

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

Diplomová práce



Bc. Jaroslav Nečas

**Virtuální simulace vyšetření v magnetické rezonanci jako metoda
expozice obávanému vyšetření– studie proveditelnosti**

**Virtual simulation of magnetic resonance imaging as a method of
exposure to the feared examination– a feasibility study**

Mgr. et Mgr. Iveta Hocko Fajnerová Ph.D.

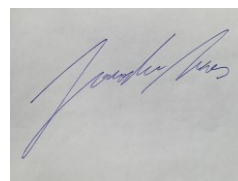
2023

Poděkování

Děkuji vedoucí své práce Mgr. et Mgr. Ivetě Hocko Fajnerové, Ph.D. za zpětnou vazbu a své rodině a blízkým za podporu v průběhu tvorby této práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Jaroslav Nečas'.

Jaroslav Nečas

V Praze dne 14. 12. 2023

Abstrakt

Tato práce je studií proveditelnosti, uskutečněnou v rámci Centra výzkumu virtuální reality v duševním zdraví a neurovědách Národního ústavu duševního zdraví. Práce zkoumá proveditelnost a potenciál využití virtuální simulace vyšetření v magnetické rezonanci jako metody pro snížení obav z tohoto vyšetření u klaustrofobních pacientů. Teoretická část se nejprve věnuje definici pojmu virtuální realita, technologii virtuální reality, termínu prezence a využití virtuální reality v klinice. Dále se zabývá úzkostí a klaustrofobií v souvislosti s vyšetřením v magnetické rezonanci a různými formami intervence. Nakonec pak zkoumá virtuální realitu jako intervenční metodu této úzkosti. Pro praktickou část si práce stanovuje dva výzkumné cíle. Primárním výzkumným cílem práce je ověřit proveditelnost virtuální simulace u klaustrofobních probandů, sekundárně prozkoumat potenciál procedury pro snížení obav probandů z reálného MRI vyšetření. Výsledky práce ukazují na schopnost procedury účinně vyvolat u klaustrofobních pacientů úzkost během virtuální simulace a na potenciál pro snížení jejich obav z reálného vyšetření.

Klíčová slova: virtuální realita; magnetická rezonance; klaustrofobie; úzkost

Abstract

This thesis is a feasibility study, carried out by the Center for Virtual Reality Research in Mental Health and Neuroscience in National Institute of Mental Health. It studies the feasibility and potential usability of virtual simulation of the magnetic resonance imaging procedure as a method of lowering the fear of claustrophobic patients of this procedure. The theoretical part of the thesis explores the subject of virtual reality, its technology, concept of presence and the clinical applications of virtual reality. Additionally, it inspects the area of anxiety and claustrophobia in relation to magnetic imaging procedure and possible interventions. Furthermore, it discusses the topic of virtual reality usability as an intervention procedure. The analytic part of the thesis laid out two research goals. First, to evaluate the usability of virtual reality simulation with claustrophobic patients, and second, to assess the potential of this simulation in lowering the fear of real magnetic resonance. The results show the ability of the virtual simulation to effectively produce anxiety in claustrophobic patients and its potential to lower the fear of real magnetic resonance procedure.

Key words: virtual reality, magnetic resonance, claustrophobia, anxiety

Obsah

Úvod.....	11
I. Teoretická část.....	12
1. Virtuální realita	13
1.1. Pojem a technologie.....	13
1.1.1. Definice pojmu	13
1.1.2. VR Technologie	15
1.2. Imerze a prezence ve VR.....	16
1.3. Klinická aplikace VR.....	18
1.3.1. Úzkosti a fobie	20
1.3.2. Psychotické poruchy	21
1.3.3. Neurokognitivní poruchy	22
1.3.4. Neurovývojové poruchy	22
1.3.5. Zvládání bolesti	23
1.3.6. Ostatní	23
1.4. Omezení a etické otázky	24
2. Vyšetření v magnetické rezonanci	27
2.1. Klaustrofobie, úzkost a vyšetření v magnetické rezonanci	27
2.1.1. Faktory relevantní pro incidenci klaustrofobie během MRI vyšetření	29
2.2. Intervence úzkosti a klaustrofobie v magnetické rezonanci	33
2.2.1. Falešný sken	34
2.2.2. Intervence související s designem skeneru.....	35
2.2.3. Detailní informování pacientů a příbuzné strategie	35
2.2.4. Další typy intervencí	36
3. Virtuální realita jako intervence úzkosti a klaustrofobie v souvislosti s vyšetřením v magnetické rezonanci	38
3.1. Terapeutická intervence.....	39

