

Univerzita Palackého v Olomouci

Pedagogická fakulta

Doktorský studijní program Hudební teorie a pedagogika

**Hudební podněty s uměle zakomponovanou fyziologickou
komplexitou zaměřené na specifické rehabilitační strategie pro
pacienty s demencí**

Autoreferát dizertační práce

PaedDr. Lenka Dohnalová

Školitel: prof. PaedDr. Jiří Luska, CSc.

Olomouc, 2021

Obsah

Anotace.....	3
Annotation.....	4
1. Cíle dizertační práce a její struktura.....	5
2. Muzikoterapeutický experiment zaměřený na hudební podněty s uměle zakomponovanou komplexitou fyziologického typu u pacientů s demencí.....	9
2.1 Předmět a cíl výzkumu.....	9
2.2 Metody.....	11
2.3 Nástroje.....	14
3. Výsledky – vyhodnocení dat získaných v pilotní studii.....	17
4. Výsledky – vyhodnocení dat muzikoterapeutického experimentu.....	18
5. Diskuze.....	22
6. Závěr.....	27
Bibliografie (vybraná).....	28
Odborná a publikační činnost autora.....	32

Anotace

Dohnalová, Lenka. *Hudební podněty s uměle zakomponovanou fyziologickou komplexitou zaměřené na specifické rehabilitační strategie pro pacienty s demencí.* Dizertační práce.

Olomouc: PdF UPOL, 2021.

Dizertační práce *Hudební podněty s uměle zakomponovanou fyziologickou komplexitou zaměřené na specifické rehabilitační strategie pro pacienty s demencí* obsahuje dvě hlavní části. První část je teoretickým základem k realizaci muzikoterapeutického experimentu, jenž je zpracován v části druhé – empirické. V teoretické části, která vychází ze srovnání dostupných zahraničních i českých zdrojů, je popsána problematika AD, demence a jejich vzájemný vztah, diagnostika kognitivního deficitu u pacientů s demencí, neuropsychiatrické příznaky, nonfarmakologická léčba a její možnosti. Podstatou aplikace muzikoterapeutických intervencí jsou kapitoly pojednávající o vlivu hudby na lidský mozek, ve kterých jsou shrnuty základní okruhy současného poznání, včetně kritického náhledu na tzv. Mozartův efekt. Hledání nových rehabilitačních strategií se opírá o empiricky potvrzené působení hudebních podnětů na pacienty s neurologickými problémy a je motivováno studii průkopníka nových rehabilitačních metod Nicholase Stergiou (Biomechanics lab, University of Nebraska at Omaha), jež jsou založeny na signálech, které cíleně obsahují uměle zakomponovanou fyziologickou komplexitu (např. typu růžového šumu). Tento typ šumu se překvapivě vyskytuje v mnoha biologických systémech – např. v rytmech srdeční aktivity, v činnosti lidského mozku, či ve statistikách sekvencí DNA. S biologickým stárnutím a s onemocněními navíc dochází k poklesu fyziologické komplexity např. v dynamice srdeční frekvence, dýchání, či chůze.

Empirická část popisuje dvoufázový výzkum; pilotní studie generuje snesitelnou úroveň fyziologické komplexity implementovanou do hudebních podnětů; samotný muzikoterapeutický experiment zkoumá, zda pacienti, kteří podstupují muzikoterapeutické intervence s hudebními podněty se zakomponovanou fyziologickou komplexitou, prokazují zlepšení ve standardizovaných testech kognitivních funkcí, přičemž toto zlepšení bylo nutné kvantifikovat relativně ke kontrolní skupině, která také podstoupila terapii hudebními podněty, avšak bez zakomponované fyziologické komplexity; obě skupiny byly srovnány s kontrolní skupinou, která hudební terapii nepodstoupila. Tento výzkumný design umožnil jednak vyhodnotit účinek muzikoterapie jako takové, a jednak poznat, zda fyziologická komplexita je tou klíčovou složkou, která případný účinek muzikoterapie zesiluje.

Klíčová slova: demence, Alzheimerova choroba (AD), muzikoterapie, fyziologická komplexita

Annotation

Dohnalová, Lenka. *Musical stimuli with artificially implemented physiological complexity focused on specific rehabilitation strategies for patients with dementia.* Dissertation.

Olomouc: PdF UPOL, 2021.

The dissertation *Musical stimuli with artificially implemented physiological complexity focused on specific rehabilitation strategies for patients with dementia* contains two main parts. The first part is the theoretical basis for the implementation of a music therapy experiment, which is processed in the second part - empirical. The theoretical part, which is based on a comparison of available foreign and Czech sources, describes the issue of AD, dementia and their relationship, diagnostics of cognitive deficit in patients with dementia, neuropsychiatric symptoms, non-pharmacological treatment and its possibilities. The essence of the application of music therapy interventions are the chapters dealing with the influence of music on the human brain, which summarize the basic areas of current knowledge, including a critical insight into the so-called Mozart effect. The search for new rehabilitation strategies is founded on the empirically confirmed effects of musical stimuli in patients with neurological problems and is motivated by the studies of the pioneer of new rehabilitation methods Nicholas Stergiou (Biomechanics Lab, University of Nebraska at Omaha), based on signals that contain artificially incorporated physiological complexity (e.g. pink noise type). This type of noise surprisingly occurs in many biological systems - for example, in the rhythms of cardiac activity, in the activity of the human brain, or in DNA sequence statistics. In addition, with biological aging and diseases, there is a decrease in physiological complexity, for example in the dynamics of heart rate, respiration or walking.

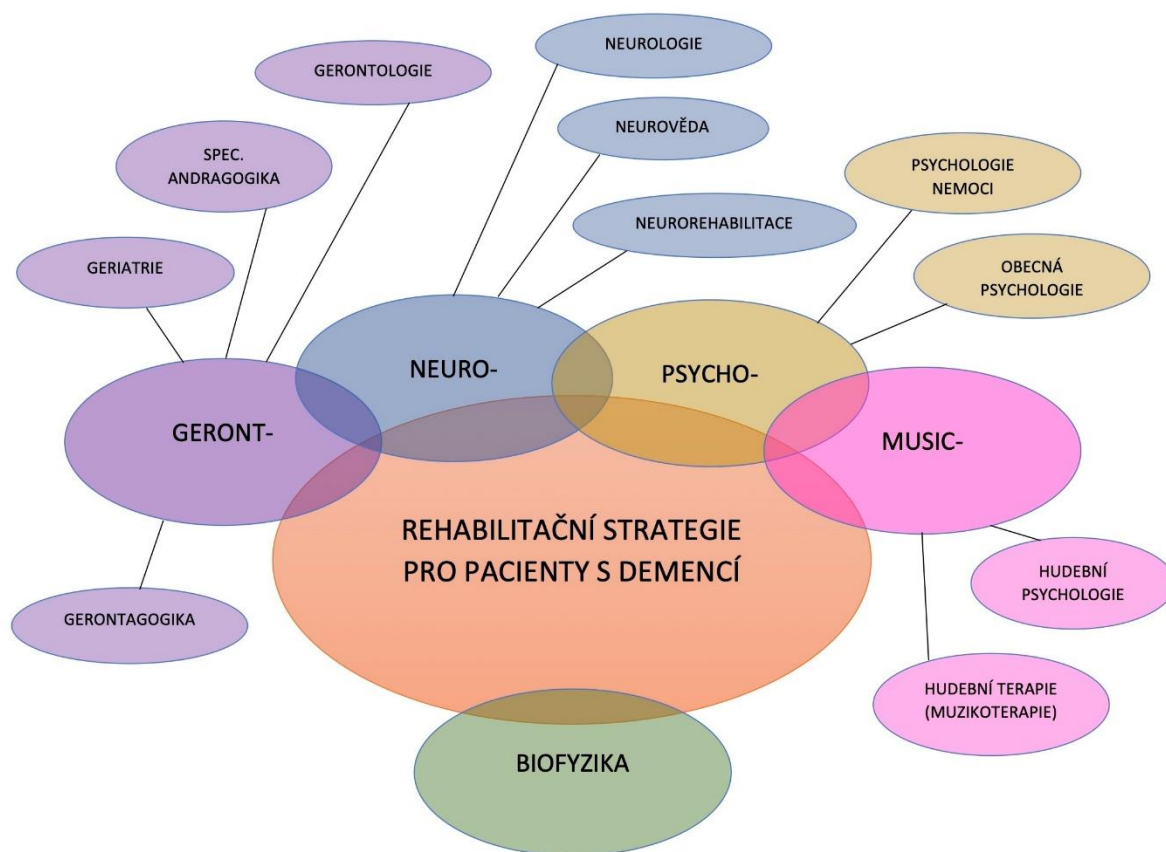
The empirical part describes two-phase research; the pilot study generates a tolerable level of physiological complexity implemented in musical stimuli; the music therapy experiment itself examines whether patients undergoing music therapy interventions with music stimuli with built-in physiological complexity show improvement in standardized cognitive function tests, which had to be quantified relative to the control group that also underwent music stimulation therapy but without built-in physiological complexity; both groups were compared with a control group that did not undergo music therapy. This research design made it possible to evaluate the effect of music therapy as such and to learn whether physiological complexity is the key component that enhances the potential effect of music therapy.

Keywords: dementia, Alzheimer's disease (AD), music therapy, physiological complexity

1. Cíle dizertační práce a její struktura

Tato dizertační práce nabízí širší pohled na problematiku hudebních intervencí a jejich vlivu na lidský mozek, zvláště u pacientů s demencí. Vedle tradičně používaných metod se zaměřuje na nové rehabilitační strategie, které využívají poznatků neurovědy a které se opírají o prokázaný vliv hudby na lidský mozek.

Dizertační práce má dvě hlavní části; teoretická část poskytuje odborný základ konání v části výzkumné a dotýká se několika oborů: hudební terapie, hudební psychologie, obecné psychologie, psychologie nemoci, neurologie, neurovědy, neurorehabilitace, speciální andragogiky a gerontagogiky, gerontologie, geriatricie a biofyziky. Tato širší záběru odpovídá zvolenému tématu a je adekvátní interdisciplinární povaze dané problematiky.



