

**VR Breathing -  
SW využívající dechový biofeedback pro trénink mindfulness, relaxace a  
rytmického dýchání s využitím virtuální reality.**

Metoda k posouzení možné certifikace Ministerstvem zdravotnictví

**Dne:** 1. 4. 2019

**Řešitel:** Národní ústav duševního zdraví

**Řešitelský tým:**

Mgr. Barbora Šouláková

Mgr. Anna Francová

Luisa Procházková Msc, MA

Mgr. et Mgr. Iveta Fajnerová, Ph.D.

MUDr. Pavla Stopková, Ph.D.

**Kontakt:**

E-mail: Barбора.Soulakova@nudz.cz

Tel: +420 606 280 423

**Oponentské posudky vypracované:**

prof. MUDr. Klára Látalová, Ph.D.

*Pracoviště: Klinika Psychiatrie FN a LF UP v Olomouci*

prof. MUDr. Jan Libiger, CSc.

*Pracoviště: Psychiatrická klinika LF UK a FN Hradec Králové*

**Způsob financování:**

Certifikovaná metodika vznikla v rámci činnosti Národního ústavu duševního zdraví příspěvkové organizace MZ ČR za finanční podpory projektu Technologické Agentury České republiky č. TJ01000010 ve spolupráci s XLAB s.r.o. a projektu MŠMT v rámci programu NPUI č. LO161.

**ABSTRAKT**

Rytmické dýchání je nedílnou součástí mnoha relaxačních technik využívaných v psychoterapii. Výzkum ukazuje, že i krátké cvičení rytmického dechu může účinně zvýšit parasympatickou aktivitu a v důsledku toho snížit stres a symptomy úzkosti. V této metodice připravené v Národním ústavu duševního zdraví (NÚDZ) na podkladě výzkumu financovaného TAČR a NPU prezentujeme fungování softwarové aplikace VRBreathing využívající dechový biofeedback pro nácvik rytmického dýchání, relaxace a schopnosti mindfulness ve virtuální realitě. Uživatelé se během 7minutového tréninku pokoušejí o synchronizaci vlastního dýchacího rytmu s dýchacím rytmem vizualizovaném ve virtuálním prostoru. Aplikaci je možné nastavit na různý poměr délky nádechu a výdechu, jak je doporučován odborníky pro techniku rytmického dýchání. Pokud je člověk schopen zvolený rytmus dodržovat, VR prostředí ho na základě biofeedback signálu odměňuje v podobě nově generovaných prvků a tím se posiluje nácvik správného rytmu dýchání. Pokud se uživatel nesynchronizuje správně, generované prvky naopak mizí. Hlavním cílem aplikace je usnadnit osvojení si výše zmiňovaných technik za okolností, které tomu brání nebo uživatele v jejich osvojení omezují. Typickým příkladem je aktuální psychický stav (např. hypersenzitivita vůči tělesným procesům u pacientů s úzkostnými poruchami, rušivé vlivy okolního prostředí nebo nepřítomnost profesionálního terapeuta). Aplikaci je možné využít jak jednorázově (např. s cílem seznámit pacienta s výše zmiňovanými terapeutickými postupy nebo pro zvládnutí akutních symptomů úzkosti), tak opakovaně, zejména u pacientů/klientů neschopných si techniky osvojit standardním způsobem.

## **Popis certifikované metody**

Certifikovaná metodika byla připravena v Národním ústavu duševního zdraví (NÚDZ) na podkladě výzkumu financovaného Technologickou agenturou České republiky (TAČR projekt č. TJ01000010) probíhajícího v NÚDZ a na Leidenské univerzitě (externí partner projektu). Metodika představuje způsob využití softwarové aplikace **VRBreathing**, která využívá metodu dechového biofeedbacku v prostředí virtuální reality (VR) pro trénink mindfulness, relaxace a nácvik metody rytmického dýchání. Aplikace VRBreathing tak kombinuje moderní technologie (imersivní virtuální realitu) s několika klíčovými technikami, které jsou v nynější době hojně využívány při práci s pacienty nebo klienty terapeutických center. Jedná se o nácvik rytmického (popř. bráničního) dýchání, relaxační metody a trénink schopnosti mindfulness. Tyto techniky jsou součástí několika psychotherapeutických programů. Typickým příkladem je široce využívaná kognitivně-behaviorální terapie (KBT), která je standardní součástí terapeutických programů aplikovaných zejména u úzkostných poruch. Zaměření na aktuální prožívání a relaxační techniky tvoří také důležitou součást Gestalt terapie, prvky mindfulness využívá i Dialektická behaviorální terapie (DBT). Relaxační a mindfulness techniky existují také jako samostatné terapeutické metody, které si terapeuti mohou osvojit mimo své běžné vzdělávání.

VRBreathing je krátké (7minutové) cvičení určené jak pro jednorázové využití s cílem seznámit pacienta/klienta s výše zmiňovanými terapeutickými postupy, tak pro opakované využití u osob neschopných si techniky osvojit standardním způsobem. Hlavním cílem aplikace VRBreathing je usnadnit osvojení si výše zmiňovaných technik za okolností, které tomu brání nebo omezují osvojení si technik cílovým uživatelem. Typickými příklady jsou zejména následující situace:

1. limitované zajištění profesionálních terapeutů ovládajících zmiňované techniky na klinickém pracovišti;
2. pacient není schopen si techniku osvojit v důsledku aktuálního psychického stavu (příkladem může být hypersenzitivita [nadměrná pozornost] vůči tělesným procesům u úzkostných poruch, poruchy pozornosti s hyperaktivitou či bez, nespokojenost s vlastním tělem [typicky u poruch příjmu potravy], znovuprožívání traumatických vzpomínek u posttraumatické stresové poruchy);
3. pacient/klient není schopen si techniky osvojit v důsledku rušivého vlivu okolního prostředí (např. během skupinové terapie nebo během využití v ambulantních podmínkách).

## **Principy navrhované metodiky**

Navrhovaná metodika využívá několik zásadních terapeutických technik, které jsou součástí různorodých psychoterapeutických přístupů (1) a principy, které usnadňují osvojení si těchto technik (2). Metoda umožňuje opakované využití díky dalším doplňujícím principům (3). Samotný scénář aplikace VRBreathing byl vytvořen ve spolupráci s profesionálními terapeuty, kteří se věnují relaxačním a mindfulness tréninkům.

### **1) Procvičované terapeutické techniky:**

a) **Nácvik rytmického dýchání:** Cílem aplikace VRBreathing je navádět uživatele k pomalému rytmickému dechu, s možností ho navíc směřovat do dolní oblasti žebér nebo břišní oblasti. Zaměřením se na vlastní dýchání synchronizuje srdeční a respirační rytmy. Tato synchronizace je známá jako respirační sinusová arytmie (RSA) a představuje fluktuace v srdečním tepu (tj. HRV). Ve chvíli kdy se dech zpomalí a výdech se protáhne, tep se sníží, a díky aferentním drahám vagálního tónu do centrální mozkové soustavy může nepřímo aktivovat parasympatický klidový režim [1,2]. Tento mechanismus vysvětluje výsledky výzkumů potvrzujících, že již jednoduchá modulace dýchání může zlepšit autonomní a kognitivní kontrolu [1-4]. Metoda pomalého rytmického dýchání je často doporučovanou metodou při terapeutické léčbě úzkostných poruch a poruch souvisejících s působením stresu [5,6]. Většina účinných respiračních technik navádí klienta k prodloužení dechové frekvence a k udržení stejného rytmu při nádechu a výdechu [7,8]. Výzkum zaměřený na tyto techniky poskytuje evidenci o jejich účinnosti a přínosu z pohledu psychologického a fyziologického zdraví [9,10]. Řada studií ukázala, že hluboké dýchání má okamžitý účinek na snížení stresové reakce a úzkosti, a proto může být považováno za efektivní nástroj v klinické praxi [11-13]. Kontrolovaná dechová cvičení měla pozitivní vliv i na základní kognitivní funkce, a proto mohou být přínosná i zdravým lidem [14-16]. Osvojení si doporučeného dechového rytmu, například 1:1 (5 sekund nádech, 5 sekund výdech) je v aplikaci VRBreathing usnadněno prostřednictvím kombinace imerzivní VR technologie (třídímní prostředí zobrazené prostřednictvím virtuálních brýlí) a biofeedbacku neboli biologické zpětné vazby zabezpečené dechovým pásem. Virtuální prostředí zobrazované uživateli tak přímo reaguje na jeho fyziologickou aktivitu - dechovou frekvenci (tzn. počet dechových cyklů za minutu).

