšķirībām starp respondentiem kā vienas grupas ietvaros, tā vairāku grupu salīdzinājumā. Reakcijas ātrumu uz akustisku kairinājumu raksturo plaša rezultātu amplitūda arī vienas grupas ietvaros. Pedagogam tas sniedz iespēju apzināties vienas grupas vai klases respondentu uztveres un uzmanības procesu neviendabību un rosina veidot atšķirīgas pieejas dzirdes uzmanības procesu attīstīšanai.

Strukturēta skaņaugstuma un ritma informācija aktivizē uzmanības sistēmu, taču atšķirīgs ir šīs aktivizācijas un noturīguma efekts. To pierāda dažādie efekta analīzes rezultāti abās eksperimenta – skaņaugstuma un ritma – grupās. Iespējamais skaidrojums rodams pētnieciskās literatūras atziņās: mūzikas skaņaugstuma un ritma parametriem ir ne tikai atšķirīga kognitīvās apstrādes lokalizācija smadzeņu garozā un citās smadzeņu struktūrās, bet tie izraisa arī atšķirīgus efektus jau agrīnās uzmanības aktivizēšanās procesā (Altenmüller et al. 2000; Zatorre 2007).

Treniņprogrammas efektivitātes analīzes rezultāti apliecina svarīgāko dzirdes uzmanības komponentu (aktivizēšanās un modrības funkcijas) elastību strukturēta un līmeņota akustiskā treniņa laikā. Šo vērojumu pamato abu eksperimenta grupu atkārtotā mērījuma rezultāti, kas uzrāda būtiskus līdz maksimāli būtiskus uzlabojumus divos kritērijos: dzirdes uzmanības aktivitātē un dzirdes uzmanības noturīgumā.

Līmeņotas datorizētas dzirdes uzmanības treniņprogrammas lietojums praksē paver iespēju jauna veida efektīvam dzirdes uzmanības treniņam gan skolā, gan mūzikas psiholoģijas un terapijas praksē.

Pētījumā gūtās atziņas un rezultāti piedāvā daudz plašākas analīzes iespējas.

Kā zināms, uzmanība ir cieši saistīta ar atmiņu. Zinātnieki norāda, ka liela nozīme informācijas aprites procesā ir īslaicīgajai atmiņai, kuru mēdz dēvēt par atmiņas taku (*memory trace*). Vairāki pētnieki izceļ īpašu dzirdes sensorās atmiņas veidu – t. s. *echo jeb atbals* atmiņu (īslaicīgās sensorās dzirdes atmiņas komponents, kas ļauj kopēt neliela apjoma informāciju un neilgu laika sprīdi paturēt to atmiņā) (Näätänen et al. 2011). Tādēļ būtu svarīgi izpētes procesā uzmanību saistīt arī ar atmiņas procesiem.

Sistemātiska pieeja treniņprogrammas izveidei sniedz iespēju diskutēt par dzirdes uzmanības treniņprogrammas elastīgas pielāgošanas iespējām, iekļaujot to dažāda tipa un veida izglītības iestāžu pedagogu un psihologu darbā.

## **THE INTERACTION BETWEEN AURAL ATTENTION COMPONENTS AND MUSIC PARAMETERS BY USING THE COMPUTERIZED TRAINING PROGRAM *AUT***

**Valdis Bernhofs**

### **Summary**

Attention, being a precondition for any cognitive process, has always been of the utmost importance for teachers. Teachers who work with musically gifted children also face problems with insufficient concentration, and an inability to listen attentively.

The research is based on conclusions about aural attention processes, the role of music parameters in the activation of the attention system's functions, as well as the cognitive processing of acoustic information as a result of structured training. During the research a system of structures was created and it included two music parameters – pitch and rhythm. This system serves as a basis for its computerized model – the training program *AUT*.

By including the standardized aural attention test *AUDIVA*, research measuring the effectiveness of the newly-created *AUT* program was conducted. The participants of the research were children between the ages of 7 and 8 (N=85) – pupils at a school where they were learning music-related subjects in-depth. Three groups were created: pitch (n=30), rhythm (n=30), and a control group (n=25).