Teoretická část dizertační práce, vycházející ze srovnání dostupných zahraničních i českých zdrojů, se zabývá problematikou AD, demence a jejich vzájemným vztahem, dále diagnostikou kognitivních funkcí (paměť, pozornost a koncentrace, řečové funkce, schopnost vyjadřování a porozumění, prostorová orientace, zrakově-prostorové funkce, exekutivní funkce včetně emocionální seberegulace), diagnostikou kognitivního deficitu u pacientů s demencí (standardizované testy) a neuropsychiatrickými příznaky, včetně vývoje uvědomování si Alzheimerovy choroby (kap. 1–6). Další kapitoly pojednávají o nonfarmakologické léčbě a o jejich možnostech, především o kognitivní rehabilitaci, psychoterapii, reminiscenční terapii, různých formách expresivní terapie, zvláště pak muzikoterapie včetně jejich forem a metod (kap. 7–8). Vzhledem k výzkumnému záměru jsou inspirující kapitoly o zvláštních formách muzikoterapeutické improvizace a intervence, především o metodě VAT, která je založena na principu synchronizace mozkových vln s rytmy ze smyslového vstupu (kap. 7.4.8.)

Podstatou aplikace muzikoterapeutických intervencí jsou kapitoly pojednávající o vlivu hudby na lidský mozek, ve kterých jsou shrnuty základní okruhy současného poznání, včetně kritického náhledu na tzv. Mozartův efekt (kap. 8, 9). Užším teoretickým východiskem je kapitola o vlivu hudby na pacienty s demencí, která pomocí jednotlivých studií dokumentuje současný stav bádání a koresponduje s výzkumným záměrem, zejména s výzkumy, které zakládají hledání nových rehabilitačních strategií na fyziologické komplexitě a synchronizaci (kap. 10). Stěžejní osobností, na jehož poznatcích tento výzkum staví, jsou výzkumné metody a studie Nicholase Stergiou, jenž využívá fyziologické komplexity, nespojuje ji však s účinkem hudebních podnětů (kap. 12). Nová rehabilitační strategie prezentovaná v této dizertační práci se pokouší o jejich spojení pomocí aplikace rytmické poruchy s fyziologickou komplexitou (časové řady RR intervalů zdravého lidského srdce) na kvantizovaný MIDI soubor, na němž je zaznamenána 1. věta Mozartovy Sonaty facile (Piano Sonata No. 16 in C major, K. 545).

Důvodem studia účinnosti muzikoterapeutických intervencí u pacientů s neurodegenerativními chorobami je především fakt, že Alzheimerova choroba (AD) patří k nejtěžším neurodegenerativním onemocněním mozku, při kterém je pacient stížen demencí. Podle WHO je AD důvodem 60-70 % případů demence (WHO, 2019). Počet lidí s demencí v České republice dle kvalifikovaných odhadů České alzheimerovské společnosti (ČALS) sahá až k 158 tisícům nemocných;¹ nárůst incidence této choroby je hrozivý – během následujících dvaceti

¹ Uvedeno ve Výroční zprávě České alzheimerovské společnosti 2019; odhad proveden dle Dementia in Europe. Yearbook 2019. Estimating the prevalence of dementia in Europe. Alzheimer Europe a vlastních výpočtů ČALS. Dostupné z: file:///C:/Users/HP/AppData/Local/Temp/VZ2019-web-Alz20.pdf

let se předpokládá, že počet postižených vzroste celosvětově až dvojnásobně (ADI, 2019). Přestože se mnoho výzkumných týmů snaží najít lék, který by eliminoval škodlivé beta amyloidové plaky, neexistuje v současné medicíně cesta, která by dokázala tuto chorobu uspokojivě léčit (WHO, 2019). Jedinou možností tak zůstává zpomalení postupu choroby a využívání nejrůznějších rehabilitačních metod, které pomáhají trénovat a udržovat základní kognitivní funkce – myšlení, paměť, úsudek. Úroveň kognitivních schopností pacienta, jako jsou paměť, pozornost, logické uvažování a schopnost vykonávat motorické úkony, se testuje standardizovanými testy: Addenbrookský kognitivní test (ACE) (Mioshi et al., 2006), Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975) nebo Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Nasreddine et al., 2005). Ze studií pacientů s Alzheimerovou chorobou (a stejně tak i s Parkinsonovou chorobou) vyplývá, že hudba je pro tyto pacienty základním terapeutickým prvkem (Herholz et al., 2013; Irish et al., 2006; Lyu et al., 2018; McDermott et al., 2013). Předmětem multidisciplinárního výzkumu je ověření účinnosti muzikoterapeutické metody, která se opírá o empiricky potvrzené působení hudebních podnětů u pacientů s neurologickými problémy a je motivována studiemi průkopníka nových rehabilitačních metod Nicholase Stergiou (Biomechanics lab, University of Nebraska Omaha) (Hunt et al., 2015). Ty jsou založeny na signálech (zvuk, vizuální podněty, dotekové podněty), které cíleně obsahují uměle zakomponovanou fyziologickou komplexitu (např. typu růžového šumu). Jde o to, že fyziologické signály (EKG, EEG, rytmus chůze) zdravého organismu vykazují jistou míru komplexity, tedy signál není ani příliš jednoduchý (třeba periodický), ale ani příliš náhodný (jako je tomu třeba u bílého šumu). Optimální míra komplexity se těžko kvantifikuje, přestože již dnes existuje několik nových matematických nástrojů jako například Multiscale Entropy (Costa et al., 2005), Detrended Fluctuation Analysis (Schumann & Kantelhardt, 2011). Tzv. růžový šum je náhodný signál s takovou frekvenční charakteristikou, že výkonová frekvenční hustota je přímo úměrná převrácené hodnotě frekvence. Tento typ šumu se překvapivě vyskytuje v mnoha biologických systémech – např. v rytmech srdeční aktivity (Ryan et al., 1994), v činnosti lidského mozku (Natarajan et al., 2004), či ve statistikách sekvencí DNA (Mantegna et al., 1994). S biologickým stárnutím a s onemocněními dochází k poklesu fyziologické komplexity např. v dynamice srdeční frekvence, dýchání, či chůze (Manor et al., 2010), což je aspekt, který výrazně koresponduje se záměrem výzkumu. Jedním z nabízejících se přístupů je tedy zakomponovat poruchu podobnou růžovému šumu do částí hudebních děl, které budou využívány při terapiích.

Šíře zvoleného tématu a snaha o komplexnost autorku přivedla k potřebě využít co možná nejobektivnější metodu, jíž je experiment a následná analýza a interpretace dat pomocí statistických metod. Muzikoterapeutický experiment byl realizován formou kvantitativního empirického výzkumu. Cílem výzkumu bylo ověřit, zda hudební podněty s uměle zakomponovanou fyziologickou komplexitou, jež byly součástí muzikoterapeutických sezení, zlepšují kognitivní funkce pacientů s demencí.

Péče o pacienty s demencí je velmi náročná a velmi často ji nelze praktikovat v domácím prostředí; proto je do úvodu empirické části dále zařazena kapitola o jednotlivých specifických aspektech této péče pro pacienty v pečovatelských domech s přihlédnutím k jejich jednotlivým potřebám tak, aby byla zachována kvalita života v co největší míře (jde o zachování předchozích rolí, svobodu a možnost volby, vhodné prostředí, smysluplné vztahy s okolím, reminiscence, podporu při ztrátě a smutku a o péči na konci života). Bez zohlednění těchto aspektů nelze stanovit ani výzkumný design muzikoterapeutického experimentu (kap.13).

Empirická část práce mapuje dvoufázový výzkum (kap. 14). Byly stanoveny výzkumné otázky a hypotézy. V pilotní fázi bylo nutné vytvořit software, který umožnil zakomponovat fyziologickou komplexitu do částí hudebních děl. Tyto nahrávky byly dále pilotovány pomocí dotazníkového šetření na zdravé populaci s cílem zjistit, jaká míra fyziologické komplexity je únosná, aby nerušila samotný poslech. Tato pilotní studie vygenerovala optimální variantu hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou.

Druhá fáze spočívala v muzikoterapeutických intervencích, které podstoupili pacienti v prvním či druhém stádiu demence. Zvolené nástroje a metodologie odpovídaly zaměření výzkumného cíle a možnostem práce s výběrovým souborem a byly diskutovány s odborníky z oblasti příslušné medicíny. Hypotéza se opírala o předpoklad, že pacienti, kteří podstupují muzikoterapeutické intervence s hudebními podněty se zakomponovanou fyziologickou komplexitou, budou prokazovat zlepšení ve standardizovaných testech kognitivních funkcí (MMSE – Mini-Mental State Examination, ACE – Adenbrookský kognitivní test). Toto zlepšení jsme kvantifikovali relativně ke kontrolní skupině, která také podstoupila terapii hudebními podněty, avšak bez zakomponované fyziologické komplexity, neboť je dle mnoha studií zřejmé, že již hudba samotná vykazuje u těchto pacientů pozitivní účinek. Obě skupiny byly srovnány se třetí skupinou, která hudební terapii nepodstoupila. V souladu se soudobým stavem bádání jsme předpokládali, že prokážeme účinnost muzikoterapeutických

intervencí a že implementace fyziologické komplexity do hudebních podnětů tento účinek zesílí.

Studie byla schválena etickou komisí Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařské fakulty UP v Olomouci dne 11. 12. 2017, jednací číslo 165/17.

2. Muzikoterapeutický experiment zaměřený na hudební podněty s uměle zakomponovanou komplexitou fyziologického typu u pacientů s demencí

2.1 Předmět a cíl výzkumu

Předmětem interdisciplinárního výzkumu je hledání nových rehabilitačních strategií, které se opírají o empiricky potvrzené působení hudebních podnětů u pacientů s neurologickými problémy a jsou motivovány studii průkopníka nových rehabilitačních metod Nicholase Stergiou (Biomechanics lab, University of Nebraska at Omaha). Ty jsou založeny na signálech, které cíleně obsahují uměle zakomponovanou fyziologickou komplexitu (např. typu růžového šumu). Tento typ šumu se překvapivě vyskytuje v mnoha biologických systémech – např. v rytmech srdeční aktivity, v činnosti lidského mozku, či ve statistikách sekvencí DNA. S biologickým stárnutím a s onemocněními navíc dochází k poklesu fyziologické komplexity např. v dynamice srdeční frekvence, dýchání, či chůze, což je aspekt, který výrazně koresponduje se záměrem výzkumu. K realizaci tohoto výzkumu je nutné vytvořit software, který dokáže implementovat fyziologickou komplexitu do částí hudebních děl.

