

## VLIV VIBROAKUSTICKÉ TERAPIE NA SPASTICITU A VARIABILITU SRDEČNÍ FREKVENCE U DVOU MLADÝCH DOSPĚLÝCH S MOZKOVOU OBRNOU

Autoři: Z. Vilímek, Z. Uhrinová, M. Bucharová, J. Kantor

Pracoviště: Ústav speciálněpedagogických studií. Pedagogická fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Česká republika

Impact of vibroacoustic therapy on spasticity and heart rate variability in two youths with cerebral palsy

**Abstrakt:** Vibroakustická terapie (VAT) využívá sinusoidální, nízkofrekvenční zvukové vlny v kombinaci s hudbou k terapeutickým účelům. Dosavadní výzkum naznačuje efektivitu této terapie na spasticitu dětí s mozkovou obrnou (MO), tyto důkazy však zcela chybí u dospívajících a dospělých osob s MO. Cílem těchto dvou single subject case studies (s designem ABA') bylo zjistit vliv VAT u osob s MO na spasticitu a variabilitu srdeční frekvence (HRV). VAT byla aplikována prostřednictvím rehabilitačního vibroakustického lůžka VIBROBED a programu Živly (20 minut, hudební kompozice s biorytmicky dávkovaným nízkofrekvenčním zvukem – amplitudová a frekvenční modulace) u dívky (20 roků) a chlapce (19 roků), oba se spasticitou, motorickými a dalšími problémy. V důsledku aplikace VAT došlo ke zlepšení spasticity u obou případů, a to min. o jeden stupeň na Ashwortově škále po každém setkání. V případě analýzy vlivu VAT na HRV byly v obou případech zjištěny protichůdné trendy vykazovaných hodnot parametrů Mean HR a RMSSD. Zatímco v prvním případě se v důsledku intervence zvyšovala aktivita parasympatiku, v druhém případě způsobila intervence pokles aktivity parasympatiku. Z uvedených měření a následných analýz nelze jednoznačně predikovat, jakým způsobem působí VAT na autonomní nervový systém. Zdá se, že o výsledném trendu působení VAT (ve směru podpory parasympatické či sympatické části ANS) rozhoduje řada vlivů, včetně interindividuálních rozdílů v reaktivitě organismu. Vzhledem k limitům této pilotní studie navrhuje, aby toto téma bylo předmětem nové studie s upraveným designem měření, která by u této populace prozkoumala interindividuální rozdíly reaktivity na VAT a vlivy dalších působících parametrů.

**Klíčová slova:** mozková obrna; hudba; vibroakustická terapie; spasticita; variabilita srdeční frekvence, rehabilitace

**Key words:** cerebral palsy; music; vibroacoustic therapy; spasticity; heart rate variability

### Úvod

Vibroakustická terapie (VAT) je „použití sinusoidálních, nízkofrekvenčních zvukových vln v rozmezí 30-120 Hz, které jsou smíchány s hudbou a určeny k terapeutickým účelům“ (Wigram, 1996, str. 36). V klinické praxi je využíváno terapeutického efektu obou médií – vibrací o nízkých frekvencích i hudby, ačkoliv v některých případech se v terapeutické praxi i výzkumu využívají pouze nízké vibrace bez poslechu hudby (Campbell et al., 2019). Původ VAT se datuje do začátku 80. let minulého století, kdy norský pedagog a terapeut Olav Skille vyvinul první prototyp vibroakustické jednotky. Postupně došlo k vývoji řady aplikací, mezi které lze zařadit aplikace pro fyziokustickou terapii (Lehikoinen, 1997), Music Vibration Table (Chesky & Michel, 1991) atd. Mezi moderní aplikace vyvinuté v České republice

patří rehabilitační vibroakustické lůžko Vibrobed, jehož první prototyp byl finalizován roku 2018 autory Zdeňkem Vilímkem a Petrem Švarcem.

Vibrobed se skládá z dřevěné konstrukce, nízkofrekvenčních elektrodynamických měničů, řídicího modulu (nízkofrekvenčního generátoru a hudebního zesilovače) a sluchátek. Prostřednictvím nastavení druhu a intenzity vibrací jsou zvukové a hudební podněty přenášeny do dřevěné podložky a čtyř tělesných zón (lýtka, stehna, bedra, lopatky) a prostřednictvím sluchátek také do uší stimulované osoby. Externí řídicí modul, který tyto vibrace přenáší, je vybaven autorskou zvukovou a hudební baterií, která je syntézou nízkofrekvenčních vln (sekvenčně dávkovaných a specificky přenášených 20-100 Hz) a rozmanitých zvukových a hudebních podnětů. Součástí zesilovače je generátor zvukových vln s širokou škálou možností amplitudové a frekvenční modulace, který je klíčový pro základní výzkum v oblasti působení nízkofrekvenčního zvuku na lidský organismus.

