

VIRTUÁLNÍ REALITA V PSYCHIATRII: PŘEHLED LITERATURY

souborný článek

Elis Bartečků¹
Jana Hořínková¹

¹Psychiatrická klinika, Lékařská
fakulta MU a FN Brno

Kontaktní adresa:

MUDr. Jana Hořínková, Ph.D.
Psychiatrická klinika
Lékařská fakulta MU a FN Brno
Jihlavská 20
625 00 Brno
e-mail: Horinkova.Jana@fnbrno.cz

Práce byla podpořena grantem
Ministerstva zdravotnictví ČR číslo
16-31457A.

SOUHRN

Bartečků E, Hořínková J. Virtuální realita v psychiatrii: přehled literatury

Virtuální realita (VR) je technologie, která umožňuje simulovat realistické prostředí a interakci uživatele s ním. Nejčastější způsob, jakým je simulované prostředí prezentováno uživateli, je tzv. projekční helma (*Head Mounted Display*, HMD). Využití VR v psychiatrii je zkoumáno již od 90. let 20. století, byl to ale teprve rozvoj technologie v posledních letech a s tím spojená větší finanční dostupnost, které zájem o VR výraznou měrou zvýšily. Aplikace VR v psychiatrii využívají především následující vlastnosti této technologie: navození pocitu přítomnosti (*presence*) v simulovaném prostředí, poskytnutí libovolných vjemů, manipulace se senzorickými modalitami a možnost měření chování uživatele. Stejně jako u jiných médií, je právě navození pocitu přítomnosti, který může zvyšovat dopad prezentovaných stimulů na uživatele.

Největší množství literatury se zabývá možnostmi využití této technologie jako intervencí, které zahrnují terapii, rehabilitaci, zvyšování kvality života, prevenci a profylaxi. Z intervencí se pak nejčastěji využívají implementace postupů kognitivně-behaviorální terapie (KBT) a zejména pak expoziční terapie ve VR (VRET). Druhá nejčastější oblast, která je zkoumána, je možné využití VR v diagnostice a hodnocení tíže symptomů psychiatrických poruch. Tato skupina aplikací využívá možnost měřit chování uživatele ve virtuálním prostředí. VR může být využita jako prostředek objektivní a ekologicky validní diagnostiky.

SUMMARY

Bartečků E, Hořínková J. Virtual reality in psychiatry: literature review

Virtual reality (VR) is a technology which allows simulation of a realistic computer-generated environment and user interaction with it. The most common means to present the simulated stimuli is HMD (Head Mounted Display). VR applications in psychiatry have been a focus of research since 1990's, however, it was a recent development and improved availability of this technology that lead to increased attention to this topic. Applications of VR in psychiatry utilise following attributes: induction of the sense of presence, presentation of any stimuli, manipulation with sensor modalities and measurement of user behaviour. The key attribute distinguishing VR from other ways of stimuli presentation is the sense of presence which can increase the effect of presented stimuli on the user.

The largest body of literature about VR in psychiatry deals with interventions including therapy, rehabilitation, quality of life improvement, prevention and prophylaxis. The most common therapeutical interventions are Cognitive-Behavioral therapy (CBT) techniques implementations, especially Virtual Reality Exposure Therapy (VRET). The second most explored field is an assessment which takes advantage of a possibility to measure user behaviour. VR could be used as a tool for objective and ecologically valid assessment. The third possible use of the VR in psychiatry is the research of mental disorders, their pathophysiology and their relationship

Třetím potenciálním využitím je výzkum duševních poruch, jejich patofyziologie, ale také vlastností VR ve vztahu k duševním poruchám. Poslední skupinou využití je trénink a edukace. V této skupině aplikací může být VR využita k tréninku zdravotnických specialistů nebo k edukaci o duševních poruchách.

Nejvíce je zkoumáno VR u úzkostných poruch, a to většinou jako intervenční postup, konkrétněji VRET. Podobné aplikace se týkají také poruch vyvolaných stresem a návykových poruch. U psychotických poruch je VR využívána hlavně pro výzkum. Relativně velké množství aplikací se věnuje poruchám příjmu potravy, kognitivnímu deficitu, autismu a poruchám pozornosti s hyperaktivitou. Naopak minimum aplikací se týká obsedantně-kompulzivní poruchy, afektivních poruch a poruch osobnosti.

Limitace použití VR u pacientů s psychiatrickými poruchami nejsou plně prozkoumané. První možné omezení může vyplývat z nežádoucích účinků VR. Nejčastěji uváděný nežádoucí účinek je VR nevolnost. Z recentní literatury je patrné, že mohou existovat i jiné nežádoucí účinky, například „následky po expozici“ VR (angl. *aftereffects*), které mohou být vizuální a kognitivní. Dále je patrné, že stále plně neznáme jazyk VR jako média – není jasné, jaký je vztah mezi účinností aplikací, intenzitou pocitu přítomnosti a způsobem prezentace stimulů.

Hlavním problémem aktuální literatury ohledně VR je obecně nízká metodologická kvalita studií, možné publikační bias, časté využívání čekacích listin jako kontrol. Autoři často nedostatečně referují o technickém zpracování VR aplikací a o použitém hardwaru. S tím souvisí omezená standardizace použitého hardwaru a softwaru. Pravdou také je, že zatím byly v psychiatrii využity jen konceptuálně jednodušší aplikace.

Zatím se jeví, že VR může nalézt využití v pochopení, diagnostice i terapii řady duševních poruch. K širšímu využití v psychiatrii musí VR ještě dozrát jak po stránce technické, tak po stránce metodologické a konceptuální. Vzhledem k možnostem technologie a současnému stavu poznání je VR vděčným cílem pro další výzkum.

Klíčová slova: virtuální realita, technologie v péči o zdraví, psychiatrické poruchy, expozice ve virtuální realitě, psychiatrická rehabilitace, psychiatrická diagnostika, edukativní technologie, nevolnost ve virtuální realitě.

to the VR. The last group of applications includes training of mental health professionals and education about mental disorders.

Anxiety disorders are the most frequent target of the VR applications, mostly as interventions, usually VRET. A similar situation is in stress-related disorders and addictions. In psychotic disorders, VR is used usually for research. A relatively high number of applications deal with eating disorders, cognitive impairment, autism and attention deficit and hyperactivity disorder. On the other side, VR is used minimally in obsessive-compulsive disorder, affective disorders and personality disorders.

Limitations of VR utilisation in psychiatry are not fully explored. The first possible limitation could stem from VR adverse reactions. VR sickness is the most often mentioned adverse reaction. In recent literature, there are however notions about others, for example, „aftereffects“ which could be visual or cognitive. It should also be noted that the language of VR as a medium is not fully known. There is a lack of accurate description of relationships between the effects of the VR application, the intensity of the sense of presence and ways of stimuli presentation. The main problem of actual literature on this topic is low methodological quality, possible publication bias and frequent use of waitlist controls. Authors often do not describe technological specifications which are related to reduced hardware and software standardisation. The truth also is that to this date mostly only conceptually simple applications have been explored.

