

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023

Bc. Monika Štefková

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Ústav speciálněpedagogických studií

Diplomová práce

Bc. Monika Štefková

**Aplikace neurovědeckých teorií
v muzikoterapii a hudební výchově**

Vedoucí práce: Mastnak Wolfgang, prof. Dr.

Olomouc 2023

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Aplikace neurovědeckých teorií v muzikoterapii a hudební výchově vypracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu.

V Kopřivnici dne 19. června 2023

Monika Štefková

Srdečně děkuji vedoucímu diplomové práce Wolfgangovi Mastnakovi, prof. Dr. za cenné rady, připomínky a za mnoho podnětů z nejnovějších výzkumných publikací. Zároveň děkuji doc. Mgr. Jiřímu Kantorovi, Ph. D. za jeho ochotu a pomoc v průběhu celého studia. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a partnerovi za jejich trpělivost a veškerou podporu.

Obsah

Úvod	3
1 TEORETICKÁ ČÁST	5
1.1 HUDEBNÍ VÝCHOVA A MUZIKOTERAPIE	5
1.1.1 Současný stav hudební výchovy v ČR	5
1.1.2 Současný stav muzikoterapie v ČR	7
1.1.3 Klíčové aspekty hudební výchovy a muzikoterapie	9
1.2 HUDEBNÍ NEUROVĚDA	23
1.2.1 Zpracování hudby v mozku	24
1.2.2 Funkční centra mozku	25
1.2.3 Dynamická konektivita a neuronální síť	35
1.2.4 Neuronální principy a neuroplasticita	36
1.2.5 Vliv neurověd na intervenční procesy v hudební výchově	37
1.2.6 Vliv neurověd na intervenční procesy v muzikoterapii .	39
2 PRAKTICKÁ ČÁST	42
2.1 PŘEHLED VÝZKUMNÝCH METOD	42
2.1.1 Translační výzkum	43
2.2 DYNAMICKÉ MODELY	44
2.2.1 Specifika výzkumných modelů	44
2.2.2 Cílová skupina	44
2.2.3 Dynamický model 1	44
2.2.4 Dynamický model 2	47
2.2.5 Dynamický model 3	51
2.3 Doporučení a diskuze	55
Závěr	58

Abstrakt

Tato práce poskytuje teoretický vhled do problematiky aplikací neurovědeckých teorií v hudební výchově a muzikoterapii se zaměřením na vliv hudby na kognitivní, emoční a sociální fungování.

Cílem je představit neurovědní rámec, který zdůvodňuje hlavní cíle a perspektivy současné hudební výchovy a muzikoterapie. Tyto oblasti se v průběhu let výrazně rozvinuly a roste zájem o pochopení základních nervových mechanismů, které přispívají k pozitivním účinkům hudby na mozek a chování. První část poskytuje přehled současného postavení hudební výchovy a muzikoterapie v kontextu ČR. Druhá část shrnuje klíčové aspekty současné hudební výchovy a muzikoterapie a jejich význam v oblasti psychologického rozvoje osobnosti. Třetí část práce popisuje neurovědecké principy a systémy v kontextu hudební neurovědy.

Empirická část práce vytváří transverzální model soustředící se na přemostění neurovědeckých poznatků a hudební praxe. Dále pak může být podkladem pro vývoj a konstrukci účinných intervencí pro jedince s různými potřebami v pedagogickém a muzikoterapeutickém prostředí.

Závěr práce je diskusí o důsledcích a perspektivách neurovědního výzkumu pro budoucnost muzikoterapie a hudební výchovy. Předkládá doporučení a nové výzvy, které naznačují, že při kombinaci neurovědních poznatků o neurálních přínosech hudby se společenskými přínosy hudby lze doporučit novou konstruktivní teorii pro hudební výchovu a muzikoterapii.

Seznam zkratek

AMTA American Music Therapy Association

BVSR Teorie slepé variability a selektivní retence

CZMTA Česká muzikoterapeutická asociace

DMN default mode network

EEG Elektroencefalografie

MRI Zobrazování magnetickou rezonancí / Magnetic Resonance Imaging

NMT Neurologická muzikoterapie

PSE Patterned Sensory Enhancement

RAS Rytmicko-sluchová stimulace

RAS₂ Retikulární aktivační systém

RVP ZV Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

TIMP Therapeutic Instrumental Stimulation Music Performance

TMS Transkraniální magnetická stimulace / Transcranial magnetic stimulation

Úvod

Hudba je po staletí důležitou součástí lidské kultury a společnosti a její léčebné účinky jsou uznávány již řadu let. Lze ji chápat jako uměleckou formu, která využívá zvuk a rytmus k vyjádření emocí, vyprávění příběhů a vytváření estetických zážitků (Merriam-Webster, 2023).

Již dlouho je známo, že hudba má jak estetický, tak praktický přínos, zahrnující schopnost podporovat kreativitu, radost a zároveň přispívat k vyšší míře sociální a emoční inteligence, sebevědomí, sebeúcty, disciplíně a vytrvalosti. Autoři diskutují také o tom, jak lze hudební zážitky využít k podpoře duševní pohody a zlepšení kognitivních funkcí u různých populací, včetně dětí, starších jedinců a jedinců s psychiatrickými poruchami (Juslin; Västfjäll, 2008).

Před několika lety naznačil Hodges, že je stále potřeba systematického studia zaměřeného na úplnější poznání nebo pochopení základních aspektů a pozorovatelných skutečností, aby vzdělávání mohlo být pevněji zakotveno v základním výzkumu. Mezi vědci se však vedou rozsáhlé debaty o tom, zda neurověda může být zdrojem informací pro vzdělávací praxi a co může neuromuzikální výzkum nabídnout hudební výchově (Hodges, 2003).

Celkově vzrůstající zájem o hudební neurovědu podtrhuje potenciál využití hudby jako mocného nástroje pro podporu zdraví a pohody a zdůrazňuje význam začlenění hudby do hudebního vzdělávání a terapeutických intervencí (Thoma et al., 2013). Pokroky v této oblasti poskytly nové poznatky o nervových mechanismech, které jsou základem zpracování hudby a jejího terapeutického účinku. Řada studií také poskytuje modely spolupráce těchto dvou disciplín. Uvedme jen několik příkladů: Thaut (2005) zkoumal hudbu jako mnemotechnickou pomůcku pro učení a paměť u pacientů s roztroušenou sklerózou a její vliv na neuronální synchronii; Särkämö et al. (2008) zkoumali dopad na kognitivní zotavení a aktivaci mozku po mrtvici a O'Kelly et al. (2013) zkoumali mozkové reakce na hudbu u pacientů s poruchami vědomí, kteří nemohou vykazovat behaviorální reakce. Studie, jako jsou tato,

demonstrují potenciál kombinovaného přístupu hudební výchovy a neurovědy k tomu, aby poskytly vhled do toho, „jak“ hudba funguje a „proč“ vidíme klinická zlepšení. Znalosti, které vyplývají z této spolupráce, mají nakonec potenciál zlepšit intervence nabízené populaci.

V současné době se však setkáváme s vysoce fenomenologicky orientovanou oblastí hudební výchovy a velmi vědecky pokročilou oblastí neurovědy v oblasti zpracování zvuku. Nicméně, stále existuje jakási propast mezi neurovědou a hudební výchovou a nabízí se otázka navázání přímého dialogu mezi vědci, pedagogy a terapeuty. Hudební výchova již poskytla mnoho aplikovaného výzkumu, pokud jde o přínosy pro učení a budování sociálních dovedností, ale pro potvrzení této oblasti je nutný základní výzkum, který může poskytnout vědecké důkazy pro přesné definování toho, jak hudba těchto výsledků dosahuje. Budoucnost hudebního vzdělávání vyžaduje neurohudební vzdělávání, která převádí neurovědecké poznatky do informativních praktických aplikací pro efektivní učení a pedagogiku. Je tedy velmi důležité, aby neurovědci, terapeuté a učitelé při získávání nových vědomostí spolupracovali a společně přenášeli výsledky do didaktických postupů a pedagogických kompetencí (Toscani, 2016).

Tato práce nabízí teoretický vhled do zmiňované problematiky s cílem představit neurovědní rámec, který zdůvodňuje cíle a perspektivy současné hudební výchovy a muzikoterapie.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 HUDEBNÍ VÝCHOVA A MUZIKOTERAPIE

1.1.1 Současný stav hudební výchovy v ČR

V současné české základní škole je hudební výchova součástí Rámcového vzdělávacího programu (dále RVP ZV). Oblast, do které je zařazena nese název – Umění a kultura. Tyto dokumenty přináší zásadní odpovědi na otázky co učit, kdy učit, za jakých podmínek, s jakými očekávanými výsledky. Reforma kurikula však nespočívá pouze ve výměně dokumentů, ale především ve změně pedagogického myšlení a přístupu ke vzdělávacímu procesu.

Vzdělávací obsah Hudební výchovy v RVP ZV je tvořen očekávanými výstupy a učivem. Učivo je rozčleněno podle jednotlivých obsahových domén (zvláště pro 1. a 2. stupeň). Očekávané výstupy jsou vymezeny před vlastními doménami. Takto definované výstupy (na konci 3., 5. a 9. ročníku) umožňují lépe vnímat integrativní charakter hudební výchovy jako celku již z toho důvodu, že jsou nadřazeny jednotlivým doménám a zároveň ve svých formulacích (především očekávaných výstupů na 2. stupni) propojují různé činnosti v jeden integrující celek.

Očekávané výstupy vzdělávacího oboru Hudební výchova jsou koncipovány tak, aby byly „měřitelné“, tedy aby se jejich prostřednictvím zajistila pozorovatelná a hodnotitelná míra jejich dosažení. Na konci 1. stupně se zdůrazňují především jednotlivé hudební schopnosti, dovednosti, vědomosti a návyky žáka. Tyto schopnosti odrážejí jednotlivé hudebněvýchovné činnosti, mezi které patří vokální, instrumentální, hudebně pohybové a poslouchové činnosti. Výstupy na konci 2. stupně jsou pojaty komplexněji, některé svým obsahem zastřešují různorodé hudební schopnosti a dovednosti žáka, jiné naopak zdůrazňují receptivní či produktivní složku. Očekávané výstupy RVP ZV jsou stavěny tak, aby byly měřitelné, tedy aby zjistily a zajistily určitou „měřitelnou – pozorovatelnou a hodnotitelnou“ kvalitu.

Vzdělávací obsah hudebního oboru proto tvoří tři vzájemně provázané a podmíněné okruhy činností – produkce, recepce a reflexe, které žákovi umožňují hudebně se projevovat jak při individuálních, tak skupinových aktivitách. V produkci nalézají uplatnění vokální, instrumentální a hudebně pohybové činnosti, které mají charakter nejen reprodukční, ale také výrazně kreativní. Žáci v nich rozvíjejí své hudební schopnosti, upevňují získané vědomosti a také reprodukční i produkční dovednosti. Součástí těchto činností je hlasový výcvik spojený s intonací, práce s rytmem, hra a tvorba instrumentálních doprovodů, pohybových ztvárnění hudby (Franěk, 2005). Při recepci si žáci prostřednictvím poslechových činností sami uvědomují a ověřují působení znějící hudby. Hudba v této podobě umožňuje vyvozovat nové hudebně teoretické poznatky a dávat je do souvislostí s poznatky již získanými (např. poznávání typických hudebně výrazových prostředků a jejich užití ve skladbě.)

Úloha hudební výchovy tkví zejména v její nenahraditelné a nezastupitelné schopnosti působit na citovou sféru osobnosti žáka, přičemž význam a přínos hudební výchovy pro sociální a kulturní rozvoj každého jedince případně i pro jeho budoucí profesní uplatnění je někdy možné zhodnotit až v dospělosti.

V základním školství představují hlavní obsahovou náplň aktivity zahrnující aktivní muzicírování, zpěv, hru na hudební nástroje, poslech hudby, tanec a pohybové aktivity. Uvedené aktivity rozvíjejí znalosti, dovednosti i kreativitu žáků a přispívají k schopnosti vnímat a prožívat emoce vyvolané estetickým a obsahovým poselstvím hudby, k schopnosti hudbě porozumět (Holubec, 2017).

Jeden z nejznámějších českých didaktiků F. Sedlák rozdělil cíle hudební výchovy do dvou podmiňujících se oblastí. První z nich je Výchova k hudbě, jejímž úkolem je porozumět hudební řeči, hudebně výstavbovým prostředkům a orientovat se v hudební literatuře. Naučit se hudbu vnímat, prožívat, esteticky hodnotit a vytvořit si návyky a zkušenosti, které zajistí stálou komunikaci jedince s hudbou. Druhou oblastí je Výchova hudbou, neboli výchova k osobním a společenským cílům existujícím mimo hudbu, která je zprostředkována hudebním prožitkem. Prostřednictvím estetického zážitku může člověk najít v hudbě umělecky ztvárněný život, okolní svět, vztah k člověku, ke společnosti a může také pochopit význam hudby v životě jedince i lidské společnosti (Sedlák, 1984).

Například v oblasti vokálních činností je úkolem rozvíjet a probouzet

u žáků zpěvnost, smysl pro krásu dobře formulovaného hlasového projevu a pro krásu písni jako takovou. Díky lehkému ovladatelným hudebním nástrojům povzbuzujeme děti k radosti a aktivnímu provozování instrumentální hudby. Odtud poté ke vztahu k instrumentální hře vůbec jako takové. Naopak činnost poslechová má za úkol naučit žáky strukturálně chápat hudbu. Díky této činnosti se v dětech probouzí a rozvíjí hudební fantazie prostřednictvím improvizace a dalších konstruktivních her. Prohlubuje se také senzomotorický vztah k hudbě, díky spojování pohybu a hudby. Tím také dochází ke spojení s cílevědomým chápáním struktury hudby v instrumentálních hrách, pohybu, hudební tvořivosti a zpěvu jako takovém (Jistel et al., 1969).

1.1.2 Současný stav muzikoterapie v ČR

Muzikoterapie je terapeutický obor, který využívá hudbu nebo hudební elementy k dosažení konkrétních nehudebních cílů (Gerlichová, 2021). Bruscia uvádí, že existuje velké množství různorodých definic muzikoterapie, nicméně každá má konkrétní kulturní kontext a liší se v závislosti na konkrétní skupině odborníků (Bruscia, 2014).

Americká muzikoterapeutická asociace (AMTA) popisuje muzikoterapii jako klinické a na důkazech založené využívání hudebních intervencí k dosažení individualizovaných cílů v rámci terapeutického vztahu pověřeným odborníkem, který absolvoval schválený muzikoterapeutický vzdělávací program (AMTA, 2005). AMTA dále dodává, že konkrétní intervence mohou řešit řadu zdravotních a vzdělávacích cílů, jako je podpora zdraví, zvládnutí stresu, zmírnění bolesti, vyjádření pocitů, zlepšení paměti, zlepšení komunikace, podpora fyzické rehabilitace a mnoho dalších.

V České republice vznikla roku 2012 Česká muzikoterapeutická asociace (CZMTA), která definuje muzikoterapii jako obor s primárně terapeutickým dopadem. Zároveň je léčebným a podpurným postupem, v němž kvalifikovaný muzikoterapeut prostřednictvím pomáhajícího vztahu, hudby a hudebních elementů provází klienta nebo skupinu v terapeutickém procesu. Cílem tohoto procesu je relevantním způsobem rozvinout potenciál nebo obnovit funkce jedince tak, aby mohl dosáhnout lepší intrapersonální nebo interpersonální integrace, s cílem naplnění tělesných, psychických, emocionálních a sociálních potřeb (CZMTA, 2023).

Flexibilita a všestrannost hudby umožňuje využití muzikoterapie v široké škále terapeutických cílů zahrnujících emocionální, fyzické, psychické a so-

ciální potřeby (Bunt; Stige, 2014) Muzikoterapeutické intervence zahrnují hudební aktivity jako je zpěv, hra na nástroje, poslech hudby, kompozice hudby. Tyto intervence využívají jak klinické, tak i neklinické prostředí. Podle Kantora et. al. však ne všechny intervence využívající hudbu jako nástroj lze označit za muzikoterapii, jelikož se aplikace hudebních aktivit neterapeutickým způsobem nevztahuje na praxi muzikoterapeuta (Kantor et al., 2009)

Kantor a Weber (2009) uvádí důležité terapeutické cíle:

- Komunikace (receptivní i expresivní komunikace, motorika mluvidel, motivace ke komunikaci, aj.)
- Kognitivní funkce / školní dovednosti (časoprostorová orientace, poznávání blízkých osob, zvládání školního kurikula, aj.)
- Senzomotorické funkce (percepční funkce, sensorická integrace, jemná a hrubá motorika, vizuomotorická koordinace, aj.)
- Emoce (vyjadřování pocitů, abreakce, korekčně-emoční zkušenost, sebevědomí, aj.)
- Sociální dovednosti (interpersonální dovednosti, náhled, sebereflexe, aj.)
- Chování (rozvoj účelového a odstraňování nežádoucího jednání, motivace, adaptabilita, aj.)
- Relaxace a antistresové dovednosti (strategie zvládání stresu a psychické zátěže, aj.)
- Spiritualita (autenticita, smysl života, osobnostní růst, aj.)
- Jiné cíle (snížení bolesti, ovlivňování fyziologických funkcí, hudební dovednosti, apod.)

Velmi podstatnou částí celého muzikoterapeutického procesu je muzikoterapeutický plán, který zachycuje jak výsledky předchozího procesu, tak návrh způsobu pokračování. Pro lepší využití a větší užitečnost je vhodné stanovený plán v průběhu terapie opakovaně revidovat a případně uzpůsobovat novým požadavkům (Kantor et al., 2009). Proces muzikoterapie je procesem změny v prožívání, reagování, chování a konání klienta, kterou umožňují zvolené strategie terapie vycházející z potřeb klienta a stanovených cílů. Celková změna se projevuje na osách od nepohody k pohodě, od náhodnosti k cílené

záměrnosti, od nepozornosti k pozornosti, od citové lhostejnosti k angažovanosti a od rigidity ke kreativitě (Pejřimovská; Zeleiová, 2011)

V kontextu České republiky, profese muzikoterapeuta stále není legislativně ukotvena a proto je muzikoterapie realizována často jen jako doplnění či rozšíření primární profese. Proto se většinou setkáváme se speciálními pedagogy, sociálními pracovníky, psychology, psychoterapeuty, fyzioterapeuty a dalšími, kteří využívají muzikoterapii v rámci své primární profese. Od roku 2019 mohou zájemci získat odborné kompetence v magisterském studiu muzikoterapie nebo prostřednictvím různých vzdělávacích programů a kurzů. Muzikoterapeuti mohou pracovat v různých zařízeních, včetně nemocnic, škol, pečovatelských domů, center duševního zdraví a rehabilitačních center. Pracují s jednotlivci s širokou škálou onemocnění, včetně vývojových poruch, poruch duševního zdraví, neurologických poruch, chronických onemocnění a poruch spojených s užíváním návykových látek.

Gerlichová (2021) uvádí sedm směrů, kterými se aktuálně nejvýrazněji rozvíjí muzikoterapie v kontextu České republiky. Mezi tyto oblasti patří forma muzikoterapie jako zdravotnické profese, kdy je muzikoterapeut ve zdravotnictví odborníkem ve zdravotním oboru, muzikoterapie jako oblast psychoterapeutického přístupu nebo součást psychoterapeutického procesu, muzikoterapie pro podporu zdraví, wellbeingu a prevence, muzikoterapie jako prostředek sociální rehabilitace, muzikoterapie jako doplněk vzdělávacího procesu, muzikoterapie jako součást (speciálně) pedagogické rehabilitace a muzikoterapie jako teoretická disciplína.

1.1.3 Klíčové aspekty hudební výchovy a muzikoterapie

Už Aldridge (1996) před několika lety uvedl, že hudební výchova a muzikoterapie je zásadní, protože pomáhá rozvíjet kreativitu, představivost a dovednosti kritického myšlení. Kromě toho může podporovat sebevyjádření a sebevědomí a může podporovat sociální interakci a spolupráci. Dále shrnul, že hudební výchova může také podporovat kognitivní rozvoj, včetně paměti, pozornosti a prostorového uvažování. Zejména hra na hudební nástroj vyžaduje, aby mozek zpracovával složité sluchové a motorické informace, což může zlepšit celkové kognitivní schopnosti (Aldridge, 1996).

Tato kapitola poskytuje přehled nejdůležitějších aspektů současné hudební výchovy a muzikoterapie z hlediska psychologického rozvoje jedince.

Rozvoj hudebních schopností a dovedností

Hudební schopnosti jsou klíčovým aspektem hudební výchovy i muzikoterapie a mají zásadní vliv na kvalitu a efektivitu výuky hudby. Schopnosti se týkají přirozeného talentu a smyslu pro vnímání, zpracování a reprodukci hudby, zatímco dovednosti se týkají technických a interpretativních schopností získaných cvičením a praxí. Podle J. Slobody je hudební schopnost specifickým druhem získané kognitivní odbornosti, představující v podstatě způsobilost dávat během mentálních operací smysl hudebním sekvencím, ať již reálně znějícím nebo představovaným (Sloboda; Juslin, 2011). Jejich kvalita i kvantita se mění v závislostech na vlohovém základu, na procesech zrání, na věku jedince, rozhodujícím způsobem pak na sociálních vlivech (Sedlák; Váňová, 2013).

Jedním z nejdůležitějších prvků hudebních schopností a dovedností je schopnost rozpoznávat tóny a intervaly. Tato schopnost je spojena s relativním sluchem a umožňuje lidem identifikovat a reprodukovat různé tóny a intervaly v hudbě. Zkušenosti s hudebním tréninkem a výchovou mohou zlepšit relativní sluch a tuto schopnost dále rozvinout. Další klíčovou schopností je schopnost rytmického cítění a vnímání tempa. Lidé s vysokou mírou rytmické schopnosti jsou schopni rozlišit a reprodukovat různé rytmické vzorce a jsou obvykle schopni se naučit nové rytmy a tempo rychleji (Sloboda; Juslin, 2011).

Vytyčení rozdílů a vztahů mezi hudebními dovednostmi a schopnostmi není snadné. Schopnosti jako vnitřní psychické struktury a předpoklady k hudebním dovednostem a činnostem můžeme poznávat pouze nepřímou z kvality odpovídajících hudebních úkonů, jež jsou součástí některé z hudebních činností. Dovednost se tak stává navenek projevenou hudební schopností v hudební činnosti. Je tedy zřejmé, že základem jakéhokoliv hudebního projevu je neodlučitelná a funkčně propojená triáda schopnost – dovednost – činnost (Sedlák; Váňová, 2013).