Vibrobed je v současné době předmětem dlouhodobého výzkumu (Vilínek et al., 2022; Kantor et al., 2022a, 2022b), který navazuje na dosavadní výzkumy v oblasti Vibroakustické terapie. V rehabilitaci se VAT používá u rozmanitých klinických populací, např. u osob s mozkovou obrnou (také dětskou mozkovou obrnou, dále jen MO). U této populace VAT navozuje spasmolytický a relaxační efekt a umožňuje zlepšení motorických funkcí (Kantor et al., 2019). Také se používá pro redukcí vnímané muskuloskeletální bolesti (Kantor et al., 2022b). Vědecká objektivizace VAT u osob s MO má však doposud vážné rezervy. Existují pouze ojedinělé studie zaměřené na VAT u populace osob s MO, a to u dětí do 9 roků (Katusic et al., 2013; Liu et al., 2013; Katusic & Mejaski-Bosnjak, 2011; Liu et al., 2010) nebo u dospělých (Kvam, 1997; Wigram, 1996a, 1996b). Přitom nejmladší účastníci ve studiích zaměřených na dospělé osoby měli 24 let. Zcela chybí studie VAT u osob s MO ve věkovém rozmezí 9-23 let. Navíc nejsou žádné studie zaměřené na vliv VAT na spasticitu u dospělých.

Cílem této studie bylo zjistit efektivitu VAT prostřednictvím vibroakustického programu Živly na rehabilitačním vibroakustickém lůžku Vibrobed u dvou případů mladých dospělých osob s MO. Sledovali jsme vliv VAT na spasticitu a zároveň jsme měřili variabilitu srdeční frekvence (HRV) se zaměřením na indikátory Mean HR a RMSSD, které umožňují hodnotit aktivitu parasympatiku a nepřímo aktivitu sympatiku a poukazují na celkovou relaxaci nebo stimulaci organismu v průběhu účasti na vibroakustickém programu. Byly stanoveny dvě výzkumné otázky:

- Jaký je vliv vibroakustického programu realizovaného prostřednictvím rehabilitačního vibračního lůžka Vibrobed na spasticitu u mladých dospělých osob s mozkovou obrnou?
- Jaký je vliv vibroakustického programu realizovaného prostřednictvím rehabilitačního vibračního lůžka Vibrobed na variabilitu srdeční frekvence u mladých dospělých osob s mozkovou obrnou?

## Metodika

Výzkum probíhal na základě metodiky pro případové studie typu single-subject design se třemi fázemi (ABA´):

- Fáze A – měření vstupních hodnot v lehu bez intervence (2 týdny, 4 setkání).
- Fáze B – aplikace vibroakustického programu (4 týdny, 8 setkání).
- Fáze A´ – následná měření v lehu bez intervence po skončení fáze B (2 týdny, 4 setkání).

**Inkluzivní kritéria** pro výběr účastníků zahrnovala: přítomnost spasticity (v důsledku mozkové obrny), věk nad 18 roků, absenci předchozí zkušenosti s VAT a souhlas zákonných zástupců se zařazením do výzkumu. Informovaný souhlas byl schválený Etickou komisí Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (protokol 5/2019). Součástí informovaného souhlasu byl popis možných kontraindikací VAT (hypotonie, angina pectoris, akutní psychotické stavy, akutní poúrazové stavy, otevřené krvácení), které byly taktéž exkluzivními kritérii pro účast na studii. Dále byla exkluzivním kritériem aplikace botulotoxinu a výrazné změny v rehabilitačním plánu v průběhu výzkumu.

Výzkum proběhl v prostorách Základní školy a Mateřské školy pro tělesně postižené Liberec, p.o. v muzikoterapeutickém ateliéru (obrázek 1). Interiér místnosti je pojatý jako volný měkký prostor, bez prvků, které by poutaly klientovu pozornost a rušili vzájemný kontakt a proces. Pomocí měkkého, na dotek příjemného koberce, stěn a podhledu vytvořených z látek v neutrálních barvách je vytvořen kompaktní prostor navozující pocit bezpečí, měkkosti. Součástí ateliéru je dále kvalitní audiotechnika, reflektory umožňující pomocí rozptýleného světla měnit atmosféru místnosti a světelnou intenzitu, široký instrumentář hudebních nástrojů, relaxační a rehabilitační pomůcky (Uhrinová, 2022).



Obrázek 1. Muzikoterapeutický ateliér s rehabilitačním vibroakustickým lůžkem Vibrobed (Uhrinová, 2022)

Po dobu výzkumu bylo v muzikoterapeutickém ateliéru umístěno vibroakustické lůžko Vibrobed, které bylo zapůjčeno z Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Na lůžku byla položena tenká protiskluzová podložka a polštář.

**Intervence** byla realizována prostřednictvím vibroakustického programu s názvem Živly (Kantor et al., 2022a). Tento program pracuje se třemi několikaminutovými kompozicemi, které cíleně ovlivňují biorytmickou pulzaci – od klidového, přes excitovaný, po hluboce relaxovaný stav. Celková délka intervence trvá cca 20 minut. Na lůžku byla položena tenká protiskluzová podložka (karimatka) a polštář. Kromě toho byly použity rehabilitační polohovací pomůcky.