Cílem tohoto kvantitativního výzkumu realizovaného formou experimentu je na základě muzikoterapeutických metod pomocí hudebních podnětů obohacených o komplexitu fyziologického typu pracovat s pacienty v prvním nebo druhém stadiu demence Alzheimerovy choroby a následně vyhodnotit, zda u nich dochází ke zlepšení kognitivních funkcí (pomocí standardizovaných testů). Případné zlepšení je nutné kvantifikovat relativně ke dvěma kontrolním skupinám – muzikoterapeutické, ve které byla prováděna hudební intervence bez hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou, a ke kontrolní klidové skupině. Jelikož se jedná o interdisciplinární výzkum, je nutné pracovat v týmu s dalšími odborníky především z oboru neurologického a psychiatrického. K realizaci hudebních intervencí pomocí hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou je nutné vytvořit odpovídající software; míru snesitelnosti poslechu těchto nahrávek je nutné ověřit

pilotní studií. V rámci obou fází výzkumu byly stanoveny tyto výzkumné otázky a následně vytvořeny tyto hypotézy:

Výzkumné otázky:

V1: Jaká míra zakomponování fyziologické komplexity je únosná a neruší poslech u zdravé populace?

V2: Zlepšuje muzikoterapeutická intervence kognitivní funkce u pacientů s demencí?

V3: Je efekt zlepšení či stabilizace kognitivních funkcí poslechu hudebních podnětů s implementovanou fyziologickou komplexitou silnější než poslech neupravených hudebních podnětů?

V4: Dochází k největšímu poklesu kognitivních funkcí v kontrolní skupině, kde neproběhla žádná muzikoterapeutická intervence?

Hypotézy:

H1: Únosná míra zakomponované fyziologické komplexity neruší poslech u zdravé populace je v rozmezí úrovně $phc=0.4-0.5$.

H2: Muzikoterapeutická intervence zlepšuje kognitivní funkce u pacientů s demencí.

H3: Efekt zlepšení či stabilizace kognitivních funkcí poslechu hudebních podnětů s implementovanou fyziologickou komplexitou je silnější než poslech neupravených hudebních podnětů.

H4: K největšímu poklesu kognitivních funkcí dochází v kontrolní skupině, kde neproběhla žádná muzikoterapeutická intervence.

Z výzkumných otázek a následných hypotéz plyne, že základní tezí, z níž vycházíme, je předpoklad, že nemoc je výsledkem snížení či absence fyziologické komplexity. Rehabilitační strategie by měla usilovat o její obnovení prostřednictvím poslechu hudebních podnětů, do nichž jsme uměle vpravili fyziologickou komplexitu změnou doby trvání jednotlivých taktů tak, že se výsledná časová řada podobá časové řadě RR intervalů na EKG. Tento efekt by měl být realizován díky synchronizačnímu efektu.

2.2 Metody

Výběrový soubor

Výběrovým souborem pilotní studie (1. fáze výzkumu) bylo 50 respondentů, kteří absolvovali dotazníkové šetření (viz příloha č. 2). Jde o zdravou populaci muzikantů amatérů, kteří ve volných chvílích pěstují hudbu, ovšem nevěnují se jí profesionálně (výjimkou je 7 respondentů, tj. 14 %, kteří mají k hudbě vztah, ale nikdy ji amatérsky neprovozovali). Aktivní vztah k hudbě nehraje primární roli, přestože zkušenosti respondentů umožňují situaci lépe analyzovat. Zásadní dichotomií otázek je líbí/nelíbí.

Výběrovým souborem muzikoterapeutického experimentu (2. fáze výzkumu) byli klienti Domova seniorů POHODA; s vedením organizace byly sestaveny tři skupiny pacientů, do nichž byli zařazeni dle doporučení neurologa a psychiatra senioři v prvním, maximálně druhém stádiu demence (n=34). Pacienti byli vybráni psychiatrem na základě vyšetření standardizovanými testy. Všichni pacienti byli vyzváni, aby vyjádřili svůj souhlas s muzikoterapeutickou intervencí podepsáním „*Informovaného souhlasu s účastí ve studii.*“

Participantů byli rozděleni do tří skupin: První skupinu tvořilo 12 seniorů, se kterými se metodou muzikoterapie dále nepracovalo; této skupině říkáme kontrolní (K) a jejím smyslem bylo sledovat, jak se vyvíjí stav seniorů bez terapeutických zásahů. Druhou skupinu tvořilo 11 seniorů, se kterými jsme pracovali prostřednictvím muzikoterapie se zakomponovanou fyziologickou komplexitou; značíme ji MF. Třetí skupinu tvořilo 11 seniorů, se kterými jsme pracovali prostřednictvím muzikoterapie bez zakomponované fyziologické komplexity, značíme ji M.

Proměnné

Je nutné zohlednit, že muzikoterapeutický experiment bude specifikován množstvím proměnných. Vzhledem k možnostem realizace výběrového souboru se jako limitující jeví organismické proměnné; jedná se o věk participantů a jejich pohlaví – bylo nutné vycházet ze složení jednotlivých oddělení Domova seniorů (mnoho pacientů je imobilních, jednotlivá oddělení mají přesně daný režim, jenž nelze navzájem kombinovat). Dále je nutné zohlednit fakt, že stáří participantů je charakteristické výskytem většího počtu onemocnění (tzv. polymorbiditou). Přestože byl výběrový soubor koncipován tak, aby se muzikoterapeutických intervencí účastnili pacienti v prvním a druhém stádiu demence (výběr byl proveden na základě

standardizovaných testů psychiatrem), lze k organismickým proměnným přičíst afektivní poruchy související s demencí (náladu, rozrušení, neklid, agitovanost), rozdílnou míru kognitivní rezervy a zchovalost sluchu. Podnětové proměnné budou ovlivňovány schopností tenacity participantů, jež bývá u pacientů s demencí narušena a nepředvídatelně kolísá; podnětové proměnné však bývají možnou příčinou změn; jsou tedy nazývány nezávislými proměnnými. Během intervencí se také mohou vyskytnout nežádoucí projevy, které poslech hudby může potencovat (tleskání, křik, motorický neklid, vyrušování). Muzikoterapeutická intervence může také ovlivňovat výstupní data odlišným způsobem prožívání hudby u participantů, což souvisí s jejich zkušenostmi s hudbou a jejím vnímáním, což se odrazí v odpověďových proměnných. Odpověďové proměnné mohou být také potencovány systémem odměny, jsou tedy potencovány podnětovými proměnnými. K podnětovým (nezávislým) proměnným lze zařadit samotné skupiny podstupující muzikoterapeutický experiment, jež jsou prostředím, z nichž získáváme data, k nimž řadíme potenciálně odlišné hodnoty (K, M, MF). K závislým proměnným pak řadíme změny v kognitivních schopnostech – souvisí s odpověďovými proměnnými. V rámci výzkumu tedy zkoumáme vztah mezi závislými a nezávislými proměnnými.

Design experimentu

Výzkumný design pilotní studie se opíral o dotazníkové šetření. Pro dotazníkové šetření volíme poslech pěti nahrávek: kvantizované², humanizované³ a dále tři nahrávek, do nichž je implementována fyziologická komplexita. Volíme tři úrovně poruch – $phc=0.4$, $phc=0.8$ a $phc=1.0$ ⁴.

Předpokládáme, že nahrávky s implementovanou rytmickou poruchou kterékoliv nabízené amplitudy neruší (tedy líbí se) a jsou vnímány kladně i co se týče rytmické přesnosti. Pokud lze toto tvrzení vyvrátit, měli bychom najít tu úroveň implementované poruchy, která poslech ruší. Také předpokládáme, že kvantizovaná nahrávka bude označena respondenty za rytmicky nejpresnější a humanizovaná nahrávka za tu, která se nejvíc líbí.

² Kvantizace – zaokrouhlení parametrů MIDI záznamů na předem nastavený rastr. Jedná se o odstranění nepřesností v časech začátku tónu, jeho délce, výšce ladění, intenzitě a dalších.

³ Humanizace – záměrné vychýlení parametrů přesného a pro počítač srozumitelného notového předpisu takovým způsobem, že se jeho přehrání počítačem bude blížit hře živého interpreta

⁴ phc =úroveň fyziologické komplexity

Na dostatečně kvalitní aparatuře a v kontrolovaných podmínkách jsme pouštěli skupině 50 respondentů upravené nahrávky tak, že každý z dobrovolníků slyšel pět očíslovaných ukázek vždy téže části skladby – kvantizovanou, humanizovanou a s různými amplitudami rytmického šumu, a to v náhodném pořadí, přičemž žádné dvě nebyly stejné. K jednotlivým nahrávkám bylo možné se vracet. Pracovali jsme metodou dotazníkového šetření. Respondenti pracovali s instrukcí, aby se soustředili na rytmus, zároveň však byli upozorněni na fakt, že nesledujeme správnost odpovědi, ale subjektivní vnímání rytmu. Prvním úkolem bylo seřadit nahrávky podle přesnosti rytmu do číslované řady od rytmicky nejpřesnější nahrávky po rytmicky nejméně přesnou. Druhým úkolem bylo seřadit nahrávky do očíslované řady podle toho, která se respondentům líbí nejvíce až k té, která se jim líbí nejméně, přičemž se toto hodnocení nemusí vztahovat k přesnosti rytmu. Ve třetí a čtvrté otázce odpovídali respondenti na dotaz, proč se jim uvedená nahrávka líbí nejvíce a naopak, co je na kterékoliv z nahrávek ruší. Očekáváme, že pocit libosti přímo úměrně nesouvisí s přesností rytmu. Dále jde o to, abychom co nejvíce eliminovali jakékoliv rušivé vlivy v poslechu hudebních podnětů, které by mohli negativně ovlivňovat terapeutický účinek.

Výstupem statisticky zpracovaných dat bychom měli dojít ke zjištění, jaká intenzita poruchy je už slyšitelná, ale ještě neruší poslech, tedy se kterou nahrávkou budeme moci pracovat na terapeutických sezeních s pacienty v prvním stádiu Alzheimerovy choroby.

Výzkumný design muzikoterapeutického experimentu v obou aktivních skupinách (M a MF) byl stanoven na dvě lekce týdně, v pondělí a ve čtvrtek vždy po 45 minutách, a to v období od 9. 11. 2017 do 26. 4. 2018. Lekce prováděly dvě muzikoterapeutky – v pondělí měla skupiny MF i M vždy prvá z nich, ve čtvrtek pak obě skupiny druhá (bylo nutné eliminovat vliv různých osobností na pacienty, proto jsme zachovávali vždy stejný algoritmus). Začátek i konec každého sezení byl věnován poslechu 1. věty Mozartovy Sonáty facile, do níž jsme v případě skupiny MF zakomponovali fyziologickou komplexitu. Mezi oběma poslechy jsme dále zařazovali především aktivizační metody – jednalo se o zpěv a hraní na jednoduché nástroje. Zařadili jsme i reminiscenční terapii, která je pro pacienty s demencí velmi vhodná (Ashida, 2000; Herholz et al., 2013).