Hudební dovednosti zahrnují hru na hudební nástroje, zpěv a komponování hudby. Hra na hudební nástroje a zpěv jsou dovednosti, které vyžadují koordinaci rukou, prstů a dechu nebo hlasových svalů. Komponování hudby vyžaduje schopnost vnímat a manipulovat s melodií, harmonií a rytmem (Sternberg et al., 2012).

Kromě těchto základních schopností jsou také důležité dovednosti v oblasti interpretace hudby. Interpretace je klíčovým prvkem hudební výchovy

a umožňuje lidem vyjádřit své emoce skrze hudbu. Interpretace vyžaduje schopnost rozpoznávat a interpretovat různé hudební signály, jako jsou dynamika, frázování a expresivita. V neposlední řadě jsou důležité hudební tvořivé schopnosti, které umožňují lidem tvořit novou hudbu a vyjadřovat své vlastní myšlenky a emoce skrze hudbu. Tyto schopnosti jsou spojeny s kreativitou a uměleckou vizi a mohou být rozvíjeny skrze různé formy hudebního tréninku a výchovy (Sloboda; Juslin, 2011). Důležitost rozvoje hudebních schopností a dovedností také zdůrazňuje nová Rámcová vzdělávací programy pro základní vzdělávání a střední vzdělávání, které jsou platné od roku 2021. Podle těchto dokumentů by měly být při výuce hudební výchovy klíčové následující hudební schopnosti a dovednosti:

1. Sluchové vnímání a porozumění hudebním prvkům a technikám
2. Zvládnutí hudebních nástrojů a jejich techniky
3. Hudební improvizace a kompozice
4. Interpretace hudebních děl
5. Porozumění kontextu, historickému a kulturnímu vývoji hudby

(Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2022)

Kognitivní procesy

Kognitivní procesy se týkají duševních procesů, které se podílejí na získávání, zpracovávání a uchovávání informací. Tyto procesy jsou v muzikoterapii a hudební výchově zásadní, protože hrají rozhodující roli v tom, jak jedinci vnímají hudbu, učí se jí a jak s ní komunikují. Většina studií, které se zabývaly souvislostmi mezi hudbou a kognitivními schopnostmi, se soustředila na děti a obvykle srovnávala účastníky, kteří absolvují hudební intervence, s těmi, kteří je neabsolvují.

Působení hudebních prvků je spojováno se zlepšením kognitivních schopností, které přesahují rámec kognitivních procesů souvisejících přímo s hudbou, jako jsou například matematické schopnosti (Forgeard et al., 2008; Haimson et al., 2011), vizuálně-prostorové schopnosti (Bilhartz et al., 1999; Rauscher; Shaw et al., 1997; Rauscher; Zupan, 2000) a gramotnost (Forgeard et al., 2008; Gromko, 2005; Moreno et al., 2008; Schlaug; Norton et al., 2005; Standley; Hughes, 1997) in (Patston; Tippett, 2011). Zatorre (2005) hovoří o tom, že poslech a tvorba hudby zahrnuje kombinaci prakticky všech

lidských kognitivních funkcí. Dokonce i zdánlivě jednoduchá činnost, jako je broukání známé melodie, vyžaduje složité mechanismy zpracování sluchových vzorců, pozornost, ukládání a vyhledávání v paměti, motorické programování, senzorio-motorickou integraci apod. (Zatorre, 2005, s. 312).

Existuje velké množství různých klasifikací, které se snaží do shrnutí základních kognitivních funkcí. Například Collins (2014) popisuje hudbu jako komplexní činnost, která zahrnuje různé kognitivní procesy, jako je pozornost, paměť, vnímání a motorika (Collins, 2014). Malia a Brannangen (2010) zase uvádí klasifikaci, která zahrnuje pozornost, zrakové vnímání, zpracování informací, paměť a exekutivní funkce.

Pozornost

Pozornost je důležitý kognitivní proces, který hraje v hudební výchově zásadní roli. Pro jedince s poruchami pozornosti může být obtížné soustředit se na hudbu nebo se zapojit do hudebních aktivit. Obecně je pozornost velmi důležitá z hlediska toho, že pomáhá žákům soustředit se na hudební úkoly a činnosti. Učitelé používají různé strategie, jak upoutat a udržet pozornost žáků v hodinách hudební výchovy, například poskytují poutavé a interaktivní hudební činnosti. Funkce pozornost spočívají ve schopnosti soustředit se na hudební úkoly a činnosti. Tento proces zahrnuje selektivní pozornost, což je schopnost zaměřit se na konkrétní aspekty hudby a ignorovat nepodstatné informace. Také prostřednictvím hudební výchovy mohou žáci zlepšit své dovednosti v oblasti pozornosti, což se může projevit v lepších výsledcích v dalších studijních i mimoškolních oblastech (Peretz; Zatorre, 2005).

Poslech hudby zahrnuje mnoho aspektů analýzy rušné zvukové scény. V západní hudbě se v různých okamžicích neustále oddělují a spojují různé hlasy v hudební ploše, aby došlo k vnímání melodie a harmonie. Tento akt analýzy sluchové scény vyžaduje selektivní a rozdělenou pozornost a je v interakci s tréninkem. V hudbě se objekty, na které se zaměřujeme, mohou týkat horizontálních aspektů, jako je melodie, vertikálních aspektů, jako je harmonie, témbrových aspektů včetně spektrálního středu a amplitudového obalu. Pozorovanými prvky mohou být také hudebně-teoreticky definované komponenty, jako jsou specifické změny akordů a harmonie. Mohou se také týkat rytmu, metra nebo hudební struktury většího rozsahu (Hodges; Thaut, 2021).

Učení se hře na hudební nástroj obvykle, i když ne vždy, vyžaduje, aby žák četl noty, převáděl tištěné notové záznamy do plánovaných pohybových sekvencí, rozvíjel jemnou motorickou koordinaci a udržoval v paměti velké množství informací (Peretz; Zatorre, 2005). Formální hudební praxe vyžaduje řízenou pozornost po dlouhou dobu, udržování hudebních pasáží v pracovní paměti, jejich kódování do dlouhodobé paměti, dekodování notových zápisů a jejich převádění do motorických programů. Tyto činnosti využívají komplexní kognitivní funkce, které byly ilustrovány výzkumem zobrazování mozku (Demorest et al., 2016).

Paměť

Poslech hudby, kompozice hudby a hudební tvorba jsou silně spojeny s paměťovými procesy. Když posloucháme hudbu, často hudební skladbu dobře rozpoznáme. Někdy si pamatujeme název hudební skladby nebo dokonce další informace, jako je text, skladatel a hudební nástroje. Posluchači jsou někdy dokonce velmi přesní v reprodukci známé hudby tím, že zpívají a rytmicky se pohybují podle hudby (Hodges; Thaut, 2021). Paměť je pro hudební rozvoj zásadní, protože umožňuje hudebníkům ukládat a vybavovat si hudební vzory, melodie a harmonie (Kelly, 2018).

Sedlák a Váňová (2013) prezentují hudební paměť jako nezbytnou a nepostradatelnou součást pro hudební operace a hudební vědomí nejen pro profesionální nebo amatérské hudebníky, ale také pro populaci, která se hudbě věnuje jen z pozice posluchače. Podle Sedláka (1989) lze hudební paměť definovat také jako schopnost lidské nervové soustavy uchovávat specifické hudební informace, vnímanou hudbu nebo hudební prožitek, kterou je možné si za určitých okolností znovu vybavit nebo dokonce reprodukovat v původní podobě.

Systém pracovní paměti je centrální systém nejen pro paměťové procesy, ale pro všechny kognitivní funkce. Hlavní funkce řízené pracovní pamětí jsou často označovány jako „udržování a manipulace“, aby se vyjádřila skutečnost, že pracovní paměť nejen udržuje, ale také manipuluje s informacemi. Udržet informaci po krátkou dobu bez jakéhokoli kognitivní manipulace je záležitostí krátkodobé paměti. Manipulace, která je hlavním pilířem systému pracovní paměti, je silně spjata s exekutivními funkcemi, rozpoznáváním vzorů, dlouhodobou pamětí, jazykem, porozuměním hudbě, řešením problémů a dokonce i kreativitou. Toho všeho se dosahuje za účasti systému

pracovní paměti. Tento systém je tedy klíčový pro téměř všechny hudební funkce a zejména pro hudební paměť (Hodges; Thaut, 2021).

Hudba dokáže vyvolat silné emocionální a autobiografické vzpomínky, což z ní činí cenný nástroj pro osoby s demencí, Alzheimerovou chorobou a dalšími poruchami paměti. Jedním ze způsobů, jak je paměť v hudební výchově nezbytná, je proces zapamatování, tedy ukládání informací do paměti. Hudebníci si musí zapamatovat celou řadu hudebních prvků, včetně melodií, harmonií, rytmů a textů (Regelski; Gates, 2010).

Cambell (2008) vystoupil s myšlenkou, že stejně jako je paměť důležitá pro hudbu a procesy s ní spojené, je také hudba důležitá pro paměť, její rozvíjení a zlepšování. Podle Campbella (2008) se krátkodobé vzpomínky ukládají nejen jako obrazy, ale také jako zvuky, zejména pokud si v souvislosti se zvukem pamatujeme slova. K rychlému a účelnému zapamatování je důležitou složkou rytmus (Campbell, 2008).

Zlepšená verbální paměť souvisí s těmito dovednostmi a naznačuje, že hudební výchova zlepšuje cesty pro melodickou paměť a že mozek ji převádí do jazyka. Nejnověji se Koelsch (2011) domnívá, že lidský mozek, zejména v raném věku, nepovažuje jazyk a hudbu za striktně oddělené oblasti, ale spíše považuje jazyk za zvláštní případ hudby (Koelsch, 2011, s. 16). Podobně jako u verbální a neverbální paměti, lze hudební paměť rozdělit na implicitní (nevědomou), sémantickou a epizodickou hudební paměť. Různé aspekty hudební paměti jsou předmětem rozsáhlého výzkumu v oblasti hudební paměti v posledních letech. Na základě těchto výzkumů se ukázalo, že různé aspekty hudební paměti, které jsou velmi důležité, mohou být modulovány různými psychologickými aspekty zahrnujícími vnitřní hudební vlastnosti, jako je tón nebo tempo, emocionální hudební paměť a individuální schémata (Hodges; Thaut, 2021).

Motorické funkce

„Motorika neboli hybnost či pohybová schopnost organismu, je soubor pohybových činností živého organismu řízených nervovým systémem a uskutečňovaný kosterním svalstvem“ (Dvořák, 2003, s. 9). Motoriku podle Homburgera (Sovák; kolektiv, 2000) dělíme na 4 složky. Reflexní, která se váže na určitý podnět a je základním pohybové výbavy novorozence. Spontánní prováděna z vlastní iniciativy, dále záměrná a expresivní, která je projevem určitého psychického stavu.

Motorický vývoj dítěte pojednává o jeho schopnosti pohybovat se a také ovládat různé části svého těla. Během vývoje dochází k funkčním i strukturálním změnám na orgánové, jevové i buněčné úrovni. Průběh motorického vývoje je závislý na zralosti mozku, počtu svalových vláken, vyzrálosti nervové soustavy a smyslovém vnímání a také na možnostech, které dítě má v rámci procvičování motoriky. Motorický vývoj se proto řídí podle principu vývojového gradientu (Dvořák, 2003).

Motorika je klíčovým prvkem ve hře na hudební nástroje. Pohybová dovednost je nezbytná pro správnou manipulaci s hudebními nástroji, jako je například ovládání kláves na klavíru, držení a hraní na strunové nástroje, nebo manipulace s bicími nástroji. Přesná motorika a koordinace jsou důležité pro dosažení správného zvuku a projevu hudebních nástrojů. Dále, při hudební výchově se často používají pohybové aktivity, čímž se rozvíjí koordinace mezi hudebním vnímáním, rytmickými vzory a pohybovými reakcemi. Tato integrace motoriky a hudby může pomoci dětem a mladým lidem rozvíjet svou pohybovou dovednost, rytmický citění a schopnost vyjádřit se skrze pohyb.

Existují důkazy, že výuka hry na hudební nástroj zlepšuje jemnou motoriku (Schlaug; Norton et al., 2005). Důležitý může být i časný trénink, jelikož hudebníci, kteří trénovali před sedmým rokem věku, měli lepší výkon v časově omezené motorické sekvenci než hudebníci, kteří začali trénovat později. Hudebníci s časným a pozdním tréninkem byli porovnáváni z hlediska let hudebních zkušeností, let, formálního tréninku a hodin současného cvičení. Hudebníci s časným tréninkem podávali lepší výkony než hudebníci s pozdním tréninkem. Tato výhoda přetrvávala i po pěti dnech cvičení. Rozdíly ve výkonech byly největší v případě měření synchronizace reakcí, což naznačuje, že časný trénink má největší vliv na nervové systémy zapojené do senzomotorické integrace a časování. Některé výzkumy se zaměřily na jemné motorické schopnosti. Například Costa-Giomi (2005) porovnával jemné motorické schopnosti dětí, které se účastnily dvouleté výuky hry na klavír, a dětí, které nikdy neprošly formální hudební výukou. Významné zlepšení jemné motoriky bylo zjištěno pouze u dětí, které absolvovaly hudební výuku. Na konci dvouleté výuky byl mezi oběma skupinami zjištěn také významný rozdíl v rychlosti reakce (Hallam; Himonides, 2022).

Kulturní identita

Ze sociokulturního hlediska jsou hudba a umění považovány za nástroj předávání kulturních ideálů a hodnot z jedné generace na druhou. Většina hudebních činností je v podstatě společenská – a může tak hrát důležitou roli při podpoře mezilidských dovedností, týmové práce a spolupráce (Hargreaves; Marshall et al., 2003). Zájem o vztah mezi hudební výchovou a kulturní identitou čerpá ze silně odlišných zdrojů. Globalizované vzdělávání a globalizovaná hudební kultura poskytují nová paradigmatata pro pochopení důležitých úkolů hudební výchovy a jejich odpovědnosti vůči multikulturní etice. Nedávné antropologické studie hudebního poznávání a vývoje však zdůrazňují hlavní význam kulturního partikularismu pro formování hudebního povědomí. Tyto zdánlivě protichůdné pohledy na vztah hudby ke kultuře a identitě nabízejí užitečný kontext pro nové vymezení místa hudební výchovy v kurikulu základních škol (Davis, 2005).

Lamontová (1999) šla v tomto směru ještě dál a navrhla, že hudební vývoj lze chápat jako „neustálý a pokračující proces zprostředkování mezi sociální a kulturní oblastí, která ztělesňuje hodnoty určité kultury a vede k určitým druhům činností a osobní a individuální oblastí, v níž se utvářejí reprezentace jednotlivců“ (Lamontová in Hargreaves, 2003, s. 5).

Kulturní identitu poznáváme i prostřednictvím zpěvu písní. Poznání cizí kultury při pěveckých aktivitách vyjadřuje nejhlubší emoce. Potenciální přínosy zpěvu multikulturních písní v hudební výchově jsou proto mnohstranné. Zpěv písní z různých kultur může žákům poskytnout vzdělání, při kterém prohloubí své znalosti v oblasti hudby, jazyka a kultury, rozvinou své hlasové dovednosti ve zpěvu i řeči, posílí své sociální dovednosti v multikulturní a globální společnosti a zároveň si vytvoří silný pocit vlastní identity a porozumění ostatním (Ilari et al., 2013).

Emocionální procesy

Při tvorbě a vnímání hudby se zapojuje široká škála senzomotorických, kognitivních a emocionálních procesů. Emoce jsou ústředním rysem požitku z hudby, přičemž lidé při poslechu hudby neustále uvádějí velké množství různých afektivních stavů. Kromě radosti nebo smutku však hudba často vyvolává i pocity úžasu, nostalgie nebo něhy, které neodpovídají kategoriím

emocí obvykle studovaným v neurovědách a jejichž nervové substráty zůstávají z velké části neznámé (Vuilleumier; Trost, 2015).

Lidé si hudby cení především z estetických důvodů pro emoce, které vyvolává, pro vyvolávání vzpomínek a pro její krásu. Poslech a provozování hudby vytváří ve spojení s příznivým prostředím a poslechovou situací estetické zážitky, které zahrnují specifické emoce a hodnotící soudy krásy, estetické kvality a oblíbenosti. Vztah mezi hudbou a emocemi je „velmi složitou otázkou, která je v centru hudební estetiky od konce 18. století“ (Brattico; Pearce, 2013).

Juslin a Västfjäll (2008) ve svém přehledu zdůrazňují důležitost rozlišování vnímání emocí, kdy posluchač vnímá nebo rozpoznává emoce vyjádřené v hudbě, a indukce emocí, kdy hudba vyvolává v posluchači emoce. Dále identifikují šest psychologických procesů podporujících vyvolání emocí hudbou. Za prvé, reflexy mozkového kmene zprostředkovávají vyvolání vzrušení náhlými, hlasitými, disonantními nebo rychle pulzujícími zvuky. Za druhé, při hodnotícím podmiňování může hudba vyvolat emoce prostřednictvím asociace jako podmíněného podnětu s averzivním nebo odměňujícím podnětem. Za třetí, hudební struktury mohou vyvolávat emoce prostřednictvím emoční nákazy, a to napodobováním jiných prostředků emočního vyjádření, jako je jazyk, postoj a chůze. Dále může hudba vyvolávat emoce prostřednictvím sensorických struktur, čímž vyvolává vizuální představy. Za páté, hudba může vyvolávat emoce zprostředkovaně prostřednictvím epizodické vzpomínky spojené s hudbou. A konečně, generování a porušování očekávání může vyvolat prožitek napětí, uvolnění, překvapení a nejistoty (Brattico; Pearce, 2013).

Před dvaceti lety Blood a Zatorre (2001) použili pozitronovou emisní tomografii ke studiu nervových mechanismů, které jsou základem intenzivních emočních reakcí na hudbu. Změny průtoku krve mozkem byly měřeny v reakci na vybranou hudbu, která vyvolávala velmi příjemný zážitek „mrazení v zádech“ nebo „mrazení“. Subjektivní zprávy o mrazení v zádech byly doprovázeny změnami srdeční frekvence, elektromyogram a dýchání. Se zvyšující se intenzitou těchto záchvěvů bylo pozorováno zvýšení mozkového průtoku krve a snížení v mozkových oblastech, o nichž se předpokládá, že se podílejí na odměně a motivaci, emotivitě a vzrušení, včetně ventrálního striata, středního mozku, amygdaly, orbitofrontální kůry a ventrální mediální prefrontální kůry. Již v té době bylo známo, že tyto mozkové struktury jsou aktivní v reakci na podněty vyvolávající euforii (Blood; Zatorre, 2001).

Posílení kreativity

Kreativita v hudební výuce je už od počátku nového tisíciletí pravděpodobně nejdůležitější oblastí studia jak pro výzkumníky, tak pro praktiky. Tvůrčí myšlení v hudbě je jádrem tvořivosti v hudební výchově (Randles; Webster, 2013). Výuka hudby rozvíjí u žáků schopnost poslouchat a umět ocenit širokou škálu hudebních děl a zároveň posoudit jejich kvalitu. Podporuje aktivní zapojení do různých forem amatérské hudební tvorby, a to jak individuální, tak společné, čímž rozvíjí smysl pro skupinovou identitu a spolutnost. Zvyšuje také sebekázeň a tvořivost, estetickou úroveň a schopnost tvořit (David, 2003). Tvořivost v hudbě se vztahuje k divergentním a konvergentním myšlenkovým procesům, které probíhají jak sólově, tak v souboru a které vedou k novým a užitečným hudebním produktům ve specifickém sociokulturním kontextu a projevují se prostřednictvím specifických způsobů hudební činnosti nebo kombinací způsobů, které mohou mimo jiné zahrnovat následující: improvizaci, kompozici, výkon, analýzu a poslech (Randles; Webster, 2013).

Západní pojetí hudební kreativity se stává stále dominantnějším tématem, pokud hledáme, jaké hodnoty a normy jsou pro měření a standardizaci jejího hodnocení nejvhodnější. Odena (2016) uvádí, že tvůrčí postupy je třeba posuzovat s ohledem na oblast, obor a systémy činností, v jejichž rámci vznikají. Relativní význam různých systémů pro vytváření hudby, smyslový prožitek z vytváření hudby, rozmanitost postupů při vytváření hudby a nutnost převést tyto poznatky do jazyka, který lze sdělit ostatním. Ať už je to skladatel ponořený do komponování soudobé umělecké hudby, aranžér jazzových skladeb nebo dítě na hřišti komponující v rámci dětských komunit – každý z nich potenciálně projevuje odlišné a svébytné postupy hudební tvořivosti nebo hudební kreativity (Odena, 2016).

S odkazem na učební plány a koncepce hudební výchovy, jako je polyestetická výchova, se hudební výchova zaměřuje na rozvoj tvořivosti jako obecného rysu osobnosti a prostředku k posílení uměleckosti. Zejména rozvoj individuálních rysů tvořivosti zahrnuje vyjádření originality a smysluplnosti v každodenním životě (Richards, 2007). Tyto aspekty se neomezují ani na umělecký výkon, ani na vyniknutí člověka ve světě hudby. Obecně řečeno, posilování kreativity v hudební výchově směřuje k lepšímu životu. Zároveň hrají v terapii důležitou roli procesy učení, které jdou ruku v ruce s osvojováním technik seberegulace.

S ohledem na tvůrčí zkušenosti v hudební výchově tento článek obhajuje citlivou podporu rozvoje tvůrčí identity žáka. Simonton (2000) vymezuje rysy tvořivosti a představuje čtyři hlavní perspektivy: kognitivní proces zapojený do tvůrčího aktu, charakteristické rysy tvůrčího člověka, vývoj a projevy tvořivosti v průběhu života jedince a sociální prostředí, které je s tvůrčí činností nejsilněji spojeno.