The research concludes that in 7 and 8 year old children who study music-related subjects, significant differences can be observed in the activity, persistence and distribution of attention. Structured pitch and rhythm training activates the attention system, but the effect of this activation and persistence differs. This has been confirmed by the differences revealed in the analysis of the effect in both experiment groups. The results of the training program's effectiveness analysis point to flexibility in the most important aural attention components – activation and alertness functions – during structured and level-based acoustic training. Structured pitch and rhythm information activates the attention system, however, the activation and persistence of this effect differs. This has been proven by the disparate results of the effect's analysis in both the pitch and rhythm groups. A possible explanation, obtained from literature, could be that pitch and rhythm parameters not only have a discrepant localisation of cognitive processing in the

cerebral cortex and other brain structures, but they also cause discrepant effects in the process of early attention activation.

It can be concluded, that the knowledge and results gained by undertaking and completing the research offer much broader possibilities for future analyses. The research of the newly-created training tool's effectiveness is based on results which were obtained with the help of the standardised tool AUDIVA. However, during the execution of all 10 levels of the training program AUT, massive amounts of valuable results were obtained. The results of this analysis will provide the ability to obtain knowledge on the effectiveness of separate levels of the newly-created training programme, and the connections separate components of the system of pitch and rhythm structures have with both aural attention and aural memory processes. Continued research, using the current results' base, will offer the chance to discuss the inclusion of an aural attention training programme, either as its full version or separate modules, in the routines of pedagogues and psychologists in a wide variety and different types of educational establishments.

*Keywords:* Aural attention training, pitch and rhythm structures, AUT program.

158

### **Literatūra**

Altenmüller, Eckart, Maria Schuppert, Helen Kuck, Marc Bangert & Michael Grossbach (2000). Neuronale Grundlagen der Verarbeitung musikalischer Zeitstrukturen. In: Katharina Müller & Gisa Aschersleber (Hrsg). *Rhythmus. Ein interdisziplinäres Handbuch*. Bern: Huber, S. 59–76

Altenmüller, Eckart, & Gary E. McPherson (2007). Motor learning and instrumental training. In: Wilfried Gruhn & Frances Rauscher (ed.). *Neurosciences in Music Pedagogy*. New York: Nova Science Publishers, pp. 121–142

Beutel, Manfred E., Peggy Klockenbrink, Jörg Wiltink, Sylvia Dietrich, R. Thiede, Jin Fan & Michael I. Posner (2005). Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen bei Patienten mit Adipostas per magna. *Der Nervenarzt* 77, S. 1323–1331

Biederman, Joseph (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder: A selective overview. *Biological Psychiatry* 57, pp. 1215–1220

Birbaumer, Niels, & Robert F. Schmidt (1996). *Biopsychologie*. Berlin: Springer Verlag

Сенова, Валерия = Валерия Ценова (ред., 2007). *Теория современной композиции* [Laikmetīgās kompozīcijas teorija]. Москва: Музыка

- Cusack, Rhodri, John Deeks, Genevieve Aikman & Robert P. Carlyon (2004). Effects of location, frequency region, and time course of selective attention on auditory scene analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 30 (4), pp. 643–656
- Fujioka, Takako, Laurel J. Trainor, Bernhard Ross, Ryusuke Kakigi & Christo Pantev (2004). Musical training enhances automatic encoding of melodic contour and interval structure. *Journal of Cognitive Neuroscience* 16, pp. 1010–1021
- Gottselig, Julie Marie, Daniel Brandeis, Gilberte Hofer-Tinguely, Alexander A. Borbély & Peter Achermann (2004). Human central auditory plasticity associated with tone sequence learning. *Learning and Memory* 11, pp. 162–171
- Koelsch, Stefan, Tobias Grossmann, Thomas C. Gunter, Anja Hahne, Erich Schröger & Angela D. Friederici (2003). Children processing music: Electric brain responses reveal musical competence and gender differences. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15 (5), pp. 683–693
- Krumhansl, Carol L. (2000). Rhythm and pitch in music cognition. *Psychological Bulletin* 126 (1), pp. 159–179
- Lappe, Claudia, Laurel J. Trainor, Sybille C. Herholz & Christo Pantev (2011). Cortical plasticity induced by short-term multimodal musical rhythm training. *PloS ONE* 6 (6), pp. 1–8
- Luck, Steven J., & Shaun P. Vecera (2002). Attention: From paradigms to mechanisms. In: Steven Yantis (ed.). *Stevens' Handbook of Experimental Psychology. Sensation and Perception*. New York: Wiley, pp. 235–286
- Mathys, Christoph, Psyche Loui, Xin Zheng & Gottfried Schlaug (2010). Non-invasive brain stimulation applied to Heschl's gyrus modulates pitch discrimination. *Frontiers in Psychology* 1, pp. 193
- McDermott, Josh H., & Andrew J. Oxenham (2008). Music perception, pitch, and the auditory system. *Current Opinion in Neurobiology* 18, pp. 1–12
- Näätänen, Risto, Petri Paavilainen & Kalevi Reinikainen (1989). Do event-related potentials to infrequent decrements in duration of auditory stimuli demonstrate a memory trace in man? *Neuroscience Letters* 107, pp. 347–352
- Näätänen, Risto, Petri Paavilainen, Teemu Rinne & Kimmo Alho (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology* 118, pp. 2544–2590