Program jednotlivé lekce muzikoterapeutického experimentu

- poslech hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou (skupina č. 1) nebo poslech hudebních podnětů bez zakomponované fyziologické komplexity

(skupina č. 2); důraz na apercpci hudebních podnětů (vycházíme z předpokladu, že fáze aktuálního slyšení u probandů narušená není); vytvoření bezpečného prostředí, budování smysluplných vztahů ve skupině (Overy & Molnar-Szakacs, 2009), posilování sociálních kontaktů; (Mjørud et al., 2017) (10 minut);

- aktivizační metody k udržení pozornosti probandů u obou skupin – zpěv lidových písní, práce s dechem, muzikoterapeutické hry s aktivací rytmu a pohybu, hlasová cvičení; každou činnost je nutné vnímat z hlediska individuálních referencí probandů s neustálou možností volby (Milte et al., 2016) (15 minut);
- reminiscenční terapie slovem, hudbou, rozhovor (10 minut), důraz na zachování předchozích rolí (Cohen-Mansfield et al., 2000), zpěv lidových písní (Sacks, 2015)
- poslech hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou (skupina č. 1), nebo poslech hudebních podnětů bez zakomponované fyziologické komplexity (skupina č. 2), uklidnění difúzní pozornosti (10 minut).

2.3 Nástroje

Zásadním momentem je vytvoření know-how, jak obohatit záznam hudby v MIDI formátu o fyziologickou komplexitu (Dohnalová, L., Fürst, T., 2017)

Nejpříznivější pro naše potřeby je formát MIDI, který obsahuje časový záznam jednotlivých ‘events‘ (událostí). Událostí se rozumí například začátek tónu, konec tónu, stisknutí pedálu. MIDI záznam může obsahovat více stop. Práce s formátem WAV je také možná, ale technicky natolik náročná, že přesahuje naše možnosti.

Protože chceme pracovat se záznamem, který obsahuje poměrně málo stop, zvolili jsme klavírní skladbu. Tento nástroj je pro nás příznivý, co se týče průběhu dynamiky tónů (jasná ataka a rychlý útlum). Nezanedbatelný je také fakt, že existují velice kvalitní klavírní samplý, což je důležité, protože jinak by se probandi soustředili na nepřirozeně znějící zvuky nástrojů a nebyli by schopni tento rušivý vliv odlišit od rytmických anomálií.

Vzhledem ke generačním a mentálním charakteristikám seniorů jsme zvolili průzračnou a optimisticky laděnou Mozartovu Sonátu facile (**Piano Sonata No. 16 in C major**, K. 545)⁵. MIDI formát obsahuje čtyři stopy (kanály), jednu pro záznam tempa, jednu pro levou ruku, jednu pro pravou ruku a jednu pro ‘controller‘, v našem případě pravý pedál. MIDI je tedy

⁵ *Databáze midi souborů* [online]. [3.8.2016]. Dostupné z: <http://www.piano-midi.de/mozart.htm>

kvantizované (tempo je strojově přesné), ale první stopa obsahuje jeho modulaci tak, aby nahrávka zněla přirozeně.

Rytmicky důležitější je stopa pro levou ruku. Nejprve je třeba narovnat rytmus tak, aby byl zcela pravidelný. To děláme proto, abychom měli pod kontrolou, jaký typ rytmické poruchy chceme použít. To je v tomto případě zcela triviální, protože stačí ignorovat první stopu, která obsahuje modulaci strojově přesného tempa. Ostatní stopy jsou již takto rytmicky srovnány (kvantizovány). Pokud nahrávka srovnaná není, je potřeba ji kvantizovat. Náš software (napsaný v MatLabu) provádí srovnání následovně: Ve stopě pro levou ruku vybere všechny ‘events‘ typu ‘note_on‘, které mají nenulovou hodnotu, tedy odpovídají začátku tónu (‘events‘ typu ‘note_on‘ s nulovou hodnotou znamenají konec tónu). Spočítáme rozdíly mezi následujícími ‘events‘ a najdeme základní délku (v našem případě odpovídá šestnáctinové době). Všechny souzvuky (‘events‘ v téměř stejném čase) srovnáme na stejný čas a všechny intervaly srovnáme tak, aby byly násobkem základní délky. Může se stát, že některý interval příliš vybočuje z osnovy násobků základní délky, patrně se jedná o ozdobu, triolu... Tyto ‘events‘ nazveme zvláštními a prozatím je necháme beze změny.

Poté, co je základní rytmus levé ruky srovnán, je třeba tomuto srovnání přizpůsobit pravou ruku, controller, zvláštní ‘events‘ v levé ruce a jakékoliv další události v MIDI obsažené, což provedeme prostou lineární interpolací. Předpokládejme například, že čas tří následujících událostí byl [100 110 150], kdy první a třetí událost je tón levé ruky a prostřední událost je tón pravé ruky. Předpokládejme, že po srovnání bude mít první událost čas 105 a třetí čas 160. Čas prostřední události potom změníme na hodnotu x tak, aby $(110-100)/(150-100)=(x-105)/(160-105)$. Takto interpolujeme všechny události ve stopě pravé ruky, stopě controlleru a dále zvláštní tóny ve stopě levé ruky a všechny další MIDI ‘events‘.

Tím dostaneme rozumně kvantizovanou MIDI nahrávku a je možné přistoupit k aplikaci rytmické poruchy s fyziologickou komplexitou na tento soubor. Pro naše potřeby jsme využili časovou řadu RR intervalů zdravého lidského srdce, kterou lze získat na platformě Physionet⁶. Časovou řadu jsme přeškálovali tak, aby průměrná délka RR intervalu odpovídala délce jedné šestnáctinové doby. Takto upravené řadě říkáme A. Jako řadu B jsme vzali posloupnost stejně dlouhých intervalů, každý o délce odpovídající jedné šestnáctinové době. Konvexní kombinace $C=t*A+(t-1)*B$ potom odpovídá různé amplitudě poruchy s fyziologickou komplexitou. Pro

⁶ *PhysioNet: the research resource for complex physiologic signals* [online]. [3.8.2016]. Dostupné z: www.physionet.org

$t=0$ kvantizovanou MIDI nahrávku nijak neměníme (všechny intervaly zůstanou přesně stejně dlouhé, amplituda poruchy je nulová) a pro $t=1$ měníme délky intervalů maximální mírou tak, že délka šestnáctinových dob odpovídá délce trvání úderů zdravého srdce (amplituda je maximální). Spojitým přechodem od $t=0$ k $t=1$ můžeme docílit jakoukoliv žádanou amplitudu poruchy s fyziologickou komplexitou.

Samotný algoritmus implementace fyziologické komplexity do nahrávek vypadá takto:

Vybereme stopu, která odpovídá levé ruce, jež je rytmicky důležitější a vybereme tóny, které odpovídají začátkům osminových dob. Začátky těchto „těžkých“ dob posuneme do času odečteného z odpovídajícího indexu výše spočtené časové řady C. Tím dostaneme zárodek nové stopy, která bude mít požadované množství fyziologické komplexity. Zbylé MIDI události levé ruky (konce tónů, lehké doby, ozdoby, trioly) jsou upraveny lineární interpolací, jak je vysvětleno výše. Takto interpolujeme všechny události ve stopě levé ruky, které neodpovídají tónům na těžkých dobách. Stejným způsobem (tj. lineární interpolací podle těžkých dob levé ruky) potom upravíme zbývající dvě stopy – pravou ruku a controller. Tento způsob úpravy jednak zajistí, že rytmus (daný těžkými dobami levé ruky) bude mít požadovanou fyziologickou komplexitu, ale také to, že se skladba nerozpadne v tom smyslu, že pořadí a relativní časové vzdálenosti ostatních MIDI událostí budou co nejrozměněji zachovány.

Takto upravené nahrávky (kvantizované a následně vybavené rytmickou poruchou různých amplitud) opatříme kvalitními klavírními samplů.⁷ Obsah CD s těmito upravenými hudebními podněty je popsán v Příloze č. 4; CD je součástí této dizertační práce.

Statistická analýza dat

K vyhodnocení dotazníkového šetření v pilotní studii bude použito vizuální vyhodnocení sloupcových grafů. Vzhledem k nízkému počtu participantů muzikoterapeutického experimentu v každé skupině je třeba pracovat se statistickými testy opatrně. Všechny testy budou mít jen velmi malou sílu, je tedy nepravděpodobné, že najdeme efekt, pokud tento není extrémně velký. Rozdíly ve spojitých veličinách (například věk) mezi skupinami budou testovány Kruskal-Wallisovým testem, což je neparametrická verze analýzy rozptylu. Vzhledem k nízkému počtu pacientů dáme přednost vizualizaci dat před formálním testováním.

⁷ Program Logic Pro X, sampl Steinway Grand Piano

3. Výsledky – vyhodnocení dat získaných v pilotní studii

Máme k dispozici odpovědi 50 respondentů. Všichni kromě jednoho jsou muzikanti amatéři. Všichni respondenti kromě sedmi z nich hrají na nějaký hudební nástroj, nejčastěji na klavír (25 respondentů), kytaru (13 respondentů), flétnu (13 respondentů; další nástroje jsou zastoupeny vždy u méně než deseti respondentů).

Jelikož chceme odfiltrovat rušivé vlivy, zjišťujeme důvody, které jsou příčinou toho, že respondentům v poslechu něco vadí; 24 respondentů (téměř polovina) uvedlo, že je ruší nahrávka číslo 4 ($phc=1.0$); většinou udali důvod, který souvisel s rytmem (změny tempa, zrychlování, kulhání, nevyrovnanost, ...). 14 respondentů (tedy 28 procent) uvedlo, že je ruší nahrávka číslo 2 ($phc=0.8$), důvody taky většinou souvisely s rytmem. Nahrávka číslo 1 ($phc=0.4$) rušila jen 4 respondenty, dva z toho udali jako důvod rytmickou nepřesnost, dvěma se zdála moc rychlá. Nahrávka číslo 3 (kvantizovaná) rušila dva respondenty z nejasných důvodů. Nahrávka číslo 5 (humanizovaná) rušila taktéž dva respondenty.