V časopise *International Journal of Music Education* se v letech 1966-2010 pouze 6 procent článků zabývalo kategorií hudební tvořivosti ve srovnání s téměř 42 procent článků zaměřených na kategorii kurikulum a učení. Výzkumné poznatky zabývající se hudební tvořivostí jsou stále nejednotné. Výzkumníci používají různá paradigmatu ke zkoumání vlastností různých typů hudební tvořivosti často izolovaně (Amabile et al., 1996).

Amabile (1996) popsala a rozvinula sociální perspektivu tvořivosti, ve které ilustruje sociální vlivy na tvůrčí chování. Tato perspektiva zahrnuje pozornost věnovanou kognitivním aspektům, osobnosti, motivaci a sociálním vlivům na tvůrčí proces. Amabile také jako první zkoumá, jak tyto faktory ovlivňují jednotlivé kroky tvůrčího procesu. Pro Amabile (1996) je tvořivost tvůrčí produkce, která vzniká v procesu o pěti krocích, a to nejprve identifikace problému nebo úkolu, poté příprava, generování odpovědi, validace odpovědi a nakonec hodnocení výsledků. Tvůrčí proces dále interaguje s motivací k úkolu, dovednostmi relevantními pro danou oblast a dovednostmi relevantními pro tvořivost. Metody a kritéria hodnocení hudební tvořivosti a shoda na tom, co jsou doménově relevantní dovednosti v hudbě, zůstávají neuchopitelné a velmi sporné (Hodges; Thaut, 2021).

Zvýšení kreativity je často úzce spojeno se silným vnitřním pohonem: „tvůrčím impulsem“. Tento jev se týká dokonce i jedinců s psychiatrickými poruchami, jako jsou stavy bipolárního spektra: specifická forma ctižádosti, která může vést k osobně smysluplnému úspěchu (Johnson et. al., 2015). Kombinace psychologického, klinického a edukativního pohledu naznačuje hypotézu o specifické vnitřní síle, jakési „tvůrčí energii“.

V litevském hlavním městě se v roce 2019 uskutečnil již 24. ročník mezinárodní konference Evropské asociace pro hudební výchovu. Vedle diskuzí o aktuálním způsobu a obsahu výuky hudební výchovy došlo i na teoretické úvahy o roli kreativity a inovací v tomto předmětu. Pamela Burnard z University of Cambridge definovala kreativitu jako základní požadavek technologické transformace a tvorby kulturních hodnot a je považována za významný

přínos napříč všemi profesními sektory. Autorka mimo jiné naznačila, že hudebník má mít dostatečně rozvinuté dovednosti v různých oblastech hudby – umí využít svůj potenciál a rozvíjí své vůdčí schopnosti kreativním způsobem, aby dokázal motivovat i ostatní a spolupracovat s nimi (Univerzita Karlova, 2019).

Diskuse o tom, co se považuje za kreativitu v hudbě a hudební tvořivost jsou doprovázeny emocemi, tradicemi, hlavními zájmy a ideologiemi. Paradoxně se hudební pedagogové někdy zdráhají odhalit své vlastní preference. Z toho, že nechají studenty vybrat, jaké druhy kreativity v hudební výchově by chtěli v hudebních programech realizovat, se můžou hodně naučit. Naslouchání studentům pomáhá rozhodnout, které přístupy mají šanci na úspěch a kterým je lepší se vyhnout. Nicméně, stále existuje vnitřní rozpor mezi voláním po větší kreativitě ve vzdělávání a učebními osnovami, které jsou stále užší a zaměřené na testování. Učitelé i jejich žáci se musí učit o hudební tvořivosti jako o situované kulturní a společenské aktivitě (Odena, 2016).

Důkazy z nejrůznějších výzkumů ukazují, že hudebníci jako celek mají v testech kreativity a osobnostní charakteristiky „otevřenosti“, která souvisí s kreativitou, vyšší skóre než nehudbníci. To však neznamená, že aktivní zabývání se hudbou zvyšuje kreativitu. Je možné, že ti, kteří mají sklon k otevřenosti, jsou přitahováni k těm hudebním činnostem, které kreativitu vyžadují. Z intervenčních výzkumů vyplývá jen málo důkazů o tom, že muzicírování zvyšuje kreativitu, pokud hudební činnosti samy o sobě nemají kreativní charakter. To má důsledky pro hudební výchovu.

Sebepojetí a hudební identita

Historicky se pojem sebepojetí užívá pro označení toho, jak jedinec vnímá a hodnotí sám sebe v různých oblastech svého života. Stejně tak, jako může mít jedinec více identit, i sebepojetí se skládá z řady sebeobrazů, včetně těch, které se týkají sebeúcty, sebehodnocení, ideálního já a reálného já. Ty jsou často závislé na kontextu nebo situaci a vyvíjejí se v interakci s prostředím (Hallam; Himonides, 2022). Aktivní zapojení do hudby může podpořit rozvoj hudebních a jiných identit a může mít také vliv na sebepojetí. V závislosti na zpětné vazbě od ostatních může být dopad pozitivní nebo negativní. Většina důkazů podporuje pozitivní dopad hudby na sebeúctu a sebevědomí, ale existují i výjimky, obvykle v případě, že je zpětná vazba negativní. Vystoupení a

přijímání zpětné vazby z něj jsou v tomto procesu klíčové a mohou vést k pozitivním nebo negativním reakcím (Hallam; Himonides, 2022). Hudba může v tomto procesu hrát důležitou roli. Jednotlivci využívají hudbu k vyjádření sebe sama a ke zkoumání své identity (MacDonald; Hargreaves et al., 2017).

V poslední době je otázce hudební identity věnována velká pozornost. Hargreaves a kol. hovoří o identitě v souvislosti s hudbou jako o rozsáhlých možnostech interakce hudby a identity se zaměřením na to, jakým způsobem se hudba podílí na procesu formování identity. Definují identitu jako vlastní pohled na sama sebe, který obsahuje několik konceptů sebepojetí specifických vůči kontextům, ve kterých se jedinec nachází. Sebepojetí je přitom vnímáno jako vlastní styl osobnosti jedince, vzhled i zastávané sociální role – tedy to, zda se pokládá například za klavíristu, fanouška metalové hudby nebo učitele hudební výchovy. Hudební identita zahrnuje sebeúctu, která vyjadřuje kognitivní i emocionální postoje a hodnoty vůči sobě samému (Hargreaves; MacDonald et al., 2016).

Vývoj hudební identity je zcela kriticky podmíněn kontextem, ve kterém jedinec vyrůstá a žije. Tento vliv je zapříčiněn systémy, se kterými je dítě v bezprostředním kontaktu a sociálním styku – domov, škola a oblast, kde člověk žije. Zapojení do hudebních aktivit rozvíjí několik aspektů identity ve vztahu k rodinnému a školnímu prostředí a přispívá k fyzickému, kognitivnímu, sociálnímu, emocionálnímu rozvoji (Hargreaves; Lamont, 2017). Zároveň i aktivní poslech hudby podporuje toto zkoumání a integraci identit a pomáhá jednotlivcům rozhodnout se, kým jsou a čím chtějí být. Kromě toho hudba pomáhá při vysílání informace o těchto rozhodnutích ostatním. Hudební preference slouží k sebeidentifikaci jako člena určité vrstevnické skupiny a hudební subkultury.

Existuje několik studií, které zkoumaly účinky hudební hry na sebevědomí, sebevyjádření a sociální dovednosti. Například výsledky výzkumu Bae a Kyungsuka (2020) ukázaly, že skupinová hudební aktivita může dětem usnadnit zapojení do skupinové práce a že hraní důležité role ve skupině může pozitivně ovlivnit vnímání sebe sama. Ve Velké Británii Harland (2000) ukázal, že nejčastější celkové vlivy na žáky plynoucí ze zapojení do umělecké činnosti ve škole se týkaly osobního a sociálního rozvoje. V oblasti hudby se ti, kteří hráli na hudební nástroje, odvolávali na zvýšení sebeúcty a pocitu identity. Výzkumy přínosů hry na hudební nástroj a účasti v mimoškolních hudebních kroužcích ukázaly, že hra na hudební nástroj má vliv na sebevědomí a sebeúctu účastníků. Dále také Tolfree a Hallam (2016) v kvalitativní

studii dětí v posledních ročnících základního vzdělávání a v prvních ročnících středoškolského vzdělávání ukázali, že děti měly pocit úspěchu ze hry na nástroj.

MacDonald a Miell (2002) prokázali, že vzdělávací programy v oblasti hudební kompozice a výuky hry na hudební nástroj mohou zvýšit sebevědomí u dětí s poruchami učení a vývojovými poruchami. Tyto děti čelí zvláštním výzvám, protože se potýkají s intelektuálními nebo motorickými problémy, které je fyzicky odlišují od jejich vrstevníků a vedou k tomu, že se jich okolí straní. Účast na veřejných vystoupeních zdůrazňuje zdravé prvky, které bývají často nepovšimnuty, protože dětem je přiřazena nálepka postižení. Zapojení do hudební skupiny může změnit pohled na sebe sama, zvýšit sebevědomí a zlepšit vztahy s ostatními (Hallam; Himonides, 2022). Abril (2007) uvedl, že hudební sebepojetí je důležitým prediktorem zájmu dětí o budoucí hudební aktivity i jejich pěveckých schopností. Učitelé hudby by měli vědět více o tom, jak jejich interakce s žáky může napomáhat nebo bránit rozvoji pozitivního hudebního sebepojetí. Narativní výzkumy dospělých však naznačují, že učitelé hudby jsou jedním z viníků rozvoje negativního pohledu žáků na sebe jako na zpěváky. Dále se zmiňuje o tom, že je možné, že přílišná pozornost věnovaná pěvecké přesnosti dítěte v raném věku může ve skutečnosti bránit rozvoji pozitivního sebepojetí, a tudíž odrazovat od dalšího zapojení do hudby (Demorest et al., 2016).

Mnoho výzkumů v oblasti hudební výchovy klade velký důraz na oblast sebeuvědomění. Saarikallio (2010) tvrdí, že hudba může člověku pomoci dostat se do stavu sebeuvědomění tím, že se stane užitečným nástrojem přispívajícím k větší seberegulaci prostřednictvím různých technik, jako je relaxace a zklidnění. Mentální práce prostřednictvím hudby spočívá v tom, že se člověk hlouběji ponoří do svých aktuálních pocitů, a pak, jak se hudba rozvíjí, postupně směřuje k jasnějšímu a klidnějšímu stavu. Toto zvýšení sebeuvědomění a mentálního úsilí směrem k vlastním pocitům a myšlenkám obvykle vede ke zvýšení sebevědomí (Saarikallio, 2010). Teoreticky je tomu tak proto, že čím více času člověk stráví přemýšlením o sobě, tím je schopen identifikovat a změnit chybné myšlení a chování (Chan et al., 2011).

1.2 HUDEBNÍ NEUROVĚDA

Neurověda je vědecké studium nervového systému, která původně vznikla z oblasti biologie, ale v současnosti je interdisciplinárním oborem, který zahrnuje chemii, kognitivní vědu, informatiku, inženýrství, lingvistiku, matematiku, medicínu, genetiku a aspekty filozofie, fyziky a psychologie. Historicky neurověda sahá až do starověkého Egypta, kde se dochovaly papyry, mumie a památky, které dokládají postupy, jako je trepanace – chirurgicky vytvořený otvor v lebce. V roce 1700 př. n. l. byl „Chirurgický papyrus Edwina Smitha“ prvním písemným záznamem o nervovém systému. V průběhu dalších několika set let vzniklo mnoho příspěvků v oblasti neurověd, ale významný rozvoj nastal až po vynálezu prvního mikroskopu v roce 1590 Zachariasem Janssenem.

V průběhu 20. století se neurověda rychle rozvíjela a došlo k průkopnickým pokrokům v oblasti biologie, zejména ke vzniku neurovědy jako samostatné disciplíny na přelomu 50. a 60. let 20. století. Moderní neurověda významně přispěla k pochopení fungování nervové soustavy, a jakmile bylo zjištěno, že nervovou soustavu lze rozdělit na dvě části – centrální nervovou soustavu a periferní nervovou soustavu – vznikly nové obory studia.

Současné pokroky ve studiu mozku umožnily lépe porozumět způsobu, jakým může aktivní zapojení do hudby ovlivnit další vývoj. Lidský mozek obsahuje přibližně 100 miliard neuronů, z nichž každý má značnou zpracovatelskou kapacitu. Značná část z těchto 100 miliard neuronů je aktivní současně a zpracování informací probíhá z velké části prostřednictvím interakcí mezi nimi, přičemž každý z nich má přibližně 1000 spojení s jinými neurony. Při učení dochází ke změnám v růstu axonů a dendritů a počtu synapsí spojujících neurony, což je proces známý jako synaptogeneze. Pokud je nějaká událost dostatečně důležitá nebo se opakuje dostatečně často, synapse a neurony se opakovaně zapalují, což naznačuje, že tato událost stojí za zapamatování (Fields, 2005). Tímto způsobem dochází ke změnám v účinnosti stávajících spojení (Hallam, 2010).

Altenmüller et al. hovoří o výzkumu hudební neurovědy jako o oblasti, která se v posledních letech rozšířila díky stále pokročilejším, dostupnějším a levnějším technologiím zobrazování mozku a analytickému softwaru, ale také díky rostoucímu zájmu o hudební chování. Obor se diverzifikuje do té míry, že to, co bylo dříve považováno za specializovaná témata, lze nyní

považovat za celé oblasti výzkumu, od specifických aspektů hudby přes zaměřené skupiny populace, až po nejmodernější techniky (jako je EEG, TMS nebo MRI) (Altenmüller; Schlaug, 2012).

Několik studií prokázalo, že hudební zážitky mají vliv na strukturu mozku a dokazují, jakou sílu mají hudební zážitky na vývoj. Jedna z prvních studií z devadesátých let minulého století vědcům napověděla, že aktivní zapojení do hudebních aktivit, jako je například výuka hry na housle, mění fyzikální vývoj mozku (Schlaug; Jäncke et al., 1995). Schlaug a další od té doby zahájili několik studií, které ukazují, jak zkušenosti mění morfologii (tvar a strukturu) mozku (Burton; Taggart, 2011). Například bylo zjištěno, že profesionální hráči na klávesové nástroje mají v několika oblastech mozku výrazně více šedé hmoty než amatérští hudebníci a nehudebníci (Gaser; Schlaug, 2003). Větší množství šedé hmoty a zvětšení velikosti v jiných částech mozku se nepotvrdilo jako výhodné v mnoha životních snahách, ale zjištění, že hudební zkušenosti mění morfologii mozku, je důležité pro pedagogy a muzikoterapeuty (Flohr, 2009).

Odkrývání nervových základů zpracování hudby je ústředním tématem kognitivní neurovědy, o čemž svědčí rostoucí množství literatury na toto téma. Neurozobrazovací výzkum vyvinutý za posledních 20 let úspěšně zmapoval několik kortikálních a subkortikálních oblastí mozku, které podporují zpracování hudby (Hodges; Thaut, 2021).

1.2.1 Zpracování hudby v mozku

Vnímání hudby začíná dekodováním akustických informací. Akustické signály, jako jsou hlasy a hudba, vstupují do lidského ucha a spouštějí kaskádu transpozic signálu podél sluchových drah. Přicházející sluchové signály jsou fyzikálně a fyziologicky determinovány a významně souvisejí s podkorovými funkcemi, tedy procesy pod kůrou našeho mozku (Hodges; Thaut, 2021).

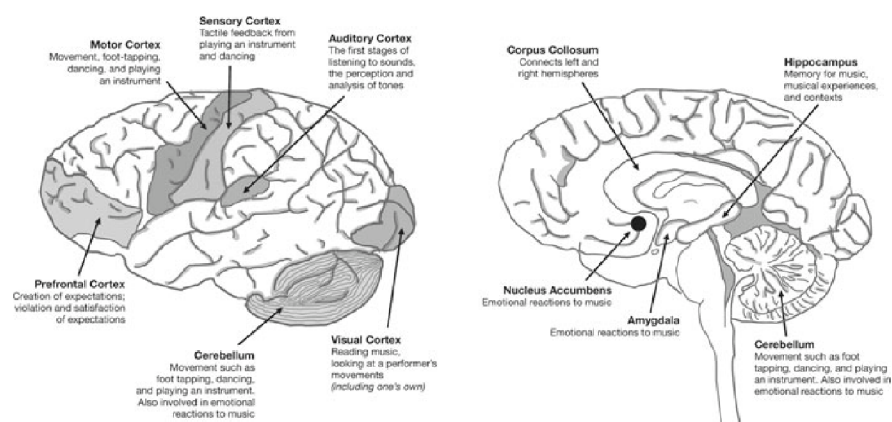
Akustické informace jsou vnějším a středním uchem přenášeny do hlemýžďe vnitřního ucha, kde jsou převedeny na nervovou aktivitu. Akustické vlastnosti, jako je frekvence zvuku, jsou v bazilární membráně hlemýžďe vyjádřeny tonotopicky, což znamená systémové topografické uspořádání neuronů v závislosti na jejich odezvě na tóny různých frekvencí (Zatorre, 2002).

Z fyzikálního hlediska vytvářejí hudebníci vibrace, které se šíří vzduchem jako tzv. akustická vlna. Ve fyzikální akustice se však studují i jiná přenosová média, např. jiné plyny než vzduch, kapaliny nebo pevné látky. Z fyzikálního hlediska lze tedy na zvuk pohlížet jako na vlnový pohyb ve vzduchu. Z psychoakustického hlediska se na zvuk pohlíží spíše jako na vzruch sluchového mechanismu, jehož výsledkem je vnímání zvuku. Na jedné straně je fyzikální podnět, na druhé straně vnímání zvuku; na jedné straně zvuková vlna ve vzduchu, která končí na ušním bubínku, na druhé straně estetický zážitek z hudby (Mason, 2015).

Z fyzikálního hlediska se jedná o nepřímou úměru síly a způsobu. A právě to je nutná k transformaci zvukové vlny, protože vnější prostředí našeho životního prostoru je plynné, zatímco vnitřní prostředí ve vnitřním uchu je kapalné, a proto je nutný vyšší tlak zvukové vlny. Tato transformace je důležitá při zpracování sluchových podnětů a širokém spektru výzkumu.

1.2.2 Funkční centra mozku

Mozek slouží jako organizační a řídicí centrum nervové soustavy člověka. Je součástí mnohem většího systému, který zahrnuje centrální nervový systém a periferní nervy. Mozek řídí a kontroluje veškeré tělesné funkce, jako je činnost srdce, trávení, pohyb, řeč, ale i samotné myšlení, paměť či vnímání emocí. Ústřední část nervové soustavy je centrální nervový systém zahrnující mozek a míchu, který spolu s periferními nervy hraje ústřední roli v komplexním řízení. Periferní nervy tvoří aferentní nervová vlákna a jejich receptory, které posílají zprávy do mozku a eferentní nervová vlákna a jejich svaly a

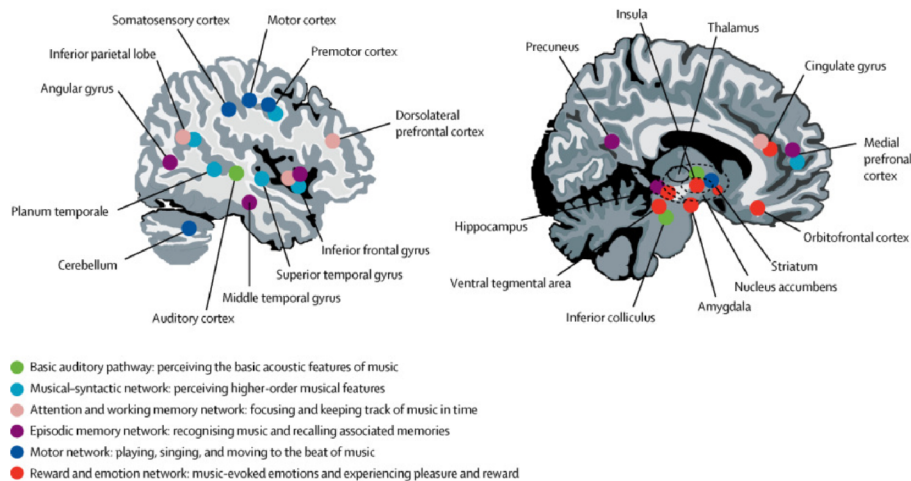


Obrázek 1.1: Funkční centra mozku (Levitin; Tirovolas, 2009)

žlázy, které přijímají zprávy z mozku. Mozek navíc reguluje uvolňování hormonů do krevního oběhu, takže ve skutečnosti mozek zasahuje do celého těla. Jak je však uvedeno v pozdější části o plasticitě, mozek je přizpůsobivý po celý život. Také pozitivní nebo negativní rané zkušenosti mohou změnit strukturu i funkci mozku (Flohr, 2009).

Úvahy o zpracování hudby v mozku se musí vyhnout zjednodušujícím odpovědím typu „tato část dělá přesně to“ a předpokladům, že funkce zpracování hudby jsou samozřejmé.

Zatímco v podkorových oblastech se výzkum obvykle zaměřuje na strukturální a funkční poměry jasně definovaných jednotek, studium korových oblastí z neuropsychologického hlediska zahrnuje mentální funkce, které se opírají o psychologické teorie. Ty se od fyziologických značně liší, proto existuje více možností klasifikace hudebně-psychologických a hudebně-estetických funkcí mozkové kůry. Akustické jevy lze konstruovat pomocí klíčových prvků výšky, intenzity a trvání, zatímco zejména západní hudební teorie často označuje za základní parametry hudby melodii, harmonii a rytmus. Zabýváme-li se však vyšším mozkovým zpracováním hudby, vracíme se k hudebnímu pohledu (Koelsch et al., 2019).



Obrázek 1.2: Vyšší zpracování hudby v mozku (Sihvonen et al., 2017)

Na základě tohoto zjištění budeme níže rozlišovat (1) základní sluchovou dráhu a vnímání základních akustických vlastností hudby, (2) hudebně-syntaktickou síť a vnímání hudebních vlastností vyššího řádu, (3) síť pozornosti a pracovní paměti vedle soustředění a sledování hudby v čase, (4) síť epizodické paměti a vybavování hudby a vyvolávání souvisejících vzpomínek,

(5) motorickou síť vedle hraní, zpívání a pohybu do rytmu hudby a (6) síť odměny a emocí. Tato kategorizace se široce shoduje s jinými psychologickými analýzami zaměřenými na hudbu (Sihvonen et al., 2017).