It appears that VR could find its place in understanding, diagnostics and therapy of several mental disorders. To reach full potential, this technology still has to mature methodologically and conceptually. Considering the possibilities of the VR in psychiatry and current state of knowledge, VR can be an exciting focus for further research.

Key words: virtual reality, healthcare technology, psychiatric disorders, virtual reality exposure therapy, psychiatric rehabilitation, psychiatric diagnosis, educational technology, virtual reality sickness.

ÚVOD

Virtuální realita (VR) je rozhraní mezi člověkem a počítačem, které umožňuje simulovat realistické prostředí a interakci uživatele s ním. Jeho účelem je zprostředkovat uživateli senzomotorickou a kognitivní aktivitu ve virtuálním prostředí, které může představovat simulaci některých aspektů reálného světa, ale může být také zcela imaginární nebo symbolické.¹ VR tedy zahrnuje třídimenzionální, počítačem generované virtuální prostředí.² V nejjednodušším pojetí VR technologie sestává z počítače vytvářejícího obraz, zobrazovacího systému a systému sledujícího pohyb uživatele v prostoru.³ Nejčastěji je virtuální prostředí prezentováno prostřednictvím tzv. HMD (*Head Mounted Display*, česky nejlépe přeloženo jako „projekční helma“), které obsahuje dvojici obrazovek umožňujících zobrazit obraz zvlášť pro každé oko a tak vytvářet dojem trojrozměrného prostoru. Pohyb uživatele je sledován pomocí zařízení v HMD nebo vnějšími senzory. Pro interakci s prostředím jsou využívány různé možnosti, například ovladače, datové rukavice nebo přímé sledování rukou uživatele. Toto uspořádání je v současnosti nejvíce spojené s konceptem VR. Spojením binokulárně prezentovaného trojrozměrného prostředí a simulace pohybu v něm nabízí možnost prožitku ponoření se (imerze) do virtuálního prostředí a pocit přítomnosti (*presence*) v něm.

Pro úplnost je třeba zmínit, že existují i jiná uspořádání označovaná za VR, kdy je virtuální prostředí prezentováno jinými způsoby, například projektory nebo na obrazovce. Je však sporné, zda se stále jedná o VR.³

Přestože bylo možné využití VR v psychiatrii zkoumáno již od 90. let 20. století,⁴ byl to rozvoj technologie v posledních letech, který zájem o VR výraznou měrou zvýšil.

Možné využití VR v psychiatrii souvisí s vlastnostmi této technologie. Z výše uvedeného popisu plyne, že tato technologie umožňuje:

1. Ponoření (imerze) do virtuálního prostředí a navození pocitu přítomnosti (anglicky *presence*)
2. Poskytnutí libovolných vjemů
3. Manipulaci se senzoryckými modalitami
4. Měření chování subjektu ve virtuálním prostředí

Pocit přítomnosti je stěžejním prvkem VR a díky němu mohou mít prezentované stimuly daleko větší dopad na uživatele.¹ Toto je důležitá vlastnost, která odlišuje VR od jiných metod zobrazení obrazu a zvuku.

V následujícím textu se pokusíme poskytnout aktuální přehled využití VR v psychiatrii a limitace této technologie. Z dostupné literatury se budeme pokoušet uvádět informace týkající se zejména imerzivní VR, tedy VR systému zahrnujícího HMD.

TYPY APLIKACÍ VR V PSYCHIATRII

Aplikace VR v psychiatrii lze zařadit do čtyř typů: 1. intervence, 2. diagnostika, 3. výzkum, 4. edukace a výcvik.

Intervence ve VR jsou aplikací, které se věnuje největší množství literatury zaměřené na použití VR v psychiatrii. Zahrnují terapii, rehabilitaci, zvyšování kvality života, prevenci a profylaxi.⁵

Z výše uvedených vlastností VR jsou při intervencích využívány zejména možnost ponoření subjektu do simulovaného prostředí a poskytnutí libovolných vjemů, méně často pak možnost měření chování subjektů. Intervence ve VR mohou být pasivní, kdy je subjektu prezentováno určité prostředí nebo scénář bez jasné interakce s prostředím, dále pak aktivní, kdy se od subjektu očekává interakce s prostředím a trénink určitých dovedností, a kombinované.⁶ Intervence využívající VR jsou v drtivé většině několikátýdenní s frekvencí sezení několikrát do týdne.

Do VR jsou dobře přenositelné některé techniky kognitivně-behaviorální terapie (KBT), označované zkratkou VR-CBT⁷ (kognitivně-behaviorální terapie s VR, *Virtual Reality – Cognitive Behavioral Therapy*). Do VR jsou nejsemněji přenositelné behaviorální postupy, konkrétně expozice a relaxace.

Expoziční terapie ve VR (VRET) je s ohledem na vlastnosti VR nejuchopitelnější a v literatuře také nejčastěji uváděná.³ VRET může sloužit jako mezistupeň mezi expozicí v imaginaci a expozicí v prostředí, ale také samostatně. Výhodou VRET může být její větší dostupnost. Při automatizaci lze očekávat redukci času stráveného s terapeutem. VR umožňuje prezentaci libovolných stimulů nutných pro expozici, a to i takových, kterým by bylo obtížné a nákladné vystavovat pacienta v reálném prostředí, například prostředí letadla při aviofobii nebo situaci válečného konfliktu při posttraumatické stresové poruše. VRET také může snížit rizika neočekávaných událostí během expozice.⁸

Další aplikací přirozeně vyplývající z vlastností VR je relaxace. VR může být při této aplikaci využita několika způsoby. Subjektu může být předkládáno relaxující prostředí⁹ nebo scénář;⁶ zajímavou aplikací je prezentovat scénáře zahrnující postupy zahradní terapie nebo interakce se zvířaty.¹⁰ Další možností je poskytnout v rámci VR scénáře instrukce k autogennímu tréninku nebo progresivní relaxaci. Všechny postupy napomáhající relaxaci se mohou v rámci jednoho VR scénáře také kombinovat. Scénáře ve VR mohou být využívány k náviku relaxace v rámci terapie, ale také k rekreačním účelům s cílem zlepšit pocit pohody.

Zajímavou možností je kombinace VR a biofeedbacku nebo neurofeedbacku, kdy se může samotné virtuální prostředí měnit v závislosti na měřené fyziologické proměnné.¹¹ Využití může biofeedback ve VR nalézt jednak při relaxačních technikách, jednak při náviku další KBT strategie – kontroly dechu. Podobné způsoby implementace jako u relaxace a kontroly dechu mohou být využity také u jiných postupů, například u všímavosti (*mindfulness*).¹²

Další behaviorální techniky, jako sledování a plánování činností, jsou do VR přenositelné obtížněji a vyžadují větší kreativitu ze strany autora aplikace. K této technice se více hodí jiné prostředky zahrnující například mobilní telefony.¹⁰ Behaviorální aktivace a fyzická aktivita je do VR přenositelná ve formě například online setkávání s více lidmi, popřípadě VR cvičení (viz níže).