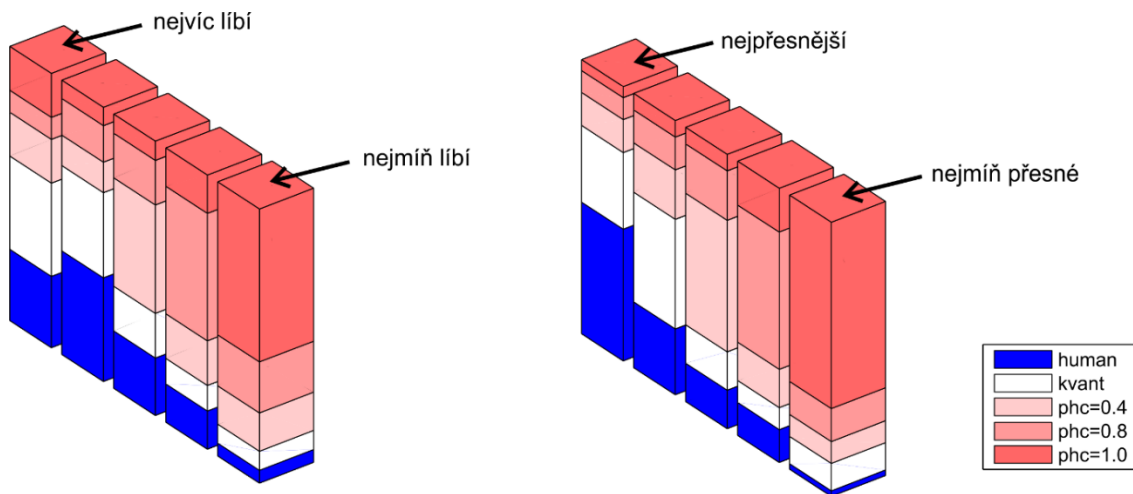
Zde lze tedy konstatovat že $phc=1$ je jistě moc velká amplituda, která ruší asi polovinu respondentů, $phc=0.8$ je taky za hranou (více než čtvrtina respondentů ji neakceptovala), zatímco $phc=0.4$ je přijatelné. Pro terapeutický test volíme tedy $phc=0.4$ nebo $phc=0.5$. Kvantizovaná a humanizovaná nahrávka ruší jen velmi malé množství respondentů, což jsme očekávali (oba typy nahrávek se dnes běžně používají).

Ke shrnutí výsledků v otázkách seřazení nahrávek podle přesnosti rytmu a preference libosti jsme použili přiložený graf (*libi-presne.png*). V daném sloupečku je barevně označena proporce respondentů, kteří na tomto místě uvedli tuto skladbu. Například sloupeček „nejpřesnější“ má 48 procent modré barvy, to znamená, že 48 procent respondentů uvedlo, že jim nejpresnější připadá humanizovaná verze. A tak dále. Nejvíce se respondentům líbí humanizovaná a kvantizovaná verze, obě vychází přibližně stejně. Nejméně se jim líbí $phc=1.0$.

Za nejpresnější respondenti označují humanizovanou, nikoliv kvantizovanou nahrávku, což je překvapivé. Dále je pořadí jasné, pocitově druhá nejpresnější nahrávka je kvantizovaná verze; dále se řadí $phc=0.4$, $phc=0.8$ a $phc=1.0$ ve správném pořadí.

Zajímavý je fakt, že je víc respondentů, kteří uvedli, že nejpresnější je humanizovaná verze než respondentů, kterým se humanizovaná verze nejvíce líbí.

V důvodech, proč se respondentům nejvíc líbí uvedená nahrávka, většinou rezonuje, že jim připadá přirozená a plynulá. V důvodech, co je ruší, se většinou uvádí rytmické vady.



- **Vysvětlivky**

human humanizovaná verze

kvant kvantizovaná verze

phc=x úroveň fyziologické komplexity je x

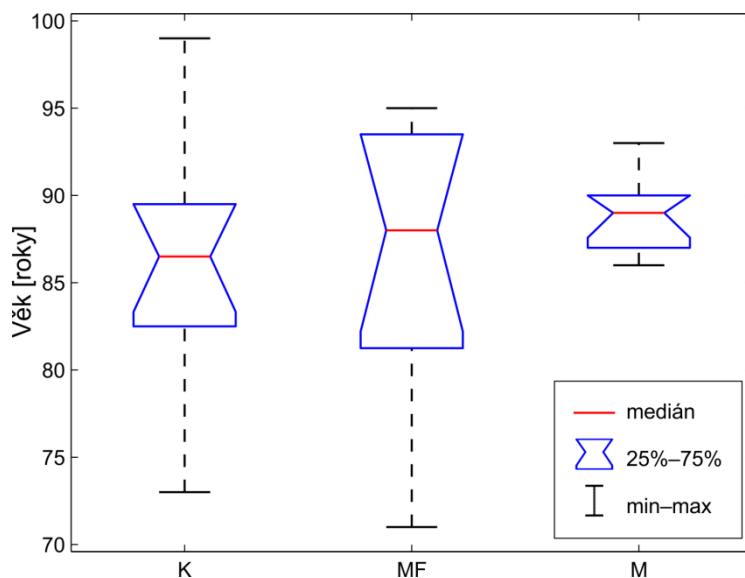
Závěr: V této fázi byl vytvořen software, který dokáže implementovat do hudebních děl fyziologickou komplexitu typu růžového šumu. V pilotní studii upravených jsme zjistili, že úroveň zakomponované poruchy, která respondenty neruší a je tedy snesitelná, je phc=0.4. Na základě těchto výstupů byl vytvořen design experimentu.

4. Výsledky – vyhodnocení dat muzikoterapeutického experimentu

Ve všech skupinách jsme pracovali s velmi starými a často nemocnými lidmi, kteří navíc trpí demencí v prvním či druhém stupni postižení. Nebylo proto možné od všech účastníků získat vstupní a výstupní dotazníky. V kontrolní skupině K jsme získali 8 vstupních dotazníků a 5 výstupních dotazníků, v muzikoterapeutické skupině M 11 vstupních a 10 výstupních dotazníků, a ve skupině MF jsme získali 7 vstupních a 4 výstupní dotazníky.

Při realizaci samotného experimentu se věk pacientů ukázal být jedním z nejdůležitějších faktorů. Věkovou strukturu všech tří skupin zachycuje Graf 1. Mezi jednotlivými skupinami není rozdíl v mediánu věků (Kruskal-Wallisův test nezamítá hypotézu stejných mediánů, $p=0.54$). Je ovšem vidět, že muzikoterapeutická skupina má nižší rozptyl věků. Ostatní dvě skupiny měly rozptyl věků větší, tedy více seniorů v těchto skupinách bylo skutečně velmi starých. U starších participantů je zapotřebí počítat s více zdravotními komplikacemi. Například ve skupině MF zemřel jeden pacient v průběhu experimentu, a u pěti dalších došlo k výraznému zhoršení celkového zdravotního stavu, takže již nebyli schopni experiment dokončit. Taktéž ve skupině K došlo ke čtyřem úmrtím a třem hospitalizacím.

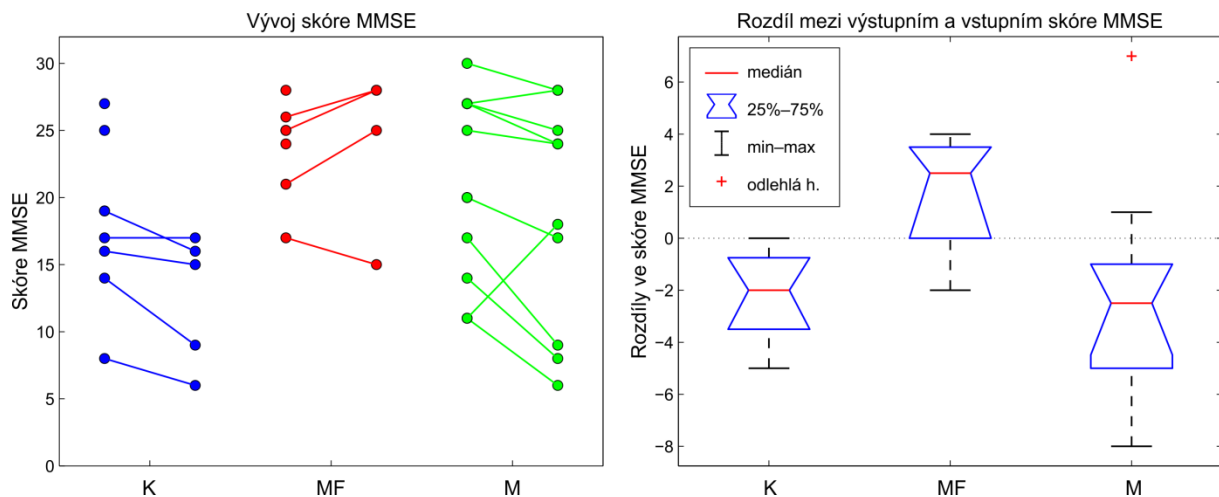
Graf 1. Věková struktura participantů ve třech terapeutických skupinách: Kontrolní skupina (K, $n=12$) bez muzikoterapie; skupina s muzikoterapií se zakomponovanou fyziologickou komplexitou (MF, $n=11$); skupina s muzikoterapií bez zakomponované fyziologické komplexity (M, $n=11$).



Mezi výsledky vstupního MMSE testu nebyl mezi skupinami významný rozdíl ($p=0.23$), ačkoliv MF skupina dosahovala o něco lepších výsledků. Medián MMSE skóre byl 18, 25 a 20 ve skupinách K, MF a M. Mezi výsledky vstupního ACE testu také nebyl mezi skupinami významný rozdíl ($p=0.46$), ačkoliv MF skupina opět dosahovala o něco lepších výsledků. Medián ACE skóre byl 48, 63 a 40 ve skupinách K, MF a M.

Pro další analýzy jsme odečetli hodnotu vstupního skóre a výstupního skóre. Tím jsme do jisté míry eliminovali problém nevyváženosti vstupního skóre mezi skupinami. Seniorů, u kterých bylo k dispozici alespoň jedno vstupní vyšetření, je natolik málo, že jsme zvolili vizuální prezentaci dat. Graf 2 zachycuje vývoj MMSE skóre jednotlivých seniorů.