Sluch a sluchová dráha

Sluchový systém a poznatky o struktuře a funkci ucha jsou dobře prostudované a běžně dostupné. Podle George a Bordonnioho (2022) lze strukturu ucha rozdělit na tři části: vnější ucho, střední ucho a vnitřní ucho. Zevní ucho je tvořeno boltcem, zvukovodem a bubínkem, střední ucho tvoří sluchové kůstky, oválné a kruhové okénko a k vnitřnímu uchu patří kostěný a blanitý hlemýžď. Dále následuje sluchová dráha, v jejíchž strukturách dochází k modulaci, integraci a zpracovávání informací a její zakončení je v centrální části sluchového analyzátoru, který zahrnuje sluchový nerv a příslušné oblasti v mozku (Myslivoček, 2009)

Střední ucho se skládá z bubínku a kostěných kůstek zvaných malleus, incus a stapes. Tyto tři kostičky spojují bubínek s vnitřním uchem a umožňují přenos zvukových vln.

Hlavní funkcí středního ucha je přenášet zvukové vlny z vnějšího prostředí do vnitřního ucha. Zvukové vlny se nejprve dostanou do kontaktu s vnějším uchem a bubínkem. Blána bubínku se rozkmitá, což vede k pohybu řetězce kostiček. Připojení nožičky stapes k oválnému okénku umožňuje posun tekutiny uvnitř vnitřního ucha. Existuje však i další, méně známé a méně prozkoumané spojení ucha s vnějším světem, tzv. kostní vedení (Ishikawa et al., 2021).

Zvuky se přenášejí jako vibrace lebkou a putují ke spánkové kosti, která se nachází po stranách a na spodině lebky. Spánková kost přenáší vibrace na bazilární membránu ve vnitřním uchu a na drobné svazky vlásků, z nichž každý je jemně vyladěn tak, aby detekoval zvuky o různých frekvencích a přenášel vibrace do mozku k dekodování. Samotný převod mechanického kmitání na nervový výboj probíhá v Cortiho orgánu, který leží na basilární membráně (Sedlák; Váňová, 2013). Kostní vedení je účinnější při přenosu zvuků o nižších frekvencích do mozku, což znamená, že svůj hlas obvykle vnímáme jako hlubší, než jaký ve skutečnosti je.

Cortiho orgán je klíčovým rozhraním mezi fyzikální informací zvukové vlny a nervovou reprezentací informace zvukové vlny. Cortiho orgán zahr-

nuje tři řady vnějších vláskových buněk a jednu řadu vnitřních vláskových buněk. Vibrace způsobené zvukovými vlnami ohýbají stereocilie na těchto vláskových buňkách, které přeměňují mechanickou energii na elektrickou, tedy fyzikální informaci na elektrochemickou nervovou informaci, která je nakonec přenášena do centrální nervové soustavy prostřednictvím sluchového nervu.

První důležitou stanicí mezi Cortiho orgánem a sluchovou kůrou jsou *kochleární jádra*, jedno na každé straně mozkového kmene. Obecná anatomie a základní funkce jsou známy již několik desetiletí, přičemž zejména novější studie přinášejí informace, které mají velký význam pro estetickou výchovu. Obecně lze kochleární jaderný komplex chápat jako první integrační stupeň zpracování ve sluchovém systému. Rozdělením akustického vstupu do více jednotek pro zpracování zvuku se sluchová dráha dělí na paralelní vzestupné dráhy, které mohou současně získávat různé typy informací. Buňky ventrálního kochleárního jádra extrahují informace, které jsou přenášeny sluchovým nervem. Buňky dorzálního kochleárního jádra provádějí nelineární spektrální analýzu a tuto spektrální analýzu zasazují do kontextu polohy hlavy, uší a ramen, což má vliv na akustickou orientaci v prostoru. Obecně se má za to, že mozkový kmen a Cortiho orgán nelze měnit prostřednictvím procesů učení. Navíc fyziologové dlouhou dobu hovořili pouze o vzestupné sluchové dráze (Guinan, 2018).

Colliculus inferior je všestranná jednotka pro zpracování zvuku s důležitými funkcemi pro estetickou výchovu. Například u člověka jsou estetické preference hluboce spjaty s kódováním disonance v dolním kolikulu. (S.-G. Kim et al., 2017). V podstatě lze říci, že *colliculus inferior* dokáže detekovat disonanci pomocí harmonického screeningu, tj. jaké tóny tvoří přirozené harmonie a jaké ne. Kim et al. také ukázali, jak disonantní harmonie moduluje funkční konektivitu dolního kolikulu a její souvislost s behaviorálně hlášenou nepříjemností, a zdůrazňují, že jejich zjištění podporují důležitý přínos nízkoúrovňového sluchového zpracování a kortikofugální interakce v preferenci hudební harmonie. Podobně jako mnoho vyšších centrálních nervových jednotek má i *colliculus inferior* více funkcí, např. pro velmi komplexní a zřetelnou lokalizaci zvuku (Dorkoski et al., 2020).

Thalamus je hlavní „rozvaděč“ mozku a často se nazývá dveřmi do vědomí, což znamená, že pod thalamem vědomí není. Thalamus přijímá informace, moduluje informace a distribuuje akustické informace. Zvuk je specialitou mediálního genikulárního tělesa, které se nachází v zadní části tha-

lamu. Anatomické a fyziologické základy mediálního genikulárního tělesa jsou dobře prozkoumány a Flint (2021) shrnuje, že mediální genikulární těleso je talamické sluchové centrum, které přijímá informace z dolního kolliculu a obsahuje tři oddíly: ventrální, dorzální a mediální. Ventrální část mediálního genikulárního tělesa se promítá do primární sluchové kůry, zatímco dorzální divize se promítá do sluchové asociační kůry. Thalamus obecně, a zejména mediální genikulární těleso, jsou velmi propojené. Například dorzální striatum se ukázalo jako klíčová oblast při rozhodování řízeném smysly a odměnou.

Mediální genikulární těleso obou stran promítá již vysoce zpracované zvukové informace do *sluchové kůry*, oblasti, kde se nervové informace transformují do sluchového vjemu. Z anatomického hlediska se sluchová kůra nachází oboustranně, zhruba na horních stranách spánkových laloků – u člověka se stáčí dolů a na mediální plochu, na horní spánkové rovině, v rámci laterálního sulku a zahrnuje části příčných spánkových gyrů a horního spánkového gyru. V tomto případě se jedná o oblast, která se nachází na horní straně spánkových laloků.

Klasicky byly ve sluchové kůře popsány dvě hlavní funkční oblasti, z nichž první je primární sluchová kůra, složená z neuronů podílejících se na dekodování tonotopické reprezentace zvukového podnětu a sekundární sluchová kůra bez zřetelné tonotopické organizace, která však hraje důležitou roli při lokalizaci zvuku a analýze komplexních zvuků, jako je tomu například v lidském jazyce nebo hudbě. Sekundární sluchová kůra se navíc podílí na sluchové paměti.

Sluchová kůra se však neomezuje pouze na tyto klasické funkce elementárního zpracování hudby. Zejména novější výzkumy ukazují její vysokou míru integrace v rámci dalšího zpracování hudby, jako je propojení hudebních zážitků a emocí, které je klasicky spojováno s limbickým systémem (Koelsch, 2011).

Podněty strachu evokují vyšší aktivaci přední i zadní sluchové asociační kůry mozkové, což naznačuje, že sluchová kůra může hrát ústřední roli při afektivním zpracování sluchových informací. Navíc sluchová kůra je funkčně propojena s rozšířenou sítí podílející se na zpracování emocí, která zahrnuje limbické a paralimbické struktury (Hodges; Thaut, 2021).

Hudebně–syntaktické sítě

Hudebně syntaktické sítě jsou poměrně složitý systémem popisující to, jak různé hudební parametry, jako je melodie, harmonie a rytmy, zahrnují různé, ale vzájemně se ovlivňující mozkové oblasti. Navíc existují důvody toho, že se základní procesy jeví jako určitá kombinace rozpoznávání hudby a hudební konstrukce. Jinými slovy, mozek rozpoznává struktury sluchových signálů a na jejich základě konstruuje to, co nakonec rozpoznáváme jako hudbu.

Projekce z motorické kůry do sluchové kůry jsou důležitým prvkem, který koresponduje s mnoha živočišnými druhy. Výzkum na zvířatech se skutečně ukázal jako důležitý model pro zkoumání synaptických mechanismů, kterými motorická kůra spolupracuje se sluchovou kortikální aktivitou. Existuje silná funkční a anatomická vazba mezi sluchovými a motorickými oblastmi a mnoho složek motorického systému je hluboce zapojeno do sluchového vnímání hudebních rytmů. Vzájemná propojenost sluchových a motorických oblastí je klíčová pro vnímání času a pro tvorbu časovaných pohybů. Časové zpracování a sensorimotorická synchronizace zahrnují složité funkční sítě zahrnující několik vzdálených kortikálních a subkortikálních oblastí mozku, včetně mozečku, bazálních ganglií, thalamu, premotorického kortexu a sluchové kůry (Hodges; Thaut, 2021).

Studie uvádějí rozdílnou aktivitu v dolním frontálním gyru při porovnávání pravidelných a nepravidelných akordických přechodů na základě teorií v západní tonální harmonii. Cheung et al. (2018) tyto teorie doložili a rozšířili pomocí funkční magnetické rezonance a zjistili, že pravý dolní frontální gyrus je stěžejním místem pro rozpoznávání základních hudebních motivů a melodických prvků.

Jiné studie (Matchin; Hickok, 2016) zjistily, že narušení jazykové syntaxe aktivuje kortikálně–subkortikální síť včetně silné aktivace pravého dolního frontálního gyru. To může naznačovat, že pravý dolní frontální gyrus se specializuje i na identifikaci syntaktických chyb, jak v hudbě, tak v jazyce. Bianco et al. (2016) podstoupili výzkum, jehož cílem bylo prozkoumat neuronální mechanismy, které stojí v pozadí rozpoznávání a kognitivního utváření harmonií a identifikovali odlišné podoblasti v pravém dolním frontálním gyru propojené s parietálními a temporálními oblastmi.

Pojem harmonie souvisí s dyádou konsonantní a disonantní hudby, která se netýká pouze kognitivního rozpoznávání, ale zahrnuje také estetické rysy

a afektivní reakce. Další zjištění podpořilo předchozí důkazy o souvislosti mezi zvýšenou disonancí a negativními emocemi spolu se zapojením levé mediální prefrontální kůry a levé rostrální přední cingulární kůry, když účastníci poslouchali disonantní hudbu. Levá i pravá primární sluchová kůra navíc vykazovala silnější funkční propojení s přední cingulární kůrou během disonantní části, což naznačuje požadavek na větší propojení informací při zpracování negativně laděných hudebních podnětů.

Pokud jde o rytmus, Penhune a Zatorre (2019) upozornili, že mnoho živočichů dokáže kódovat časové intervaly a využívat je k plánování svých akcí, ale pouze člověk dokáže pružně extrahovat pravidelný rytmus ze složitých vzorců, jako jsou hudební rytmy. Penhune a Zatorre (2019) předpokládají, že časování založené na rytmu závisí na integraci sensorických informací s časovými informacemi zakódovanými v motorických oblastech, jako je mediální premotorická kůra.

Síť pozornosti a pracovní paměti

Hudební pozornost je podobně složitý fenomén. Madsen et al. (2019) pomocí elektroencefalogramu zkoumali, jak hudba synchronizuje mozkové vlny u posluchačů a jak tyto reakce významně závisí na hudebně vzdělávacích procesech a individuální fascinaci.

Tanaka a Kirino (2019) se nově zaměřili na hudbu a autoreferenční procesy. Ve svých výzkumech objasnili, že angulární gyrus je centrem několika sítí, které se podílejí na různých funkcích, jako je pozornost, zpracování sémantických informací, regulace emocí a mentalizace. Vyslovili hypotézu, že vzhledem k tomu, že tyto funkce jsou potřebné i při hudebním výkonu, je pravděpodobné, že angulární gyrus hraje roli i při hudebním výkonu. Kromě toho se během úkolu do sítě úhlových gyrusů nově zapojily nebo přidaly přední cingulární kůra a horní spánkový gyrus. Janata (2009) poukázal na to, že mediální prefrontální kůra je považována za oblast mozku, která podporuje autoreferenční procesy a jeho výsledky naznačují, že dorzální mediální prefrontální kůra spojuje hudbu a vzpomínky, když prožíváme emočně významné epizodické vzpomínky. Janata (2009)

Klíčovou roli hrají procesy pracovní paměti, které manipulují s hudebními informacemi. Pracovní paměť udržuje informace se kterými aktuálně pracujeme. Neuronové sítě, které se podílejí na procesu pracovní paměti, nejsou

ohniskové, ale jsou rozprostřeny v mnoha oblastech mozku. Nicméně, podstatnou roli zde hraje frontální lalok. Jedná se o řídicí centrum, které udržuje akční plán a shromažďuje a organizuje informace z jednotlivých oblastí mozku, které jsou potřebné k dosažení cíle (Hodges; Thaut, 2021).

Síť epizodické paměti

Síť epizodické paměti souvisí s rozpoznáváním hudby a vybavování si souvisejících vzpomínek. Pokud jde o nervovou architekturu autobiografických vzpomínek vyvolaných hudbou, Janata (2009) poukázal na to, že mediální prefrontální kůra je považována za oblast mozku, která podporuje autoreferenční procesy, včetně integrace smyslových informací se sebezpoznáním a vyhledávání vzpomínek. K ověření toho, že hudba a autobiografické vzpomínky jsou integrovány v mediální prefrontální kůře, použil funkční magnetickou rezonanci pro vyvolání autobiografických vzpomínek s úryvky populární hudby z dětství. Jeho výsledky naznačují, že dorzální mediální prefrontální kůra spojuje hudbu a vzpomínky, když prožíváme emočně významné epizodické vzpomínky, které jsou vyvolány známými písněmi z naší osobní minulosti. V této studii navíc mediální prefrontální kůra působila ve shodě s laterální prefrontální a posteriorní kůrou, jak z hlediska sledování tonality, tak z hlediska reakce na známé písně. Z pohledu hudební výchovy je třeba zdůraznit, že i zážitky ze školní třídy významně patří k autobiografii člověka, a proto je důležité hudebně asociované zpracování v mediální prefrontální kůře (Janata, 2009).

Motorická síť

Motorická síť je spojena s hudebními prvky jako je hraní, zpěv a pohyb v rytmu hudby. Je známo, že při poslechu hudby je obtížné vyhnout se pohybu těla, ať už jde o pouhé kývání hlavou do rytmu, pohupování tělem nebo poklepávání nohou. Tento pohyb je zpracováván prostřednictvím mediálního genikulárního jádra a podkorové sluchové oblasti (srov. Daniel J. Levitin, 2003).

Podstatnou roli hraje také mozeček, který zajišťuje koordinaci pohybů a udržování rovnováhy. Jeho činnost je podvědomá. Na rozdíl od hemisfér předního mozku kontrolují hemisféry mozečku stejnolehrou část těla. Svou modulační činností navíc ovlivňuje i poznávací funkce.

Pozoruhodným příkladem silného vlivu hudby na mozek je aktivace, která se často objevuje v pohybovém systému, aniž by docházelo k zjevnému pohybu. Je však běžnou zkušeností, že poslech hudby může u posluchače často mimovolně vyvolat pohyby, jako je poklepávání nohou nebo kývání hlavou do rytmu. Dále se motorická aktivita při pasivním poslechu hudby překrývá s aktivní mentální představou pohybu. Tyto motorické účinky nejsou závislé pouze na rytmických vzorcích v hudbě, ale také na vyvolaném emočním prožitku. Zejména radost je spojena se spontánním nutkáním k tanci a koreluje s vyšší aktivitou v motorické kůře a bazálních gangliích (Levitin; Tirovolas, 2009).

Dále stále více nabývá na významu nucleus accumbens, který je v neurovědách často nazýván centrem radosti. Salimpoor et al. (2013) odhalili charakteristické interakce mezi nucleus accumbens a sluchovou kůrou, které jsou schopny předpovědět hodnotu hudební odměny.

Takové studie výrazně napomáhají hlubšímu poznání prožitku krásy a radosti v hudbě – a pomáhají klást správné otázky, například co znamená překvapení v kontextu uměleckého a estetického prožitku. Každopádně nucleus accumbens je důležitým kandidátem na to, aby byl základní jednotkou generující a modulující hudebně estetický zážitek. Takové úvahy okamžitě vedou k další části, která je výslovně věnována hudební neuroestetice (Salimpoor et al., 2013).

Síť odměn a emocí

Před několika lety Blood a Zatorre (2001) použili pozitronovou emisní tomografii ke studiu nervových mechanismů, které jsou základem intenzivních emočních reakcí na hudbu. O deset let později Green et al. (2012) použili funkční magnetickou rezonanci ke zkoumání nervového základu emočních účinků při poslechu hudby v závislosti na předchozí expozici.

Další důkazy z cross-modálních studií motivovaly výzkumníky k tomu, aby se zaměřili zejména na jasně předurčenou tříoblastní síť pro multisenzorickou integraci emocí, kterou tvoří fusiformní gyrus, amygdala a přední horní spánkový gyrus. Autoři dospěli k závěru, že síla spojení mezi fusiformním gyrem a amygdalou je modulována prostřednictvím zpětné vazby přes přední horní spánkový gyrus jako oblast pro multisenzorickou integraci emočního materiálu (Green et al., 2012).

Je dobře známo, že hipokampus hraje důležitou roli pro učení a paměť, stejně jako pro novost a očekávanost. Přinejmenším v některých funkčních neurozobrazovacích studiích, které využívaly hudbu ke zkoumání emocí, je však nepravděpodobné, že by aktivace hipokampu byly pouze důsledkem paměťových procesů. Například ve studii fMRI Mitterschiffthaler et al., v níž smutná hudba vyvolala změny v přední hipokampální formaci, byli účastníci pravděpodobně srovnatelně obeznámeni s neutrálními a smutnými skladbami. Studie o hudbě a emocích ukazují, že hipokampus hraje důležitou roli i pro emoční procesy. Hipokampus má husté reciproční spojení se strukturami podílejícími se na regulaci chování nezbytného pro přežití, jako je např. přežití, reprodukční a obranné chování. Dále také se strukturami podílejícími se na regulaci autonomní, hormonální a imunitní aktivity. Mezi tyto struktury patří amygdala, hypotalamus, jádra thalamu, komplex septální a diagonální pásky, cingulární gyrus, insula a jádra autonomního mozku kmene. Eferentní spojení se promítají do mnoha dalších limbických, paralimbických a nelimbických struktur. Funkční význam těchto spojení staví hipokampus do klíčové pozice pro zpracování emocí v tom, že má významné projekce nejen do korových asociačních oblastí, ale také do podkorových limbických struktur (Koelsch, 2009).

Ústřední strukturou v rámci limbických a paralimbických neuronálních okruhů je amygdala, která se podílí na iniciaci, vzniku, detekci, udržování a ukončování emocí, o nichž se předpokládá, že jsou důležité pro přežití jedince. Několik funkčních neurozobrazovacích studií prokázalo zapojení amygdaly do emočních reakcí na hudbu (Koelsch, 2011).

Několik studií prokázalo, že emoce a vzrušení vyvolané hudebními skladbami ovlivňují vyhledávání a rozpoznávání hudby. Hlavním zjištěním je, že emotivní a vzrušující skladby se lépe pamatují než skladby, které emotivní nejsou. Předpokládá se, že důvodem tohoto účinku posilujícího paměť jsou dva různé a vzájemně ovlivňující účinky, jako je aktivace mezolimbického systému a zvýšení počtu asociací v rámci sémantické asociační sítě. Mezolimbický systém zahrnuje nucleus accumbens a ventromediální prefrontální kůru, která je důležitá pro kontrolu emocí, odměny a učení. Do hudební paměti se ukládá nejen pozitivně hodnocení a odměňující hudba, ale také hudba negativní a vzrušující. To, že jsou tyto hudební skladby implementovány do hudební paměti lze vysvětlit pomocí modelů asociativní paměti. Tyto modely předpokládají, že emoce jsou reprezentovány v síti uzlů spolu s hudební skladbou. Stimulace a aktivace uzlů s emocemi by tak vytvořila formu šířící se aktivace, která snižuje práh excitace všech asociativně propojených

uzlů a tím napomáhá vybavit si hudební paměťovou stopu (Hodges; Thaut, 2021).

1.2.3 Dynamická konektivita a neuronální síť

Všechny dříve zmíněné studie naznačovaly existenci neuroplastických procesů jako účinku hudebního tréninku. V longitudinální studii Altemüller prokázal, že kortikální aktivace při zpracování hudby odráží sluchovou „učební biografii“, osobní zkušenosti nashromážděné v průběhu času. Autor navrhl model, který znázorňuje vztah mezi sluchovými informacemi a neuronálními sítěmi zapojenými do zpracování hudby. Podle jeho modelu se složitost neuronových sítí zvyšuje se složitostí sluchové informace. Podstatné je, že hudební trénink může přidat mentální reprezentace hudby, které mohou zahrnovat různé mozkové substráty. Tyto reprezentace mohou být mimo jiné sluchové, senzorio-motorické, symbolické, vizuální. Proto podle autora při stejné úrovni složitosti sluchové informace profesionální hudebníci pravděpodobně používají větší a složitější neuronové sítě ve srovnání s nehuděbníky (Rodrigues et al., 2010).

V současné době se pod vlivem modernějších zobrazovacích metod upouští od cerebrální dominance při zpracování hudby. Ukazuje se, že jednotlivé hemisféry zpracovávají různé části hudby. Levá hemisféra je dominantnější při zpracování například rytmické stránky, pravá pak ve vnímání melodické linky (Franěk, 2005). Tyto výsledky podpořil výzkum používající pozitronovou emisní tomografii. Při hraní na piano dochází k aktivaci sekundárních asociačních oblastí, které v Broadmannově mapě najdeme pod čísly 20, 21 a 22. Při hraní stupnice se aktivuje střední bilaterální oblast se silnější aktivitou v levé části než v pravé. Hraní Bachovy skladby (z paměti) aktivuje superiorní, střední a inferiorní temporální oblast bilaterálně se silnější odezvou v pravé části oproti levé. Podobně nejednoznačné je to také s hledáním „hudebního centra“ v mozku. Většina mozkových struktur, které se podílejí na zpracování hudby slouží i k jiným kognitivním činnostem. Lze tedy říci, že jednotlivé části hudby se zpracovávají v různých, mnohdy překrývajících se neuronových sítích obou hemisfér (Franěk, 2005).