Z kognitivních technik KBT může být VR prostředkem pro psychoedukaci. VR totiž umožňuje uživateli poskytnout výklad v imerzivním virtuálním prostředí a uživatel tak může například „zažít“ názornou simulaci toho, co

se má naučit.¹⁰ Možnosti využít VR jako trojrozměrnou 360stupňovou tabuli lze využít k vizualizaci ideí například při kognitivní restrukturalizaci nebo nácviku řešení problémů. Přenesení nácviku sociálních dovedností do VR může být poměrně snadné díky možnosti simulace různých situací obdobně jako u VRET.

Podobně lze do VR aplikovat také nácvik a trénink jiných dovedností, který může být využit jak v terapii, tak rehabilitaci. Existuje množství studií zabývajících se kognitivní rehabilitací, kdy se využívá možnost trénovat kognitivní funkce v prostředí simulující reálné situace. Trénink a nácvik dovedností ve VR může těžit z možnosti sledovat a měřit chování subjektu během intervence a poskytovat tak zpětnou vazbu o jeho výkonu. Netradičním postupem je cvičení ve VR (*Virtual Reality Exercise*, VRE), které představuje cvičení v simulovaném prostředí a může využívat nástroje vyvinuté pro jiné účely, například vícesměrný běžecký pás původně určený pro hry. Cíle VRE jsou zvýšit zaujetí uživatele cvičením, a tím napomoci tělesné zdatnosti,¹³ popřípadě pomocí cvičení redukovat úzkostné nebo depresivní symptomy.¹⁴ Tímto výčet možných intervencí ve VR samozřejmě nekončí. Jsou totiž omezené pouze kreativitou jejich tvůrců a jejich technickými možnostmi.

Účinnost intervencí ve VR se uvádí jako srovnatelná s jinými intervencemi.¹⁵ Někteří autoři uvádějí, že využití VR snižuje riziko ukončení terapie pacientem (*drop-out*),¹⁵ jiní ale popisují, že VR byla pacienty vnímána jako metoda atraktivnější s možným zvýšením jejich ochoty v terapii pokračovat.¹⁶

Diagnostika a hodnocení tíže příznaků je druhou nejčastější aplikací VR v psychiatrii.³ Při tomto druhu využití je ze zmíněných vlastností VR nejdůležitější možnost sledovat a měřit chování subjektu ve virtuálním prostředí. Sledován a měřen může být například výkon uživatele při plnění úkolů, pohyb subjektu v prostředí, směr pohledu, různé fyziologické proměnné apod. VR tak může být využita k objektivizaci příznaků duševních poruch.¹⁷ Díky možnosti simulovat reálné prostředí a ponoření do něj nabízí také hodnocení dobrou ekologickou validitu.¹⁸

Z dostupné literatury lze vyčíst v podstatě dva koncepty diagnostiky a hodnocení ve VR. Prvním, a dle některých autorů častějším, je měření reakce subjektu na environmentální spouštěče.¹⁹ Tento koncept je využíván u poruch s jasnými environmentálními spouštěči, jako jsou úzkostné poruchy³ nebo závislosti na návykových látkách,²⁰ ale také u poruch, kde je takové využití méně intuitivní, například při hodnocení paranoidity u pacientů se schizofrenií.³

Druhým konceptem je měření chování subjektu při plnění úkolů. Toto hodnocení je v podstatě ekvivalentem testových metod. Své uplatnění nachází například při hodnocení kognitivních funkcí.

Výzkum duševních poruch je třetí možnou aplikací VR v psychiatrii. Tento druh aplikace zahrnuje jednak výzkum patofyziologie duševních poruch, jednak zkoumání možností aplikace technologie VR u různých duševních poruch. Druhá zmíněná oblast má často přesah do intervencí nebo diagnostických aplikací, protože se zabývá jejich vývojem.²¹ Výzkumné aplikace využívají všechny výše uvedené vlastnosti VR, zvláštní pozornost ale zasluží

opět možnost sledovat a měřit chování subjektu a dále také možnost manipulovat se senzorickými modalitami. Druhá zmíněná vlastnost může najít uplatnění například ve výzkumu zpracování multimodálních senzorických vstupů.²²

Výcvik zdravotníků a edukace o duševních poruchách je posledním typem aplikací VR v psychiatrii. Konceptuálně se jedná o aplikace, kdy dění uživatel sleduje buď z pohledu zdravotníka, nebo z pohledu pacienta. První zmíněné jsou využívány častěji v jiných lékařských oborech, než je psychiatrie, například v urgentní medicíně nebo chirurgii, ale i v psychiatrii existuje například aplikace pro trénink používání elektrokonvulzivní terapie.²³ Tento druh aplikací má sloužit k tréninku dovedností lékařů a jiného zdravotnického personálu v prostředí simulace reálných situací a jedná se v podstatě o tzv. vážné hry (*serious games*). Aplikace z pohledu pacienta představují druhou možnost. VR je zde využita k prezentaci takových stimulů nebo k takové manipulaci se senzorickými modalitami, které společně s pocitem ponoření mohou poskytnout uživateli prožitek pacienta s duševní poruchou. Tyto aplikace nalézají své využití jednak v destigmatizaci duševních poruch, jednak v tréninku zdravotnického personálu a zvyšování jejich empatie, například vůči pacientům s demencí.²⁴

APLIKACE VR U RŮZNÝCH DIAGNOSTICKÝCH SKUPIN

Množství navrhovaných a v literatuře popisovaných aplikací virtuální reality se u různých duševních poruch liší. Jak již bylo uvedeno, vyplývá to z toho, že pro některé poruchy je jednodušší vytvořit koncept aplikace ve VR než pro poruchy jiné.

Úzkostné poruchy patří do první skupiny a velká většina v literatuře popisovaných aplikací se věnuje právě jim. Dle Freemana et al. bylo do roku 2017 publikováno 150 prací zkoumajících VR u úzkostných poruch. Převažovaly studie intervenční, méně bylo studií na rozhraní diagnostických a výzkumných aplikací. Z konkrétních poruch bylo zkoumáno využití VR hlavně u specifických fobií a sociální fobie, což není překvapivé s ohledem na jejich povahu s přítomností environmentálních spouštěčů. Méně pozornosti bylo věnováno generalizované úzkostné poruše a panické poruše, což překvapivé není vzhledem k tomu, že anxieta je zde vnitřně generovaná.³ U úzkostných poruch byly provedeny první pionýrské práce na téma využití VR v psychiatrii vůbec. Byly to intervenční práce Rothbauma et al. zaměřené na symptomy akrofobie – studie z roku 1995⁴ a z roku 1996.²⁵

Při terapeutických aplikacích VR u úzkostných poruch je nejčastěji užívaná VRET. Dostatečné množství randomizovaných kontrolovaných studií zkoumajících VRET u těchto poruch umožnilo v roce 2019 provedení metaanalýzy, která zhodnotila, že VRET vykazuje shodný efekt jako expoziční terapie in vivo.²⁶ Z toho plyne, že VRET je možnou alternativou k jiným terapeutickým postupům.²⁷ Rovněž bylo demonstrováno, že efekt terapeutických intervencí ve VR u úzkostných poruch může přetrvávat

několik let.³ Práce hodnotící příznaky a studie výzkumné byly hlavně zaměřené na zhodnocení VR prostředí pro potřeby dalších terapeutických aplikací. Nejméně bylo studií zkoumajících patofyziologii úzkostných poruch.³

Poruchy vyvolané stresem jsou druhou významnou skupinou poruch, u kterých je využití VR zkoumáno, konkrétně se to týká posttraumatické stresové poruchy (PTSD). Problematika je to v mnoha směrech podobná jako u úzkostných poruch. Autory přehledů a metaanalýz jsou práce zaměřené na PTSD často hodnoceny společně s úzkostnými poruchami.^{3,26} Počty studií jsou nižší než u úzkostných poruch, například do roku 2017 bylo takových studií identifikováno 38.³ Většina se zabývala terapeutickými aplikacemi (32 studií), ostatní studie (6 prací) byly výzkumné a hodnotily možnosti využití VR v další terapii.