3.2.	Přípravná intervence	40
3.3.	Distrakční intervence	41
II.	Empirická část	43
4.	Cíl výzkumu	44
4.1.	Výzkumné otázky a hypotézy.....	45
5.	Metodika.....	50
5.1.	Měřicí nástroje	50
5.1.1.	CLQ (Claustrophobia questionnaire) – Dotazník klaustrofobie	50
5.1.2.	FSS MRI (Magnetic resonance imaging Fear Survey Schedule) – Dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření.....	51
5.1.3.	STAI-6 (State-Trait Anxiety Inventory-6) – Inventář stavové úzkosti	51
5.1.4.	SUDS (Subjective Units of Distress Scale) – Škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu	52
5.1.5.	MRI AQ (Magnetic resonance imaging-Anxiety Questionnaire) – Dotazník úzkostnosti během MRI vyšetření.....	53
5.1.6.	IPQ (Igroup presence questionnaire) – Dotazník prezence ve virtuální realitě .	53
5.1.7.	SSQ (Simulator sickness questionnaire) - Dotazník simulátorové nevolnosti...	54
5.2.	Zařízení pro virtuální realitu.....	55
5.3.	Procedura	56
5.3.1.	Expozice ve virtuální realitě.....	57
5.3.2.	Expozice v reálné MRI.....	62
5.4.	Etika výzkumu	63
5.5.	Sběr dat	63
5.6.	Statistická analýza	64
6.	Výsledky.....	65
6.1.	Výzkumný soubor.....	65
6.1.1.	Deskriptivní statistika a testy rozdělení demografických proměnných	66
7.1.1.	Deskriptivní statistika a testy rozdělení psychometrických proměnných	67

7.1.2. Korelace proměnných <i>CLQ</i> a <i>Obava_před</i>	69
7.2. Testování hypotéz.....	71
7.3. Doplnující výzkumné otázky	80
8. Diskuse.....	83
9. Závěr.....	89
Reference.....	91
Seznam příloh.....	120

Seznam zkratek

3D – trojrozměrný (Three dimensional)

ADHD – porucha pozornosti s hyperaktivitou (attention deficit hyperactivity disorder)

CLQ – Dotazník klaustrofobie (Claustrophobia questionnaire)

FSS MRI – Dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření (Magnetic resonance imaging Fear Survey Schedule)

HMD – Náhlavní displej (Head mounted display)

IPQ – Dotazník pocitu přítomnosti (Igroup Presence Questionnaire)

MKN – Mezinárodní klasifikace nemocí

MRI – Vyšetření magnetickou rezonancí (Magnetic Resonance Imaging)

MRI AQ – Dotazník úzkostnosti během vyšetření magnetickou rezonancí (Magnetic resonance imaging-Anxiety Questionnaire)

NÚDZ – Národní ústav duševního zdraví

SSQ – Dotazník simulátorové nemoci (Simulator Sickness Questionnaire)

STAI-6 – Inventář stavové úzkosti 6 (State-Trait Anxiety Inventory 6)

SUDS – Škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu (Subjective Units of Distress Scale)

VE – Virtuální prostředí (Virtual Environment)

VET – Technologie virtuálního prostředí (Virtual Environment technology)

VR – Virtuální realita

VRE – Expozice ve virtuální realitě (Virtual reality exposure)

VRET – Expoziční terapie ve virtuální realitě (Virtual reality exposure therapy)

Úvod

Tato práce je studií proveditelnosti, uskutečněnou v rámci projektu Simulation of the Magnetic Resonance Imaging Examination in Virtual Reality s interním číslem grantu 318A_2020. Tento projekt probíhá pod záštitou Centra výzkumu virtuální reality v duševním zdraví a neurovědách Národního ústavu duševního zdraví (NÚDZ). Práce čerpá z českých a převážně zahraničních zdrojů, které jsou citovány dle sedmé edice APA (2020). Veškeré zkratky jsou vysvětleny v seznamu použitých zkratk.

Teoretická část je rozdělena do tří kapitol. První se věnuje virtuální realitě, definici a technologii. Z psychologických vlastností je zdůrazněn pojem prezence. Na popis využití v psychologii navazuje podrobnější rozprava o klinických aplikacích v oblasti duševních poruch. Druhá kapitola se věnuje fenoménu úzkosti a klaustrofobi ve spojitosti s vyšetřením v magnetické rezonanci. Popis incidence a faktorů, které k ní přispívají, je v druhé části kapitoly doplněn výčtem různých typů intervenčních procedur. Třetí kapitola se pak věnuje přímo virtuální realitě jako metodě intervence úzkosti a klaustrofobie v souvislosti s MRI vyšetřením a propojuje tak obě kapitoly předchozí. Intervence je popsána v přípravné, terapeutické a distrakční formě.