Západní hudební teorie často označuje za základní parametry hudby melodii, harmonii a rytmus. Zabýváme-li se však vyšším mozkovým zpracováním hudby, vracíme se k muzikologickému pohledu. A za tím stojí racionální důvody: V hudebně orientovaných neurovědách klíčové otázky často

vycházejí z oblasti muzikologie, zatímco odpovědi jsou podávány z pohledu výzkumu mozku. To souvisí i s naším tématem neurověd a estetické hudební výchovy.

1.2.4 Neuronální principy a neuroplasticita

Plasticitu mozku lze definovat jako schopnost mozkové kapacity modifikovat svou strukturu nebo funkci jakožto formu odpovědi na učení, osvojování si nových dovedností a poškození mozku. Termín plasticita je poměrně proměnlivá, za neuroplasticitu jsou považovány buď a pouze mikroanatomické změny, tj. změny na úrovni nervové buňky a jejích částí, jinde se výraz vykládá v nejširším významu, zahrnujícím adaptační kapacitu organismu, jakožto vymezení se proti statické a fixní struktuře (Lebeer, 1998).

Neuroplasticita je klíčovým mechanismem, který je základem učení se novým dovednostem a znovunaučování ztracených dovedností během rehabilitace. Nedávný výzkum v oblasti kognitivní neurovědy ukázal, že trénink hudby může u zdravých dětí a dospělých zlepšit nervové zpracování v sensorických, motorických, exekutivních a afektivních mozkových systémech a usnadnit interakce mezi těmito mozkovými systémy. To je pravděpodobně způsobeno tím, že masivní cvičení spojené s hudbou vyžaduje obrovské zdroje v každém specifickém mozkovém systému a také intenzivní koordinaci mezi systémy. Důležité je, že muzicírování zahrnuje také sociální interakci a vyvolává silné emoční prožitky. Dokonce i pouhý poslech hudby může mít krátkodobý pozitivní vliv na vzrušení, pozornost, paměť a náladu (Rodrigues et al., 2010).

Když se jedinci dlouhodobě věnují různým hudebním činnostem, dochází v mozku k trvalým změnám. Tyto změny odrážejí to, co se naučili a jak se to naučili. Mají také vliv na to, do jaké míry se rozvinuté dovednosti přenesou jinam. Rozsáhlá aktivní činnost s hudbou vyvolává reorganizaci kůry mozkové, která vytváří funkční změny v tom, jak mozek zpracovává informace. Pokud k tomu dojde v raném stádiu vývoje, mohou se tyto změny stát pevnými a způsobit trvalé změny ve způsobu zpracování informací. Existují totiž důkazy, že u hudebníků hrajících klasickou hudbu se zvýšila neuronální reprezentace specifická pro zpracování tónů hudební stupnice (Pantev et al., 2003).

Kritické období pro plasticitu sluchové kůry je ve věku 13–14 let, kdy lebeční nervový systém brání normálnímu smyslovému rozlišování a verbál-

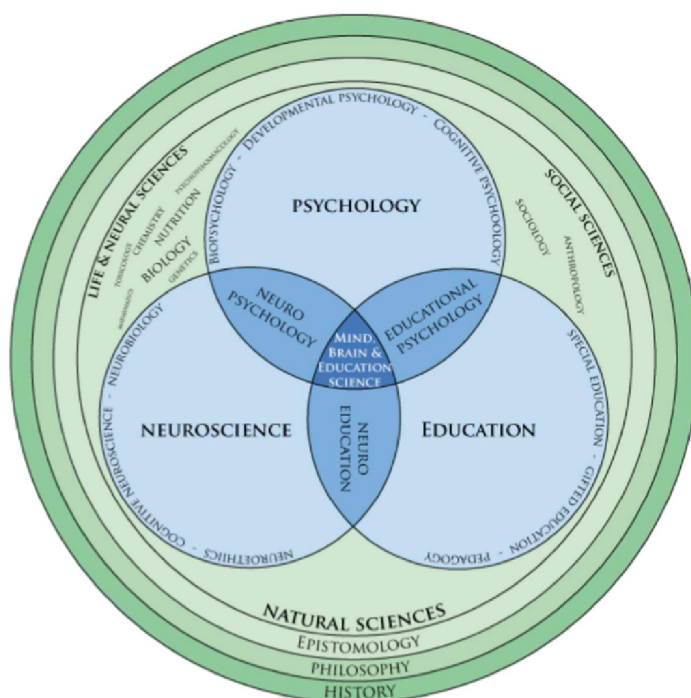
nímu učení. Největší korovou reprezentaci mají hudebníci, kteří hrají na své nástroje nejdéle. Celkově důkazy naznačují, že aktivní zabývání se hudbou má významný vliv na strukturu a funkci mozku také, že hra na hudební nástroj urychluje zrání mozku. Například Hudziak a jeho kolegové (2014) zjistili, že po hudebním tréninku dochází k rychlejšímu dozrání tloušťky kůry v oblastech, které se podílejí na motorickém plánování a koordinaci, vizuálně-prostorových schopnostech a regulaci emocí a impulzů (Hallam, 2010).

Nicméně „změny mozku“ nesmíme chápat jako zcela nezávislé autoregulační mechanismy, ale jako komplexní a citlivé interaktivní procesy: zejména hudba a hudební učení jsou úzce spojeny s funkční a strukturální plasticitou v různých neuromodulačních korových oblastech, jako je hipokampus (Mastnak, 2021). Kromě toho neurovědy vyzdvihují hudbu jako nástroj pro podporu plasticity mozku v průběhu celého života. Tento argument zdůrazňuje nutnost hudební motivace. Je to slibný a zároveň náročný úkol, který zahrnuje také otázky celoživotního hudebního vzdělávání.

1.2.5 Vliv neurověd na intervenční procesy v hudební výchově

Psychologické účinky hudby a neurobiologické mechanismy jsou základem hudebních intervencí, které sdílejí společné neuronální systémy pro odměnu, vzrušení, regulaci afektů, učení a plasticitu řízenou činností (Sihvonen et al., 2017).

Některé z přínosů, které neurovědci pomohli prokázat pro hudební výchovu na základě poznatků založených na důkazech, se zaměřují na jednotlivce s ohledem na výkon v jiných akademických oblastech a na efektivitu sebe sama s důsledky pro zlepšení společnosti. Na základě neurovědeckých poznatků patří mezi přínosy hudební výchovy pro jednotlivce zvyšující se slovní zásoba a čtenářské dovednosti (Tsang; Conrad, 2011). Dále může hudební intervence přispět ke zlepšení v oblasti poruch učení a dyslexie (Flaugnacco et al., 2014). Flaugnacco et al. zjistili, že reprodukce rytmu je silně spojena s většinou výsledných ukazatelů čtení a fonologickým uvědomováním a tak může hudba sloužit jako levný nástroj včasného screeningu poruch čtení (Zuk et al., 2013). Studenti, kteří se účastní kvalitních hudebních programů dosahují lepších výsledků v testech čtení a pravopisu (Hille et al., 2011). A v neposlední řadě hudební zážitek zlepšuje pozornost a vybavování paměti (Posner; Patoine, 2009), zvyšuje IQ (Flaugnacco et al., 2014).



Obrázek 1.3: Model vztahu neurověd, psychologie a vzdělávání (Tokuhama-Espinosa, 2011)

Když se věnujeme hudebním činnostem, přicházejí k nám nezpracované sluchové, zrakové a hmatové smyslové informace po kouscích a mají jen malý nebo žádný význam. Abychom získali smysl, musíme smyslové informace integrovat do smysluplného celku. Náš mozek pak tyto smysluplné celky přetváří v plány činnosti. Jinými slovy, pokud slyšíme a vidíme pochodující kapelu, mozek uspořádá přicházející smyslové informace do smysluplného hudebního zážitku, na který můžeme reagovat poklepáváním nohou nebo pokyvováním hlavou.

Kromě toho jsou optikou hudební výchovy přezkoumány složky, o nichž se hovořilo dříve v části věnované neurovědě, jako je plasticita. Hodges (2009) tvrdí, že s modelem učení a výše uvedenými dalšími složkami jsou integrovány, potvrzují účinnost postupů a posouvají hudební výchovu od profese založené na názorech k profesi založené na důkazech. Neurovědecké poznatky mají potenciál obnovit společenskou potřebu hudební výchovy tím, že poskytují důkazy o tom, jak funguje mozek a jak může implementace poznatků nabídnout zlepšení ve třídě prostřednictvím hudebních zážitků.

1.2.6 Vliv neurověd na intervenční procesy v muzikoterapii

Fascinujícím důsledkem neurovědeckého výzkumu pro muzikoterapii je nový soubor neurovědeckých poznatků, které představují efektivní využití hudby s terapeutickými výsledky, které jsou podstatně specifitější než ty, které vznikají v rámci obecného pojmu „well-being“. Koncem devadesátých let 20. století začali výzkumníci a kliničtí pracovníci v oblasti muzikoterapie, neurologie a věd o mozku tyto shluky důkazů klasifikovat do systému terapeutických technik, nyní známých jako neurologická muzikoterapie (NMT) (Hodges; Thaut, 2021).

Neurologická muzikoterapie

NMT je definována jako terapeutická aplikace hudby na kognitivní, afektivní, senzorycké, jazykové a motorické dysfunkce způsobené onemocněním nebo poraněním lidského nervového systému.

V NMT existují tři standardizované rytmicko-hudební aplikace pro rehabilitaci a rozvoj a senzomotorických funkcí: Rytmicko-sluchová stimulace (RAS), Patterned Sensory Enhancement (PSE), Therapeutic Instrumental Stimulation Music Performance (TIMP) (Thaut; Hoemberg, 2016).

Prvním a nejdůležitějším krokem k neurologicky založenému využití hudby v léčbě pacientů s motorickými problémy byl vědecký vývoj techniky rytmicko-sluchové stimulace (RAS). RAS využívá fyziologických účinků sluchového rytmu na motorický systém ke zlepšení kontroly pohybu při rehabilitaci nebo u pacientů s výrazným deficitem chůze v důsledku neurologického postižení. Bylo prokázáno, že pomáhá zlepšit motorické funkce u pacientů s různými pohybovými problémy, například u pacientů s Parkinsonovou chorobou (Koshimori; Thaut, 2018), Huntingtonovou chorobou a cévní mozkovou příhodou. Pomocí výzkumu bylo navrženo, že může fungovat jako externí časoměřič, který podporuje sníženou funkci defektních bazálních ganglií prostřednictvím zapojení kompenzačních sítí do mozku (Thaut, 2005). To je důležité vysvětlení, protože se u pacientů s Parkinsonovou chorobou zdá být narušeno načasování a škálování pohybů. Vzhledem k tomu, že jedinci s Parkinsonovou chorobou mají deficit ve schopnosti vnitřně monitorovat a upravovat kinematickou chůzi, může toto dodatečně

ovlivnění prostřednictvím premotorických oblastí pomoci kompenzovat některé z těchto deficitů (Hodges; Thaut, 2021).

PSE je technika, která využívá rytmické, melodické, harmonické a dynamicko-akustické prvky hudby k zajištění časové, prostorové a silové signály pro pohyby, které nejsou ze své podstaty rytmické, ale odrážejí funkční cvičení, pohybové vzorce a činnosti každodenního života. Na rozdíl od RAS, který se zaměřuje na oscilační pohyby, jako je chůze a švihání rukou, se PSE používá na pohyby, které nejsou biologicky rytmické, jako jsou například pohyby paží a rukou, předklony a pokročilá cvičení chůze a funkční pohybové sekvence, jako je oblékání nebo přesuny ze sedu do stoje. Kromě časových pokynů vytváří PSE sonifikaci pohybů prostřednictvím hudebních vzorů, harmonie, dynamických prvků a výšky tónu, které pomáhají při pohybu organizovat jednotlivé pohyby do funkčních pohybových vzorců a sekvencí. Funkční anatomie PSE je obtížně uchopitelná. V závislosti na přesné povaze motorického úkolu jsou zapojeny kortikální a subkortikální parietální, premotorické a pravděpodobně i prefrontální oblasti. Již mnoho let výzkumy ukazují, že prvky hudby, jako je rytmus a výška tónu, mohou pomoci rozvíjet a obnovovat trojrozměrné pohybové trajektorie, což umožňuje trénink specifických aspektů prostoru, času a svalové dynamiky funkčních pohybů. Na základě mnoha studií bylo prokázáno výrazné zlepšení kontroly horních končetin u široké škály populací (Hodges; Thaut, 2021).

TIMP je hra na hudební nástroje za účelem cvičení a stimulace funkčních pohybových vzorců. Při aplikaci TIMP se vybírají vhodné hudební nástroje smysluplným způsobem, aby se zdůraznil rozsah pohybu, vytrvalost, sílu, funkční schopnosti a dovednosti rukou, obratnost prstů a koordinaci končetin. Během TIMP se na nástroje obvykle nehraje tradičním způsobem a jsou umístěny na různých místech, aby se usnadnilo procvičování požadovaných funkčních schopností (Thaut; Hoemberg, 2016). Zapojení do hry na hudební nástroje vyžaduje úzkou interakci mezi senzomotorickým, sluchovým a zrakovým systémem. Používání nástrojů jako cílů k procvičování pohybů umožňuje zpětnou vazbu a zpětnovazební interakci mezi sluchovým a sluchovým ústrojím a premotorickými oblastmi mozkové kůry, stejně jako zapojení mozečku a bazálních ganglií.

V posledním desetiletí se díky translačnímu výzkumu v oblasti hudby a mozkových funkcí rozšířil rozsah neurologické muzikoterapie i na nemotorické funkce, jako je vnímání, poznávání, lingvistika a emoce. Nicméně, jelikož základ pro jeho techniky a mechanismy, kterými hudba ovlivňuje mo-

zek, jsou založeny na neurobiologických principech mozku a chování, NMT umožňuje integraci hudby do interdisciplinárního kontextu rehabilitačních modalit. Lidé, kteří vyžadují neurologickou rehabilitaci, mohou mít následně potíže v sociální oblasti, často jsou popisováni jako lidé s „otřeseným pocitem sebe sama“, který zahrnuje pozměněný smysl pro osobní identitu. Nejlogičtější hudební analogií mezilidského chování je pravděpodobně složitý koncept hudební formy. Využívání hudební formy, zejména pokud jde o sociální interakci, je zásadním hlediskem při konstrukci klinické improvizace. Jednou z užitečných struktur pro procvičování různých aspektů sociálního fungování v bezpečí předvídatelného sledu událostí je forma ronda. Dalším důležitým hlediskem při koncipování klinických improvizčních zážitků je využití témburu a jeho vliv na motorické, kognitivní, afektivní a sociální reakce (Thaut; Hoemberg, 2016).

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 PŘEHLED VÝZKUMNÝCH METOD

Většina muzikoterapeutických modelů vychází ze subjektivních teorií nebo fenomenologické heuristiky. V takových případech často chybějí neuropsychologické a neurovědecké základy. Zároveň většina publikací o neurohudební terapii spíše vysvětluje indikace, metody a účinky, ale málokdy se setkáme s vysvětlením souvisejících mozkových mechanismů. Z toho důvodu je cílem praktické části vytvořit interdisciplinární modely, využívající poznatky z neurověd a hudební výchovy, sloužící jako názorný příklad aplikace neurovědeckých teorií o funkčních principech mozku při intervenčním působení ve výuce hudební výchovy.

Modely byly vytvořeny na základě výzkumné metody systematické metasyntézy a translačního uvažování. Metoda meta-syntézy zahrnuje integraci a interpretaci zjištění z více studií, aby bylo možné získat nové poznatky nebo závěry, které poskytují širší rámec toho, co poskytují jednotlivé studie. Systematická metasyntéza představuje model a techniku zpracování vzorku kvalitativních a kvantitativních studií na dané téma a odhalení vnitřní logiky jejich podstatných vzájemných vazeb.

Bylo nutné brát v úvahu studie o dané problematice nebo tematické oblasti. Explorativní komparativní zpracování se snaží vysledovat obecné principy i jejich vnitřní logiku a koherenci. Kromě toho, systematická metasyntéza zahrnuje všechny přístupy, které respektují epistemologii a filozofii věd a integrují data a výsledky z různých typů studií s cílem vytvořit novou teorii nebo teoretický rámec, přičemž v podstatě neexistují žádná oborová omezení nebo vylučovací kritéria.

V další fázi byla provedena kritická analýza zdrojů a systematické shrnutí a integrace získaných informací, s cílem získat nové poznatky (Mastnak, 2021).

2.1.1 Translační výzkum

Cílem translačního výzkumu je rychlejší a efektivnější převedení objevů základních věd do praxe. Jde o poměrně nový koncept, který je primárně využíván výzkumníky v oblasti zdravotních služeb a veřejného zdravotnictví, jejichž studie se zaměřují na zdravotní péči a zdraví jako primární výsledek (UAMS, 2023). Podporuje a propaguje multidisciplinární spolupráci mezi laboratorními a klinickými výzkumníky. Translační výzkum se tak vztahuje k převedení výzkumu do praxe; tj. k zajištění toho, aby se nové léčebné postupy a poznatky z výzkumu skutečně dostaly k pacientům nebo populacím, pro které jsou určeny, a aby byly správně implementovány (Woolf, 2008). Cílem translačního výzkumu je vznik a rozvoj nových myšlenek. Zároveň existuje mnoho možných modelů vzdělávání, které mohou poskytnout akademickou cestu k těmto cílům (Rubio et al., 2010).

Translační výzkum je součástí jednosměrného kontinua, v němž se výsledky výzkumu přesouvají od výzkumníka k pacientovi a následně do komunity. V tomto kontinuu se v první fázi translačního výzkumu (T1) přenášejí poznatky ze základního výzkumu do výzkumu klinického, zatímco ve druhé fázi (T2) se přenášejí poznatky z klinických studií nebo klinických hodnocení do praxe a komunit, kde tyto poznatky slouží k celkovému zlepšení zdraví (Rubio et al., 2010).

Přestože se koncept translačního výzkumu využívá primárně v oblasti medicíny a zdravotnického výzkumu, tato práce se snaží aplikovat neurofyziologické teorie na hudebně vzdělávací oblasti, zejména na klavírní výchovu, a zapojit translační uvažování, tj. využít příslušné modely k vytvoření příbuzných struktur v hudební výchově.

Při aplikaci této metody bylo třeba postupovat systematicky a vycházet z konkrétních výzkumných výsledků a poznatků. Nejprve byla provedena syntéza relevantních teoretických poznatků empirického výzkumu, které by se na tyto situace a problémy vztahovaly. Poté bylo nutné popsat problémové fenomény a situace, na základě kterých byly zkonstruovány 3 interaktivní dynamické modely. Modely se opírají zejména o vysvětlení neuropsychologických a neurovědeckých mechanismů týkajících se daného hudebního fenoménu. Na základě těchto modelů byla formulována praktická doporučení, která by mohla umožnit objevení nových pedagogických i muzikoterapeutických metod.

2.2 DYNAMICKÉ MODELY

2.2.1 Specifika výzkumných modelů

Modely týkající se hudby a neurověd se vyskytují především v terapeutických a neurorehabilitačních kruzích a jsou založeny na primárním výzkumu a souvisejících systémových teoriích. Tento koncept je založen na tříúrovňovém modelu interdisciplinární hudební výchovy, který zahrnuje (1) fenomenologickou, (2) kognitivně-behaviorální psychologickou a (3) neurovědeckou rovinu. V tomto kontextu jsou neuronální mechanismy z pragmatických důvodů chápány jako entity generující psycho-behaviorální procesy, např. hraní jednoho tónu nebo věty Mozartovy sonáty. Z interdisciplinárního hlediska však tento předpoklad zahrnuje starý mind-body-problem, který stále vyvolává otázky a v poslední době vede ke neuropsychologickým postojům, které však přesahují téma této práce.

2.2.2 Cílová skupina

Modely pracují s cílovou skupinou žáků klavírní výuky, v kontextu v českých hudebních škol. Klavír patří k nejčastěji voleným hudebním nástrojům pro studium dětí v hudebních školách a také je nejčastěji využívaným nástrojem v muzikoterapeutické praxi.

2.2.3 Dynamický model 1

Výchozí situace

Na fenomenologické úrovni pozorujeme osmiletou dívku, která zahraje tón na klavír a okamžitě projeví reakci rozpaků. Ačkoli se jedná o jednoduchý příklad a negativní reakce může vyplývat z poznání, že se jedná o špatný tón a kvalita tónu je příliš ostrá, z neurovědního a neuropsychologického hlediska je tato situace mnohem složitější.

Neurovědecké mechanismy

Stisk klávesy

K úderu do klávesy je zapotřebí složitý svalový vzorec, který zahrnuje např. různé ohybače na předloktí, které pohybují prsty. Ty jsou stimulovány nervovými vlákny periferního nervového systému, která vycházejí z páteřní dřeně. Problémy s výkonností v této fyziologické oblasti jsou předmětem neurologického zájmu (např. záněty, problémy s přenašeči v koncových ploténkách nebo problémy s útlakem nervů), ale netýkají se klíčových témat této práce. První klíčovou oblastí, která je v kontextu této práce zajímavá, je primární motorická kůra (precentrální gyrus) na obou stranách zadní části čelního laloku. Tento gyrus reprezentuje právě svalový aparát, jako jsou svaly pohybující prsty a rukou. Tento gyrus však neplánuje pohyb a motorické problémy v něm jsou většinou neurologického rázu, např. apoplexní následky.