**Sběr dat** zahrnoval:

- Vstupní dotazník pro zjištění osobních a demografických dat, např. věku, pohlaví, výskyt zdravotních problémů, aktuální psychosomatický stav atd. Tento dotazník byl použit pouze na začátku výzkumu po informační schůzce s rodiči.
- Analýzu variability srdeční frekvence (HRV) pomocí neinvazivního přístrojového měření na záznamníku biologických signálů VLV LAB (ČVUT Praha). Toto měření, tzv. ortostatický test, obsahovalo při pre-testu měření v sedě (5 minut) a měření v leže (7 minut). Analýza HRV proběhla na finském softwaru KUBIOS, sledovány byly následující parametry HRV: Mean HR (ukazatel tepové frekvence) a RMSSD (ukazatel aktivity parasymptiku). Měření probíhalo každé setkání v dopoledních hodinách, v průběhu výzkumu nebyla ani v jednom případě indikována medikace. Ve dnech měření byla v obou případech běžná spánková a pohybová aktivita, dívka bez menstruace.
- Ashworthovu škálu (Radomski et al., 2008) pro měření spasticity dolních končetin. Tato škála byla použita pod fyzioterapeutickou supervizí, a to před zahájením výzkumu, poté při 1 setkání bez intervence ve fázi A (před a po), dále při prvním setkání s intervencí ve fázi B (před a po), následně po ukončení fáze B a v závěru celého procesu měření ve fázi A (celkem 7 měření).

Celková délka jednoho setkání s aplikací měření byla přibližně 60 minut. Setkání probíhala dvakrát týdně (pondělí-středa, výjimečně úterý-čtvrtek), čas po dobu osmi týdnů (celkem proběhlo 16 setkání). Každé setkání se skládalo z pěti částí: a) měření v sedu na ortopedickém vozíku (5 minut), b) měření v lehu (7 minut), c) měření v lehu s/bez intervence (20 minut), d) měření v lehu bez intervence (7 minut), e) měření v sedu na vozíku (5 minut).

### Analýza dat

Vyhodnocení dat z měření spasticity i HRV bylo z důvodu malého množství párů měření (před a po intervenci) provedeno metodami deskriptivní statistiky. Celkem bylo získání 16 párů měření (4 páry pro fázi A, 8 párů pro fázi B, 4 páry pro fázi A', celkem 32 záznamů). Po importu dat z přístroje VLV LAB bylo provedeno hodnocení artefaktů, kvůli kterým byly vyřazeny záznamy ze dvou měření kvůli extrémním hodnotám (jedno měření z fáze A, jedno měření z fáze B). Analýza dat proto proběhla ze zbývajících 30 záznamů měření (15 pretestů a 15 posttestů). Po předběžné analýze dat z HRV jsme se rozhodli, že v této studii uvedeme pouze data z klíčových parametrů Mean HR a RMSSD.

### Popis případů

Do výzkumného souboru byl vybrán chlapec a dívka navštěvující Základní školu pro tělesně postižené v Liberci, která se nachází v pronajatých prostorách Jedličkova ústavu v Liberci. Představení obou účastníků na základě dat z jejich anamnézy je v tabulce 1. Oba účastníci byli před zařazením do výzkumu informováni jednoduchou a srozumitelnou formou o jeho průběhu, informovaný souhlas byl podepsán zákonnými zástupci. Na průběh experimentu se rychle adaptovali. Během všech setkání autorka práce doprovázela měření slovně nebo tichým hlasem, obecně však svoji aktivitu omezovala a snažila se o navození tiché a klidné atmosféry.

	Případ 1	Případ 2
Pohlaví/věk	Dívka/20 let	Chlapec/19 let
Diagnóza	Spastická kvadruparéza, dyskineze, neurogenní skolióza THL páteře s deformitou hrudníku.	Spastická kvadruparéza s těžším postižením DK.
Další postižení	Těžké mentální postižení, strabismus, mikrocefalie, sekundární epilepsie kompenzovaná, dívka je bez epileptických záchvatů.	Epilepsie, těžké mentální retardace, výrazné oslabení řeči, zrakové postižení – strabismus, centrální zraková vada.
Funkční úroveň	Dívka se pohybuje na ortopedickém vozíku s ortézou, krátkodobě zvládne úchop, obtížné zaměření předmětu zrakem, orientuje se v dnech v týdnu, funkčně číst nezvládá. Řeč je nesrozumitelná, řečově je dívka spíše inaktivní, avšak dobře rozumí, chápe sociální situace a dobře navazuje vztahy.	V oblasti mobility je odkázán na vozík, pohybově je plně závislý na dopomoci, deformity, horní končetiny dokáže používat jen omezeně, stěží udrží hlavu ve vzpřímené poloze, neudrží oční kontakt, kognitivní vývoj je opožděn, řeč je méně srozumitelná a mluví málo, v sociálních interakcích je na velmi dobré úrovni, vztahy se spolužáky a pedagogy navazuje dobře.
Hudební anamnéza	Dívka ráda zpívá (je schopna se naučit text písně), ráda také poslouchá hudbu a hraje na hudební nástroje, přitom vyžaduje značnou dopomoc.	Dokáže se naučit jednoduchou báseň, text písně, velice rád zpívá, má dobrou sluchovou paměť, pamatuje si dobře texty písní.