Z terapeutických intervencí dominovalo stejně jako v případě úzkostných poruch VRET. Dle metaanalýzy z roku 2019 bylo k datu publikace identifikováno 5 randomizovaných hodnocení. VRET vykazovala střední velikost efektu, bohužel nebyly nalezeny žádné randomizované studie srovnávající VRET s expozicí in vivo.²⁶ Za zmínku také stojí studie prokazující redukci kardiovaskulárního rizika u pacientů s PTSD po VRET.²⁸

Návykové poruchy jsou třetí oblastí, které je v literatuře týkající se VR věnovaná velká pozornost. Rozsáhlý přehled poskytuje práce Segawy et al. z přelomu loňského a tohoto roku.¹ Nejvíce prací je na rozhraní diagnostiky a výzkumu možností VR vyvolat responzi na vnější stimuly související s návykovým chováním. V tomto ohledu byly zkoumány možnosti, zda lze pomocí stimulů prezentovaných VR vyvolat bažení, objektivně měřitelnou fyziologickou odpověď a zvýšenou pozornost k podnětům souvisejícím se závislostí. Celkem bylo identifikováno 26 studií (17 u závislosti na nikotinu, 5 u alkoholu a po jedné u kokainu, konopí, gamblingu a internetových her). To je podobný výsledek jako v přehledu Freemana et al., který v roce 2017 našel 22 studií u návykových látek.³ VR povětšinou ukázala schopnost vyvolat bažení a pozornost k podnětům souvisejícím s objektem závislosti, méně konzistentně pak i objektivně měřitelnou fyziologickou odpověď.¹

Tyto výsledky naznačují, že VR by mohla být využita také k intervencím u závislosti. V dosavadních studiích byla nejčastěji hodnocena VRET, a to jak ve smyslu expozice podnětům vyvolávajícím bažení, tak podnětům averzivním. Méně častou možností byla aplikace VR-CBT. Jako kreativní aplikaci lze zmínit opakované sezení ve VR, kdy měl uživatel nalézt ve virtuálním prostředí 60 cigaret a zamáčknot je.²⁹ V přehledové práci Segawy et al. je zmiňováno celkem 13 studií, z toho 11 testovalo VRET. Největší pozornost byla opět věnována závislosti na tabáku (7 studií), která byla následovaná alkoholem (3 studie), gamblingem (2 studie) a závislostí na internetových hrách (1 studie). Výsledky jsou nejednoznačné, poměrně konzistentně byla zjišťována redukce bažení, dopad na samotné návykové chování byl méně konzistentní.¹

Poruchy příjmu potravy jsou další oblastí, u které je psychoterapie důležitou léčebnou modalitou a jež by z hlediska využití VR mohla být zajímavým cílem. Nicméně oproti předchozím poruchám jsou poruchy

příjmu potravy zkoumány méně. Mimo práci Freemana et al. z roku 2017 poskytující celkový souhrn VR studií u různých duševních poruch³ existují také přehledové práce zabývající se využitím VR u poruch příjmu potravy obecně¹⁶ a specificky bulimie a záchvatovitého přejídání (*binge eating*).³⁰ Z poruch je zkoumáno široké spektrum: mentální anorexie, bulimie, záchvatovité přejídání, jiné nespecifikované poruchy příjmu potravy a obezita.¹⁶ Velikosti studovaných souborů jsou v rozsahu od kazuistik přes studie s několika desítkami pacientů až po studie s více než sty pacienty. Zajímavé je, že až na jednu práci z Velké Británie se této problematice věnují týmy z Itálie a Španělska. V přehledu Cluse et al. bylo zařazeno celkem 26 prací, z toho 15 intervenčních a v případě zbylých 11 prací šlo buď o prezentace technologie, nebo byly na rozhraní výzkumu a hodnocení tíže symptomů.¹⁶ Dominantními tématy byly reakce na expozici stimulům týkajícím se jídla a práce s poruchami vnímání vlastního tělesného schématu.^{3,16,30} Při hodnocení možných intervencí řada studií poukazovala na vyšší atraktivitu léčby pomocí VR a předběžné výsledky naznačují, že VR by mohla být technologie využitelná jako doplňková k technikám KBT. Avšak naprostá většina intervenčních studií byla publikována jedním týmem a výsledky mohly být touto skutečností zkreslené.¹⁶

V kontextu vztahu mezi technikami KBT a intervencemi ve VR představují další dvě diagnostické skupiny jistý paradox. U obou je KBT zavedena jako účinná léčebná modalita, a přesto jsou u nich aplikace ve VR daleko méně časté než u doposud zmiňovaných poruch.

Obsedantně-kompulzivní porucha (OCD) je první takovou výjimkou. Informace o literatuře týkající se využití nových technologií, včetně VR, u obsedantně-kompulzivní poruchy shrnuje přehledový článek Ferreri et al. z roku 2018.²⁰ Autoři konstatují, že OCD se jako porucha s možnými environmentálními spouštěči jeví jako vhodný cíl pro využití VR. Přesto je v literatuře velice málo studií ve srovnání s úzkostnými poruchami v užším smyslu. K roku 2018 autoři našli pouze 3 relativně malé studie k hodnocení tíže poruchy a 2 studie intervenční.²⁰ Zanedbávání této problematiky potvrzuje také review z roku 2017³ a je patrné také z přehledu terapeutických aplikací z roku 2019.³¹ S ohledem na zkušenosti s přenesením KBT postupů do VR u jiných poruch, zejména ve formě VRET, je opomíjení možných VR intervencí u OCD o to překvapivější.³²

Afektivním poruchám je, co se týče VR aplikací, v literatuře věnovaná také malá pozornost, a to ve všech typech využití. Freeman et al. našli k roku 2017 pouze 2 studie využívající imerzivní VR jako pomůcku v psychoterapii s tím, že použité aplikace vedly ke snížení depresivní symptomatologie. Dále autoři našli 2 diagnostické studie využívající neimerzivní VR k hodnocení kognitivních funkcí.³

Dále existuje přehledová publikace zabývající se cvičením ve VR k redukci depresivních a úzkostných příznaků, ve které autoři popisují 5 studií. Čtyři z nich vykazovaly pozitivní výsledky v redukci depresivních příznaků. Nicméně tyto studie nebyly prováděny specificky u pacientů s depresivní poruchou, ale na jiných populacích (senioři, studenti, pacienti po úrazu míchy).¹⁴ Lindner

et al. ve své přehledové publikaci konstatují, že existuje pouze málo pokusů převést techniky KBT využívané u deprese (psychoedukace, behaviorální aktivace, kognitivní restrukturalizace, trénink sociálních dovedností) do VR. Dále pak navrhuje design takových aplikací.¹⁰

U zatím zmíněných diagnostických skupin dominovaly aplikace léčebné. Jak již bylo zmíněno, existují i jiné typy intervencí – nácvik a trénink. Z tohoto důvodu nachází VR využití také u poruch, kde se prolíná psychiatrická péče a speciální školství – autismus a porucha pozornosti s hyperaktivitou.