Graf 2. Vývoj MMSE skóre seniorů v jednotlivých skupinách. Levá část grafu: spojnice vede vždy mezi vstupním a výstupním skóre jednoho pacienta. Pravá část grafu: rozdíl hodnot vstupního a výstupního skóre; kladná hodnota rozdílu značí zlepšení. Kontrolní skupina (K) bez muzikoterapie; skupina s muzikoterapií se zakomponovanou fyziologickou komplexitou (MF); skupina s muzikoterapií bez zakomponované fyziologické komplexity (M).

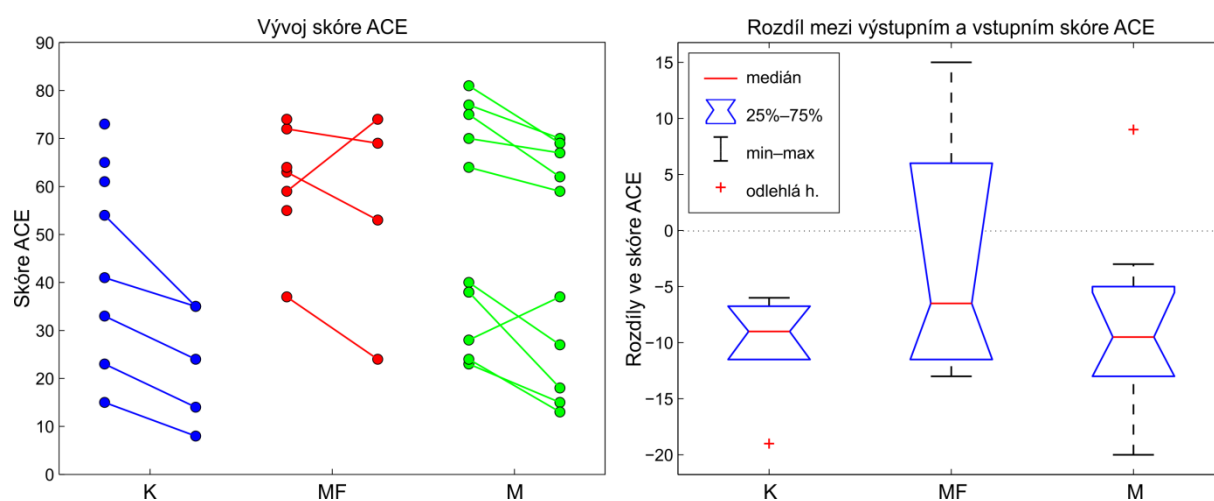


Z levé části Grafu 2 je patrné, že stav všech seniorů v kontrolní skupině se zhoršil. V muzikoterapeutické skupině M se také zhoršili všichni účastníci s výjimkou jednoho. Ve skupině MF s fyziologickou komplexitou se stav tří pacientů zlepšil a jednoho zhoršil. V pravé části grafu byly využity rozdíly mezi vstupním a výstupním skóre MMSE. Účastníci, jejichž hodnota MMSE se po terapii zlepšila, mají tento rozdíl kladný. Z grafu je patrné, že ve skupině MF došlo převážně ke zlepšení v testu MMSE, zatímco ve skupinách M a K došlo spíše ke zhoršení. Otestujeme-li, zda je rozdíl v této změně skóre významný mezi skupinami, Kruskal-Wallisův test shodu mediánů nezamítne ($p=0.11$).

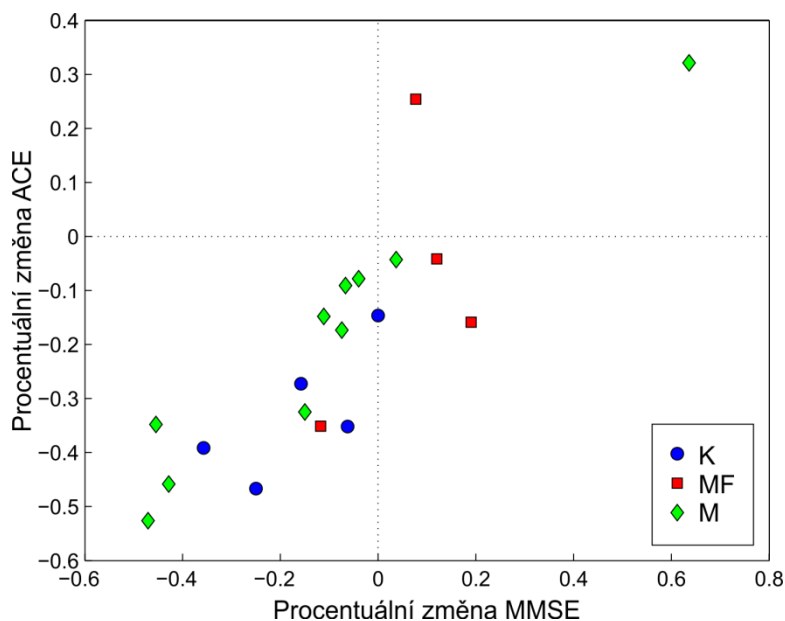
Stejně analýzy byly provedeny na výsledcích testu ACE. Rozdíl mezi skupinami ani zde není významný ($p=0.75$) a ani zobrazení dat žádný náznak efektu neukazuje (Graf 3). Téměř všichni

pacienti ve všech skupinách se zhoršili, kromě jednoho ve skupině MF a jednoho ve skupině M.

Graf 3. Vývoj ACE skóre seniorů v jednotlivých skupinách. Levá část grafu: spojnice vede vždy mezi vstupním a výstupním skóre jednoho pacienta. Pravá část grafu: rozdíl hodnot vstupního a výstupního skóre; kladná hodnota rozdílu značí zlepšení. Kontrolní skupina (K) bez muzikoterapie; skupina s muzikoterapií se zakomponovanou fyziologickou komplexitou (MF); skupina s muzikoterapií bez zakomponované fyziologické komplexity (M).



Graf 4: Procentuální změna mezi vstupním a výstupním skóre v testech MMSE a ACE ve třech sledovaných skupinách: Kontrolní skupina (K) bez muzikoterapie; skupina s muzikoterapií se zakomponovanou fyziologickou komplexitou (MF); skupina s muzikoterapií bez zakomponované fyziologické komplexity (M).



Graf 4 zachycuje procentuální změnu mezi vstupním a výstupním skóre v obou použitých testech – MMSE i ACE – současně.

5. Diskuze

Hlavní zjištění

Cílem této studie bylo pracovat s pacienty v prvním a druhém stádiu demence pomocí hudebních podnětů obohacených o komplexitu fyziologického typu a následně vyhodnotit, zda u nich dochází ke zlepšení kognitivních funkcí (pomocí standardizovaných testů). Aby bylo možné kvantifikovat zlepšení/zhoršení kognitivních funkcí u sledované skupiny, byly její výsledky porovnány se dvěma skupinami: kontrolní skupinou, která nepodstoupila hudební terapii, a se skupinou, která také podstoupila hudební terapii, avšak bez zakomponované fyziologické komplexity. Tento design studie umožnil jednak vyhodnotit účinek muzikoterapie jako takové, a jednak poznat, zda fyziologická komplexita je tou klíčovou složkou, která

případný účinek muzikoterapie zesiluje; vycházíme totiž z předpokladu, že lidský mozek má schopnost reagovat na hudbu.

Průběh samotných terapeutických sezení byl vždy stejný. Pravidelně se také ve vedení lekcí střídaly dvě muzikoterapeutky tak, aby každá lekce byla předvídatelná a měla stejné charakteristiky. Výsledkem této pravidelnosti bylo navození pocitu známého a očekávaného rituálu, jenž vedl ke zklidnění seniorů. U pacientů s demencí vystupuje do popředí potřeba bazální důvěry, jež vyplývá ze ztráty důvěry sama v sebe (de la Rubia Ortí et al., 2018). Proto bylo nutné takové prostředí při realizaci experimentu důsledně zajistit a vyvarovat se změn v režimu aktivizačních a terapeutických metod. Je totiž důležité si uvědomit, že dle Maslowovy pyramidy potřeb (Maslow, 2014) jsou pacienti s demencí velmi ohroženi již na základních stupních pyramidy, a to ztrátou pocitu bezpečí a jistoty a následně pocitu uznání, úcty a seberealizace.

Při hudební terapii ve skupinách M i MF byl důraz kladen také na práci s dechem a soustředění se na fyzické tělo a jeho projevy při poslechu hudby. Kromě poslechu hudebních nahrávek jsme používali aktivizační metody – zpěv jako multimodální aktivitu, která integruje sluchové a senzomotorické procesy, hraní na jednoduché nástroje, a zařadili jsme i reminiscenční terapii. Pomocí těchto metod jsme dosahovali dobrých výsledků ve stimulaci dlouhodobých paměťových drah. Podle několika zahraničních studií (Patel, 2003; Simmons-Stern et al., 2010) je při stimulaci paměťových drah zpěv písní účinnější než pouhé čtení textů nebo pasivní poslech hudby. Při zpěvu se nejoblíbenějším žánrem našich participantů stala lidová píseň, kdy si participantů byli schopni vzpomenout na velké množství slok jednotlivých písní, včetně variabilních textů (seznam písní, které byly na lekcích použity, zahrnuje Příloha č. 3). Tyto texty jim pak evokovaly životní situace, které se jim s nimi pojily, a pomáhaly tak odbourávat nejistotu, kterou demence způsobuje (Van Der Roest et al., 2007). U několika pacientů bylo možno pozorovat zachovanou implicitní (procedurální) hudební paměť v souvislosti s pokusy instrumentálními (Baird & Samson, 2015) při hře na jednoduché nástroje (např. pacient, který nebyl schopen mluvit, hrál na foukací harmoniku). Výsledky zahraničních studií (de la Rubia Ortí et al., 2018; Istvandity, 2017; Lyu et al., 2018) navíc naznačují, že hudební terapie je účinná při posilování celkové duševní pohody u pacientů s demencí/AD, zvláště při snižování úzkosti a zmírnění depresivních symptomů (Erkkilä et al., 2011; Kumar et al., 1999). U pacientů, kteří měli vybudovaný vztah k hudbě, se objevovaly získané návyky při poslechu hudby (uklidnění,

snaha soustředit se), což napomáhalo terapeutickému činku hudebních podnětů a možné synchronizaci (Harbourne & Stergiou, 2009).