b) **Mindfulness intervence a trénink zaměřené pozornosti:** Soustředěním se na synchronizaci dechu se zvoleným rytmem, která je odměňována nově generovanými prvky prostředí, je člověk nucen udržovat soustředěnou pozornost. Aplikace VRBreathing tak nenásilnou formou člověka vede k tréninku koncentrace pozornosti na vlastní dech a na přítomný okamžik. Právě trénink koncentrace pozornosti na dech a na přítomný okamžik je jednou ze základních technik při tréninku mindfulness zaměřené pozornosti (všímavosti). Trénink mindfulness pacienta/klienta učí uvědomovat si své aktuální myšlenky, pocity a tělesné vjemy a pomáhá tak omezovat ruminace (nízké sebehodnocení, nutkavé myšlenky na negativní aspekt situace, monomanické myšlení) [12,17].

c) **Relaxace:** KBT využívá relaxaci jako jednu z hlavních technik při řešení akutních úzkostných stavů. Relaxační techniky jsou obecně považovány za efektivní způsob práce se stresem a úzkostí [18] a představují proto důležitou metodu prevence. Pozitivní efekt relaxačních metod na snížení stresu, úzkosti a zvýšení kvality života byl navíc prokázán nejen u klinické populace, ale také na zdravých dobrovolnících [19]. Relaxační techniky využívají princip odpoutání pozornosti od okolních vjemů a vizualizace příjemného a uklidňujícího prostředí/situace, popř. zaměření se na vlastní tělo a jeho postupné uvolňování. Právě tyto principy aplikace VRBreathing zpřístupňuje. Na začátku cvičení (po spuštění aplikace) je uživatel nejdříve veden ke svalové relaxaci, stejně jako je tomu u metod autogenního tréninku. Postupně je pozornost uživatele vedena do jednotlivých částí těla a narativní hlas jej vede k jejich postupnému uvolňování.

## 2) Principy usnadňující osvojení si výše popsaných terapeutických technik:

a) **Biofeedback:** Aplikace VRBreathing díky dechovému senzoru přímo monitoruje, zda jedinec synchronizuje svůj dech s doporučeným rytmem a umožňuje tak využití biologické zpětné vazby. V případě, kdy dojde k úspěšné synchronizaci, je udržení správné dechové frekvence pozitivně podpořeno odměnou v podobě vizuálních změn v zobrazovaném VR prostředí. V opačném případě ke změnám v prostředí nedochází. V případě neschopnosti dechový rytmus udržet dochází opět k úbytku prvků, které představují pozitivní zpětnou vazbu. Využití biofeedbacku u pacientů s psychiatrickými poruchami jakožto metody vědomé regulace maladaptivních fyziologických reakcí bylo z hlediska klinické účinnosti ověřováno například u pacientů s úzkostnými poruchami, depresivními poruchami nebo schizofrenií [20]. Samotný biofeedback navíc vytváří pocit kontroly nad vlastním tělem a jeho fyziologií.

b) **Imerzivní virtuální realita (VR):** Využitím virtuální reality získáváme unikátní možnost provádět tradiční terapeutické metody nebo cvičení v kontrolovaném prostředí virtuálního světa. Prostřednictvím imerzivní virtuální reality (3D zobrazení pomocí VR brýlí) můžeme ovlivňovat podněty, které člověk vidí v průběhu tréninku a eliminovat tak rušivé prvky produkované okolím. Taková pomoc může být pro mnohé osoby v počátečních fázích tréninku zásadní. Některé výzkumy ukazují, že cvičení ve VR je signifikantně účinnější ve srovnání s běžným tréninkem, tréninkem s audio nahrávkami, nebo za pomoci audio nahrávek a PC průvodce. Výzkumné studie kombinující virtuální realitu s respiračními technikami ukazuje, že tato kombinace může být účinná při snižování úzkosti [20-23].

c) **Narativní hlas a relaxační hudba:** Narativní hlas provázející uživatele VRBreathing aplikací patří zkušené terapeutce, která se relaxačními, dechovými a mindfulness technikami přímo zabývá. Stejně tak doprovodná hudba je vytvářena přímo pro tento 7minutový trénink skladateli herní a relaxační hudby.

### 3) Principy usnadňující opakované využívání aplikace:

a) **Automatický záznam chování:** Díky automatickému ukládání dat (záznam z dechového senzoru a údaj o míře synchronizace s předepsanou dechovou frekvencí) může terapeut zpětně kontrolovat, jak moc byl pacient/klient při tréninku úspěšný. Tento prvek navíc umožňuje srovnání s předchozími výsledky a následně uživatele motivuje k dalšímu opakování cvičení a dosažení očekávaného (vzorového) výkonu.

b) **Nastavení dechové frekvence a náročnosti:** Nastavitelné parametry (výběr z několika variant doporučených dechových frekvencí a nastavení náročnosti prostřednictvím míry citlivosti poskytované zpětné vazby) umožňují terapeutovi pracovat dle individuálních potřeb pacienta/klienta, kterému tak pomohou osvojit si terapeutické techniky postupně, dle osobních schopností a dispozic. Aplikace tak neklade na nezkušené osoby nadměrně vysoké nároky, které by je mohli od budoucího využití těchto technik v terapii odradit. Výzkumem identifikované varianty frekvencí dechu vhodné pro dechová cvičení hovoří nejčastěji o rytmu 1:1 (nádech stejně dlouhý jako výdech), popř. 1:2 (výdech dvakrát delší než nádech) - konkrétně např. 5 sekund pro nádech i výdech [24].

#### **Technické vybavení:**

Aplikace VRBreathing využívá následující technické vybavení, které bylo pečlivě vybráno na podkladě technických řešerší mapujících dostupné VR technologie a kvalitní dechové senzory.

1. Brýle pro virtuální realitu typu Lenovo Mirage nebo Oculus (hlavní výhody vybraných brýlí jsou: cenová dostupnost, jednoduché ovládání, pohodlné využití s minimálními technickými nároky na uživatele, možnost hygienického očištění vnitřního povrchu brýlí).
2. Dechový senzor - např. dechový pás Vernier Go Direct nebo jiný senzor odpovídajících parametrů (výhody vybraného senzoru jsou: cenová dostupnost, mobilita, jednoduchá manipulace a možnost přizpůsobení dechovému objemu i dalším speciálním potřebám každého uživatele).
3. Jakýkoliv počítač, který slouží pro spuštění aplikace Vernier a zabezpečuje komunikaci s VRBreathing aplikací.

## **Doporučené postupy**

### **Pro koho je metodika určena:**

Aplikace VRBreathing je určena zejména klinickým psychologům, psychiatrům, psychoterapeutům, rehabilitačním terapeutům a dalším zdravotnickým pracovníkům (např. zdravotním sestřám a terapeutickým asistentům), kteří ve své klinické praxi běžně využívají trénink relaxace, cvičení pomalého rytmického dýchání a trénink mindfulness. Využívat ji mohou i nekliničtí odborníci, zejména psychoterapeuti, psychologové na pracovištích, sportovní psychologové nebo sociální pracovníci.

### **Způsob administrace:**

Metodu lze využít k samotnému nácviku dechových, relaxačních a mindfulness cvičení, protože VRBreathing aplikace zahrnuje kombinovaný trénink všech těchto technik. Instrukce je určena zejména zdravotnickým pracovníkům a psychoterapeutům. Metodiku lze využít nejen v klinických podmínkách, ale i u zdravé populace, pro kterou dechové cvičení a trénink zaměřené pozornosti v kombinaci s virtuální realitou představuje vhodnou metodu pro zvládání stresových situací (jako jsou interpersonální konflikty, nadměrný hluk, psychicky náročné pracovní situace, nežádoucí události apod.) a zmírnění průběhu úzkostných příznaků u již probíhajících psychických onemocnění (např. generalizovaná úzkostná porucha, panická porucha, obsedantně kompulzivní porucha, poruchy přizpůsobení, abúzus a další kategorie zejména úzkostných poruch).

Podrobný návod k obsluze zařízení a ovládání aplikace VRBreathing a úpravy možných nastavení je společně s instrukcí pro personál uveden v Příloze 1. Návod také najdete na webové stránce NÚDZ (<http://www.nudz.cz/files/pdf/sw-mindfulness-vyuziti.pdf>).

## **Cílová populace a typy intervencí:**

Aplikaci doporučujeme využívat zejména u těchto skupin uživatelů v následujících situacích a případech:

### **1) U pacientů s úzkostnými poruchami**

- a) Jednorázová intervence s cílem snížení akutních symptomů úzkosti
- b) Opakované použití u pacientů hospitalizovaných nebo docházejících do ambulantní péče s cílem snížení přítomných symptomů úzkosti
- c) Návčik dechových cvičení jako prvku psychohygieny

### **2) Jako prvek terapie v rehabilitačních zařízeních**

- a) Návčik dechových cvičení: VRBreathing může pomoci pacientům při tréninku dechových cvičení, které jsou běžnou součástí rehabilitačních programů. Typickým příkladem je pohybová rehabilitace, kde se dechová cvičení využívají zejména k aktivnímu snižování bolesti, například při rehabilitaci páteře, artroplastice kolen a kyčlí, atd. (22,25,26).
- b) Návčik dechových cvičení jako prvku psychohygieny v rehabilitačním procesu.