Autismus je poruchou, u které je výzkum využití VR prováděn již dlouho, a v literatuře je tak k dispozici velké množství studií. Letos vydaný stručný přehled literatury autorů Millera et al. obsahuje 71 publikací.³³ Jedná se bohužel pouze o tabulkový přehled veškeré literatury na dané téma, bez kontroly případných duplicit a bez vyřazení publikací zabývajících se teoretickými koncepty, návrhy protokolů a přehledových publikací a zahrnující také některé sborníky konferencí. Nejstarší z nich byla publikována jen o rok později než nejstarší práce u poruch úzkostných, a to v roce 1996.³⁴ Tato práce se zabývala proveditelností intervenční aplikace VR ve výuce pacientů s autismem. Autismus dále zmiňuje přehledová publikace Parka et al.,³¹ která zahrnuje popis tří intervenčních aplikací. Review týkající se objektivizace psychiatrických symptomů pak popisuje 8 studií zabývajících se pacienty s autismem.¹⁷ Na poli autismu tedy převažovaly aplikace intervenční, následovaly aplikace diagnostické a výzkumné. Oblasti, kterým se věnovaly intervence, byly mimo jiné asistence u výuky, trénink kognitivních funkcí, sociální kognice, trénink sociálních dovedností, nonverbální komunikace a anxieta.³³ Aplikace diagnostické a výzkumné se zaměřovaly na sociální interakce, pohled, motoriku, rozpoznání emocí a pozornost.³³ Diagnostické aplikace se zabývaly rozpoznáním emocí, sociální distancí, empatií a sociálně nevhodným chováním.¹⁷

Porucha pozornosti s hyperaktivitou (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder*, ADHD) je další z poruch, pro kterou je rovněž důležitá oblast výuky. Studie o využití VR u ADHD jsou shrnuty v přehledové publikaci zabývajících se využitím VR v diagnostice a rehabilitaci, která cituje celkem 21 prací.³⁵ 10 prací se zabývalo vývojem diagnostických metod ve VR a většinou obsahovaly hodnocení výkonu participantů pomocí výkonových testů přenesených do VR, příležitostně ještě kombinovaných se simulací virtuální třídy. Byl zkoumán výkon, reakční čas, distraktibilita a hyperaktivita. 7 studií bylo intervenčních, z technik zahrnovaly neurofeedback a kognitivní rehabilitaci, 3 studie pak kombinovaly diagnostické a intervenční postupy. Množství prací dovoluje jistou opatrnou generalizaci, že VR může být využita jak k ekologicky validní diagnostice, tak k terapii a rehabilitaci ADHD.³⁵

Poruchy převážně dětského věku nejsou jedinými diagnózami, u kterých je možno uplatnit rehabilitaci a nácvik ve VR.

Kognitivní deficit a demence jsou další takovou skupinou poruch. Moreno et al. v přehledové práci z roku 2019 uvádějí 22 studií zabývajících se touto problematikou. Prací zařaditelných do skupiny intervencí je ve zmiňovaném přehledu identifikováno 14 a prací výzkumných,

zaměřených na možnosti využití VR u této skupiny pacientů osm. Z diagnostických skupin byli v různých studiích zařazováni pacienti s mírnou poruchou poznávání (*Mild Cognitive Impairment*, MCI), Alzheimerovou nemocí, pacienti po cévní mozkové příhodě, poranění mozku a pacienti s demencí různých jiných etiologií.³⁶

Z intervenčních postupů se nejvíce uplatňoval trénink kognitivních funkcí, cvičení ve VR a relaxační postupy. Cílem pak bylo ovlivnit kognitivní deficit, úzkostné i depresivní příznaky, rovnováhu, tělesnou zdatnost, soběstačnost a celkový pocit pohody.³⁶ V případě kognitivního deficitu byla větší pozornost věnována také edukaci a tréninku ošetřujícího personálu. Na toto téma existuje přehledová publikace vydaná letos.²⁴ Autoři identifikovali celkem 6 studií využívající VR v tréninku a edukaci personálu ošetřujícího pacienty s demencí, z toho dvě studie byly ještě nedokončené. Studie hodnotily zejména změnu v empatii, postojům k demenci, depresivní a úzkostné příznaky, kvalitu života a pocit pohody. Množství studií neumožňovalo jednoznačné hodnocení, nicméně předběžně se jeví, že VR může být využita v edukaci a tréninku personálu ošetřujícího pacienty s demencí.²⁴

Psychotické poruchy jsou z hlediska využití VR zajímavé, protože se jedná o skupinu poruch, u nichž převažují aplikace diagnostické a výzkumné. Freeman et al. ve své review z roku 2017 identifikovali celkem 44 studií využití VR u schizofrenie a jiných psychotických poruch.³ V roce 2018 jich pak jiní autoři identifikovali již 50.¹⁸ Například k roku 2017 bylo nalezeno 23 studií výzkumných, 15 diagnostických a 6 intervenčních, a navíc studie vykazovaly asi největší heterogenitu ze všech poruch.³ Výzkumné aplikace se zabývají zejména výzkumem patofyziologie psychotických symptomů, jako obzvláště vhodný cíl pak vypadá paranoidita a perzekuční bludy,³ méně sluchové halucinace.¹⁸ Diagnostické aplikace se nejčastěji soustředí na ekologicky validní hodnocení přítomnosti psychotických příznaků, kognitivního deficitu, sociální kognice a kompetence.¹⁸ Dále existují předběžná data o možné účinnosti VR intervencí u pozitivních příznaků (paranoidita, perzekuční bludy, sluchové halucinace), zlepšování kognitivních funkcí, sociální kognice a kompetence.¹⁸

Jiné psychiatrické poruchy jsou z hlediska VR zkoumány jen zřídka, a to přestože jsou aplikace VR v psychiatrii omezené pouze kreativitou jejich tvůrců. Jednou z možností je využití VR u poruch osobnosti. Vlastním pátráním v literatuře jsme byli schopni identifikovat jednu kazuistiku zabývajících se intervenční aplikací VR, konkrétněji facilitací tréninku všímavosti (*mindfulness*) v rámci dialektické behaviorální terapie.¹² Dále jsme našli jednu studii výzkumnou zaměřující se na souvislost mezi prostorovou pamětí a schizotypními rysy osobnosti.³⁷