Nääätänen, Risto, Teija Kujala & Istwán Winkler (2011). Auditory processing that leads to conscious preception: A unique window to central auditory processing opened by the mismatch negativity and related responses. *Psychophysiology* 48, pp. 4–22

Nagui, Hanna (2009). Attention Deficit Disorder (ADD). Attention Deficit Hyperactive Disorder (ADHD). Is it a product of our modern lifestyles? *American Journal of Clinical Medicine* 6 (4), pp. 22–31

Neumann, Odman, A.H.C. van der Heijden, & D. Alan Allport (1986). Visual selective attention: Introductory remarks. *Psychological Research* 48, pp. 1985–1988

Parsons, Lawrence M. (2007). Exploring the functional neuroanatomy of music performance, perception, and comprehension. In: Isabelle Peretz & Robert J. Zatorre (ed.). *The Cognitive Neuroscience of Music*. New York: Oxford University Press, pp. 211–231

Plahl, Christine, & Hedwig Koch-Temming (Hrsg., 2005). *Musiktherapie mit Kindern. Grundlagen – Methoden – Praxisfelder*. Bern: Huber

Posner, Michael I. (ed., 2004). *Cognitive Neuroscience of Attention*. New York: The Guilford Press, pp. 3–12

Posner, Michael I., & Steven E. Petersen (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience* 13, pp. 25–42

Poulin-Charronnat, Bénédicte, Emmanuel Bigand & Stefan Koelsch (2006). Processing of musical syntax tonic versus subdominant: An event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 18 (9), pp. 1545–1554

Raz, Amir, & Jason Buhle (2006). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews Neuroscience* 7 (5), pp. 367–379

Rohling, Martin L., Mark E. Faust, Brenda L. Beverly & George Demakis (2009). Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: A meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews. *Neuropsychology* 23, pp. 20–39

Ruggles, Dorea, & Barbara Shinn-Cunningham (2010). Spatial selective auditory attention in the presence of reverberant energy: Individual differences in normal-hearing listeners. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology* 12, pp. 395–405

Stoffer, Thomas H. (2005). Aufmerksamkeitsprozesse beim Musikhören: Wissensunabhängige und wissensabhängige Selektionsprozesse. In: Thomas H. Stoffer & Rolf Oerter (Hrsg.). *Allgemeine Musikpsychologie*. Göttingen: Hogrefe, S. 591–592



- Sussman, Elyse S., Walter Ritter & Herbert G. Vaughan (1998). Attention affects the organization of auditory input associated with the mismatch negativity system. *Brain Research* 789, pp. 130–138
- Valmaggia, Lucia Rita, Theo K. Bouman & Laura Schuurman (2007). Attention training with auditory hallucinations: A case study. *Cognitive and Behavioral Practice* 14, pp. 127–133
- Wacongne, Catherine, Jean-Pierre Changeux & Stanislas Dehaene (2012). A neuronal model of predictive coding accounting for the mismatch negativity. *The Journal of Neuroscience* 32 (11), pp. 3665–3678
- Winkler, István (2007). Interpreting the mismatch negativity. *Journal of Psychophysiology* 21 (3/4), pp. 147–163
- Zatorre, Robert J. (2007). Neural specializations for tonal processing. In: Isabelle Peretz & Robert J. Zatorre (ed.). *The Cognitive Neuroscience of Music*. New York: Oxford University Press, pp. 231–246