### **3) Psychohygieny u skupiny zdravých osob, které prošli školením, nebo přístroj používají v doprovodu se školeným personálem:**

- a) Návčik aktivace parasympatického systému v těle dechem, pro zvládnání stresových situací.

## **Další doporučení a možné kontraindikace:**

Aplikace VRBreathing je vhodná v situaci, kdy byl pacientovi nebo klientovi bez psychiatrické diagnózy doporučen trénink relaxace, mindfulness nebo pomalého rytmického dýchání a pacient/klient má zájem tyto techniky využívat. Pacient/klient by měl být odborným pracovníkem seznámen s významem procvičovaných technik v běžném životě i s ovládnutím aplikace před prvním použitím

Odborník seznámí cílového uživatele s možnými riziky a ověří, zda je daná metoda vhodná (vyloučí kontraindikace). Mezi kontraindikace řadíme především zdravotní stav, který by mohl být negativně ovlivněn hlubokým a pomalým dechem (např. kardiovaskulární onemocnění, astma) nebo který splňuje vylučovací kritéria pro využití VR (např. epilepsie). Využití aplikace u osob s jinými psychiatrickými onemocněními (zejména bipolární porucha nebo porucha ze schizofrenního okruhu) doporučujeme pouze na základě zvážení lékaře/psychiatra konkrétního pacienta. Pacienta/klienta zároveň upozorníme na to, že dechová frekvence může být změněna, popř. zkontrolujeme, zda mu nastavená frekvence vyhovuje. Nesprávné nebo nadměrné využívání některých dechových cvičení může vyústit i v nepříjemné fyziologické projevy jako silné motání hlavy, podrážděnost nebo naopak euforické stavy [3], zejména pak u určitých skupin osob (např. pacienti s bipolární poruchou nebo schizofrenií). Přestože se tyto vedlejší účinky objevují zejména v souvislosti s alternativními způsoby dýchání (např. střídání velmi pomalého a naopak velmi rychlého dýchání), ukazují, jak důležitá je znalost nejen samotného dechového cvičení, ale i celkového kontextu, ve kterém je prováděno.

Při léčbě úzkostných poruch je doporučený trénink relaxace nejméně obden a to jednou denně.



## **Výhody oproti stávajícím metodám**

1. Ve srovnání se standardně prováděnými technikami rytmického dýchání, relaxace a tréninku mindfulness přináší aplikace VRBreathing zejména následující výhody:

a) **Využití u osob, pro které je běžný trénink rytmického dýchání, relaxace a mindfulness složitý:**

Zaměření pozornosti na vlastní tělo nebo dech vyžaduje trénink. Pro začátečníky může být obtížné vydržet po delší dobu v klidovém režimu s minimální stimulací.[29]. Potíže s osvojením dechových technik mohou mít dále následující skupiny osob:

- Pacienti s poruchami spojenými s vnímáním vlastního těla (poruchou příjmu potravy, pacienti s onkologickým onemocněním) mohou pociťovat nepříjemné pocity, pokud se mají zaměřovat na své tělesné vjemy [28].
- Pacienti s úzkostnými poruchami mohou zaznamenávat zvýšení symptomů úzkosti během monitorování vlastních fyziologických projevů (dech, srdeční činnost).
- Pacienti s posttraumatickou stresovou poruchou mohou během klidového stavu vyvolaného běžným relaxačním cvičením zažívat znovuobnovení traumatických vzpomínek.

Pro výše zmiňované pacienty je proto nezbytné najít šetrnější, ale stále efektivní způsob tréninku. VRBreathing nabízí dynamické virtuální prostředí, takže pacient není nucen soustředit se na vjemy svého těla přímo, a přesto může plně prožívat přítomný okamžik ve spojení s rytmem svého dechu. Nejedná se tedy o klasickou mindfulness techniku zaměřenou na tělo a jeho projevy, ale o další způsob usnadnění prožitku přítomnosti v daném čase a virtuálním prostoru. Díky tomu je možné VRBreathing využít jako jedno z nových cvičení rozvíjející mindfulness, jako jsou například cvičení zaměřená na dech, tělo, pohyb atd. Pro výše popsané pacienty, pro které je obtížné plně vnímat svoje tělo a jeho projevy, se díky tomu může jednat o lépe akceptovatelnou metodu nácviku mindfulness. Technika zároveň trénuje rytmické dýchání a snižuje tak aktivaci nutkavých myšlenek. VR aplikace navíc zprostředkovává možnost kontrolovat a manipulovat s virtuálním prostorem, což tvoří důležitý motivační prvek.

b) **Umožňuje využití terapeutických technik i v rušivém prostředí díky imerzní VR technologii, která odbourává okolní vizuální a sluchové vjemy.**

c) **Usnadňuje osvojení si standardních terapeutických technik díky uplatnění několika technologických prvků:**

- i) Propojení biofeedbacku a systému odměn: Aplikace je napojena na dechový senzor Go Direct Respiration Belt, který umožňuje měřit dechovou frekvenci pomocí údajů o síle, kterou participant působí na pás umístěný na rozhraní břicha a hrudníku. Biofeedback tak činí trénink interaktivním, jelikož díky němu je výkon uživatele okamžitě reflektován a úspěšná synchronizace vede k viditelným změnám ve VR prostředí.

ii) Nastavitelné parametry - nastavení dechové frekvence (poměr délky nádechu a výdechu) a náročnosti (citlivosti zpětné vazby) navíc usnadňuje postupné osvojení si rytmického dýchání dle individuálních potřeb pacienta/klienta.

2. Srovnání s jinými existujícími aplikacemi:

a) Validace metody, kombinace VR technologie s biofeedbackem a mírou synchronizace:

Virtuální realita se stále více uplatňuje v oblastech terapie a rehabilitace [29-31]. Aplikace ve virtuální realitě se často využívají při léčbě úzkostných onemocnění a poruch souvisejících se stresem [30-32]. Těchto VR aplikací stále přibývá, avšak systémů, které by byly vhodné pro klinickou praxi a prošly výzkumnou validací je nedostatek. I přes poměrný nedostatek související literatury přibývající evidence ukazuje, že i jednoduché relaxační a mindfulness hry ve VR mohou být účinné a vedou k uvolnění. Využití těchto aplikací je především hodnotné v rušných a chaotických prostředích, ve kterých by byl běžný trénink obtížný (pracovní či nemocniční prostředí). VR aplikace jako *ZenZone*, *Relax VR*, *Relaxation VR: Rest and Meditate* nebo *Monarch VR* poskytují uživateli uklidňující hudbu, vizuálně bohaté virtuální prostředí a audio nahrávky s instrukcemi k relaxačnímu nebo mindfulness cvičení. Někteří odborníci tyto systémy hodnotí jako nedostatečné k tréninku mindfulness, protože uživateli neposkytují možnost práce s pozorností a soustředěním na dech, které jsou při tréninku mindfulness zásadní [33].

Dosavadní literatura ukazuje na možné benefity využití biofeedbacku ve VR při tréninku mindfulness. Existují systémy využívající neurofeedback a biofeedback pro zvýšení prožitku během cvičení. Například, Shaw a kol. (2007) představili *VR Meditation Chamber*, které používá vodivost kůže jako mechanismus biofeedbacku. Zjistil, že tato metoda pomohla zlepšit schopnost mindfulness zejména uživatelům bez předchozích zkušeností s podobným tréninkem [34]. Podobně Gromala a kol. (2015) zkombinovali virtuální realitu a biofeedback napojený na vodivost kůže pro trénink mindfulness v projektu *Virtual Walk*. Výzkum s touto aplikací ukázal, že systém byl výrazně účinnější při práci s chronickou bolestí v porovnání s kontrolní skupinou, která poslouchala zvukovou nahrávku s nácvikem mindfulness [35]. Existují i systémy využívající elektroencefalografii (EEG) měřící elektrický potenciál povrchu hlavy. Systémy jako je *RealWorld* se s pomocí signálu EEG pokouší zjistit, zda je uživatel v soustředěném stavu. Výzkumy této aplikace ukázaly, že technologie zvýšila účinnost hry [36]. Limitací takového systému je malá uživatelská dostupnost, vysoká cena a náchylnost EEG k řadě artefaktů při měření, které mohou být pro uživatele frustrující.

Nedávný výzkum ukázal, že pouhá vizualizace respiračního cyklu ve virtuální realitě není dostačující k navození fyziologického klidu [37]. Z nálezů zahraničních pilotních studií (s aplikací *DEEP*, [38]) a našich zatím nepublikovaných zjištění lze usuzovat, že kombinace imerzivní virtuální reality s biofeedbackem dechu, může zvýšit efektivitu dechového cvičení a následně snížit prožívanou úzkost u pacientů i zdravých osob.