Zajímavé pro využití VR mohou být funkční neurologické poruchy, problematika ležící na rozhraní psychiatrie a neurologie. Identifikovali jsme jednu zprávu z probíhající kontrolované intervenční studie využívající zrcadlovou terapii (*Mirror Visual Feedback*, MVF, technika využívaná v neurorehabilitaci) a VRET. Průběžné výsledky od 28 pacientů prokazují proveditelnost takové intervence a pokračování studie.³⁸

Freeman ve svém přehledu také uvádí několik studií, kdy byla VR využita k terapii nespavosti. Zejména

augmentace relaxačních postupů může být z tohoto hlediska zajímavá.³

LIMITACE A KOMPLIKACE VYUŽITÍ VR V PSYCHIATRII

Přestože v současnosti vstupujeme již do třetího desetiletí, kdy je VR zkoumána v kontextu psychiatrie, řadu prováděných studií lze stále hodnotit jako průkopnické a inovativní. Z toho plyne také řada metodologických nedostatků a nejistot jak z pohledu psychiatra, tak z pohledu výzkumu samotné VR.

Prvním a zřejmým problémem aplikace VR v psychiatrii jsou nežádoucí účinky. Nejčastěji uváděným nežádoucím účinkem VR je nevolnost ve VR podobná tzv. simulátorové nevolnosti, kterou mohou lidé zažívat v automobilových nebo leteckých simulátorech.³⁹ Kvůli specifickým technologiím imerzivní VR se v tomto případě používá anglické označení *VR sickness* (do češtiny přeneseno jako „VR nevolnost“) nebo *cybersickness* (česky „kybernevolnost“). Příznaky VR nevolnosti se do jisté míry překrývají s příznaky kinetózy (nemoc z pohybu) a zahrnují tři dimenze: nevolnost, dezorientaci nebo posturální nestabilitu a vizuální příznaky, například únavu očí. K jejich měření je možné využít škály a dotazníky, například Dotazník simulátorové nevolnosti (*Simulator sickness questionnaire*).⁴⁰ Příznaky vyplývají z nesouladu mezi informacemi o pohybu získanými zrakem a vestibulárním aparátem.³⁹ Tíže příznaků závisí nejen na samotné kvalitě technologie, například rychlosti odezvy nebo kvalitě grafického zpracování, ale vykazuje také interindividuální variabilitu. Přítomnost VR nevolnosti může být limitujícím faktorem u některých pacientů zvláště u některých aplikací, které budou využívat pohyb na velké ploše virtuálního prostoru. Otázkou také je, jak na komplexnější simulace obsahující pohyb budou reagovat například pacienti vykazující velkou míru somatizace a disociace, jejíž příznaky se mohou podobat příznakům VR nevolnosti.

VR nevolnost může mít vztah k další skupině příznaků, tzv. *aftereffects*, česky nejlépe popsateľné jako „následky po expozici“. Mělo by se jednat o skupinu vizuálních a kognitivních příznaků v důsledku expozice VR. Vizuální následky po expozici mohou souviset s používáním HMD a zahrnují dočasné zvýšení akomodace a rozpojení vztahu mezi vergencí a akomodací. Kognitivní následky po expozici pak zahrnují změny reakčního času a mohou mít souvislost se změnami pozornosti.⁴¹

Nežádoucí účinky zejména ve vztahu k pacientům s duševními poruchami zatím nejsou podrobně zkoumány. I dělení jednotlivých skupin nežádoucích účinků zatím není jasně stanoveno. Rovněž nejsou známy možné dlouhodobé účinky expozice VR.

Další komplikací využití VR v psychiatrii jsou nejasnosti ohledně technických požadavků a samotného způsobu prezentace stimulů ve VR. To, co odlišuje VR od jiných technologií poskytujících obraz a zvuk, je pocit přítomnosti (*presence*) ve virtuálním prostředí. Pociť přítomnosti můžeme vnímat jako jednu z výhod, která umožňuje specifické využití terapeutické, diagnostické

i vědecké. Nicméně navození pocitu přítomnosti může být také dalším faktorem, který ovlivní úspěšnost samotné aplikace ve VR, a je další proměnnou, se kterou je nutno ve vytváření aplikací počítat. Co vše ovlivňuje pocit přítomnosti a jak tento pocit přítomnosti ovlivňuje účinek aplikací VR, je stále velkou neznámou.

Roli v navození pocitu přítomnosti hraje nejen kvalita technologie – tedy například HMD, grafického a zvukového zpracování scén a možností interakce, ale také samotný způsob prezentace stimulů. Detailní studie, jak nejlépe prezentovat stimuly pro VR aplikace v psychiatrii, jsou velice vzácné.³ Jinými slovy, zatím dopodrobna neznáme jazyk VR jako média.

Z našeho pohledu mohou interakce mezi pocitem přítomnosti a prezentací stimulů ve VR na jedné straně přinášet problémy, na straně druhé ale mohou napomoci pochopit, jakým způsobem lidé vnímají realitu, jaké faktory toto vnímání ovlivňují a co vše může vést k narušení tohoto vnímání u pacientů s duševními poruchami. Tato možnost VR je zatím bohužel využita nedostatečně.

V případě intervencí ve VR je další neznámou dávkování terapie,³ tedy délka a frekvence jednotlivých expozic. V dosavadních aplikacích, které jsou většinou implementacemi jiných postupů do VR, se využívají znalosti o těchto jiných postupech (expozice, jiné KBT techniky apod.). Je ale možné, že VR bude v tomto ohledu specifická, a i na tomto poli je tudíž nutno provést další výzkum.

Významným problémem aktuální literatury zabývající se intervencemi ve VR je obecně nízká metodologická kvalita studií,³ možné publikační bias, časté využívání čekacích listin (*waitlist*) jako kontrol a možné bias autorů, které snižuje spolehlivost výsledků.¹⁵ Je otázka, kolik negativních studií nebylo publikováno. Dalším problémem je, že autoři často nedostatečně referují o technickém zpracování VR aplikací a o použitém hardwaru. Tyto faktory totiž mohou velkou měrou ovlivnit pocit přítomnosti, kvalitu prezentace stimulů, a tím i efekt samotné VR aplikace (viz výše).

Velkým problémem srovnání jednotlivých studií ve VR je dále standardizace. Využívání různého softwaru a hardwaru různými týmy kombinované s vývojem technologie (viz dále) vede k tomu, že generalizace výsledků je přinejmenším obtížná. Podle Freemana et al. je v dosavadní literatuře o využití VR v psychiatrii také patrné, že zatím byly využity pouze konceptuálně jednodušší aplikace, jako je expozice ve VR, a to navíc u relativně omezeného množství poruch.³ Například rudimentární využití VR u OCD, poruch osobnosti nebo disociativních poruch je překvapivé.