Plán pohybu

Pro hudebněvýchovné diskuse je zásadní otázka, jak precentrální gyrus přijímá vzory, které přispívají k cílovému pohybu. Ve zkratce můžeme rozlišit následující kroky: (1) mozek musí být připraven k úderu na klávesu a nebyť nebyť blokován úzkostmi, kdy tuto připravenost moduluje limbický systém (2) mozek potřebuje představu pohybu. U začátečníků je tato představa vytvářena zrakovým systémem v týlním laloku, u již zkušených žáků může vycházet i z vnitřních reprezentací v somatosenzorické kůře, včetně postcentrálního gyru; (3) tyto představy potřebují motoricky specifické zpracování v tzv. motorické asociaci, která navrhne první model cílového pohybu; (4) asociální kůra se snaží zjistit, zda mozek již disponuje specifickými dovednostmi, které lze využít pro motorickou perforaci, tzn. tj. asociální kůra iniciuje prověřování motorické paměti, zejména v mozečku a bazálních gangliích. Tyto dvě velmi důležité motorické oblasti mají více funkcí, v souvislosti s hrou na klavír zejména mikromodulaci pohybu, ve které hrají roli bazální ganglia a motorickou koordinaci, která se odehrává v mozečku; (5) tam vypracované části pohybového plánu jsou integrovány v thalamu a odeslány do primární motorické kůry; (6) motorická kůra posílá informace prostřednictvím páteře do svalů, zatímco mozeček dostává úplnou kopii tohoto plánu. Efektem je pohyb prstu, který se dotýká klávesy. V každém z těchto kroků jsou možné chyby, které mají za následek nesprávný pohyb, např. nesprávnou notu. Neurovědecká analýza však může pomoci odhalit nervové místo

problému a pomoci konkrétněji konstruovat didaktické modely, pokud žák vykazuje charakteristické a přetrvávající typy chyb.

Vlastní poslech

Ačkoli se to zdá zvláštní, existují žáci studující hru na klavír, kteří většinou hrají mechanicky, aniž by přesně poslouchali, co hrají. To ovšem není možné u žáků hrajících na housle, protože ti musí vytvořit správnou výšku tónu, což je další velký neurovědecký a neuropsychologický problém. Čím více žák při hře na klavír poslouchá, co hraje, tím více si buduje komplexní spojení mezi motorickým a hudebním systémem mozku. Hudební systém obsahuje např. generování výšky tónu v primární sluchové kůře a planum temporale, dekodování elementárních motivů v pravé dolní frontální kůře, generování rytmu v premotorické kůře, bazálních gangliích a mozečku, kde vidíme úzké propojení mezi rytmickým uvědomováním a pohybem. Dále rozlišujeme vyšší hudební zpracování v dolních částech temenního laloku atd. Čím více žák pozorně naslouchá tomu, co hraje, tím více vytváří v mozku interaktivní smyčky propojení mezi motorickým a hudebním systémem.

Chyby

Dívka v našem příkladu zřejmě objeví svou chybu. Existují, však možnosti jejího objevení. Jak jsme uvedli výše, mozeček dostává kopii pohybového plánu zaslano dolů do svalů. Dostane však také kopii motorického provedení, takže může porovnávat. Zkušené klavíristé rozpoznají nesrovnalosti mimořádně rychle a mohou je opravit. Druhou možností je objev sluchové nesrovnalosti, tj. rozdílu mezi očekávaným a skutečným tónem. To však vyžaduje již vypracovanou dovednost představovat si zvukové tvary.

Rozpaky

Dívka v našem příkladu se cítí trapně. To se liší od kognitivního zjištění nesouladu mezi tím, co očekávám, a tím, co slyším. Rozpaky jsou morálně-emocionální reakcí. V této souvislosti vstupuje do hry esteticko-etická interpretace chyby a je možné několik možností: (1) dívka očekává esteticky hodnotný zvuk a je nějakým způsobem znechucena tím, co slyší. V tomto případě se stydí kvůli svému vlastnímu estetickému očekávání, (2) dívka se stydí, protože má pocit, že nemohla ukázat učiteli to, co skutečně umí, tj.

jakýsi pocit méněcennosti, (3) existuje učitel, který se zaměřuje především na chyby – a nezdůrazňuje dobré výkony –, takže u dívky vzniká určitá fobie z chyb, která je propojena s amygdalou, klíčovým orgánem úzkosti a negativních emocí v mozku. Navíc vysoká aktivita amygdaly může špatně ovlivnit mikropohyb, který je důležitý pro tvarování zvuku a dobré frázování, a také může mít špatný vliv na paměť. Tento velmi jednoduchý příklad, kdy dívka hraje špatný tón a stydí se, je založen na velmi složitých mechanismech centrální nervové soustavy.

2.2.4 Dynamický model 2

Výchozí situace

Dívka hrající na klavír vícestránkovou skladbu má problém s výpadkem paměti stále ve stejném místě skladby. Dívka zkouší skladbu několikrát, ale pokaždé dojde v jedné z náročnějších pasáží skladby k „záseku“. Dívka neví, jak se přes problematické místo překlenout, což v ní vyvolává negativní pocity a frustraci.

Neurovědecké mechanismy

Hudební výkon

Hudební výkon dívky lze představit jako kognitivní dovednost s velkými nároky na paměť stejně tak jako motorickou dovednost s velkými nároky na fyzické provedení. Kognitivní dimenze hudební paměti hráče jsou často popisovány z hlediska hudební struktury jako je harmonie, tonalita, frázování a metrum. Motorické aspekty výkonu se měří ve fyzických dimenzích jako je plynulost, rychlost, rytmická přesnost a koordinace rukou. Všechny tyto aspekty je nutné brát v tomto případě v úvahu.

Klavíristka musí například čerpat z celé řady komplexních dovedností, včetně převádění vizuální analýzy hudebního zápisu do motorických akcí, koordinace multisenzorických informací s bimanuální motorickou aktivitou, rozvíjení jemných motorických dovedností v obou rukou ve spojení s metricou přesností a monitorování sluchové zpětné vazby pro doladění výkonu.

Narušení paměti

Pokud je narušena pracovní paměť dochází k obtížím při udržování a aktualizaci informací potřebných pro interpretaci, což je třeba brát v úvahu. Pracovní paměť udržuje informace se kterými aktuálně pracujeme a podstatnou úlohu zde hraje frontální lalok. Aktivita frontální kůry mozkové aktivuje funkční síť pracovní paměti, která zahrnuje ventro-laterální premotorický kortex, zasahující do Brokovy oblasti, dorzální premotorický kortex, planum temporale, dolní parietální lalok, přední insulu a subkortikální struktury. Oblasti v čelních lalocích, jako jsou parietální a ventrolaterální prefrontální oblasti, jsou aktivovány při zvýšené pozornosti (Hodges; Thaut, 2021). Frontální laloky, zejména prefrontální kortex, jsou zapojeny do procesů souvisejících s pracovní pamětí a plánováním. Při výkonu může dojít k poruše v této oblasti mozku, což ovlivňuje důležitou schopnost udržovat a manipulovat s informacemi ve skladbě.

Hudební výkon dívky vyžaduje přesné časové uspořádání, stejně jako hierarchické činnosti a kontrolu nad intervaly výšky tónu. Při interpretaci skladby musí sluchový poznávací systém spoléhat na lidský paměťový mechanismus, který umožňuje, aby se přijaté podněty uložily do mozkové neuronové sítě, a tím se jeden prvek v sekvenci spojil s jiným prvkem, který se objeví později. V tomto procesu může dojít k narušení a tak dochází k přerušení při interpretaci.

Interference a bloky

Interference je jev, kdy se informace vzájemně míchají a narušují. V hudebním kontextu může docházet k interferenci mezi různými hudebními vzpomínkami, což může vést k výpadkům paměti. V tomto procesu hraje klíčovou roli hippocampus, který je významnou strukturou pro vytváření a vybavování paměťových stop. Při interferenci může docházet k potlačení přístupu k určitým informacím uloženým v hippocampu, což může také vést ke vzniku výpadků paměti.

Zaměření pozornosti

Dalším aspektem, který hraje roli při výpadku paměti v interpretaci skladby je narušení pozornostních drah.

Hudební pozornost je v neurovědách uzlovým problémem, který zahrnuje tři klíčové faktory: (1) energie pro pozornost, (2) rozhodování o pozornosti a (3) paralelní pozornost sledující hudební tok.

Pozornost potřebuje duševní energii. Již několik desetiletí ji velké množství studií spojuje s funkcemi retikulární formace. Toto seskupení neuronů, které dohromady tvoří Retikulární aktivační systém (RAS₂)¹, je v konečném důsledku zodpovědné za pozornost, vzrušení, modulaci svalového tonu a schopnost soustředění (Arguinchona; Tadi, 2023). Tyto čtyři faktory, které autoři Joseph H. Arguinchona a Prasanna Tadi (2023) zdůrazňují, mají zásadní význam pro hudební pozornost. U hudební činnosti se jedná zejména o modulaci svalového tonusu a co se týče soustředění na hudbu, předpokládá se úzká interakce RAS₂ s centrální exekutivní sítí a dorsolaterálními frontálními procesory. Navzdory multitaskingu RAS₂ se moje práce shoduje zejména s obecným přisuzováním RAS₂ jako „zapalovacího centra“ mozku. Různé studie navíc zdůraznily funkční spojení mezi retikulární formací a sluchovou dráhou, například prostřednictvím sluchového thalamu a retikulárního thalamického jádra (Jia et al., 2021).

Před desetiletími byl výkonný procesor mozku přiřazen k dorzolaterální oblasti čelního laloku. Ačkoli tento předpoklad nebyl vyvrácen, nedávné studie chápou tuto funkční oblast jako interakci s širšími dynamickými síťovými systémy, jako je síť salience, a jako propojenou s funkcemi insulární kůry (Menon; Uddin, 2010). Vezmeme-li v úvahu, že tyto procesy jsou velmi komplexní, můžeme přesto pro účely hudební výuky vyvodit, že centrální exekutivní procesor hraje klíčovou roli pro pozornost na hudbu, jinými slovy pro zaměření na hudbu, které je široce odolné vůči souběžným nebo rušivým podnětům. Zdá se, že pro interakci s hudbou je důležitá i interakce se sítí salience: moduluje a integruje mentální zaměření na vnější, např. hraná hudba v souboru a vnitřní události, jako jsou emoce.

Dynamická hudební pozornost, která sleduje hudební tvary, představuje neurovědeckou výzvu, i když některé její prvky lze již objasnit. Zprvém víme, jak sluchová kůra extrémně rychle vytváří mentální reprezentaci akustického signálu, zejména výšky a intenzity a uvědomění si trvání integruje také rytmické oblasti, jako je premotorická kůra. Velký význam má následně velmi rychlá analýza a reprezentace jednoduchých melodických struktur v pravém dolním prefrontálním laloku. To však ještě není plná funkce synchronního

¹Zkratka RAS se v tomto dokumentu vyskytuje ve dvou významech, pro rozlišení druhého používáme index 2; tento index není obvyklou součástí zkratky RAS.

souladu s hudbou. Důležitá je úloha předního cingulárního gyru v základních estetických hodnoceních týkajících se hudby, jaká by měla být a jaká je, a také individuálního významu, který interaguje s hudebními procesy v mediální prefrontální kůře. Větší hudební formy jsou spíše rozpoznávány ve vnitřním parientálním laloku spolu s interaktivním významem, např. za účasti úhlového gyru.

Celkově lze říci, že moje práce může pouze nastínit dynamickou komplexnost mozkových funkcí, které souvisejí s hudební pozorností, a proto je jejím cílem inspirovat pokročilé neurohudební vzdělávání. Pro detailní teoretické rámce jsou zapotřebí další studie.

Struktura

Ve skladbě se mohou nacházet dlouhé i krátké úseky a několik hudebních témat v různých podobách. Hudební struktura je definovaná mírou změn v rámci různých úrovní hudebního díla. Pokud je další tón ve skladbě určen předchozími tóny, přináší jen málo nových informací a tak jsou údery a další hudební témata snadněji předvídatelné. Při interpretaci hudební skladby se zapojuje distribuovaná korová síť hudební paměti. Silně je zapojena temporální oblast včetně primární a sekundární sluchové kůry, zejména střední a dolní spánkový gyrus. Temporální laloky, zvláště levá strana, hrají klíčovou roli v procesu sluchového vnímání a zpracování hudby. Porucha v těchto oblastech mozku může ovlivnit schopnost žáka slyšet, rozpoznávat a uchovávat hudební informace.

Výzkumy opakovaně naznačují, že se na zpracování hudební struktury podílí kortikální síť zahrnující nižší frontolaterální kůru, nižší frontální gyrus, přední část temporálního gyru a ventrální premotorickou kůru. Tato síť se specializuje na navazování syntaktických vztahů vyhodnocením harmonických informací s přichozími tonálními informacemi a předcházející harmonickou sekvencí, čímž odhaluje hudebně-strukturální nepravidelnosti a organizuje rychlé krátkodobé předpovědi nadcházejících hudebních událostí (Koelsch, 2011).

Emoční propojení

Hlavním zjištěním z několika studií je, že emotivní a vzrušující skladby se lépe pamatují než skladby, které emotivní nejsou. Předpokládá se, že důvo-

dem tohoto účinku posilujícího paměť jsou dva různé a vzájemně ovlivňující faktory, jako je aktivace mezolimbického systému a zvýšení počtu asociací v rámci sémantické asociční sítě. Mezolimbický systém zahrnuje nucleus accumbens a ventromediální prefrontální kůru, která je důležitá pro kontrolu emocí, odměny a učení.

Do hudební paměti se ukládá nejen pozitivně hodnocení a odměňující hudba, ale také hudba negativní a vzrušující. Tyto modely předpokládají, že emoce jsou reprezentovány v síti uzlů spolu s hudební skladbou. Stimulace a aktivace uzlů s emocemi by tak vytvořila formu šířící se aktivace, která snižuje práh excitace všech asociativně propojených uzlů a tím napomáhá vybatvit si hudební paměťovou stopu. Naopak, pokud úseky ve skladbě nejsou tak silně emotivní, není práh excitace tak vysoký a dojde k narušení a výpadku paměti. Emoční a výkonnostní dovednosti jsou podporovány individualizovanými prefrontálními a orbitofrontálními kortikálními oblastmi a v limbickém systému (Palmer, 2006). Stresové situace nebo silné emocionální reakce mohou ovlivnit žákův stav a koncentraci.

2.2.5 Dynamický model 3

Výchozí situace

Žák hraje na klavír velmi mechanicky. Jeho hra je strohá, jednolitá, bez využití dynamických a agogických změn. Žák je zaměřen jen na čtení notového zápisu a reprodukci hudby z not, nicméně není schopen improvizální tvůrčí práce. Při hře na nástroj nedokáže vyjádřit své vlastní emoce a nedokáže se oprostit od dané hudební struktury. Produkující hudbu není schopen „procítit“ a vyjádřit se skrze ní.

Neurovědecké mechanismy

Důležitost kreativity

Předpokládáme, že klavírní hra má být kreativním projevem, který umožňuje hráči vyjádřit sebe sama a interpretovat hudební dílo.

Studium kreativity se z neurovědeckého hlediska orientuje na oblasti mozku spojené s tvůrčím myšlením, jako je dorsolaterální prefrontální kortex, který se podílí na generování nových nápadů, a limbický systém, který

je spojen s emocemi a prožitkem umění. Nicméně, pouhé měření aktivit v určitých oblastech mozku je nevhodným prostředkem pro odhalení komplexní povahy tvořivosti. Spolu se základními vědeckými poznatky o kreativitě musíme pečlivě zkoumat a objasňovat kognitivní fenomény kreativní dynamiky. Pro nás je podstatné, že kreativní myšlenkový proces je výsledkem jedinečného generování nápadů a inhibice stereotypního myšlení. Zatímco u lézí v pravé mediální prefrontální kůře bylo zjištěno souběžné hluboké narušení kreativity a míry originality. To může naznačovat, že pravý frontální lalok je zodpovědný za generování jedinečných nápadů.

Nejnovější poznatky z neurověd o kreativitě naznačují, že rozlišení pravý mozek/levý mozek nám nenabízí úplný obraz toho, jak se kreativita v mozku realizuje. Kreativita se netýká jediné oblasti mozku nebo jediné mozkové hemisféry. Místo toho se celý tvůrčí proces skládá z mnoha vzájemně se ovlivňujících kognitivních procesů a emocí. V závislosti na fázi, obsahu a cíli tvůrčích procesů se ke zvládnutí úkolu rekrutují různé oblasti mozku. Proto je toto téma v rámci hudební výchovy stěžejní. Vzhledem k tomu, že kreativita zajišťuje důležité funkce v současné společnosti, je logické, že lidský mozek se vyvinul tak, aby udržoval a podporoval kreativní myšlení, a proto je důležité identifikovat mozkové okruhy a neurohormonální modulátory lidské schopnosti tvořivosti a základní kognitivní, motivační a emocionální procesy, které jsou základem tvořivého myšlení.

Oblast mozku, která je zodpovědná za mnoho funkcí a spojena s kreativitou je čelní lalok. Různorodé kognitivní schopnosti regulované čelním lalokem, jako je pracovní paměť, trvalá pozornost, generování nápadů a kognitivní flexibilita, jsou nezbytné pro překonávání starých a vytváření nových vzorců myšlení. Pozitivní korelace mezi čelním lalokem a corpus callosum podporují teorii, že interhemisférická konektivita je nezbytná pro integraci informací a rozvoj kreativního myšlení (Mastnak, 2022).

S ohledem na komplexní povahu kreativity můžeme rozlišit tři zásadní hlediska: (1) Neuroplasticita jako schopnost trvalé korové reorganizace, tedy určitá forma neuronální sebekonstrukce tvořivosti a „hardware“ tvořivosti; (2) Kreativní poznávání jako celková psychologická podmínka obecné a hudební kreativity, tedy jakýsi „software kreativity“ (3) Tvůrčí jevy, jako jsou například hudební nebo hudebně dramatické improvizace, tedy „tvůrčí konečný produkt“, soubory, které jsme vytvořili pomocí hardwaru a softwaru. Tato „trojice“ poskytuje určité vodítko pro další diskusi.

Neuroplasticita, „hardware“ tvořivosti

Existují vědecké poznatky, které podporují tvrzení o podstatném propojení hudby a neuroplasticity. Výzkum (Pinho et al., 2014) objasnil, že trénink klavírní improvizace je pozitivně spojen s funkční konektivitou různých korových oblastí. Nervové mechanismy zapojené do kreativního chování lze tréninkem automatizovat a hudební improvizací trénink může ovlivnit funkční vlastnosti mozku na síťové úrovni. Tyto výsledky vysvětlují, že větší funkční konektivita pozorovaná u zkušených improvizátorů může odrážet efektivnější výměnu v rámci asociativních neuronových sítí, které jsou úzce propojeny s biologickým základem hudební kreativity.

Taková zkoumání mají velký význam pro hudební výchovu a poukazují na to, že hudební aktivity zvyšují lidskou nervovou plasticitu. Taková tvrzení zahrnují základní hypotézy o základních lidských vlastnostech, jako je právě kreativita, kognitivní flexibilita a schopnost přizpůsobení chování. Přesto existují omezení, která mohou hudební pedagogy zklamat nebo dokonce odradit. Zdá se, že neuroplasticita vyvolaná hudbou závisí na kognitivní kontrole a pozornosti na vysoké úrovni (Luo et al., 2014) a vyžaduje náročný hudební trénink, jako je například výuka hry na hudební nástroj (Herholz; Zatorre, 2012).

Pocit nepozornosti a „default mode network“

Zaměříme-li se na hudební tvořivost ve školním prostředí, můžeme identifikovat dva obecné typy. Jedna forma tvořivosti se týká určitých způsobů variace nebo je založena na jakési rekombinaci. Druhá forma tvořivosti má generovat něco zcela nového. Tyto úvahy nás vedou ke klíčovým pojmům tvořivosti, které jsou relevantní pro hudební výchovu. Pokud je žák nabádán především k soustředěnosti a koncentraci, z psychologického hlediska je toto jednostranné režimové hledání nevhodné. V roce 1960 představil Donald Campbell komplementární koncepty „slepé variace“, která znamená formu mentálního bloudění nebo divergentního myšlení, a „selektivního uchování“, které lze chápat jako modalitu konvergentního myšlení. Jeho dualistický teoretický rámec „slepé variability a selektivní retence“ (BVSR) objasňuje mechanismus, který je základem kreativního poznávání. Ačkoli byla teorie BVSR opakovaně kritizována, některé novější studie podporují Campbellův duální přístup (Jung, 2013). Tvořivost a rozvoj kreativního myšlení jsou v tomto modelu považovány za důležité aspekty výchovně-vzdělávací

praxe, proto je důležité zajistit citlivou a relevantní rovnováhu mezi oběma přístupy, a tedy i nutnost dát prostor fantazii a nespoutanému duševnímu „bloudění“.

Moderní teorie kreativity zdůrazňují zásadní význam sítě „default mode network“ (DMN) pro kreativní procesy. Podle neurovědeckých teorií je DMN síť mozkových oblastí, které jsou aktivní, když se jedinec nesoustředí na okolní svět a mozek je v bdělém klidu: to je přesně stav, který popisuje „snícího žáka“. Síť představivosti zahrnuje oblasti hluboko v prefrontální kůře a spánkovém laloku (mediální oblasti) spolu s komunikací s různými vnějšími a vnitřními oblastmi temenní kůry. Síť představivosti zahrnuje oblasti hluboko v prefrontální kůře a spánkovém laloku (mediální oblasti) spolu s komunikací s různými vnějšími a vnitřními oblastmi temenní kůry (Kaufman, 2013).

Improvizace

Limb a Braun (2008) také zkoumali neurologický základ kreativity a zjistili, že se vyznačuje disociovaným vzorcem aktivity v prefrontální kůře a rozsáhlou deaktivací dorsolaterálních prefrontálních a laterálních orbitálních oblastí s aktivací mediální prefrontální kůry. To odráží kombinaci psychologických procesů potřebných pro spontánní improvizaci, při níž se rozvíjí vnitřně motivované, na podnětech nezávislé chování za nepřítomnosti centrálních procesů, které obvykle zprostředkovávají sebekontrolu a vědomou kontrolu probíhajícího výkonu. Změny prefrontální aktivity během improvizace jsou doprovázeny rozsáhlou aktivací neokortikálních senzomotorických oblastí, které zprostředkovávají organizaci a provedení hudebního výkonu, a také deaktivací limbických struktur, které regulují motivaci a emoční tón. Tento distribuovaný neuronální vzorec poskytuje kognitivní kontext, který umožňuje vznik spontánní tvůrčí činnosti. Analýzy konektivity odhalily rozsáhlé korelace související s improvizací mezi mediální prefrontální, cingulární motorickou kůrou a amygdalou, což naznačuje vznik sítě propojující motivaci, jazyk, afekt a pohyb.