Další informace	Vyrůstala bez otce, nedávno si matka našla přítele, se kterým čeká další dítě.	V průběhu výchovy a péče o chlapce se rodina rozpadla a matka si našla přítele. Chlapec žije nyní v úplné rodině, starší sourozenec z předešlého manželství je již dospělý.
-----------------	--	---

Tabulka 1. Popis případů

## Výsledky

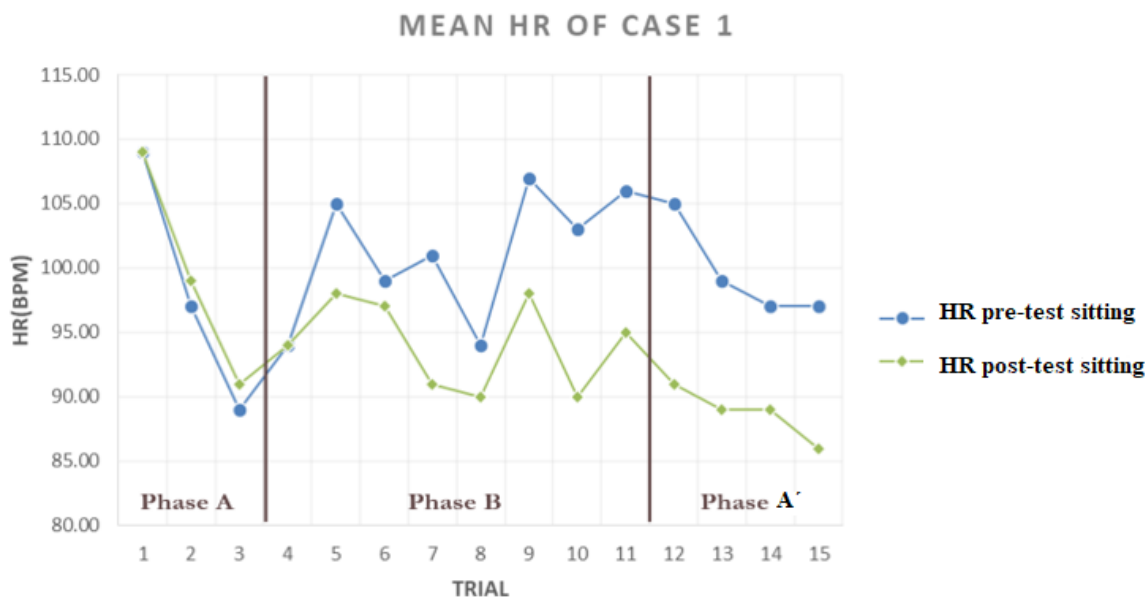
Přehled jednotlivých měření v průběhu výzkumu a naměřených hodnot týkajících se vlivu VAT na spasticitu ukazuje tabulka 2. Spasticita se během vstupních měření bez intervence neměnila, kdežto při intervenci došlo k poklesu o jeden stupeň Ashwortovy škály již při prvním setkání a v případě dívky se snížilo ještě o další stupeň po osmé intervenci (poslední setkání). Ve fázi A' zůstaly naměřené hodnoty v obou případech o jeden stupeň níže ve srovnání s fází A.

Setkání	Případ 1 (dívka): pretest/posttest	Případ 2 (chlapec): pretest/posttest
Před započítáním výzkumu jen pretest, záměrem bylo získat alespoň jedno měření spasticity, které není ovlivněno procedurou měření HRV	4	4
Fáze A: první setkání	4/4	4/4
Fáze B: první setkání	4/3	4/3
Fáze B: poslední setkání	2 (jen posttest)	3 (jen posttest)
Fáze A': poslední setkání	3 (jen posttest)	3 (jen posttest)

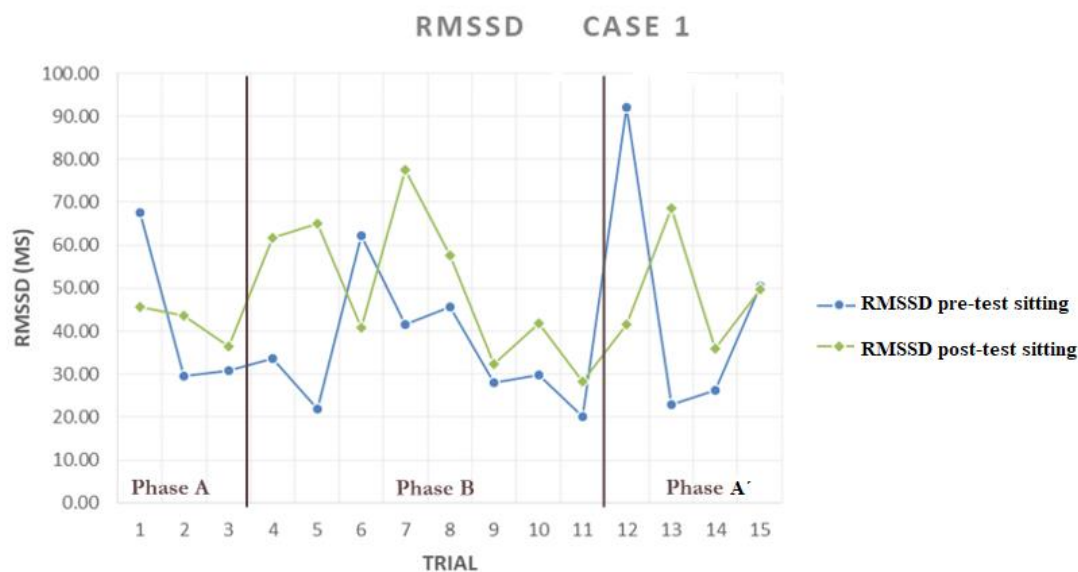
Tabulka 2. Měření spasticity – měřeno Ashwortovou škálou