Značnou výhodou VRBreathing aplikace oproti jiným dostupným VR aplikacím kombinovaných s biofeedbackem je, že nabízí možnost nastavitelné dechové frekvence. Dosud žádná nám známá VR aplikace nenabízí trénink synchronizace, při které si uživatel/terapeut může vybrat frekvenci nádechu/výdechu, dle které je trénovaná osoba v případě úspěšné synchronizace odměňována v reálném čase viditelnými změnami ve VR prostoru.

#### b) Kombinované cvičení pozornosti i relaxace

Na rozdíl od většiny dostupných aplikací, které nabízejí jednoduchá relaxační cvičení za pomoci hudby a příjemného virtuálního prostředí, se naše aplikace navíc snaží zařadit trénink pozornosti na podporu kognitivních funkcí využívajícího metodu biologické zpětné vazby. Uživatel se ve VR aplikaci pokouší následovat rytmus předem zvolené dechové frekvence. Pokud uživatel není synchronizován s nastavenou frekvencí, odměny ve vizuálním prostoru mizí. Tím je osoba motivovaná k sledování prvků VR prostředí a jeho změn, čímž dochází k navození soustředěné pozornosti. Prováděním dechového cvičení s biofeedbackem tak uživatel procvičuje i pozornostní funkce. Nepublikované výsledky naší studie s aplikací VRBreathing (viz níže) poukazují na její pozitivní vliv na kognitivní výkon (kognitivní flexibilitu) trénovaných osob. Dosavadní zahraniční studie navíc ukazují, že dlouhodobější trénink mindfulness vede ke zlepšení kognitivních funkcí [39,40] a aktivit denního života (ADL) [39] u osob s mírnou kognitivní poruchou i některých kognitivních funkcí (např. selektivní pozornosti) u zdravých osob [41].

## **Seznam publikací a výstupů, které předcházely metodice**

### **Výstupy za Národní ústav duševního zdraví**

FRANCOVÁ, A., ŠOULÁKOVÁ, B., PROCHÁZKOVÁ, L., FAJNEROVÁ, I. Dechový trénink ve virtuální realitě na podporu relaxace – pilotní studie. *Česká a slovenská psychiatrie*. 2019, 2019(115), 20-26. ISSN 1212-0383.

FRANCOVÁ, A., ŠOULÁKOVÁ, B., FAJNEROVÁ, I., PROCHÁZKOVÁ, L. Využití dechového cvičení ve virtuální realitě na podporu relaxace. V. *KLADRUBSKÉ NEUROREHABILITAČNÍ INTERDISCIPLINÁRNÍ SYMPOZIUM S MEZINÁRODNÍ ÚČASTÍ, ZAMĚŘENÍ NA INOVATIVNÍ TECHNOLOGIE A REHABILITAČNÍ MANAGEMENT PRO PACIENTY SE ZÍSKANÝM POŠKOZENÍM MOZKU*. Kladruby. 01.11.2018 - 02.11.2018.

FRANCOVÁ, A., ŠOULÁKOVÁ, B., PROCHÁZKOVÁ, L., FAJNEROVÁ, I. Design, development, and evaluation of a novel mindfulness-supporting VR device. *International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies*. University of Nottingham, England. 04.09.2018 - 06.09.2018.

PROCHÁZKOVÁ, L., FRANCOVÁ, A., ŠOULÁKOVÁ, B., FAJNEROVÁ, I., HOMMEL, B. Design, development, and evaluation of a novel mindfulness-supporting VR device. *International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies*. 2018, 2018(12)

ŠOULÁKOVÁ, B., FRANCOVÁ, A., FAJNEROVÁ, I., PROCHÁZKOVÁ, L. VR BREATHing (<http://www.nudz.cz/files/pdf/sw-mindfullnes-info.pdf>, <http://www.nudz.cz/vyzkumne-programy/vp2-socialni-psychiatrie/profil/-registrace SW>)

## **Výstupy za Leidenskou univerzitu**

Výzkumné studie vedoucí ke vzniku certifikované metodiky probíhají na půdě NUDZ ve spolupráci s odborníky z Leiden University a přímo navazují na předchozí výzkum prof. Bernharda Hommela, který je zároveň odborným garantem výzkumu probíhajícího v rámci grantového projektu TAČR Zéta TJ01000010. Niže uvedené výsledky předchozí výzkumné činnosti vedoucí ke vzniku certifikované metodiky proto uvádíme s jeho laskavým svolením.

**Colzato, L.S., & Hommel, B. (2017). Meditation. In: L.S. Colzato (ed.), *Theory-driven approaches to cognitive enhancement* (pp. 225-237). New York: Springer.**

**Colzato, L.S., Szapora, A., Lippelt, D., & Hommel, B. (2017). Prior meditation practice modulates performance and strategy use in convergent- and divergent-thinking problems. *Mindfulness*, 8, 10-18.**

**Hommel, B., & Colzato, L.S. (2017). Meditation and metacontrol. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1, 115-121.**

**Immink, M.A., Colzato, L.S., Stolte, M., & Hommel, B. (2017). Sequence learning enhancement following single-session meditation is dependent on metacontrol mode and experienced effort. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1, 127-140.**

**Colzato, L.S., van der Wel, P., Sellaro, R., & Hommel, B. (2016). A single bout of meditation biases cognitive control but not attentional focusing: Evidence from the global-local task. *Consciousness and Cognition*, 39, 1-7.**

**Colzato, L.S., Sellaro, R., Samara, I., Baas, M., & Hommel, B. (2015). Meditation-induced states predict attentional control over time. *Consciousness and Cognition*, 37, 57-62.**

**Colzato, L.S., Sellaro, R., Samara, I., & Hommel, B. (2015). Meditation-induced cognitive-control states regulate response-conflict adaptation: Evidence from trial-to-trial adjustments in the Simon task. *Consciousness and Cognition*, 35, 110-114.**

**Lippelt, D.P., Hommel, B., & Colzato, L.S. (2014). Focused attention, open monitoring and loving kindness meditation: Effects on attention, conflict monitoring and creativity. *Frontiers in Psychology*, 5:1083.**

**Gerritsen, R. J. S., & Band, G. P. (2018). Breath of life: the respiratory vagal stimulation model of contemplative activity. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 397.**

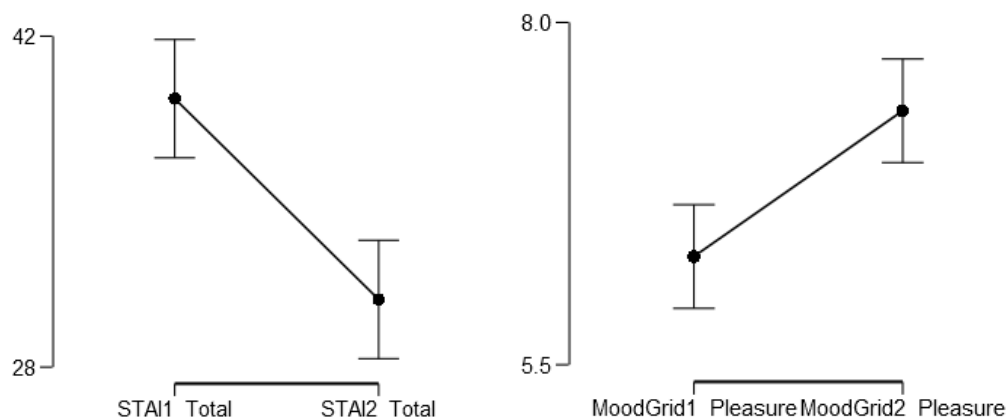
## **Klíčové výstupy z originálních studií (publikovaných i nepublikovaných)**

Dosavadní výsledky výzkumu pomocí aplikace VRBreathing vedou k pozitivním předpokladům ohledně funkčnosti technického řešení i samotného účinku metody. Cílem studií bylo ověření efektu metody na osvojení si dechových cvičení. Do studií se zapojili dobrovolníci a pacienti, kteří se běžně dechovým a relaxačním cvičením nevěnují. Níže prezentované studie byly navíc mnohdy prováděny v rušném prostředí, které není přímo uzpůsobeno cvičení těchto metod s ohledem na distraktující efekt přítomnosti dalších osob a značně rušivých zvukových i vizuálních stimulů. Dobrovolníci/pacienti byli během experimentů požádáni, aby před a po tréninku (jednorázovém/opakovaném) vyplnili dotazník subjektivně vnímané úzkosti STAI-6 a škálu Affect Grid, tvořenou subškálami “Spokojenost” (*Pleasure*) a “Vzrušení” (*Arousal*) a zaměřenou na hodnocení aktuální nálady.