Podle našich zjištění se podle výsledků MMSE ve skupině MF stav tří pacientů zlepšil a jednoho zhoršil. To je poměrně zajímavé, zejména s vědomím toho, že pacienti s podobným vstupním skóre v muzikoterapeutické skupině se všichni zhoršili. Skupina MF dosáhla o něco vyšších výsledků již ve vstupních testech MMSE i ACE. I když rozdíly ve vstupních testech mezi třemi sledovanými skupinami nebyly signifikantní, pro další analýzy byly raději využity rozdíly hodnot vstupního a výstupního skóre. Tímto způsobem se podařilo eliminovat problém nevyváženosti vstupního skóre mezi skupinami. Tyto výsledky považujeme za povzbuzující, byť jsme si vědomi jejich omezení.

Limity a silné stránky

Při vyhodnocení závěrečných testů se ukázalo, jak velký problém je nerovnoměrné rozdělení věku participantů a jejich kognitivních schopností na počátku studie. Muzikoterapeutická skupina M byla věkově nejvyváženější, věkový rozptyl mezi pacienty byl nejmenší. Bylo to dáno tím, že oddělení, ze kterého se tato skupina formovala, vzniklo najednou, ve velmi krátkém čase, a tedy bylo obsazováno klienty nikoliv postupně, ale v průběhu jednoho měsíce. To je pravděpodobně i důvod toho, že ve skupině M zemřelo během doby trvání studie nejméně lidí. Toto nastavení nebylo možné z hlediska technického ovlivnit, jelikož mnoho participantů bylo imobilních, což znamená, že nebylo možné skupiny vytvořit optimálněji. Také každodenní režim v Domově seniorů časově neumožňoval křížení těchto předem daných skupin. Věk a celkový zdravotní stav participantů v MF skupině pravděpodobně ovlivnil závěry této studie nejsilněji: v této skupině jeden participant zemřel, a u pěti dalších došlo k výraznému zhoršení zdravotního stavu, takže již nebyli schopni terapie dokončit.

Vyhodnocení závěrečných testů také potvrdilo předpoklad množství proměnných, které muzikoterapeutický experiment ovlivnily. Jako zásadní problém se ukázaly proměnné organismické, které vycházely z technických možností sestavení skupin v Domově seniorů; bylo také prokázáno, že polymorbidita a progresse chorob seniorů ovlivňuje vyhodnocení výsledků studie. Samotný průběh muzikoterapeutických intervencí pak byl narušován (zvláště v muzikoterapeutické skupině) afektivními poruchami participantů, kdy hudební podněty působily rušivě a vyvolávaly projevy rozrušení, neklidu, vykřikování, tleskání), což narušovalo vnímání hudby i ostatním participantům.

Výsledky studie ovlivnil vysoký podíl participantů vyloučených v průběhu kvůli zdravotnímu stavu. Mezi porovnávanými skupinami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Přesto považujeme závěry studie za slibné, protože v MT skupině s FK se stav 3 pacientů zlepšil, v MT skupině bez FK se zlepšil stav 1 pacienta, zatímco v kontrolní skupině bez MT nedošlo ke zlepšení u žádného participanta.

Ačkoliv výsledky této studie nejsou statisticky signifikantní – ať už kvůli nevyváženosti skupin nebo nedostatečnému počtu participantů v jednotlivých skupinách, její závěry jsou přesto slibné a motivují k dalšímu výzkumu použitých metod.

Implikace v praxi

Muzikoterapeutický experiment prokázala užitečnost vykonaných intervencí v praxi z mnoha hledisek:

- Zásadním momentem je zlepšení tří pacientů (resp. jejich kognitivních funkcí) v experimentální skupině;
- v obou skupinách byly hudební intervence byly nápomocny vytváření sociálních vazeb a kontaktů ve skupině, pacienti si navzájem pomáhali a povzbuzovali se, společné zpívání pocit sounáležitosti ke skupině (Werner et al., 2017),
- podstatným momentem byla i emocionální reakce probandů jednak na hudbu, a dále na reminiscence spojené s hudebními podněty (hudba spojená s textem může zlepšovat paměťový výkon pacientů v oblasti implicitní i explicitní paměti – pacienti si byli schopni vzpomenout např. na devět slok lidové písně (Deason et al., 2019)), přičemž tyto podněty vyvolávaly pozitivní emocionální reakce a stimulovaly vzpomínky i emoce ((Baird & Samson, 2015),
- poslech hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou působil na afektivitu, rozrušenost a tenacitu pacientů ve smyslu zklidnění, dokonce i na pacienty, kteří měli tendenci poslech narušovat např. tleskáním či výkřiky; to je velmi významné, neboť neuropsychiatrické příznaky doprovázející demenci mohou být pro okolí stejně zatěžující jako kognitivní pokles (Rayner et al., 2006);
- u mnoha poučených probandů poslech hudebních podnětů vyvolal vybavení si znalostí o hudebním skladateli a jeho díle, případně o zájem poslechu oblíbených hudebních podnětů (mezi nejoblíbenější díla patřila Rusalka A. Dvořáka);

- poslech oblíbených hudebních děl posiloval tzv. systém hudební odměny (Zatorre, 2015);
- práce s dechem umožňovala pacientům dosáhnout emocionálního klidu, zklidnění difúzní pozornosti a koncentrace na hudební podněty;
- v průběhu hudební intervence se byly podněcovány vztahy s rodinnými příslušníky (někteří ze seniorů navštívili kulturní akce se svými blízkými v souvislosti s podněty hudebních intervencí);
- účastníci studie mohli absolvovat představení studentů Gymnázia v Olomouci Hejčíně (Zbojnická balada); zde uplatnili svou znalost refrénu písně „Zabili, zabili“, jenž měli dostatečně vštípený díky použité metodě obrázkových symbolů.

Praktickým výstupem výzkumu je také přiložené CD s nahrávkami hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou, které může být dále využíváno v praxi.

Implikace pro další výzkum

Jsme přesvědčeni o tom, že jednotlivé složky použité v našich hudebních intervencích (poslech hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou, hudební reminiscenční terapie, práce s dechem, práce s rytmem, užití obrázkových symbolů při učení se novým věcem), mají zásadní vliv na kvalitu života pacientů s demencí v prvním a druhém stádiu. Vzhledem ke zdravotní charakteristice této skupiny by bylo dobré tuto metodu aplikovat na rozsahově širší vzorek participantů.

Metoda představená v této práci i její praktická aplikace přináší mnoho benefitů. Aby byl však její přínos ověřitelný z hlediska vědeckého zkoumání, je potřeba rozšířit výzkum na širší vzorek participantů; tento předpoklad je naléhavější o to více, že senioři v tomto věku trpí množstvím chorob; větší vzorek participantů umožní vyhodnotit výsledky relevantněji, i přes úmrtnost pacientů.

Pravděpodobně k neoptimálnějšímu působení hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou dochází u pacientů, kteří mají vztah k hudbě (pasivní či aktivní), jelikož mají vybudované návyky, které jsou pro poslech hudby a její vnímání zásadní; vedle rozsahu výběrového souboru bychom doporučovali zařadit u participantů aspekt vztahu k hudbě.

6. Závěr

Předmětem této dizertační práce a muzikoterapeutického experimentu bylo hledání nových rehabilitačních strategií pro pacienty s demencí, cílem bylo ověřit účinnost hudební terapie pomocí hudebních podnětů se zakomponovanou fyziologickou komplexitou. V rámci pilotního výzkumu byl vytvořen a popsán nový software, který umožňuje implementovat fyziologickou komplexitu do hudebních podnětů a jehož lze využít v rámci popsané terapeutické metody v praxi.

Studie splnila vytyčený cíl – přinesla nové poznatky o efektu hudební terapie se zakomponovanou fyziologickou komplexitou. Ačkoli kvůli malému množství participantů nebylo možné prokázat signifikantní efekt terapie, výsledky jsou povzbuzující. Myslíme si, že má smysl tuto cestu i nadále zkoumat, a to na větším vzorku pacientů, neboť demence a Alzheimerova choroba jsou důležitým tématem naší civilizace. Předpokládáme, že by metoda vykazovala pozitivní efekt na větším vzorku pacientů.

Muzikoterapeutický experiment je popsán v samostatné studii, jež uveřejněna v časopise *Journal of Exceptional People* v anglickém znění (Dohnalová, L., Fürst, T., Fürstová, J., Luska, 2020). Realizace interdisciplinárního experimentu byla umožněna díky realizačnímu týmu v tomto složení: MUDr. Jiří Podivínský, MUDr. Jaromír Vachutka, MUDr. Martin Nevrlý, Bc. Lubomír Vraj, Šárka Drobnáková, RNDr. Tomáš Fürst PhD., Mgr. Jana Fürstová.

Bibliografie (vybraná)

- ADI. (2019). *World Alzheimer Report 2019: Attitudes to dementia*.
<https://www.alz.co.uk/research/world-report-2019>
- Ashida, S. (2000). The Effect of Reminiscence Music Therapy Sessions on Changes in Depressive Symptoms in Elderly Persons with Dementia. *Journal of Music Therapy*, 37(3). <https://doi.org/10.1093/jmt/37.3.170>
- Baird, A., & Samson, S. (2015). Music and dementia. In *Progress in Brain Research* (Vol. 217, pp. 207–235). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.028>
- Cohen-Mansfield, J., Golander, H., & Arnhem, G. (2000). Self-identity in older persons suffering from dementia: Preliminary results. *Social Science and Medicine*, 51(3), 381–394. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(99\)00471-2](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(99)00471-2)
- Costa, M., Goldberger, A. L., & Peng, C. K. (2005). Multiscale entropy analysis of biological signals. *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 71(2), 021906. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.71.021906>
- de la Rubia Ortí, J. E., García-Pardo, M. P., Iranzo, C. C., Madrigal, J. J. C., Castillo, S. S., Rochina, M. J., & Gascó, V. J. P. (2018). Does Music Therapy Improve Anxiety and Depression in Alzheimer's Patients? *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 24(1), 33–36. <https://doi.org/10.1089/acm.2016.0346>
- Deason, R. G., Strong, J. V., Tat, M. J., Simmons-Stern, N. R., & Budson, A. E. (2019). Explicit and implicit memory for music in healthy older adults and patients with mild Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 41(2), 158–169. <https://doi.org/10.1080/13803395.2018.1510904>
- Dohnalová, L., Fürst, T., Fürstová, J., Luska, J. (2020). A music therapy experiment based on musical stimuli with artificially implemented physiological complexity in patients with dementia. *Journal of Exceptional People: An International Journal for Education and Special Studies; Olomouc, Palacký University*, 1(16), 21–31.
- Dohnalová, L., Fürst, T. (2017). Experimental Design and Technical Tools for the Research of Musical Stimuli with Artificially Implemented Complexity Used in the Rehabilitation of Alzheimer's Disease Patients. *Musicologica Olomucensia UNIVERSITAS PALACKIANA OLOMUCENSIS*, 25/2017, 22–33.
www.musicologicaolomucensia.upol.cz
- Erkkilä, J., Punkanen, M., Fachner, J., Ala-Ruona, E., Pöntiö, I., Tervaniemi, M., Vanhala, M., & Gold, C. (2011). Individual music therapy for depression: Randomised controlled trial. *British Journal of Psychiatry*, 199(2), 132–139.
<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.110.085431>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189–198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Harbourne, R. T., & Stergiou, N. (2009). Movement variability and the use of nonlinear tools: Principles to guide physical therapist practice. In *Physical Therapy* (Vol. 89, Issue 3, pp.