Improvizace se vyznačuje změněnými vztahy mezi oblastmi spojujícími záměr a akci, v nichž může být konvenční exekutivní kontrola obejitá a motorická kontrola řízena cingulární motorikou. Tyto funkční reorganizace mohou usnadnit počáteční improvizaci fázi tvůrčího chování (Hallam; Himonides, 2022). Trénink klavírní improvizace je pozitivně spojen s funkční konektivitou různých korových oblastí, což je významný podnět pro zapojení

improvizačních technik do hudebních intervencí. Studie navíc naznačuje, že nervové mechanismy zapojené do kreativního chování lze tréninkem automatizovat a hudební improvizační trénink může ovlivnit funkční vlastnosti mozku na síťové úrovni.

2.3 Doporučení a diskuze

V této části jsou uvedeny možnosti a doporučení využití v praxi a návržení dalších směrů, kterými by se výzkum mohl v budoucnu věnovat.

Hodges (2009) tvrdí, že modely učení založené na neurovědeckých poznatcích s dalšími složkami potvrzují účinnost postupů a posouvají hudební výchovu i muzikoterapii od profese založené na názorech k profesi založené na důkazech. Dále uvádí, že ačkoli se kdysi domníval, že hudební výchova a muzikoterapie možná není připravena na aplikace neurovědeckého výzkumu kvůli nechvalně známým hudebním neuromýtům, nyní se domnívá, že existují náznaky, že nastal čas přímější aplikace neurovědeckých poznatků do intervenčního procesu.

Dynamické interaktivní modely

Výše zpracované teoretické dynamické modely mohou sloužit jako nástin základního výzkumu propojujícího poznatky z neurověd a jeho aplikaci do hudebně-pedagogických situací. Modely reprezentují tři významné oblasti v pedagogické i muzikoterapeutické praxi – a to kognitivní, motorické a kreativní aspekty. Systematická metasyntéza potvrzuje, že pro osvojení nových přístupů pro efektivnější terapii a výuku je třeba sledovat rychle se rozvíjející neurovědecký výzkum (Hodges; Thaut, 2021). Jedním ze způsobů, jak se o vývoji výzkumu informovat je aktivní spolupráce s organizacemi zabývajícími se neurovědami. Peterson (2011) už několik let zpátky navrhl zahrnutí neurovědeckého výzkumu do odborných a výzkumných časopisů, zejména do výzkumných publikací o hudební výchově. Po zavedení této možnosti budou mít hudební pedagogové k neurovědeckému výzkumu přímější přístup.

Zatímco pedagogové a muzikoterapeuté vyvinuli účinné techniky bez znalosti fungování mozku, ať už je vyvinuli na základě intuice, pokusu a omylu, nebo dokonce behaviorálního výzkumu, nyní můžeme postupy potvrdit prostřednictvím neurovědeckého výzkumu. Neurovědecký výzkum může také

potvrdit již zavedené postupy, poukázat na neúčinné nebo nesprávné postupy nebo vytvořit nové pedagogické strategie tím, že zpochybní způsob, jakým radíme a strukturujeme hudební intervence.

Pokud se výše navrhované modely a další části práce integrují a implementují, mohly by potvrdit efektivitu praxe v hudební výchově a muzikoterapii a posunout tyto obory od profese založené na názorech k profesi založené na důkazech. K tomu je však zapotřebí dalšího zejména aplikovaného výzkumu, který však není předmětem této práce.

Na základě dynamických interaktivních modelů vytvořených v empirické části práce mohou pedagogové a muzikoterapeuté vytvářet metodiky a efektivní plány výuky. Nová zjištění z oblasti hudební neurovědy přinesla důsledky, že hudba je nástrojem pro vytváření nervových drah, které usnadňují učení i v jiných akademických předmětech. Neurovědecké poznatky přinesly do oblasti muzikoterapie mnoho dalších užitečných informací, například o vlivu na plasticitu mozku a zlepšení pozornosti, paměti, prostorově-časového uvažování, čtenářských a verbálních dovedností, zvýšení IQ a sebeúcty. Velká část neurovědeckých výzkumů podporuje hudební výchovu jako zásadní nástroj prospěšný jednotlivci i celé společnosti (Hallam; Himonides, 2022). Z tohoto úvodu je zřejmé, že oblast hudební neurovědy je bohatá a rozmanitá a předkládá mnoho nových myšlenek, přístupů, důsledků a možných aplikací.

Výše uvedené příspěvky z oblasti neurovědeckého výzkumu mají velký význam jak pro estetickou hudební výchovu, tak pro muzikoterapii, a jasně ukazují, že výuka nesmí vycházet pouze z hudebně teoretických pojmů, jako je například výška tónu nebo rytmus, ale musí také zohledňovat způsoby mozkového zpracování hudby a vnitřní vytváření estetických prožitků (Hallam; Himonides, 2022). Jinými slovy, hudebně-výchovné a estetické výchovné intervence musí vycházet ze skutečných neurokognitivních procesů u žáků. Tváří v tvář celosvětové situaci mezioborové hudební výchovy je stále co dělat, aby tato propast byla překonána a přinesla estetické hudebně-výchovné modely, které si budou vědomy neurovědeckých poznatků a budou se s nimi shodovat. (Reybrouck; Brattico, 2015). Výzkumy ukazují, že studie procesů, při nichž jedinec vnímá, chápe a hodnotí soubor sluchových podnětů, se zaměřují především na vliv hudby na specifické mozkové struktury, měřené neurofyziologickými a neurovizuálními technikami. Nedávná aplikace algoritmů neuronových sítí do výzkumu mozku však umožňuje nové pohledy na funkční konektivitu mezi oblastmi mozku, zejména mezi

sluchovou kůrou, systémem odměňování mozku a oblastmi mozku, které jsou aktivní při „bloudění“ mysli (Koelsch et al., 2019).

Na tomto místě narážíme na zásadní problém různých evropských školských systémů. Na jedné straně mají učební osnovy tendenci stanovovat cíle, jako jsou například sociální schopnosti na vysoké úrovni, dynamické a flexibilní kompetence chování a komplexní dovednosti pro řešení problémů. Na druhou stranu související vzdělávací koncepce široce ignorují pokročilé vědecké teorie o procesech učení a nutnosti rozvíjet tvůrčí síly žáků. Takové školské systémy jsou doslova „pseudologické“: konstruují teoreticky konzistentní rámce, které neodpovídají neuropsychologickým podmínkám mozku žáků (Mastnak, 2021). Hudbou podněcovaná tvořivost by mohla usnadnit inovativní řešení problémů, ačkoli takové přístupy jsou obecně pravděpodobně v rozporu s detailními kurikulárními požadavky a konvenčními metodikami. Stejný problém je v současné muzikoterapeutické praxi (Collins, 2014).

Jedním z dalších navrhovaných způsobů, jak překlenout propast mezi neurovědou, vzděláváním a terapií je navázání přímého dialogu mezi vědci a muzikoterapeuty. Kromě toho je důležité, aby se výzkumníci v oblasti vzdělávání a neurovědci vnímali jako spolupracovníci a nikoliv jako konkurenti tím, že formulují otázky, které mají empirický a teoretický význam pro obě komunity, ale na které by žádná z nich nedokázala odpovědět sama (Mastnak, 2013). Jedním ze způsobů, jak muzikoterapeuté propojují dialog, je považovat obecné, všezahrnující aspekty neurovědy a hudby za neuromuzikální výzkum (Hodges, 2009). Tento všezahrnující termín úhledně spojuje multidisciplinární výzkum a předává návrhy na propojení neurověd s muzikoterapií tím, že dojde k předložení problémů studia a k vytvoření společné terminologie a dialogu mezi vědeckou obcí a pedagogy.

Nicméně, je potřeba, aby se další studie pokusily proniknout hlouběji do kvality „podkladových mechanismů“. Takové studie však budou pravděpodobně potřebovat rozšířené metody získávání dat a jiné chápání základních mechanismů (Mastnak, 2013).

Závěr

Cílem diplomové práce bylo zaměřit se na nové perspektivy neurovědeckého výzkumu a její aplikaci v oblasti hudební výchovy a muzikoterapie. Z nejnovějších výzkumných článků a publikací je zřejmé, že neurověda může poskytnout důkazy podloženou podporu hudební výchově jako základnímu předmětu, a to prostřednictvím lepších studijních výsledků, sociálního rozvoje a dalších studijních předmětů. Neurověda proto může být také zdrojem informací pro efektivní pedagogickou praxi tím, že informuje hudební pedagogy o fungování mozku a procesech učení. Jakmile pedagogové pochopí, jak funguje mozek, mohou podle toho vytvářet metodiky a efektivní plány výuky.

Neurovědecké poznatky přinesly do oblasti hudební výchovy i muzikoterapie mnoho užitečných informací, například o vlivu na plasticitu mozku a zlepšení pozornosti, paměti, prostorově-časového uvažování, čtenářských a verbálních dovedností, zvýšení IQ a sebeúcty (Hille et al., 2011).

Většina publikací o neurohudební terapii spíše vysvětluje indikace, metody a účinky, ale jen zřídka popisuje související mozkové mechanismy. Velká část neurovědeckých výzkumů podporuje hudební výchovu jako zásadní nástroj prospěšný jednotlivci i celé společnosti, a navíc poskytuje informace i pro pedagogiku. Tato zjištění pevně dokazují potřebu povinného zařazení hudební výchovy jako základního předmětu do jakéhokoli komplexního školního vzdělávacího programu (Harland et al., 2000). Neurovědecký vývoj obohatí výuku a bude se nadále zdokonalovat s ohledem na její efektivitu (Hodges, 2009). Dnes víme, že hudební operace se týkají různých oblastí mozku, včetně všech mozkových laloků a korových i podkorových struktur. Zejména role mozečku a amygdaly je stále více oceňována. Složky hudby, včetně výšky tónu, rytmu, obrysu a barvy, jsou obsluhovány odlišnými a oddělitelnými nervovými zpracovatelskými jednotkami. Zpracování hudby sdílí některé obvody se zpracováním mluvené řeči, ale zároveň zahrnuje i odlišné nervové obvody.

Z interdisciplinární perspektivy, která zahrnuje jak epigenetické, tak hudebněvýchovné úvahy, zdůrazňujeme, že hudba není pouze vyučovacím

předmětem a nesmí se omezovat na „něco“, co se žáci musí naučit. Kromě její neocenitelné kulturní hodnoty, má hudba silný vliv na funkci a plasticitu neuronových sítí, které jsou fyziologickými koreláty kreativity i všech procesů učení. Kromě toho neurovědy vyzdvihují hudbu jako nástroj pro podporu plasticity mozku v průběhu celého života (Wan; Schlaug, 2010). Tento argument zdůrazňuje nutnost udržitelnosti hudebně vzdělávací motivace. Je to slibný a zároveň náročný úkol, který zahrnuje také otázky celoživotního hudebního vzdělávání.

Z hlediska mé vlastní muzikoterapeutické a pedagogické praxe považuji za velmi podstatné zjistit, jak může neurověda přispět k rozvoji pedagogických a muzikoterapeutických intervencí a zda neurovědy přispívají k pochopení nervových mechanismů, které jsou základem estetických prožitků a procesů vyvolaných hudebně estetickou výchovou. Na základě těchto zjištění je totiž možné konstruovat muzikoterapeutické a pedagogické intervence, které nebudou postaveny pouze na intuici nebo subjektivních teoriích. Výzkum v oblasti neurověd ukázal, že hudba může mít zásadní vliv na různé aspekty fungování mozku, včetně regulace emocí, paměti, pozornosti a sebepojetí. Nicméně výsledky naznačují, že je potřeba provést další výzkum v této oblasti. Práce může být zároveň novým impulsem pro následující vývoj muzikoterapie a hudební výchovy a rozvinout diskuzi mezi muzikoterapeuty a hudebními pedagogy v rámci ČR.

Seznam použité literatury

- ABRIL, Carlos R., 2007. I have a voice but I just can't sing: a narrative investigation of singing and social anxiety. *Music Education Research*. Vol. 9, no. 1, s. 1–15. Dostupné z doi: 10.1080/14613800601127494.
- ALDRIDGE, Henry B., 1996. "Music's Most Glorious Voice": The Hammond Organ. *The Journal of American Culture*. Vol. 19, no. 3, s. 1–8. Dostupné z doi: 10.1111/j.1542-734x.1996.1903_1.x.
- ALTENMÜLLER, Eckart; SCHLAUG, Gottfried, 2012. Music, Brain, and Health: Exploring Biological Foundations of Music's Health Effects. In: *Music, Health, and Wellbeing*. Oxford University Press, s. 13–24. Dostupné z doi: 10.1093/acprof:oso/9780199586974.003.0002.
- AMABILE, Teresa M.; COLLINS, Mary Ann; CONTI, Regina; PHILLIPS, Elise; PICARIELLO, Martha; RUSCIO, John; WHITNEY, Dean, 1996. *Creativity in Context*. New York: Routledge. ISBN 978-04-2950-123-4. Dostupné z doi: 10.4324/9780429501234.
- AMTA, 2005. *What is Music Therapy?* [online]. American Music Therapy Association. [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.musictherapy.org/about/musictherapy/>.
- ARGUINCHONA, Joseph H.; TADI, Prasanna, 2023. *StatPearls*. Neuroanatomy, Reticular Activating System. Treasure Island (FL).
- BAE, Sungjin; KIM, Kyungsuk, 2020. Group Music Therapy Involving Creation of a Musical Play to Improve Self-Esteem, Self-Expression, and Social Skills in Children. *Journal of Music and Human Behavior*. Vol. 17, no. 1, s. 51–70. Dostupné z doi: 10.21187/jmh.2020.17.1.051.
- BIANCO, R.; NOVEMBRE, G.; KELLER, P. E.; KIM, Seung-Goo; SCHARF, F.; FRIEDERICI, A. D.; VILLRINGER, A.; SAMMLER, D., 2016. Neural networks for harmonic structure in music perception and action. *NeuroImage*. Vol. 142, s. 454–464. Dostupné z doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.08.025.

- BILHARTZ, Terry D.; BRUHN, Rick A.; OLSON, Judith E., 1999. The Effect of Early Music Training on Child Cognitive Development. *Journal of Applied Developmental Psychology*. Roč. 20, č. 4, s. 615–636. Dostupné z DOI: 10.1016/s0193-3973(99)00033-7.
- BLOOD, Anne J.; ZATORRE, Robert J., 2001. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 98, no. 20, s. 11818–11823. Dostupné z DOI: 10.1073/pnas.191355898.
- BRATTICO, Elvira; PEARCE, Marcus, 2013. The Neuroaesthetics of Music. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* [online]. Vol. 7 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z DOI: 10.1037/a0031624.
- BRUSCIA, Kenneth E., 2014. *Defining Music Therapy*. 3rd ed. Barcelona Publishers. ISBN 9781937440572.
- BUNT, Leslie; STIGE, Brynjulf, 2014. *Music Therapy An Art Beyond Words: An Art Beyond Words*. Taylor & Francis Group. ISBN 9780415450690.
- BURTON, Suzanne L.; TAGGART, Cynthia Crump (eds.), 2011. *Learning from young children research in early childhood music: research in early childhood music*. Rowman & Littlefield Education. ISBN 9781607093220.
- CAMPBELL, Don G., 2008. *Mozartův efekt*. Eminent. ISBN 978-80-7281-336-0.
- COLLINS, Anita, 2014. Music Education and the Brain: What Does It Take to Make a Change? *Update: Applications of Research in Music Education*. Vol. 32, no. 2, s. 4–10. Dostupné z DOI: 10.1177/8755123313502346.
- COSTA-GIOMI, Eugenia, 2005. Does Music Instruction Improve Fine Motor Abilities? *Annals of the New York Academy of Sciences*. Roč. 1060, č. 1, s. 262–264. Dostupné z DOI: 10.1196/annals.1360.053.
- CZMTA, 2023. *Co je to muzikoterapie* [online]. Muzikoterapeutická asociace České republiky. [cit. 2023-06-16]. Dostupné z: <https://www.czmta.cz/muzikoterapie/co-je-to-muzikoterapie>.
- DANIEL J. LEVITIN, Vinod Menon, 2003. Musical structure is processed in “language” areas of the brain: a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence. *NeuroImage*. Vol. 20, no. 4, s. 2142–2152. Dostupné z DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.08.016.

- DAVIS, Robert A., 2005. Music Education and Cultural Identity. *Educational Philosophy and Theory*. Vol. 37, no. 1, s. 47–63. Dostupné z DOI: 10.1111/j.1469-5812.2005.00097.x.
- DEMAREST, Steven M.; KELLEY, Jamey; PFORDRESHER, Peter Q., 2016. Singing Ability, Musical Self-Concept, and Future Music Participation. *Journal of Research in Music Education*. Vol. 64, no. 4, s. 405–420. Dostupné z DOI: 10.1177/0022429416680096.
- DORKOSKI, Ryan; HANCOCK, Kenneth E.; WHALEY, Gareth A.; WOHL, Timothy R.; STROUD, Noelle C.; DAY, Mitchell L., 2020. Stimulus-frequency-dependent dominance of sound localization cues across the cochleotopic map of the inferior colliculus. *Journal of Neurophysiology*. Vol. 123, no. 5, s. 1791–1807. Dostupné z DOI: 10.1152/jn.00713.2019.
- DVOŘÁK, Josef, 2003. *Vývojová verbální dyspraxie*. Upr. a rozš. vyd. Žďár nad Sázavou: Logopedické centrum. ISBN 80-902-5365-2.
- FLAUGNACCO, Elena; LOPEZ, Luisa; TERRIBILI, Chiara; ZOIA, Stefania; BUDA, Sonia; TILLI, Sara; MONASTA, Lorenzo; MONTICO, Marcella; SILA, Alessandra; RONFANI, Luca; SCHÄFFIN, Daniele, 2014. Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*. Vol. 8. Dostupné z DOI: 10.3389/fnhum.2014.00392.
- FLOHR, John W., 2009. Best Practices for Young Children's Music Education: Guidance From Brain Research. *General Music Today*. Vol. 23, no. 2, s. 13–19. Dostupné z DOI: 10.1177/1048371309352344.
- FORGEARD, Marie; WINNER, Ellen; NORTON, Andrea; SCHLAUG, Gottfried, 2008. Practicing a Musical Instrument in Childhood is Associated with Enhanced Verbal Ability and Nonverbal Reasoning. *PLoS ONE*. Vol. 3, no. 10, e3566. Dostupné z DOI: 10.1371/journal.pone.0003566.
- FRANĚK, Marek, 2005. *Hudební psychologie*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum. ISBN 80-246-0965-7.
- GASER, Christian; SCHLAUG, Gottfried, 2003. Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians. *The Journal of Neuroscience*. Vol. 23, no. 27, s. 9240–9245. Dostupné z DOI: 10.1523/jneurosci.23-27-09240.2003.
- GEORGE, T.; BORDONI, B., 2022. Anatomy, Head and Neck, Ear Ossicles. In: *StatPearls [Internet]. Treasure*. Island (FL: StatPearls Publishing.

- GERLICOVÁ, Markéta, 2021. *Muzikoterapie v praxi: příběhy muzikoterapeutických cest* [(2. přepracované a doplněné vydání)]. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1791-8. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=0LdoEAAAQBAJ&hl=cs>.
- GREEN, Anders C.; BÆRENTSEN, Klaus B.; STØDKILDE-JØRGENSEN, Hans; ROEPSTORFF, Andreas; VUUST, Peter, 2012. Listen, Learn, Like! Dorsolateral Prefrontal Cortex Involved in the Mere Exposure Effect in Music. *Neurology Research International*. Vol. 2012, s. 1–11. Dostupné z DOI: 10.1155/2012/846270.
- GROMKO, Joyce Eastlund, 2005. The Effect of Music Instruction on Phonemic Awareness in Beginning Readers. *Journal of Research in Music Education*. Vol. 53, no. 3, s. 199–209. Dostupné z DOI: 10.1177/002242940505300302.
- GUINAN, John J., 2018. Olivocochlear efferents: Their action, effects, measurement and uses, and the impact of the new conception of cochlear mechanical responses. *Hearing Research*. Vol. 362, s. 38–47. Dostupné z DOI: 10.1016/j.heares.2017.12.012.
- HAIMSON, Jennifer; SWAIN, Deanna; WINNER, Ellen, 2011. Do Mathematicians Have Above Average Musical Skill? *Music Perception*. Vol. 29, no. 2, s. 203–213. Dostupné z DOI: 10.1525/mp.2011.29.2.203.
- HALLAM, Susan, 2010. The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people. *International Journal of Music Education*. Vol. 28, no. 3, s. 269–289. Dostupné z DOI: 10.1177/0255761410370658.
- HALLAM, Susan; HIMONIDES, Evangelos, 2022. *The Power of Music : An Exploration of the Evidence*. Open Book Publishers. ISBN 9781800644182. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=nlebk&AN=3319698&authtype=shib&site=eds-live&scope=site&authtype=shib&custid=s7108593>.
- HARGREAVES, David J.; LAMONT, Alexandra, 2017. *The Psychology of Musical Development*. Cambridge University Press. Dostupné z DOI: 10.1017/9781107281868.
- HARGREAVES, David J.; MACDONALD, Raymond A. R.; MIELL, Dorothy, 2016. Musical Identities. In: *The Oxford Handbook of Music Psychology*. Oxford University Press. ISBN 9780198722946. Dostupné z DOI: 10.1093/oxfordhb/9780198722946.013.45.