### **I. Testování aplikace u zdravých dobrovolníků**

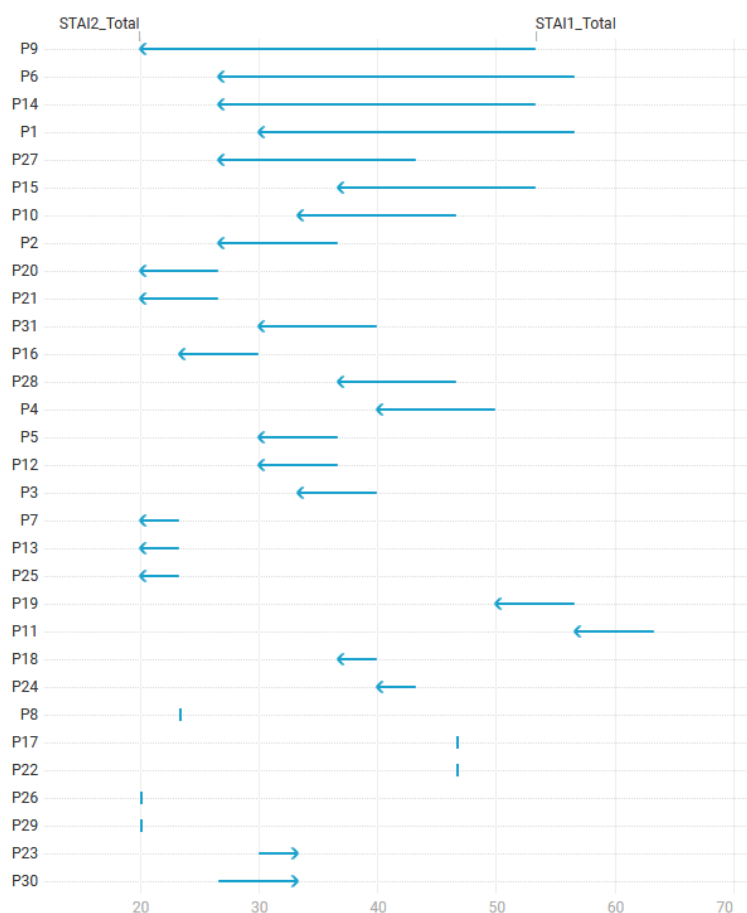
Výsledky studií u zdravých dobrovolníků jsou konzistentní a potvrzují předpoklad, že rytmické dechové cvičení s aplikací VRBreathing se zpětnou vazbou vede ke snížení míry prožívané úzkosti. Testování aplikace VRBreathing u zdravých osob proběhlo ve formě jednorázových sezení ve třech samostatných studiích:

1. Publikovaná studie s 28 zdravými dobrovolníky potvrzuje, že již po jednorázovém 7minutovém cvičení rytmického dýchání ve virtuálním prostředí aplikace VRBreathing došlo u participantů k významnému snížení subjektivně vnímané úzkosti. Studie byla publikována v recenzovaném časopise:  
*FRANCOVÁ, A., ŠOULÁKOVÁ, B., PROCHÁZKOVÁ, L., FAJNEROVÁ, I. Dechový trénink ve virtuální realitě na podporu relaxace – pilotní studie. Česká a slovenská psychiatrie. 2019, 2019(115), 20-26. ISSN 1212-0383.*
2. Nepublikovaná studie u 31 zdravých dobrovolníků (bez kontrolní skupiny) potvrdila výsledky předchozí studie (jednorázové dechové cvičení vede ke snížení úzkosti, Obr. 1 a 2) a navíc ukázala, že jednorázové sezení s aplikací VRBreathing vedlo i ke zvýšení pocitu spokojenosti (viz. Obr. 1 a 3). Naopak pocit vzrušení (arousal) nebyl po tréninku rytmického dýchání doprovázen žádnou statisticky významnou změnou.

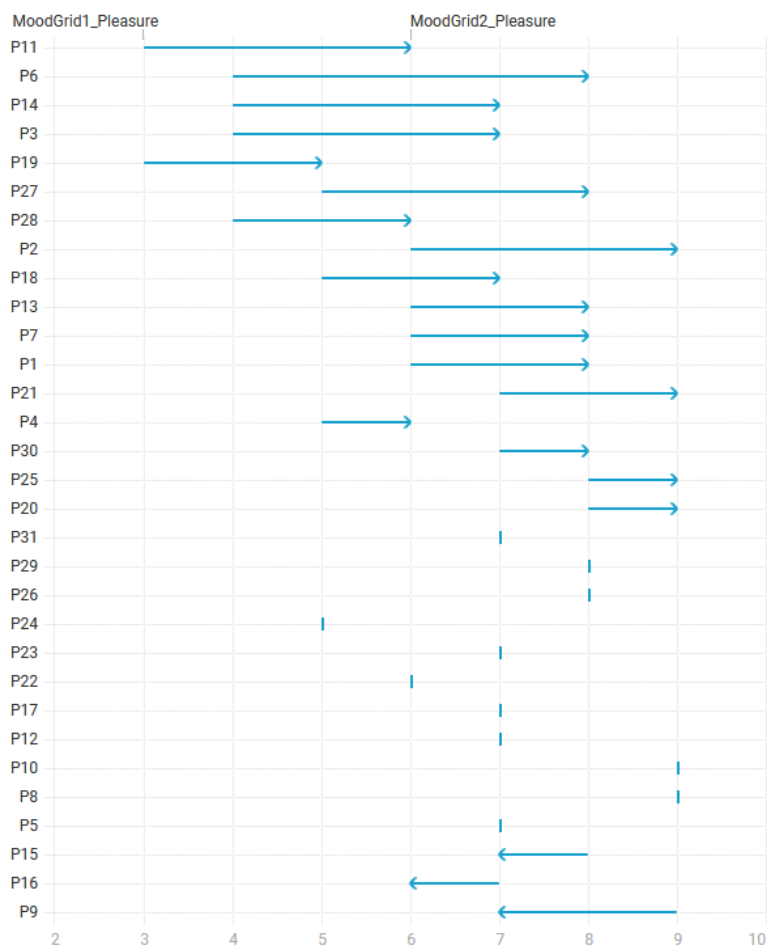


Obr. 1. Graf reprezentuje průměrnou velikost změny subjektivního hodnocení úzkosti (dotazník STAI-6) a spokojenosti (dotazník Mood/Affect Grid) před (\_1) a po (\_2) tréninku.

Grafické znázornění hodnocení STAI-6 a Affect Grid dotazníků před a po tréninku zobrazující velikost změn u jednotlivých participantů (viz Obr. 2 a 3) :



Obr. 2. Graf zachycující změnu v celkovém skóre STAI-6 před (STAI1) a po (STAI2) tréninku v aplikaci u každého participanta (seřazeno sestupně podle velikosti změny).



Obr. 3. Graf zachycující změnu v celkovém skóre Affect/Mood Grid Pleasure před (MoodGrid1) a po (MoodGrid2) tréninku v aplikaci u každého participanta (seřazeno sestupně podle velikosti změny).

3. Cílem třetí dosud nepublikované randomizovaná studie (viz příloha Randomizovaná studie u zdravých dobrovolníků), která proběhla na Leidenské univerzitě na vzorku 125 zdravých osob, bylo srovnat význam jednotlivých prvků aplikace VRBreathing a jejich působení na motivaci, míru prožívané úzkosti, spokojenost, srdeční činnost a také na zaměřenou pozornost. Studie využívá mezisubjektový experimentální design a porovnává 5 skupin (n=25), do kterých byli dobrovolníci randomizovaně rozděleni. Výsledky studie potvrzují zásadní význam kombinovaného nácviku rytmického dýchání s hudbou a biofeedbackem na zvýšení motivace k tréninku a na prodloužení výdechu. Studie také ukázala, že schopnost stabilně udržet delší dechovou frekvenci koreluje s měřeným poklesem úzkosti. U skupin podstupujících dechové cvičení (ve srovnání s počítáním) dochází ke zvýšené flexibilitě v zaměřené pozornosti.