Praktická část si klade dva výzkumné cíle. Primárně ověřit proveditelnost VR simulace jako přípravné metody na MRI vyšetření u klaustrofobních pacientů, sekundárně prozkoumat potenciál pro snížení obav z něj. Výstupy měřících nástrojů byly zpracovány metodami kvantitativní statistiky a výsledky byly interpretovány a srovnány s literaturou v diskusi.

I. Teoretická část

1. Virtuální realita

1.1. Pojem a technologie

Ivan Sutherland navrhl koncepci virtuální reality v roce 1965 a v další letech sestrojil první fungující prototyp (Brooks, 1999). Avšak za průkopníka pojmu virtuální realita i její pozdější komerční aplikaci je považován Jaron Lanier (Riva, 2006). Historie technologie virtuální reality, především pak její vznik a potenciál je popsán v Lanierově knize (Lanier, J., 2017). Historie virtuální reality není předmětem této práce a další kapitoly se na toto téma nebudou soustředit.

1.1.1. Definice pojmu

Vzhledem k tomu, že technologie VR prošla značným vývojem, bude užitečné si srovnat různé definice tohoto pojmu.

Brooks (1999) definuje zkušenost virtuální reality „jako každou, ve které je uživatel vystaven účinné imerzi v responzivním virtuálním světě. To předpokládá dynamickou uživatelskou kontrolu uživatelského zorného úhlu.“ (s. 17). Vincelli (1999) zase mluví o virtuální realitě jako systému imaginace – experimentální formě obraznosti, ve vyvolání emoční odpovědi často stejně efektivní jako reálné stimuly. Burdea & Coiffet (2003) píší: „Je to simulace, ve které je užita počítačová grafika k tvorbě na pohled realistického světa. Tento umělý svět navíc není statický, ale reaguje na uživatelské gesta, verbální příkazy a jiné podněty. Základní vlastností virtuální reality je tedy interaktivita v reálném čase.“ (s. 2). Riva (2005) ji vymezuje jako „pokročilé komunikační rozhraní založené na interaktivní 3D vizualizaci, schopné shromažďovat a integrovat různé vstupy a soubory dat do jednoduše realistické zkušenosti“ (s. 225).

Pole uplatnění VR je velmi široké a definice mohou podléhat i oblasti využití, což dokládá například různorodé uchopení pojmu virtuální realita v biomedicíně. McCloy & Stone (2001) popisuje VR jako „uskupení technologií které umožňují lidem interagovat efektivně s 3D počítačovými databázemi v reálném čase za užití jejich přirozených smyslů a schopností.“ (s. 912). A tato definice je dnes dle Abas, et al. (2023) třetí nejcitovanější. Podobné definice uvádí například i Rubino et al. (2002) či Székely & Satava (1999).

Taková definice ovšem nijak nezmiňuje užití imerzního vybavení jako náhlavních displejů, rukavic a obleků, které jsou užity v méně než 20 % medicínských aplikací (Riva, 2006). V behaviorálních vědách a rehabilitaci, kde se naopak imerzní vybavení užívá ve více než 50 % aplikací je VR popisována jako rozhraní člověk-počítač, které umožňuje člověku přirozenou imerzi a interakci s prostředím, které je generováno počítačem (Schultheis & Rizzo, 2001).

Tyto dvě odlišné vymezení pojmu rámuji dvě základní využití VR v medicíně – jako simulační nástroj nebo jako interakční nástroj (Riva, 2006). Pro lékaře převažuje simulační aspekt VR – základním cílem je prezentace virtuálních objektů v takové podobě, která se bude co nejvíce blížit jejich vzhledu v realitě (Székely, 1999). Pro klinické psychology a rehabilitační pracovníky je podstatnější aspekt interakční – uživatelé nejsou jen externími pozorovateli, ale aktivními účastníky virtuálního prostředí (Rizzo et al., 1998; Riva et al., 1999).

Moderní a zároveň dle Abas et al. (2023) nejcitovanější definice autorů Park et al. (2019) říká: „Virtuální realita (VR) je definována jako počítačem vytvořená simulace, například soubor obrázků a zvuků, která reprezentuje reálné místo či situaci, se kterou může osoba za užití speciálního elektronického vybavení interagovat zdánlivě reálným či fyzickým způsobem.“ (s. 505).