Jako druhý výstup byl měřen vliv VAT na variabilitu srdeční frekvence. Obrázky 2-5 ukazují časový průběh hodnot u pre-testů a post-testů v sedě a lehu a během všech výzkumných fází A, B, A' u parametru Mean HR (přímý ukazatel tepové frekvence) a RMSSD (ukazatel aktivity parasymptiku). Zvýšené hodnoty Mean HR při prvních setkáních (sed i leh) přisuzujeme vysoké míře stresu způsobené adaptací na novou situaci.

## CASE 1



Obrázek 2. Mean HR – srovnání pre-testů a post-testů v případě 1 vsedě



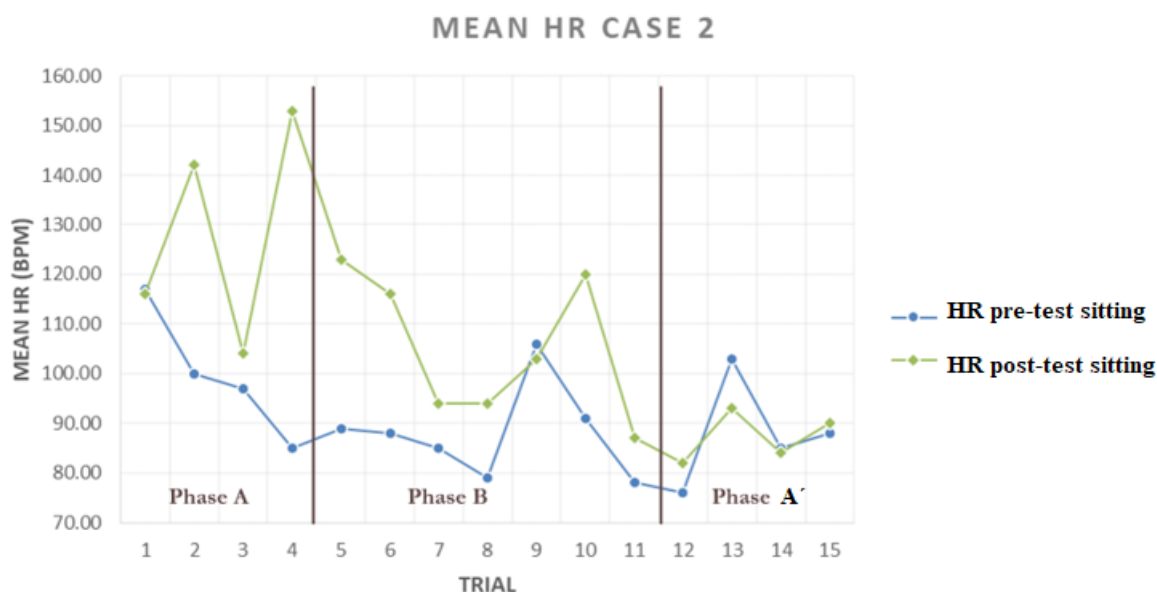
Obrázek 2b. RMSSD – srovnání pre-testů a post-testů v případě 1 vsedě

Na obrázku 2 je patrný postupný pokles hodnot Mean HR v post-testu ve srovnání s pre-testem s přibývajícím setkáními s aplikací VAT (fáze B) kromě prvního setkání. Na obrázku 2b je zřejmé, že v 7 setkáních z celkových 8 došlo ke zvýšení hodnot ukazatele RMSSD po aplikaci VAT ve srovnání s hodnotami z pre-testu. Z toho usuzujeme, že pro pacienta CASE 1 došlo po aplikaci VAT ke zvýšení aktivity parasympatiku, snížení srdeční frekvence a tudíž VAT měla pro tohoto pacienta relaxační efekt. Tento trend však navzdory očekávání pokračuje i ve fázi A', ve které již VAT nebyla aplikována. Interpretace hodnot změřených v lehu je méně specifická, protože jak pro ukazatel Mean HR tak pro ukazatel RMSSD došlo ke 4 zvýšením a ke 4 snížením po aplikaci VAT. Domníváme se, že efekt VAT byl maskován jiným efektem, např. nepohodlím při lehu na vibroakustickém lůžku.