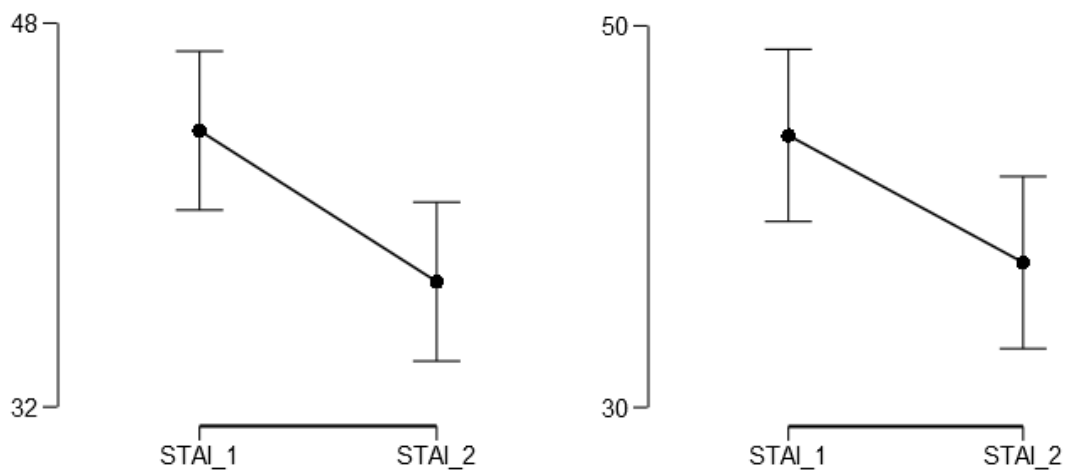
## **II. Testování aplikace v klinickém prostředí**

Testování aplikace VRBreathing u pacientů s úzkostnými poruchami - opakované vnitrosubjektové měření:

Na začátku roku 2019 byla po konzultaci s psychiatry metoda VRBreathing zařazena do aktivit denního stacionáře na oddělení úzkostných poruch v NÚDZ. Aplikace byla nejprve pacientům představena ve skupině a následně si ji mohli individuálně vyzkoušet. Do studie bylo doposud zařazeno 18 pacientů (12 žen, 6 mužů) s úzkostnou symptomatikou. Po dobu 3 týdnů trénoval každý pacient pomocí aplikace VRBreathing cca 2x týdně. Před a po každém tréninku byli pacienti požádáni o vyplnění dotazníku STAI-6 sledujícího aktuální míru úzkosti a The Affect Grid hodnotící nabuzení (arousal) a spokojenost. Z nepublikovaných výsledků testování vyplývá, že pro osvojení si rytmického dýchání je dostačující již jedno sezení, v čase se však tato schopnost dále zlepšuje.

Při statistickém hodnocení jsme se zaměřili na porovnání subjektivně hodnocené úrovně aktuální úzkosti respondentů před a po sezení 1 a 3 u všech 18 pacientů. Sezení 3 bylo vybráno z toho důvodu, že ho absolvovali všichni pacienti a nedocházelo k absencím či předčasnému ukončení programu z důvodu odstoupení od léčby apod. Jelikož počet osob v našem vzorku neodpovídal velikosti vzorku nutného pro použití párového t-testu o síle alespoň 0.5, pro statistickou analýzu byl použit jednostranný neparametrický Wilcoxonův párový test. Na základě této analýzy bylo zjištěno signifikantní snížení ( $W = 127$ ,  $p = 0.009$ ) míry subjektivně pociťované úzkosti - měřené před sezením 1 ( $M = 43.52$ ,  $SD = 11.40$ ,  $min = 26.7$ ,  $max = 70$ ) a po sezení 1 ( $M = 37.22$ ,  $SD = 10.43$ ,  $min = 23.3$ ,  $max = 56.7$ ). K signifikantnímu snížení míry subjektivně pociťované úzkosti ( $W = 131$ ,  $p = 0.025$ ) došlo i během sezení 3: před ( $M = 44.26$ ,  $SD = 12.57$ ,  $min = 30$ ,  $max = 73.3$ ) a po sezení 3 ( $M = 37.59$ ,  $SD = 13.18$ ,  $min = 23.3$ ,  $max = 66.7$ ) (viz Obr. 4).

Níže zobrazujeme pro ilustraci průběh 3 po sobě jdoucích tréninků dechového cvičení u 2 náhodně vybraných pacientů (Obr. 5 a/b). Zároveň ukazujeme i skóry ve STAI-6 a Affect Grid, tak jak se měnily v průběhu tréninku (Obr. 6 a/b). Výsledky škál ukazují opakované snížení úzkosti a nárůst (popř. stejnou úroveň) pozitivních emocí během každého tréninkového sezení. V případě pacienta 2 je viditelné i postupné snižování úzkosti v průběhu terapie. Na grafech zachycujících průběh dechového cvičení si můžeme povšimnout zejména rozdílu mezi prvním sezením (křivka je nepravidelná, na některých místech je vidět zjevné zadržování dechu), zatímco grafy z dalších sezení naznačují, že dech se stává pravidelným a pacient se rychleji synchronizuje.

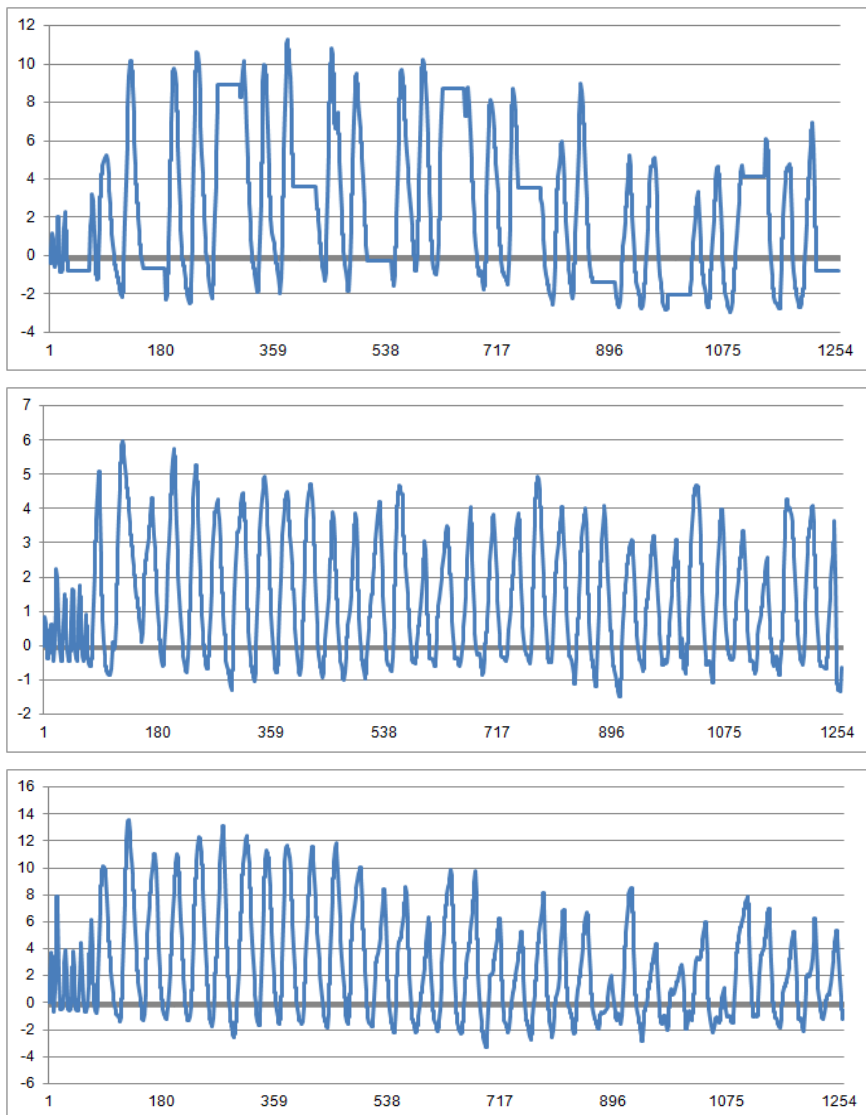


Obr. 4. Grafy zachycující průměrné snížení subjektivně vnímané úzkosti u 18 pacientů s úzkostnými poruchami po sezení 1 (vlevo) a 3 (vpravo).

Subjektivní verbálně poskytnutá zpětná vazba od jednotlivých pacientů poukazuje na to, že na trénink metodou VRBreathing reagovali pozitivně. Jedna z účastnic například zmiňovala, že postupem času cítí, že se rychleji a lépe synchronizuje s daným rytmem a na trénink se těší, je tedy motivována v tréninku touto metodou pokračovat delší dobu. S ohledem na úspěšnost pilotní studie bude po domluvě s lékaři metoda nadále využívána u pacientů v následujících bžích KBT programu na oddělení úzkostných poruch a to po celou dobu (cca 6 týdnů) jejich léčby. Cílem je zaměřit se také na kvalitativní změny v dechu (např. dlouhodobější změny ve frekvenci či hloubce dechu) a možné posílení efektu relaxačních metod KBT programu.