Ve virtuální realitě je veškeré prostředí vytvářeno počítačem. Kromě toho je dle přítomnosti/prezentace reálných a virtuálních předmětů možné dále rozeznávat realitu/reálné prostředí, rozšířenou realitu – počítačem vytvářená data jsou vkládána do obrazu reálného prostředí a rozšířenou virtualitu – data z reálného prostředí jsou vkládána do obrazu počítačem vytvářeného prostředí a (Ciešlik et al., 2020).

I samotný termín „virtuální realita“, užívaný obecně pro simulace 3D prostředí, které umožňovaly participantovi interakci v reálném čase, tak někteří autoři považují za problematický a preferují označení VET (Virtual Environment Technology – Technologie virtuálního prostředí) nebo VEs (Virtual Environments – Virtuální prostředí), které předcházejí chybnému předpokladu schopnosti simulované reality nahradit realitu skutečnou (Foreman, 2009).

Většina autorů však těchto termínů užívá v záměnnosti, budeme je tak proto užívat i zde. Vzhledem k zaměření výzkumu této práce se naše uchopení pojmu bude více blížit biomedicínské definici virtuální reality.

1.1.2. VR Technologie

VR systém obecně sestává z

- výstupní technologie (vizuální, akustické, haptické a pachové), která vytváří konkrétní podněty na základě virtuálního prostředí
- vstupní technologie (rukavice, myš a jiné ovladače), která slouží k určení polohy a pohybu uživatele
- grafického systému, který generuje virtuální prostředí v reálném čase
- a databáze, případně modelů, které jsou zdrojem pro generování virtuálního prostředí (například geometrické údaje, textury, data pro chování a modely objektů ve virtuálním světě) (Brooks, 1999; Burdea & Coiffet, 2003).

Výstupní technologie

- Vizualní rozhraní (interface) - obecně sestává z displeje a systému, který upravuje pozici displeje vůči zornému poli uživatele. Displeje lze rozdělit různým způsobem:
 - Dle způsobu vizualizace – displeje na bázi tekutých krystalů, svítivých diod, plazmové a další
 - Dle stereoskopického potenciálu – statické a dynamické 3D displeje
 - Dle umístění – v prostoru (systém CAVE, stolní počítač nebo jiné zařízení) a v kontaktu s uživatelem – náhlavní displej (HMD head mounted display), systém BOOM a další (Badcock et al., 2014).
- Akustické rozhraní (Sluchátka nebo reproduktory)
 - Podstatná je lokalizace zdroje zvuku – ideálně pracuje s rozdílem vjemu v pravém a levém uchu uživatele.
- Haptické rozhraní (Joysticky, myši, trackbally, rukavice, exoskeletony a další)
 - Mohou mít jak vstupní (ovládání prostředí) tak výstupní (zpětná vazba jako vibrace nebo silový odpor) funkci.
 - Mají tedy ideálně dvě základní funkce – taktilní (dotekovou) a kinestetickou (propriocepční).
- Pachové rozhraní (Odoranty a různé technologie jejich rozptýlení)
 - V závislosti na daném typu technologie mohou být odoranty ve formě tekutiny, gelu, vosku nebo pevné látky

Vstupní technologie

Vstupní technologie slouží hlavně k monitoringu pozice těla a zorného úhlu uživatele. Funguje na bázi magnetických, akustických, inerciálních, optických či mechanických snímačů (Riva, 2006). Co se týče softwaru, jsou nástroje pro vývoj virtuálních prostředí bohužel často velmi nepřístupné pro vývojáře nebo vázané na konkrétní produkt (Bierbaum et al., 2001). Ale i zde se situace rychle vyvíjí a záleží na specifické technologii.

Jak je patrné, přístupů k vizuálnímu rozhraní VR je mnoho. Každá z technologií se navíc potýká se specifickými problémy. Náhlavní displeje jsou relativně těžké, poskytují nedostatečné zorné pole a mohou být náročné pro zrak (Wann et al., 2014). Elektronické závěrkové brýle sice nejsou tak těžké, ale jsou rovněž zatíženy omezeným zorným polem, a navíc vyžadují vyšší snímkovou frekvenci pro správné fungování. Mimoto většina autostereoskopických systémů zase umožňuje jen malé rozměry displeje (Badcock et al., 2014).

Tento popis může být pro čtenáře zahlcující, ale slouží pro ilustraci komplikovaného stavu, ve kterém se různé technologie virtuální reality celkově nacházejí. Všechny se navíc buď rapidně vyvíjejí nebo jsou naopak nahrazovány jinými technologiemi.