- 267–282). *Phys Ther.* <https://doi.org/10.2522/ptj.20080130>
- Herholz, S. C., Herholz, R. S., & Herholz, K. (2013). Non-pharmacological interventions and neuroplasticity in early stage Alzheimer’s disease. In *Expert Review of Neurotherapeutics* (Vol. 13, Issue 11, pp. 1235–1245). *Expert Rev Neurother.* <https://doi.org/10.1586/14737175.2013.845086>
- Hunt, N., McGrath, D., & Stergiou, N. (2015). The influence of auditory-motor coupling on fractal dynamics in human gait. *Scientific Reports*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/srep05879>
- Irish, M., Cunningham, C. J., Walsh, J. B., Coakley, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., & Coen, R. F. (2006). Investigating the enhancing effect of music on autobiographical memory in mild Alzheimer’s disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 22(1), 108–120. <https://doi.org/10.1159/000093487>
- Istvandity, L. (2017). Combining music and reminiscence therapy interventions for wellbeing in elderly populations: A systematic review. In *Complementary Therapies in Clinical Practice* (Vol. 28, pp. 18–25). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2017.03.003>
- Kumar, A. M., Tims, F., Cruess, D. G., Mintzer, M. J., Ironson, G., Loewenstein, D., Cattan, R., Fernandez, J. B., Eisdorfer, C., & Kumar, M. (1999). Music Therapy Increases Serum Melatonin Levels in Patients with Alzheimer’s Disease. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 5(6), 49–57. <https://europepmc.org/article/med/10550905/reload=0>
- Lyu, J., Zhang, J., Mu, H., Li, W., Champ, M., Xiong, Q., Gao, T., Xie, L., Jin, W., Yang, W., Cui, M., Gao, M., & Li, M. (2018). The Effects of Music Therapy on Cognition, Psychiatric Symptoms, and Activities of Daily Living in Patients with Alzheimer’s Disease. *Journal of Alzheimer’s Disease : JAD*, 64(4), 1347–1358. <https://doi.org/10.3233/JAD-180183>
- Manor, B., Costa, M. D., Kun, H., Newton, E., Starobinets, O., Hyun, G. K., Peng, C. K., Novak, V., & Lipsitz, L. A. (2010). Physiological complexity and system adaptability: Evidence from postural control dynamics of older adults. *Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1786–1791. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00390.2010>
- Mantegna, R. N., Buldyrev, S. V., Goldberger, A. L., Havlin, S., Peng, C. K., Simons, M., & Stanley, H. E. (1994). Linguistic features of noncoding DNA sequences. *Physical Review Letters*, 73(23), 3169–3172. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.73.3169>
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- McDermott, O., Crellin, N., Ridder, H. M., & Orrell, M. (2013). Music therapy in dementia: A narrative synthesis systematic review. In *International Journal of Geriatric Psychiatry* (Vol. 28, Issue 8, pp. 781–794). *Int J Geriatr Psychiatry*. <https://doi.org/10.1002/gps.3895>
- Milte, R., Shulver, W., Killington, M., Bradley, C., Ratcliffe, J., & Crotty, M. (2016). Quality in residential care from the perspective of people living with dementia: The importance of personhood. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 63, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.11.007>

- Mioshi, E., Dawson, K., Mitchell, J., Arnold, R., & Hodges, J. R. (2006). The Addenbrooke's Cognitive Examination revised (ACE-R): A brief cognitive test battery for dementia screening. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 21*(11). <https://doi.org/10.1002/gps.1610>
- Mjørud, M., Engedal, K., Røsvik, J., & Kirkevold, M. (2017). Living with dementia in a nursing home, as described by persons with dementia: a phenomenological hermeneutic study. *BMC Health Services Research, 17*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2053-2>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society, 53*(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Natarajan, K., Acharya, U. R., Alias, F., Tiboleng, T., & Puthusserypady, S. K. (2004). Nonlinear analysis of EEG signals at different mental states. *BioMedical Engineering Online, 3*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-3-7>
- Overy, K., & Molnar-Szakacs, I. (2009). Being together in time: Musical experience and the mirror neuron system. *Music Perception, 26*(5), 489–504. <https://doi.org/10.1525/mp.2009.26.5.489>
- Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax and the brain. In *Nature Neuroscience* (Vol. 6, Issue 7, pp. 674–681). Nat Neurosci. <https://doi.org/10.1038/nn1082>
- Rayner, A. V., O'Brien, J. G., & Schoenbachler, B. (2006). Behavior Disorders of Dementia: Recognition and Treatment. In *American Family Physician* (Vol. 73, Issue 4).
- Ryan, S. M., Goldberger, A. L., Pincus, S. M., Mietus, J., & Lipsitz, L. A. (1994). Gender- and age-related differences in heart rate dynamics: Are women more complex than men? *Journal of the American College of Cardiology, 24*(7), 1700–1707. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(94\)90177-5](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)90177-5)
- Sacks. (2015). *Musicophilia: příběhy o vlivu hudby na lidský mozek*. Dybbuk.
- Schumann, A. Y., & Kantelhardt, J. W. (2011). Multifractal moving average analysis and test of multifractal model with tuned correlations. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 390*(14), 2637–2654. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.03.002>
- Simmons-Stern, N. R., Budson, A. E., & Ally, B. A. (2010). Music as a memory enhancer in patients with Alzheimer's disease. *Neuropsychologia, 48*(10), 3164–3167. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.033>
- Van Der Roest, H. G., Meiland, F. J. M., Maroccini, R., Comijs, H. C., Jonker, C., & Dröes, R. M. (2007). Subjective needs of people with dementia: A review of the literature. *International Psychogeriatrics, 19*(3), 559–592. <https://doi.org/10.1017/S1041610206004716>
- Werner, J., Wosch, T., & Gold, C. (2017). Effectiveness of group music therapy versus recreational group singing for depressive symptoms of elderly nursing home residents: pragmatic trial. *Aging and Mental Health, 21*(2), 147–155. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1093599>

WHO. (2019). *Dementia*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>

Zatorre, R. J. (2015). Musical pleasure and reward: mechanisms and dysfunction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 202–211.
<https://doi.org/10.1111/nyas.12677>

Odborná a publikační činnost autora

Publikační činnost:

Dohnalová, L. (2016). Potenciál využití hudebních podnětů s uměle zakomponovanou komplexitou fyziologického typu. In M. Michalec (ed.), *Súčasný trendy a perspektívy hudobnej edukácie* (s. 241–253). Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Filozofická fakulta, Ústav literárnej a umeleckej komunikácie. ISBN 978-80-558-1132-1.

Dohnalová, L., Fürst, T. *Experimental Design and Technical Tools for the Research of Musical Stimuli with Artificially Implemented Complexity Used in the Rehabilitation of Alzheimer's Disease Patients*. Musicologica Olomucensia 25/2017. [ISSN 1212-1193 [online]. Dostupné z: <http://new.musicologicaolomucensia.upol.cz/wp-content/uploads/2015/06/2017-June-%C4%8D.-25.pdf>

Dohnalová, L., Fürst, T., Fürstová, J., Luska, J. *A music therapy experiment based on musical stimuli with artificially implemented physiological complexity in patients with dementia*. *Journal of exceptional people: an international journal for education and special studies*. Olomouc: Palacký University, 16/2020. ISSN 1805-4978.

Aktivní vystoupení na mezinárodních konferencích:

Konferencia *Súčasný trendy a perspektívy hudobnej edukácie*. Ústav literárnej a umeleckej komunikácie FF UKF Nitra, 22.9.2016. (*Potenciál využití hudebních podnětů s uměle zakomponovanou komplexitou fyziologického typu*)

18th International Conference ICTE 2017. Pedagogical Faculty, University of Ostrava., 6.9.2017. (*Návrh experimentu a technické nástroje pro výzkum činnosti muzikoterapeutických rehabilitačních strategií s uměle implementovanou komplexitou fyziologického typu*).

11. ročník konference Studentské vědecké odborné a umělecké činnosti *Dny vědy PdF UP v Olomouci*. PdF UP Olomouc, 25.4.2017. (*Hudební podněty s uměle zakomponovanou komplexitou fyziologického typu zaměřené na specifické rehabilitační strategie pro pacienty s Alzheimerovou chorobou*).

Recenze:

Dohnalová, L. *70. narozeniny Emila Viklického*. Cantus, 119 (1/2019), 10–11.

Očima studentů: Vlnobytí 2019 nadchlo publikum - OLOMOUC.CZ. *OLOMOUC.CZ - nejlepší adresa ve městě* [online]. Copyright © 1997 [cit. 04.08.2019]. Dostupné z: <https://www.olomouc.cz/zpravy/clanek/Ocima-studentu-30365>

Dohnalová, L. *Práce se seniory má hluboký smysl*. Cantus, 121 (3/2019), 34-36.

Dohnalová, L.: *Tréma u hudebníků a její prevence ve vzdělávacím systému* (recenze monografie. STEVANOVIĆ, Ena. *Tréma u hudebníků a její prevence ve vzdělávacím systému*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-4031-0). Ad Fontes Artis, 6/2019. ISSN 2453-9694.

Jiné vědecko-pedagogické aktivity:

Vedení předmětu Sbor pop jazz – Katedra Hv PdF Olomouc

Vedení PS Proměny Prostějov

Vedení PS Gymnázia v Olomouc-Hejčíně

Vedení půlročního muzikoterapeutického semináře v Domově seniorů Pohoda