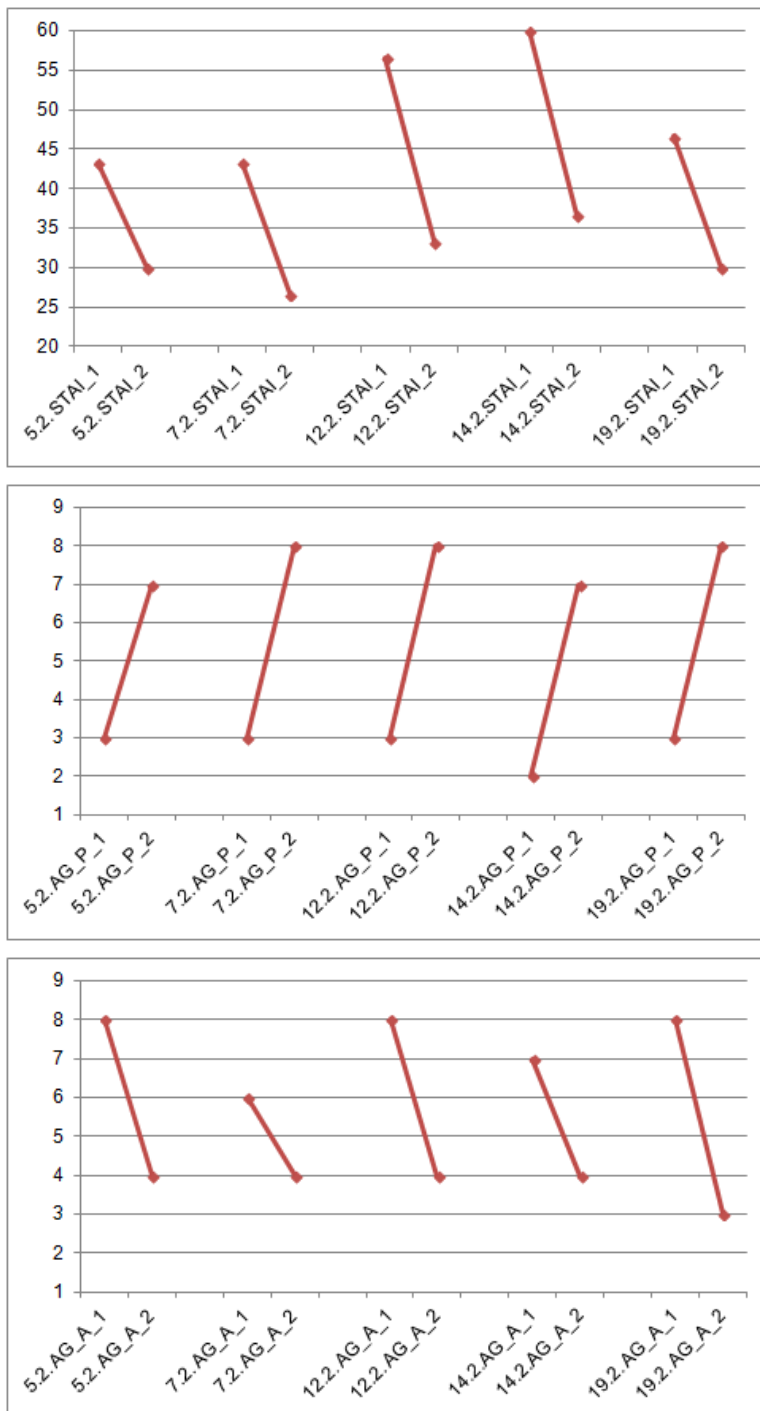
**Grafické ukázky:**

**Pacient 1 - průběh dechového tréninku:**



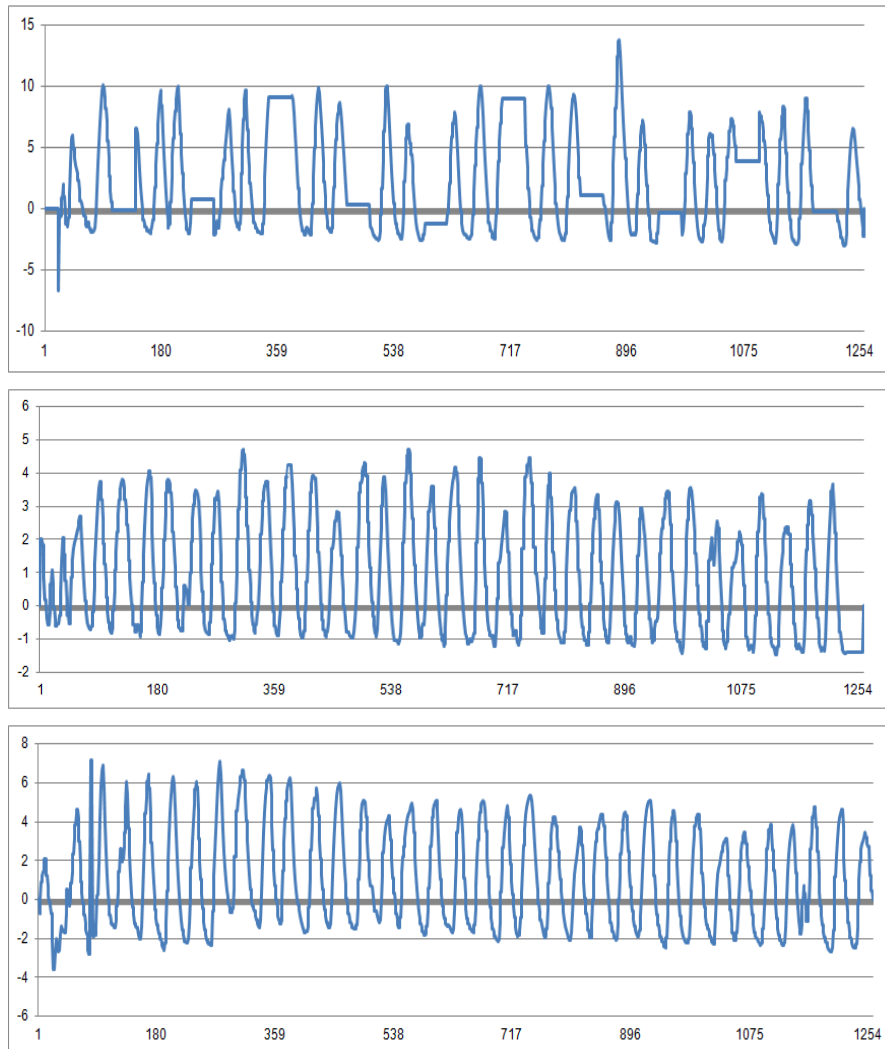
Obr. 5a.

**Pacient 1 - hodnocení aktuálního stavu (STAI-6, Affect Grid):**



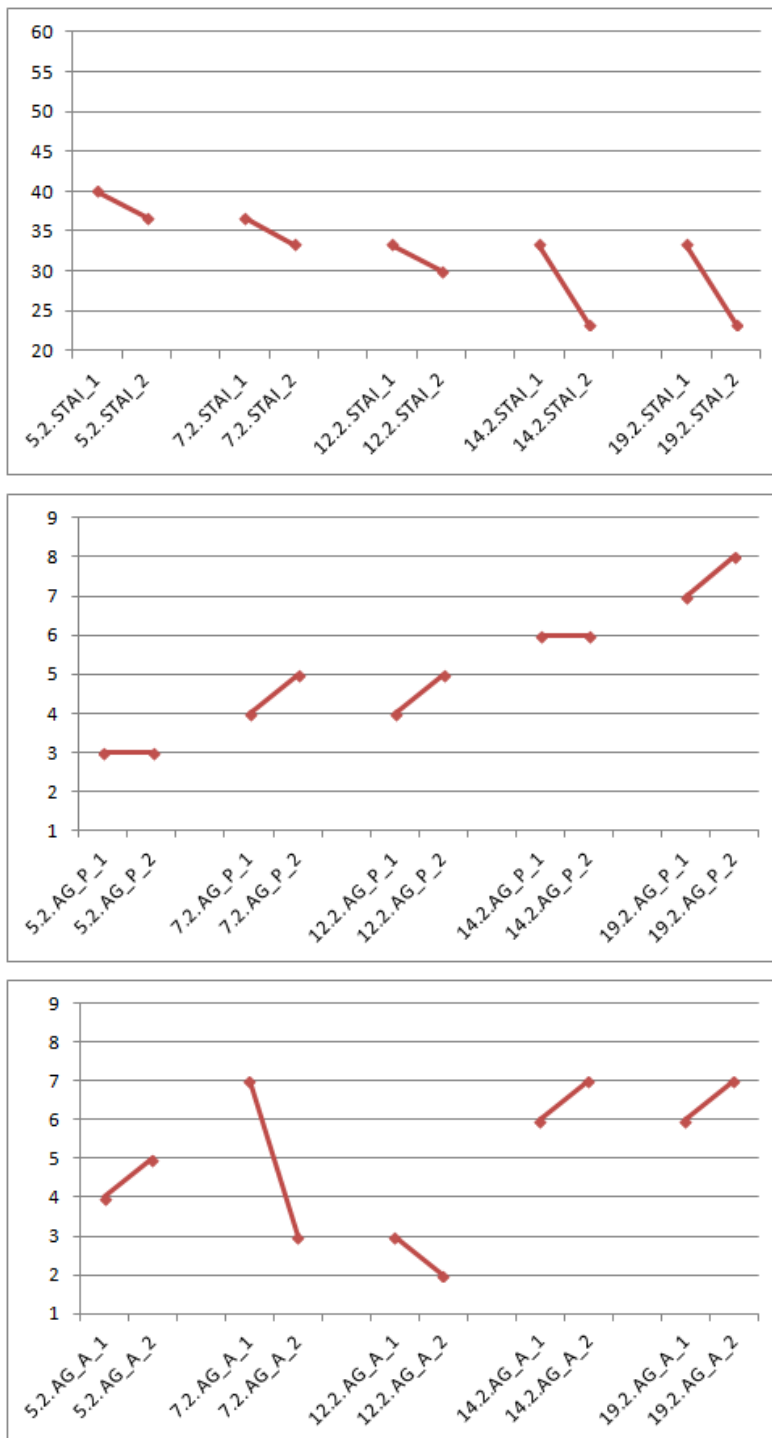
Obr. 6a. Graf zachycující změnu v celkovém skóre STAI-6 a vybraných položek Affect Grid Pleasure (AG\_P) a Arousal (AG\_A) před (x<sub>1</sub>) a po (x<sub>2</sub>) tréninku v 5 po sobě jdoucích sezeních (5.2.2019-19.2.2019).