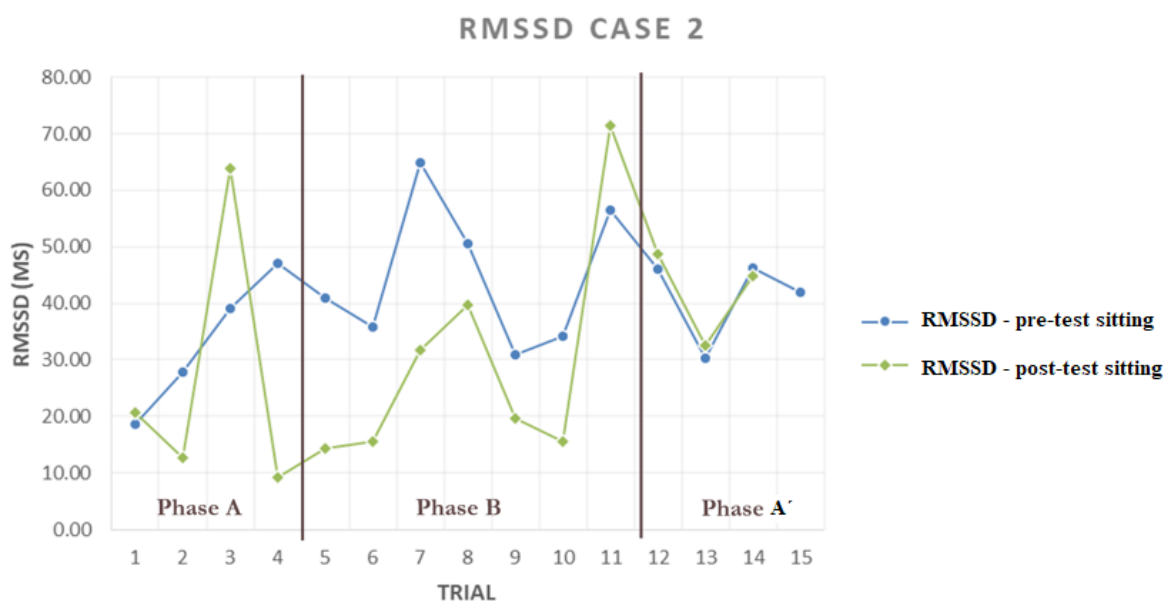


Obrázek 3. Mean HR – srovnání pre-testů a post-testů v případě 1 vleže

## CASE 2



Obrázek 4. Mean HR – srovnání pre-testů a post-testů v případě 2 vsedě

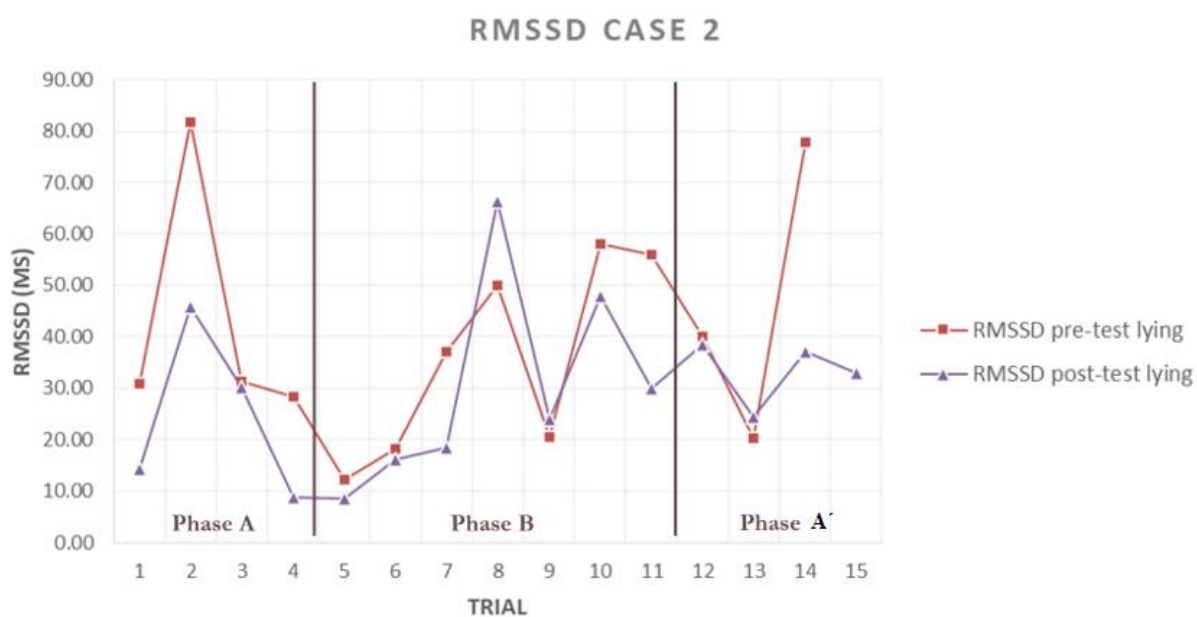


Obrázek 4b. RMSSD – srovnání pre-testů a post-testů v případě 2 vsedě

Na obrázku 4 (sed) a obrázku 5 (leh) je patrný nárůst hodnot Mean HR (v sedě v 6 případech ze 7, v lehu v 5 případech ze 7), tento nárůst se však v čase postupně zmenšuje. U ukazatele RMSSD je patrný pokles hodnot po aplikaci VAT (v sedě v 6 případech ze 7, obrázek 4b, v lehu v 5 případech ze 7, obrázek 5b.) Z toho usuzujeme, že pro pacienta CASE 2 došlo po aplikaci VAT ke snížení aktivity parasymptiku, zvýšení srdeční frekvence a tudíž VAT měla pro tohoto pacienta stimulační efekt, který byl patrný jak v lehu tak sedu. Hodnoty ve fázích A' nevykazují jednoznačný trend, což interpretujeme tak, že samotný leh na vibroakustickém lůžku bez aktivní VAT způsobuje nevýznamné změny v hodnotách HRV.



Obrázek 5. Mean HR – srovnání pre-testů a post-testů v případě 2 vleže



Obrázek 5b. RMSSD – srovnání pre-testů a post-testů v případě 2 vleže

## Diskuze

V této studii dvou případů dospívajících osob s MO jsme zjistili, že aplikace vibroakustického programu na rehabilitačním vibroakustickém lůžku Vibrobed s využitím programu Živly měla vliv na spasticitu (ve většině setkání se jednalo o snížení o jeden stupeň na Ashwortově škále). Toto zjištění je v souladu se závěry předchozích studií u dětí s MO (Liu et al., 2010, 2013, Katusic, 2013) i se závěry studií u přístupu Whole Body Vibration (Krause et al., 2017; Tupimai et al., 2016). Ve srovnání s některými z těchto studií však v případě naší studie musíme počítat s kombinovaným vlivem nízkých frekvencí a hudby (zejména ve srovnání s randomizovanou kontrolovanou studií od Katusic, 2013, která u populace



dětí s MO podává nejdůvěryhodnější důkazy o efektivitě VAT). Hudba, která je součástí vibroakustického programu měla v této studii zcela jistě vliv na svalový tonus.

Zjištění o vlivu VAT na spasticitu u dospělých osob s MO je přínosné pro klinickou praxi i pro další výzkum. Přestože lze předpokládat větší efekt VAT na spasticitu a vývoj pohybových schopností u dětí v důsledku jejich zvýšené neuroplasticity mozku, tato studie ukazuje, že také v rehabilitaci dospělých osob by mohla mít aplikace VAT pozitivní přínos.