I přes technologický rozvoj v posledních letech zůstávají významnou limitací současné technické možnosti. Technologie VR je stále daleko od dokonalosti. Z mnoha omezení lze zmínit hmotnost používaných HMD, rozlišení obrazovek, šířku zorného pole, sledování pohybu uživatele v prostoru, u mnoha současných HMD nutnost propojení s počítačem kabeláží, nedostatečné zapojení jiných smyslů, zejména hmatu, nevyřešený pohyb na velké ploše apod. Řada z těchto omezení bude v budoucnu vyřešena. To ovšem také znamená, že stav technologie je další proměnná, která bude moci ovlivňovat účinek aplikací VR v psychiatrii. V podstatě to povede k nutnosti provádět nové studie s každým novým větším zdokonalením technologie.

Z praktického pohledu je dále nutné zmínit náročnost vytváření jednotlivých VR aplikací. Úspěšné vytvoření zcela nové VR aplikace předpokládá spolupráci mezi týmem psychiatrů či psychologů, návrhářů aplikací, programátorů a grafiků. Úvodní, psychiatricky validní koncept je nutno přenést do uživatelsky přívětivé konečné podoby, pokud možno bez chyb. Malé týmy, které byly v uplynulých letech hlavními průkopníky této technologie, nebudou mít pravděpodobně dostatečnou kapacitu vytvářet stále složitější aplikace.

Řešením by mohlo být vytváření jakýchsi polotovárů, aplikačních rámců a softwarových balíčků, které by mohlo využívat více týmů. Tak by mohla být do jisté míry řešena také problematika standardizace. Lze také očekávat, že do oblasti využití VR v psychiatrii vstoupí komerční firmy, které budou mít prostředky, jak vytvářet i konceptuálně složitě a uživatelsky přívětivé aplikace.

I přes snížení ceny HMD a výpočetní techniky je VR nadále omezeně dostupná, a to zejména pro běžné konzumenty. Optimisticky lze očekávat, že s dalším vývojem bude i cena technologií klesat a bude pokračovat implementace VR i do dalších přístrojů. Už několik let jsou například dostupné VR aplikace pro mobilní telefony. Také spojení nositelných technologií s VR v tomto ohledu představuje zajímavou možnost přinést VR více uživatelům.

Otázkou zůstává, nakolik se bude VR uplatňovat v terapii a nakolik může změnit způsob terapie v budoucnosti, až budou všechny výše zmíněné bariéry překonány. Vzdálenější budoucnost je v tomto směru obtížné predikovat. Můžeme se pokusit pouze o odhad budoucnosti bezprostřední. Vývoj aplikací VR v psychiatrii bude zřejmě více ve formě evolučních posunů. Lze tak předpokládat další rozvoj a využití zejména intervenčních aplikací u těch poruch, u nichž má VR již relativně dobrý průkaz účinku – tedy úzkostné poruchy a posttraumatická stresová porucha, co se týče terapie, a ADHD, autismus, popřípadě kognitivní deficit v rehabilitaci. Lze očekávat rozvoj automatických nebo poloautomatických intervenčních programů s minimálními zásahy terapeuta u dobře definovaných postupů, například VRET, popřípadě rozvoj aplikací k provádění intervencí prostřednictvím internetu včetně možností online sezení s terapeutem ve VR.

Doposud jsme v textu pojednávali o potenciálních benefitech technologie VR, nakonec je vhodné zmínit se také o možných negativních stránkách VR, které se mohou psychiatrie dotknout. Nejvíce diskutovanou z nich je potenciál rozvoje behaviorální závislosti. Virtuální realita je technologie, jejíž aktuální vývoj je značnou měrou motivován formami zábavného využití. Jednou z nich jsou počítačové hry. Možnost rozvoje behaviorální závislosti na počítačových hrách je reflektována jak v DSM-V, kde je zařazena experimentální nozologická jednotka *Internet gaming disorder*,⁴² tak ve finálním návrhu 11. edice Mezinárodní klasifikace nemocí, kde je uvedena pod názvem *Game disorder*.⁴³ Tyto diagnózy mohou být jednoduše aplikovány také na hraní počítačových her prostřednictvím VR. Není obtížné představit si, že vlastnosti VR by mohly atraktivitu počítačových her zvyšovat. Nutno však podotknout, že už u navrhovaných diagnostických jednotek je stále nutný další výzkum. Zábavného využití VR se navíc dotýká celá řada stejných problémů a překážek jako jejich využití v psychiatrii, o kterých jsme pojednávali výše. Přidružuje se k tomu ještě problematika omezeného množství dostatečně zajímavého obsahu, tedy her a jiných zábavných aplikací. Hovořit o závislosti specificky na VR je tak v této chvíli možno pouze hypoteticky.

ZÁVĚR

V současnosti se nacházíme ve třetím desetiletí zkoumání využití VR v psychiatrii, přesto můžeme současný výzkum na tomto poli stále považovat za inovativní a pionýrský. Zatím se jeví, že VR může nalézt využití v pochopení, diagnostice i terapii řady duševních poruch. VR nelze považovat za technologii záračnou, ale může se v blízké budoucnosti stát zajímavým nástrojem v rukou psychiatrů tak, jakým jsou v současné době například zobrazovací metody. K širšímu využití v psychiatrii musí VR ještě dozrát jak po stránce technické, tak po stránce metodologické a konceptuální. Vzhledem k možnostem technologie a současnému stavu poznání je VR atraktivním cílem pro další výzkum.

LITERATURA

- Segawa T, Baudry T, Bourla A et al. Virtual reality (VR) in assessment and treatment of addictive disorders: A systematic review. *Frontiers in neuroscience* 2019; 13: 1409.
- Jerdan SW, Grindle M, Woerden HC van, Kamel Boulos MN. Head-mounted virtual reality and mental health: Critical review of current research. *JMIR serious games* 2018; 6 (3): e14.
- Freeman D, Reeve S, Robinson A et al. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological medicine* 2017; 47 (14): 2393–2400.
- Rothbaum BO, Hodges LE, Kooper R et al. Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. *American Journal of Psychiatry* 1995; 152 (4): 626–628.
- Vass E, Fekete Z, Lencse L et al. Treatment of theory of mind deficits in schizophrenia by using virtual reality, the VR-tomis training (virtual reality based theory of mind intervention in schizophrenia). *Psychiatria Hungarica: A Magyar Pszichiatriai Tarsasag tudományos folyoirata* 2019; 34 (3): 287–299.
- Pizzoli SFM, Mazzocco K, Triberti S et al. User-centered virtual reality for promoting relaxation: An innovative approach. *Front Psychol* 2019; 10: 479.
- Riches S, Bird L, Chan N et al. Subjective experience of paranoid ideation in a virtual reality social environment: A mixed methods cross-sectional study. *Clinical psychology & psychotherapy* 2020.
- Oing T, Prescott J. Implementations of virtual reality for anxiety-related disorders: Systematic review. *JMIR serious games* 2018; 6 (4): e10965.
- Anderson AP, Mayer MD, Fellows AM et al. Relaxation with immersive natural scenes presented using virtual reality. *Aerospace Medicine and Human Performance* 2017; 88 (6): 520–526.
- Lindner P, Hamilton W, Miloff A, Carlbring P. How to treat depression