**Pacient 2 - průběh dechového cvičení:**



Obr. 5b.

**Pacient 2 - hodnocení aktuálního stavu (STAI-6, Affect Grid):**



Obr. 6b. Graf zachycující změnu v celkovém skóre STAI-6, Affect Grid Pleasure (AG\_P) a Arousal (AG\_A) před (x\_1) a po (x\_2) tréninku v 5 po sobě jdoucích sezeních (5.2.2019-19.2.2019).

## **Reference**

1. Gerritsen R.J.S. & Band G.P.H. (2018), The Respiratory Vagal Stimulation Model of Contemplative Activity, *Frontiers in Human Neuroscience* 12: e397.
2. Porges, S. W. (1995). Cardiac vagal tone: a physiological index of stress. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 19, 225–233. doi: 10.1016/0149-7634(94)00066-a
3. Brown, R. P., and Gerbarg, P. L. (2005). Sudarshan kriya yogic breathing in the treatment of stress, anxiety and depression: part I-neurophysiologic model. *J. Altern. Complement. Med.* 11, 189–201. doi: 10.1089/acm.2005.11.189
4. Gothe, N., Pontifex, M. B., Hillman, C. & McAuley, E. (2013). The acute effects of yoga on executive function. *J. Phys. Act. Health*, 10, 488–495
5. Jerath, R., Crawford, M. W., Barnes, V. A., & Harden, K. (2015). Self-regulation of breathing as a primary treatment for anxiety. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 40(2), 107–115.
6. Brown, R. P., Gerbarg, P. L., & Muench, F. (2013). Breathing practices for treatment of psychiatric and stress-related medical conditions. *The Psychiatric Clinics of North America*, 36(1), 121–140.
7. Grossman, P. (1983). Respiration, stress, and cardiovascular function. *Psychophysiology*, 20(3), 284-300.
8. Telles, T., Singh, N., & Puthige, R. (2013). Changes in P300 following alternate nostril yoga breathing and breathe awareness. *BioPsychoSocial Medicine*. 7(11), 1-6.
9. Brown, R. P., & Gerbarg, P. L. (2009). Yoga breathing, meditation, and longevity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1172, 54–62.
10. Sengupta P. (2012). Health Impacts of Yoga and Pranayama: A State-of-the-Art Review. *International journal of preventive medicine*, 3(7), 444-58.
11. Homma, I., & Masaoka, Y. (2008). Breathing rhythms and emotions. *The Psychological Society*. 93, 1011-1021.
12. Feldman, G., Greeson, J., & Senville, J. (2010). Differential effects of mindful breathing, progressive muscle relaxation, and loving-kindness meditation on decentering and negative
13. Telles, S., Yadav, A., Kumar, N., Sharma, S., Visweswaraiyah, N. K., & Balkrishna, A. (2013). Blood pressure and purdue pegboard scores in individuals with hypertension after alternate nostril breathing, breath awareness, and no intervention. *Medical Science Monitor*. 19, 61-66.
14. Telles, T., Singh, N., & Puthige, R. (2013). Changes in P300 following alternate nostril yoga breathing and breath awareness. *BioPsychoSocial Medicine*. 7(11), 1-6.
16. Sharma, V. K., Rajajeyakumar, M., Velkumary, S., Subramanian, S., Bhavanani, A. B., Madanmohan, Sahai, A., & Thangavei, D. (2014). Effect of Fast and Slow Pranayama Practice on Cognitive Functions in Healthy Volunteers. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 8, 10-13.

17. Papiés, E. K., Pronk, T. M., Keesman, M., & Barsalou, L. W. (2015). The benefits of simply observing: mindful attention modulates the link between motivation and behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 108(1), 148–170.
18. Manzoni, G. M., Pagnini, F., Castelnuovo, G., & Molinari, E. (2008). Relaxation training for anxiety: a ten-years systematic review with meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 8(1), 41.
19. Khoury, B., Sharma, M., Rush, S. E., & Fournier, C. (2015). Mindfulness-based stress reduction for healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 78(6), 519–528.
20. Schoenberg, P. L. A., & David, A. S. (2014). Biofeedback for psychiatric disorders: a systematic review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 39(2), 109–135.
21. Gonçalves, R., Pedrozo, A. L., Coutinho, E. S. F., Figueira, I., & Ventura, P. (2012). Efficacy of virtual reality exposure therapy in the treatment of PTSD: a systematic review. *PloS one*, 7(12), e48469.
22. Gromala, D. e.a. (2015) The virtual meditative walk: virtual reality therapy for chronic pain management. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 521-524
23. Glueck, B. C., & Stroebel, C. F. (1975). Biofeedback and meditation in the treatment of psychiatric illnesses. *Comprehensive Psychiatry*.
24. Cheng, K. S., Han, R. P., & Lee, P. F. (2018). Neurophysiological study on the effect of various short durations of deep breathing: A randomized controlled trial. *Respiratory physiology & neurobiology*, 249, 23-31.
25. Liebson, C. (Ed.). (2007). *Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
26. Levine, B., Kaplanek, B., Scafura, D., & Jaffe, W. L. (2007). Rehabilitation after Total Hip and Knee Arthroplasty. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*, 65(2).
27. Creswell, J. D. (2017). Mindfulness interventions. *Annual review of psychology*, 68, 491-516.
28. Rao, M. R., Raghuram, N., Nagendra, H. R., Gopinath, K. S., Srinath, B. S., Diwakar, R. B., ... Varambally, S. (2009). Anxiolytic effects of a yoga program in early breast cancer patients undergoing conventional treatment: A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 17(1), 1–8.
29. Powers, M. B., & Emmelkamp, P. M. (2008). Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *Journal of anxiety disorders*, 22(3), 561-569.
30. Bohil, C. J., Alicea, B., & Biocca, F. A. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nature reviews neuroscience*, 12(12), 752.
31. Opreş, D., Pinteă, S., García- Palacios, A., Botella, C., Szamosközi, Ş., & David, D. (2012). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta- analysis. *Depression and anxiety*, 29(2), 85-93.
32. Riva, G. (2005). Virtual reality in psychotherapy. *Cyberpsychology & behavior*, 8(3), 220-230.
33. Malinowski, P. (2013). Neural mechanisms of attentional control in mindfulness meditation. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 8.
34. Shaw, C. D., Gromala, D., & Seay, A. F. (2007). The meditation chamber: Enacting autonomic senses. *Proc. of ENACTIVE/07*.



35. Gromala, D., Tong, X., Choo, A., Karamnejad, M., & Shaw, C. D. (2015). The Virtual Meditative Walk: Virtual Reality Therapy for Chronic Pain Management. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 521–524). New York, NY, USA: ACM.
36. Kosunen, I. e.a. (2016). RelaWorld: Neuroadaptive and Immersive Virtual Reality Meditation System. IUI 2016, 208 – 217
37. Tinga, A. M., Nyklíček, I., Jansen, M. P., de Back, T. T., & Louwerse, M. M. (2018). Respiratory Biofeedback Does Not Facilitate Lowering Arousal in Meditation Through Virtual Reality. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 1-9.
38. Van Rooij, M., Lobel, A., Harris, O., Smit, N., Granic, I. (2016). DEEP: A Biofeedback Virtual Reality Game for Children At-risk for Anxiety. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. (pp.1989-1997).New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/2851581.2892452 (<https://www.researchgate.net/publication/302074264>)
39. Wong, W. P., Coles, J., Chambers, R., Wu, D. B., & Hased, C. (2017). The Effects of Mindfulness on Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer's disease reports*, 1(1), 181–193.
40. Ted Ng, K. S., Chan, H. Y., Wee, S. T., Goh, L. G., Nur, F., Ying Tan, C. T., ... Kua, E. H. (2016). Mindful Awareness Practice to Improve the Cognition of Singaporean Elderly with Mild Cognitive Impairment (MCI): A Randomized Controlled Trial (RCT). *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 12(7), P1180–P1181.
41. Zeidan, F., Johnson, S. K., Diamond, B. J., David, Z., & Goolkasian, P. (2010). Mindfulness meditation improves cognition: Evidence of brief mental training. *Consciousness and Cognition*, 19(2), 597–605.