V případě analýzy vlivu VAT na HRV byly v obou případech zjištěny protichůdné trendy vykazovaných hodnot parametrů HRV. Zatímco v prvním případě se v důsledku intervence zvyšovala aktivita parasympatiku, v druhém případě působila intervence inhibičně na aktivitu parasympatiku.

Z uvedených měření a následných analýz nelze jednoznačně predikovat, jakým způsobem působí VAT na autonomní nervový systém. Zdá se, že o výsledném trendu působení VAT (ve směru podpory parasympatické či sympatické části ANS) rozhoduje řada vlivů, včetně interindividuálních rozdílů v reaktivitě organismu. Výsledky v této studii navíc mohly ovlivnit další faktory:

- Nedostatečně dlouhé úseky jednotlivých fází, především u pre-testu a post-testu. V rámci fáze A a A' byly velmi výrazné rozdíly mezi jednotlivými setkáními.
- Adaptace osob s těžším zdravotním postižením – návyk na průběh jednotlivých setkání, aniž by byl pro účastníky stresující, může vyžadovat vyšší počet setkání, než byl aplikován v této studii.
- Z hodnot naměřených v poloze vleže ve všech fázích nelze vysledovat žádný jednoznačný trend. Samotná výzkumná procedura mohla zvyšovat stresovou reakci – např. nepohodlný tvar vibroakustického lůžka vzhledem k tělesným deformitám účastníků, návyk na polohu v sedě na ortopedickém vozíku, nutné přesuny v rámci pre-testu a post-testu atd.

Vzhledem k výše uvedeným problémům navrhuje design této studie upravit následujícím způsobem:

- Výsledky měření Ashwortovou škálou by bylo spolehlivější mít formou pretestů a posttestů ze všech setkání. Kvůli limitům studie je nutné k interpretaci výsledků přistupovat s opatrností.
- Zajistit vyšší počet měření HRV, především ve fázích A a A' pro dosažení stabilnějších *baseline* hodnot a umožnění statistické analýzy (viz níže). U účastníků s mentálním postižením je zapotřebí počítat s delší adaptací na výzkumnou proceduru.
- Fyzicky nemanipulovat s účastníky během měření HRV. Intervence i měření by mohly probíhat pouze v sedě (na tuto polohu jsou účastníci zvyklí a je jim pohodlná). Pro intervenci je třeba vytvořit nový systém přenosu nízkofrekvenčního zvuku na ortopedickém vozíku. Fázi měření vleže by bylo možné vypustit.