- HARGREAVES, David J.; MARSHALL, Nigel A.; NORTH, Adrian C., 2003. Music education in the twenty-first century: a psychological perspective. *British Journal of Music Education*. Vol. 20, no. 2, s. 147–163. Dostupné z DOI: 10.1017/s0265051703005357.
- HARLAND, John; KINDER, Kay; LORD, Pippa; STOTT, Alison; SCHAGEN, Ian; MACDONALD, Jo, 2000. *Arts education in secondary schools: effects and effectiveness*. ISBN 0700530150.
- HERHOLZ, Sibylle C.; ZATORRE, Robert J., 2012. Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron*. Vol. 76, no. 3, s. 486–502. Dostupné z DOI: 10.1016/j.neuron.2012.10.011.
- HILLE, Katrin; GUST, Kilian; BITZ, Ulrich; KAMMER, Thomas, 2011. Associations between music education, intelligence, and spelling ability in elementary school. *Advances in Cognitive Psychology*. Vol. 7, s. 1–6. Dostupné z DOI: 10.2478/v10053-008-0082-4.
- HODGES, Donald A., 2003. Music Psychology and Music Education: What's the connection? *Research Studies in Music Education*. Vol. 21, no. 1, s. 31–44. Dostupné z DOI: 10.1177/1321103x030210010301.
- HODGES, Donald A., 2009. Can Neuroscience Help Us Do a Better Job of Teaching Music? *General Music Today*. Vol. 23, no. 2, s. 3–12. Dostupné z DOI: 10.1177/1048371309349569.
- HODGES, Donald A.; THAUT, Michael H., 2021. *The Oxford Handbook of Music and the Brain*. OUP Oxford. Oxford Library of Psychology. ISBN 9780192895813. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=nlebk&AN=2661858&authtype=shib&site=eds-live&scope=site&authtype=shib&custid=s7108593>.
- HOLUBEC, Jiří, 2017. *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům ZV - Hudební výchova. Metodický portál: Články* [online]. Národní pedagogický institut. [cit. 2023-06-01]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/21389/METODICKE-KOMENTARE-A-ULOHY-KE-STANDARDUM-ZV---HUDEBNI-VYCHOVA.html>.
- HUDZIAK, James J.; ALBAUGH, Matthew D.; DUCHARME, Simon; KARAMA, Sherif; SPOTTSWOOD, Margaret; CREHAN, Eileen; EVANS, Alan C.; BOTTERON, Kelly N., 2014. Cortical Thickness Maturation and Duration of Music Training: Health-Promoting Activities Shape Brain Development. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*.

- Vol. 53, no. 11, s. 1153–1161. Dostupné z DOI: 10.1016/j.jaac.2014.06.015.
- CHEUNG, Vincent K. M.; MEYER, Lars; FRIEDERICI, Angela D.; KOELSCH, Stefan, 2018. The right inferior frontal gyrus processes nested non-local dependencies in music. *Scientific Reports*. Vol. 8, no. 1, s. 3822. Dostupné z DOI: 10.1038/s41598-018-22144-9.
- ILARI, Beatriz; CHEN-HAFTECK, Lily; CRAWFORD, Lisa, 2013. Singing and cultural understanding: A music education perspective. *International Journal of Music Education*. Vol. 31, no. 2, s. 202–216. Dostupné z DOI: 10.1177/0255761413487281.
- ISHIKAWA, Hiromu; OTSUKA, Sho; NAKAGAWA, Seiji, 2021. Basic properties of distantly-presented bone-conduction perception. In: *2021 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*. IEEE, s. 6376–6379. Dostupné z DOI: 10.1109/embc46164.2021.9629629.
- JANATA, Petr, 2009. The Neural Architecture of Music-Evoked Autobiographical Memories. *Cerebral Cortex*. Vol. 19, no. 11, s. 2579–2594. Dostupné z DOI: 10.1093/cercor/bhp008.
- JIA, Guoqiang; LI, Xinjian; LIU, Chunhua; HE, Jufang; GAO, Lixia, 2021. Stimulus-Specific Adaptation in Auditory Thalamus Is Modulated by the Thalamic Reticular Nucleus. *ACS Chemical Neuroscience*. Vol. 12, no. 9, s. 1688–1697. Dostupné z DOI: 10.1021/acscchemneuro.1c00137.
- JISTEL, Petr; KOVAŘÍK, Vladimír; KOBRLE, Vlastimil, 1969. *Hudba v mateřské škole: sborník prací o hudební výchově v předškolním věku*. [Chomutov]: Odbor školství ONV v Chomutově.
- JUNG, Rex E., 2013. The structure of creative cognition in the human brain. *Frontiers in Human Neuroscience*. Vol. 7. Dostupné z DOI: 10.3389/fnhum.2013.00330.
- JUSLIN, Patrik N.; VÄSTFJÄLL, Daniel, 2008. Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*. Vol. 31, no. 5, s. 559–575. Dostupné z DOI: 10.1017/s0140525x08005293.
- KANTOR, Jiří; LIPSKÝ, Matěj; WEBER, Jana; PROCHÁZKA, Tomáš; GROCHALOVÁ, Katarína, 2009. *Základy muzikoterapie*. Praha: Grada. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=qXtaAgAAQBAJ&hl=cs>.

- KAUFMAN, Scott Barry, 2013. *The real neuroscience of creativity*. *Scientific American*. [online]. Springer Nature. [cit. 2023-06-01]. Dostupné z: <http://blogs.scientificamerican.com/beautiful-minds/the-real-neuroscience-of-creativity/>.
- KELLY, Steven N., 2013. *Teaching Music in American Society*. Routledge. Dostupné z DOI: 10.4324/9780203886601.
- KELLY, Steven N., 2018. *Teaching Music in American Society*. 3rd ed. New York: Routledge. ISBN 978-13-5102-366-5. Dostupné z DOI: 10.4324/9781351023665.
- KIM, Seung-Goo; LEPSIEN, Jöran; FRITZ, Thomas Hans; MILDNER, Toralf; MUELLER, Karsten, 2017. Dissonance encoding in human inferior colliculus covaries with individual differences in dislike of dissonant music. *Scientific Reports*. Vol. 7, no. 1, s. 5726. Dostupné z DOI: 10.1038/s41598-017-06105-2.
- KOELSCH, Stefan, 2009. A Neuroscientific Perspective on Music Therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1169, no. 1, s. 374–384. Dostupné z DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04592.x.
- KOELSCH, Stefan, 2011. Toward a Neural Basis of Music Perception – A Review and Updated Model. *Frontier in Psychology*. Vol. 2. Dostupné z DOI: 10.3389/fpsyg.2011.00110.
- KOELSCH, Stefan; BASHEVKIN, Tobias; KRISTENSEN, Joakim; TVEDT, Jonas; JENTSCHKE, Sebastian, 2019. Heroic music stimulates empowering thoughts during mind-wandering. *Scientific Reports*. Vol. 9, no. 1, s. 10317. Dostupné z DOI: 10.1038/s41598-019-46266-w.
- KOSHIMORI, Yuko; THAUT, Michael H., 2018. Future perspectives on neural mechanisms underlying rhythm and music based neurorehabilitation in Parkinson's disease. *Ageing Research Reviews*. Vol. 47, s. 133–139. Dostupné z DOI: 10.1016/j.arr.2018.07.001.
- LAMONT, A., 1999. *A contextual account of developing representations of music: Paper presented at the International Conference on Research in Music Education*. Exeter University, Exeter University.
- LEBEER, J., 1998. How much brain does a mind need? Scientific, clinical, and educational implications of ecological plasticity. *Developmental medicine and child neurology*. Vol. 40, s. 352–7.

- LEVITIN, Daniel J.; TIROVOLAS, Anna K., 2009. Current Advances in the Cognitive Neuroscience of Music. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1156, no. 1, s. 211–231. Dostupné z doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04417.x.
- LUO, Cheng; TU, Shipeng; PENG, Yueheng; GAO, Shan; LI, Jianfu; DONG, Li; LI, Gujing; LAI, Yongxiu; LI, Hong; YAO, Dezhong, 2014. Long-Term Effects of Musical Training and Functional Plasticity in Salience System. *Neural Plasticity*. Vol. 2014, s. 1–13. Dostupné z doi: 10.1155/2014/180138.
- MACDONALD, Raymond A. R.; HARGREAVES, David J.; MIELL, Dorothy (eds.), 2017. *Handbook of Musical Identities*. Oxford University Press. Dostupné z doi: 10.1093/acprof:oso/9780199679485.001.0001.
- MACDONALD, Raymond A. R.; MIELL, Dorothy, 2002. Music for individuals with special needs: a catalyst for developments in identity, communication and musical ability. In: MACDONALD, Raymond A. R.; HARGREAVES, David J.; MIELL, Dorothy (eds.). *Musical Identities*. Oxford, UK: Oxford University Press, s. 163–178. Dostupné také z: <https://oro.open.ac.uk/9547/>.
- MADSEN, Jens; MARGULIS, Elizabeth Hellmuth; SIMCHY-GROSS, Rhimon; PARRA, Lucas C., 2019. Music synchronizes brainwaves across listeners with strong effects of repetition, familiarity and training. *Scientific Reports*. Vol. 9, no. 1, s. 3576. Dostupné z doi: 10.1038/s41598-019-40254-w.
- MALIA, Kit; BRANNAGAN, Anne, 2010. *Jak provádět trénink kognitivních funkcí: praktická příručka pro každého*. Praha: Cerebrum - Sdružení osob po poranění mozku a jejich rodin. ISBN 978-80-904357-3-5.
- MASON, Matthew J., 2015. Structure and function of the mammalian middle ear. II: Inferring function from structure. *Journal of Anatomy*. Vol. 228, no. 2, s. 300–312. Dostupné z doi: 10.1111/joa.12316.
- MASTNAK, Wolfgang, 2013. Subatomare Bewusstheit und Musiktherapie. *Musik-, Tanz- und Kunsttherapie*. Vol. 24, no. 4, s. 174–187. Dostupné z doi: 10.1026/0933-6885/a000145.
- MASTNAK, Wolfgang, 2021. Systemic Meta-Synthesis. Dostupné z doi: 10.13140/RG.2.2.25103.30886.
- MASTNAK, Wolfgang, 2022. Creativity. Neuropsychological conditions, music educational perspectives, and health related benefits. Dostupné z doi: 10.13140/RG.2.2.30675.86560.

- MATCHIN, William; HICKOK, Gregory, 2016. 'Syntactic Perturbation' During Production Activates the Right IFG, but not Broca's Area or the ATL. *Frontiers in Psychology*. Vol. 7, s. 241. Dostupné z DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00241.
- MENON, Vinod; UDDIN, Lucina Q., 2010. Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Structure and Function*. Vol. 214, no. 5-6, s. 655–667. Dostupné z DOI: 10.1007/s00429-010-0262-0.
- MERRIAM-WEBSTER, 2023. *Merriam-Webster.com dictionary*. Music [online]. [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/music>.
- MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY, 2022. *RVP – Rámcové vzdělávací programy* [online]. 2022 Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/>.
- MORENO, Sylvain; MARQUES, Carlos; SANTOS, Andreia; SANTOS, Manuela; CASTRO, S. L.; BESSON, Mireille, 2008. Musical Training Influences Linguistic Abilities in 8-Year-Old Children: More Evidence for Brain Plasticity. *Cerebral Cortex*. Vol. 19, no. 3, s. 712–723. Dostupné z DOI: 10.1093/cercor/bhn120.
- MYSLIVEČEK, Jaromír, 2009. *Základy neurověd*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton. ISBN 9788073870881.
- ODENA, Oscar (ed.), 2016. *Musical creativity insights from music education research: insights from music education research*. Ashgate. ISBN 978-14-0940-622-8.
- PALMER, Caroline, 2006. The nature of memory for music performance skills. In: *Music, Motor Control and the Brain*. Oxford University Press Oxford, s. 39–54. Dostupné z DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199298723.003.0003.
- PATSTON, Lucy L. M.; TIPPETT, Lynette J., 2011. THE EFFECT OF BACKGROUND MUSIC ON COGNITIVE PERFORMANCE IN MUSICIANS AND NONMUSICIANS. *Music Perception*. Vol. 29, no. 2, s. 173–183. ISSN 0730-7829. Dostupné také z: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effect-background-music-on-cognitive-performance/docview/911787348/se-2>.

- PEJŘIMOVSKÁ, Jitka; ZELEIOVÁ, Jaroslava, 2011. *Dimenzie muzikoterapie*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity. ISBN 978-80-8082-331-3.
- PENHUNE, Virginia B.; ZATORRE, Robert J., 2019. Rhythm and time in the premotor cortex. *PLOS Biology*. Vol. 17, no. 6, e3000293. Dostupné z doi: 10.1371/journal.pbio.3000293.
- PERETZ, Isabelle; ZATORRE, Robert J., 2005. Brain Organization for Music Processing. *Annual Review of Psychology*. Vol. 56, no. 1, s. 89–114. Dostupné z doi: 10.1146/annurev.psych.56.091103.070225.
- PINHO, Ana Luísa; MANZANO, Örjan de; FRANSSON, Peter; ERIKSSON, Helene; ULLÉN, Fredrik, 2014. Connecting to Create: Expertise in Musical Improvisation Is Associated with Increased Functional Connectivity between Premotor and Prefrontal Areas. *The Journal of Neuroscience*. Vol. 34, no. 18, s. 6156–6163. Dostupné z doi: 10.1523/jneurosci.4769-13.2014.
- POSNER, Michael; PATOINE, Brenda, 2009. How Arts Training Improves Attention and Cognition. *Cerebrum: The Magazine that Can Change Your Mind*. Vol. 12.
- RANGLES, Clint; WEBSTER, Peter R., 2013. Creativity in Music Teaching and Learning. In: *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*. Springer New York, s. 420–429. Dostupné z doi: 10.1007/978-1-4614-3858-8_470.
- RAUSCHER, Frances H.; SHAW, Gordon; LEVINE, Linda; WRIGHT, Eric; DENNIS, Wendy; NEWCOMB, Robert, 1997. Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*. Vol. 19, no. 1, s. 2–8. Dostupné z doi: 10.1080/01616412.1997.11740765.
- RAUSCHER, Frances H.; ZUPAN, Mary Anne, 2000. Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: A field experiment. *Early Childhood Research Quarterly*. Vol. 15, no. 2, s. 215–228. Dostupné z doi: 10.1016/s0885-2006(00)00050-8.
- REGELSKI, Thomas; GATES, J., 2010. *Music Education for Changing Times: Guiding Visions for Practice*. Ed. by REGELSKI, Thomas A.; GATES, J. Terry. Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN 978-90-481-2699-6. Dostupné z doi: 10.1007/978-90-481-2700-9.

- REYBROUCK, Mark; BRATTICO, Elvira, 2015. Neuroplasticity beyond Sounds: Neural Adaptations Following Long-Term Musical Aesthetic Experiences. *Brain Sciences*. Vol. 5, no. 1, s. 69–91. Dostupné z doi: 10.3390/brainsci5010069.
- RICHARDS, Ruth (ed.), 2007. *Everyday creativity and new views of human nature: Psychological, social, and spiritual perspectives*. American Psychological Association. Dostupné z doi: 10.1037/11595-000.
- RODRIGUES, Ana Carolina; LOUREIRO, Maurício Alves; CARAMELLI, Paulo, 2010. Musical training, neuroplasticity and cognition. *Dementia & Neuropsychologia*. Vol. 4, no. 4, s. 277–286. Dostupné z doi: 10.1590/s1980-57642010dn40400005.
- RUBIO, Doris McGartland; SCHOENBAUM, Ellie E.; LEE, Linda S.; SCHTEINGART, David E.; MARANTZ, Paul R.; ANDERSON, Karl E.; PLATT, Lauren Dewey; BAEZ, Adriana; ESPOSITO, Karin, 2010. Defining Translational Research: Implications for Training. *Academic Medicine*. Roč. 85, č. 3, s. 470–475. Dostupné z doi: 10.1097/acm.0b013e3181ccd618.
- SALIMPOOR, Valorie N.; BOSCH, Iris van den; KOVACEVIC, Natasa; MCINTOSH, Anthony Randal; DAGHER, Alain; ZATORRE, Robert J., 2013. Interactions Between the Nucleus Accumbens and Auditory Cortices Predict Music Reward Value. *Science*. Vol. 340, no. 6129, s. 216–219. Dostupné z doi: 10.1126/science.1231059.
- SÄRKÄMÖ, T.; TERVANIEMI, M.; LAITINEN, S.; FORSBLOM, A.; SOINILA, S.; MIKKONEN, M.; AUTTI, T.; SILVENNOINEN, H. M.; ERKKILA, J.; LAINE, M.; PERETZ, I.; HIETANEN, M., 2008. Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*. Roč. 131, č. 3, s. 866–876. Dostupné z doi: 10.1093/brain/awn013.
- SEDLÁK, František, 1984. *Didaktika hudební výchovy na 2. stupni základní školy*. Praha: SPN. Dostupné také z: <https://digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:e4d6b0bd-9700-400d-9390-0a8a5878e0fd>.
- SEDLÁK, František, 1989. *Psychologie hudebních schopností a dovedností*. Supraphon. ISBN 80-7058-073-9.
- SEDLÁK, František; VÁŇOVÁ, Hana, 2013. *Hudební psychologie pro učitele*. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2060-2.
- SCHLAUG, Gottfried; JÄNCKE, Lutz; HUANG, Yanxiong; STAIGER, Jochen F.; STEINMETZ, Helmuth, 1995. Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*. Vol. 33, no. 8, s. 1047–1055. Dostupné z doi: 10.1016/0028-3932(95)00045-5.

- SCHLAUG, Gottfried; NORTON, Andrea; OVERY, Katie; WINNER, Ellen, 2005. Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1060, no. 1, s. 219–230. Dostupné z doi: 10.1196/annals.1360.015.
- SIHVONEN, Aleksi J.; SÄRKÄMÖ, Teppo; LEO, Vera; TERVANIEMI, Mari; ALTENMÜLLER, Eckart; SOINILA, Seppo, 2017. Music-based interventions in neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*. Vol. 16, no. 8, s. 648–660. Dostupné z doi: 10.1016/s1474-4422(17)30168-0.
- SIMONTON, Dean Keith, 2000. Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects. *American Psychologist*. Roč. 55, č. 1, s. 151–158. Dostupné z doi: 10.1037/0003-066x.55.1.151.
- SLOBODA, John A.; JUSLIN, Patrik N., 2011. *Handbook of music and emotion theory, research, applications: theory, research, applications*. Oxford University Press. ISBN 9780199604968. Dostupné také z: <https://www.proquest.com/legacydocview/EBC/5891490?accountid=16730>.
- SOVÁK, Miloš; KOLEKTIV, 2000. *Defektologický slovník*. 3. vyd. Ed. EDELSBERGER, Ludvík. inočany: H & H. ISBN 80-86022-76-5.
- STANDLEY, J. M.; HUGHES, J. E., 1997. Evaluation of An Early Intervention Music Curriculum for Enhancing Prereading/Writing Skills. *Music Therapy Perspectives*. Vol. 15, no. 2, s. 79–86. Dostupné z doi: 10.1093/mtp/15.2.79.
- STERNBERG, Robert J.; STERNBERG, Karin; MIO, Jeffery Scott, 2012. *Cognitive psychology*. Belmont: Wadsworth/Cengage Learning. ISBN 978-11-1134-476-4.
- TANAKA, Shoji; KIRINO, Eiji, 2019. Increased Functional Connectivity of the Angular Gyrus During Imagined Music Performance. *Frontiers in Human Neuroscience*. Vol. 13. Dostupné z doi: 10.3389/fnhum.2019.00092.
- THAUT, Michael H., 2005. The Future of Music in Therapy and Medicine. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1060, no. 1, s. 303–308. Dostupné z doi: 10.1196/annals.1360.023.
- THAUT, Michael H.; HOEMBERG, Volker (eds.), 2016. *Handbook of Neurologic Music Therapy*. New York: Oxford University Press. ISBN 978-01-9879-261-1.
- THOMA, Myriam V.; MARCA, Roberto La; BRÖNNIMANN, Rebecca; FINKEL, Linda; EHLERT, Ulrike; NATER, Urs M., 2013. The Effect of Music on the Human Stress Response. *PLoS ONE*. Vol. 8, no. 8, e70156. Dostupné z doi: 10.1371/journal.pone.0070156.

- TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey Noel, 2011. WHAT MIND, BRAIN, AND EDUCATION (MBE) SCIENCE CAN DO FOR TEACHING. *New Horizons in Education* [online]. Vol. 9, no. 1 [cit. 2023-06-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/260602262_2_of_5_WHAT_MIND_BRAIN_AND_EDUCATION_MBE_SCIENCE_CAN_DO_FOR_TEACHING_New_Horizons_in_Education.
- TOLFREY, Elinor; HALLAM, Susan, 2016. Children and young people's uses of and responses to music in their everyday lives: A pilot study. *The Psychology of Education Review*. Vol. 40, s. 44–50. ISSN 1463-9807. Dostupné z DOI: 10.53841/bpsper.2016.40.2.44.
- TOSCANI, Pascale, 2016. *Neurovědy a vzdělávání – výzva pro spolupráci univerzit a škol* [online]. School Education Gateway. [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.schooleducationgateway.eu/cz/pub/viewpoints/experts/the-neurosciences-and-learning.htm>.
- TSANG, Christine; CONRAD, Nicole J., 2011. Music Training and Reading Readiness. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. Vol. 29, s. 157–163.
- UAMS, 2023. *Translational Research Institute: About TRI* [online]. University of Arkansas for Medical Sciences (UAMS). [cit. 2023-06-01]. Dostupné z: <https://tri.uams.edu/>.
- UNIVERZITA KARLOVA, 2019. Hledání nových cest – kreativita a inovace v hudebním vzdělávání. *Forum: Magazín Univerzity Karlovy* [online] [cit. 2023-04-28]. ISSN 1214-5726. Dostupné z: <https://www.ukforum.cz/ukforum/4730-hledani-novych-cest-kreativita-a-inovace-v-hudebnim-vzdelavani>.
- VUILLEUMIER, Patrik; TROST, Wiebke, 2015. Music and emotions: from enchantment to entrainment. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1337, no. 1, s. 212–222. Dostupné z DOI: 10.1111/nyas.12676.
- WAN, Catherine Y.; SCHLAUG, Gottfried, 2010. Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. *The Neuroscientist*. Vol. 16, no. 5, s. 566–577. Dostupné z DOI: 10.1177/1073858410377805.
- WOOLF, Steven H., 2008. The Meaning of Translational Research and Why It Matters. *JAMA*. Roč. 299, č. 2. Dostupné z DOI: 10.1001/jama.2007.26.
- ZATORRE, Robert J., 2002. Auditory cortex. In: RAMACHANDRAN, V. S. (ed.). *Encyclopedia of the Human Brain*. Elsevier Science & Technology Books, s. 289–301. ISBN 9780080548036.
- ZATORRE, Robert J., 2005. Music, the food of neuroscience? *Nature*. Vol. 434, no. 7031, s. 312–315. Dostupné z DOI: 10.1038/434312a.

ZUK, Jennifer; ANDRADE, Paulo E.; ANDRADE, Olga V. C. A.; GARDINER, Martin; GAAB, Nadine, 2013. Musical, language, and reading abilities in early Portuguese readers. *Frontiers in Psychology*. Vol. 4. Dostupné z DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00288.