- with low-intensity virtual reality interventions: Perspectives on translating cognitive behavioral techniques into the virtual reality modality and how to make anti-depressive use of virtual reality-unique experiences. *Frontiers in psychiatry* 2019; 10: 792.
11. Francová A, Šouláková B, Procházková L, Fajnerová I. Dechový trénink ve virtuální realitě na podporu relaxace – pilotní studie. *Čes a slov psychiat* 2019; 115 (1): 20–26.
 12. Navarro-Haro MV, Modrego-Alarcón M, Hoffman HG et al. Evaluation of a mindfulness-based intervention with and without virtual reality dialectical behavior therapy, mindfulness skills training for the treatment of generalized anxiety disorder in primary care: A pilot study. *Frontiers in psychology* 2019; 10: 55.
 13. Dębska M, Polechoński J, Mynarski A, Polechoński P. Enjoyment and intensity of physical activity in immersive virtual reality performed on innovative training devices in compliance with recommendations for health. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019; 16 (19): 3673.
 14. Zeng N, Pope Z, Lee JE, Gao Z. Virtual reality exercise for anxiety and depression: A preliminary review of current research in an emerging field. *Journal of clinical medicine* 2018; 7 (3).
 15. Fodor LA, Coteș CD, Cuijpers P et al. The effectiveness of virtual reality based interventions for symptoms of anxiety and depression: A meta-analysis. *Scientific reports* 2018; 8 (1): 10323.
 16. Clus D, Larsen ME, Lemey C, Berrouiguet S. The use of virtual reality in patients with eating disorders: Systematic review. *Journal of medical Internet research* 2018; 20 (4): e157.
 17. van Bennekom MJ, de Koning PP, Denys D. Virtual reality objectifies the diagnosis of psychiatric disorders: A literature review. *Frontiers in psychiatry* 2017; 8: 163.
 18. Rus-Calafell M, Garety P, Sason E, Craig TJK, Valmaggia LR. Virtual reality in the assessment and treatment of psychosis: A systematic review of its utility, acceptability and effectiveness. *Psychological medicine* 2018; 48 (3): 362–391.
 19. Ferreri F, Bourla A, Peretti C-S et al. How new technologies can improve prediction, assessment, and intervention in obsessive-compulsive disorder (e-ocd): Review. *JMIR mental health* 2019; 6 (12): e11643.
 20. Ferreri F, Bourla A, Mouchabac S, Karila L. E-addictology: An overview of new technologies for assessing and intervening in addictive behaviors. *Frontiers in psychiatry* 2018; 9: 51.
 21. Reger GM, Smolenski D, Norr A et al. Does virtual reality increase emotional engagement during exposure for ptsd? Subjective distress during prolonged and virtual reality exposure therapy. *Journal of anxiety disorders* 2019; 61: 75–81.
 22. Tseng P, Juan C-H. Virtual reality in the neuroscience of multisensory integration and consciousness of bodily self. *Journal of Neuroscience and Neuroengineering* 2013; 2 (4): 387–392.
 23. Aakhus E, Utheim E, Vandli R et al. Safety and fidelity in electroconvulsive therapy (safe ECT): A novel virtual reality-based training program in electroconvulsive therapy (phase 1). *The journal of ECT* 2020.
 24. Hirt J, Beer T. Use and impact of virtual reality simulation in dementia care education: A scoping review. *Nurse education today* 2020; 84: 104207.
 25. Rothbaum BO, Hodges L, Watson BA, Kessler G, Opdyke D. Virtual reality exposure therapy in the treatment of fear of flying: A case report. *Behaviour Research and Therapy* 1996; 34 (5–6): 477–481.
 26. Carl E, Stein AT, Levihn-Coon A et al. Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of anxiety disorders* 2019; 61: 27–36.
 27. Boeldt D, McMahon E, McFaul M, Greenleaf W. Using virtual reality exposure therapy to enhance treatment of anxiety disorders: Identifying areas of clinical adoption and potential obstacles. *Frontiers in psychiatry* 2019; 10: 773.
 28. Bourassa KJ, Stevens ES, Katz AC et al. The impact of exposure therapy on resting heart rate and heart rate reactivity among active-duty soldiers with posttraumatic stress disorder. *Psychosomatic medicine* 2020; 82 (1): 108–114.
 29. Girard B, Turcotte V, Bouchard S, Girard B. Crushing virtual cigarettes reduces tobacco addiction and treatment discontinuation. *CyberPsychology & Behavior* 2009; 12 (5): 477–483.
 30. Carvalho MR de, Dias TR de S, Duchesne M, Nardi AE, Appolinario JC. Virtual reality as a promising strategy in the assessment and treatment of bulimia nervosa and binge eating disorder: A systematic review. *Behavioral sciences (Basel, Switzerland)* 2017; 7 (3).
 31. Park MJ, Kim DJ, Lee U, Na EJ, Jeon HJ. A literature overview of virtual reality (VR) in treatment of psychiatric disorders: Recent advances and limitations. *Frontiers in psychiatry* 2019; 10: 505.
 32. Koran LM, Aboujaoude E. Promising treatments for obsessive-compulsive disorder: A call for additional research. *Current Medicinal Chemistry* 2019; 25 (41): 5690–5697.
 33. Miller IT, Wiederhold BK, Miller CS, Wiederhold MD. Assessment and treatment of autism spectrum disorders with virtual reality: A comprehensive research chart. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 2020; 23 (1): 60–65.
 34. Strickland D, Marcus LM, Mesibov GB, Hogan K. Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 1996; 26 (6): 651–659.
 35. Bashiri A, Ghazisaeedi M, Shahmoradi L. The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: A literature review. *Korean Journal of Pediatrics* 2017; 60 (11): 337.
 36. Moreno A, Wall KJ, Thangavelu K et al. A systematic review of the use of virtual reality and its effects on cognition in individuals with neurocognitive disorders. *Alzheimer's & dementia (New York, NY)* 2019; 5: 834–850.
 37. García-Montes JM, Noguera C, Álvarez D, Ruiz M, Redondo JMC. High and low schizotypal female subjects do not differ in spatial memory abilities in a virtual reality task. *Cognitive Neuropsychiatry* 2014; 19 (5): 427–438.
 38. Bullock K, Won AS, Bailenson J, Friedman R. Virtual reality-delivered mirror visual feedback and exposure therapy for FND: A midpoint report of a randomized controlled feasibility study. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences* 2020; 32 (1): 90–94.
 39. Weech S, Kenny S, Barnett-Cowan M. Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: A review. *Frontiers in Psychology* 2019; 10.
 40. Kim HK, Park J, Choi Y, Choe M. Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics* 2018; 69: 66–73.
 41. Szpak A, Michalski SC, Saredakis D, Chen CS, Loetscher T. Beyond feeling sick: The visual and cognitive aftereffects of virtual reality. *IEEE Access* 2019; 7: 130883–130892.
 42. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th Edition (DSM-5)*. Washington, DC: American Psychiatric Association Publishing 2013.
 43. World Health Organization. *International statistical classification of diseases and related health-problems (11th ed.)*. <https://icd.who.int> [Přístup 23. 4. 2020].