V budoucí studii by bylo možné analyzovat:

- Krátkodobý efekt VAT v rámci jednotlivých setkání s analýzou pretestů a posttestů ve fázi B (možné analyzovat např. Wilcoxonovým testem).
- Krátkodobý efekt VAT setkání, kdy došlo k aplikaci VAT (fáze B) se setkáními s kontrolními měřeními ve fázích A a A' (možné analyzovat např. Mann-Whitney testem).
- Dlouhodobý efekt VAT porovnáním pretestů z fáze A a pretestů z fáze A' (možné analyzovat např. Mann-Whitney testem).

## Závěr

Výsledky těchto dvou případových studií naznačují, že VAT by mohla mít pozitivní přínos pro snížení spasticity v rehabilitaci u dospívajících osob s MO. Analýza výsledků HRV neumožnila zatím prokázat jednoznačný trend působení VAT na autonomní nervový systém. To mohlo být způsobeno také problémy s měřením HRV u této populace, na které jsme v této studii narazili. Navrhujeme, aby toto téma bylo předmětem nové studie s upraveným designem měření, která by u této populace prozkoumala interindividuální rozdíly reaktivity na VAT a vlivy dalších působících parametrů.

Funding: Projekt s názvem Efektivita nízkofrekvenčního zvuku a hudby na stres, fyziologické a hlasové funkce u běžné populace, číslo: IGA\_PdF\_2023\_023.

## Literatura

**CAMPBELL, Elsa, et al.** A single-case, mixed methods study exploring the role of music listening in vibroacoustic treatment. In: *Voices: A World Forum for Music Therapy*. 2019. p. 27-27.

**CHESKY, Kris S. & MICHEL, Donald E.** The Music Vibration Table (MVT™): Developing a technology and conceptual model for pain relief. *Music Therapy Perspectives*, 1991, 9.1: 32-38.

**KANTOR, Jiří, et al.** Effect of low frequency sound vibration on acute stress response in university students—Pilot randomized controlled trial. *Frontiers in Psychology*, 2022a, 6293.

**KANTOR, Jiří, et al.** Exploring vibroacoustic therapy in adults experiencing pain: a scoping review. *BMJ open*, 2022b, 12.4: e046591.

**KANTOR, Jiří, et al.** Potential of vibroacoustic therapy in persons with cerebral palsy: an advanced narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16.20: 3940.

**KATUSIC, Ana, et al.** The effect of vibration therapy on spasticity and motor function in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation* **2013**, 32, 1–8.

**KATUSIĆ, Ana & MEJASKI-BOSNJAK, Vlatka.** Effects of vibrotactile stimulation on the control of muscle tone and movement facilitation in children with cerebral injury. *Coll. Antropol.* **2011**, 35, 57–63.

**KRAUSE, Anne, et al.** Alleviation of motor impairments in patients with cerebral palsy: Acute effects of whole-body vibration on stretch reflex response, voluntary muscle activation and mobility. *Frontiers in neurology*, 2017, 8: 416.

**KVAM, Marit Hoem.** The effect of vibroacoustic therapy. *Physiotherapy*, 1997, 83.6: 290-295.

**LEHIKOINEN, Petri.** The physioacoustic method. *Music Vibration and Health*. Cherry Hill, NJ: Jeffrey Books, 1997, 209-216.

**LIU Zhenhuan, ZHANG Lihong, YIN Xiantao, et al.** Clinical observation of the therapeutic effect of vibroacoustic therapy in relieving spasticity for children with cerebral palsy. *Chinese Pediatrics of Integrated Traditional and Western Medicine*, 2010, 2(1): 27-29.

**LIU, Zhenhuan; ZHANG, Lihong; ZHAO, Yong.** Effect of Vibroacoustic Therapy with Five Elements Music on Muscle Tone of Children with Cerebral Palsy. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice*, 2013, 771-774.

**TUPIMAI, Teeraporn, et al.** Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *Journal of physical therapy science*, 2016, 28.1: 7-13.

**UHRINOVÁ, Zuzana.** Účinek vibroakustické terapie u žáků s vícečetným postižením. Olomouc, 2022. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta.

**VILÍMEK, Zdeněk, et al.** The effect of low frequency sound on heart rate variability and subjective perception: A randomized crossover study. In: *Healthcare*. MDPI, 2022. p. 1024.

**WIGRAM, Anthony Lewis.** The Effect of Vibroacoustic (VA) Therapy on Multiply Handicapped Adults with High Muscle Tone and Spasticity (4th chapter). The Effects of Vibroacoustic Therapy on Clinical and Non-Clinical Populations. Ph.D. Thesis, London University, London, UK, 1996; pp. 92–115.

**WIGRAM, Anthony Lewis.** The Effect of Vibroacoustic (VA) Therapy Compared with Music and Movement Based Physiotherapy on Multiply Handicapped Patients with High Muscle Tone and Spasticity (5th chapter). The Effects of Vibroacoustic Therapy on Clinical and Non-Clinical Populations. Ph.D. Thesis, London University, London, UK, 1996; pp. 116–144.

**WIGRAM, Anthony Lewis.** The Effects of Vibroacoustic Therapy on Clinical and Non-Clinical Populations. Ph.D. Thesis, London University, London, UK, 1996