Moderní podoba virtuální reality

Pro účely výzkumu v této práci byla například využita VR technologie založena na komerčním typu HMD displeje. Hmotnost HMD se v poslední dekádě značně snížila, stále se zvětšuje zorné pole (zejména díky technologii OLED displeje) a inkorporována byla i technologie monitoringu pohybu očí. To vše přispělo k celkově hladšímu průběhu simulace, a tedy pravděpodobně i zvýšené imerzi uživatele. Relativně vysoká časová odezva displejů ale zůstává stále problémem, protože i drobné zpoždění může mít zásadní dopad na vnímání, presenci a propuknutí simulátorové nevolnosti (Badcock et al., 2014).

1.2. Imerze a prezence ve VR

Z předchozího popisu by mohla virtuální realita působit pouze jako specifické uskupení hardwarových a softwarových komponent – a z technologického hlediska je tak často i

popisována. I v rámci popisu technologie VR jsme však narazili na důležitý pojem imerze, tedy objemu podnětů vnější reality, které se systému VR podařilo odstínit a zároveň nahradit odpovídajícími alternativami v reálném prostředí.

Je však možné VR nazírat také skrze optiku zkušenosti uživatele a koncept nazývaný prezence (Riva et al., 2003; Steuer, 1992). Ačkoli termíny imerze a prezence se mohou v závislosti na definicích překrývat (Szabo & Gilanyi, 2020), pro účely této práce vycházíme z vymezení imerze jako vlastnosti technologie, která působí na uživatele a prezence jako prožitku uživatele. Přičemž VR ovlivňuje oba faktory – panuje například většinová shoda, že stereoskopie je extrémně důležitá pro pocit imerze a prezence ve virtuální realitě (Chertoff & Schatz, 2014). Dále se tedy budeme věnovat popisu termínu prezence.

I přes různorodost chápání pojmu prezence existuje shoda na tom, že je komplexní mnohorozměrnou formou percepce, tvořenou jak smyslovými, tak kognitivními faktory. Míru prezence určují jednak charakteristiky užitého média – obsahové a formální (v případě VR technologické specifikace softwaru, hardwaru, administrace a podobně), ale také subjektivní charakteristiky jedince (Riva, 2006). I z toho důvodu došlo k rozšíření pojmu prezence některými výzkumníky tak, aby byl více zohledněn tento subjektivní element a fakt, že se prezence může týkat i jiných než virtuálních prostředí (Riva & Waterworth, 2003). Důležitým faktorem je v tomto přístupu pocit smysluplnosti, který daná osoba cítí v prostředí kolem sebe. Tak může osoba se zkušeností s virtuálním prostředím cítit větší pocit prezence ve VR, ale stejně tak například obyvatel deštného pralesa v džungli a podobně (Riva, 2006).

Z výzkumů vyplývá, že prezenci je možné rozdělit do tří odlišných kognitivních vrstev, respektive podprocesů (Riva, 2004):

- Proto prezence (také prostorová prezence) – já vs. ne-já
 - Vychází z propriocepce a dalších prostředků určení polohy těla v prostoru potažmo realitě
- Jádrová prezence (také smyslová prezence) – já vs. vnímaná vnější realita
 - Vychází ze selektivní pozornosti věnované jednotlivým vjemům
- Rozšířená prezence – já ve vztahu vůči vnímané vnější realitě

- Vychází z posouzení významu událostí ve vnějším prostředí a vyžaduje tedy rozumově nebo emočně signifikantní obsah (skutečný obsah je posuzován jako významnější než obsah simulovaný).

I když procesně je možné prezenci rozdělit do tří podprocesů, pocit prezence představuje jednotlivý faktor, určující kvalitu zkušenosti.

Narušení tohoto stavu je pak možné označit jako zhroucení (breakdown). Dochází k němu tehdy, když se aspekt prostředí, branný naší mysli většinou za automatický, dostane do vědomí. To způsobí přesun pozornosti k tomuto aspektu ve snaze se s ním vyrovnat. Riva (2006) popisuje příklad, kdy osoba sedící večer venku a pohroužená do četby, zjistí, že nedostatek slunečního svitu už četbu neumožňuje. Pozornost se tak náhle přesune z obsahu knihy ke světlu, které na ni dopadá. Omezení těchto zhroucení je tak důležité pro udržení pocitu prezence ve VR (Zahorik & Jenison, 1998). Pomáhá přitom, pokud jsou všechny tři podprocesy prezence zaměřeny na jeden vnější podnět (Riva, 2004).

Pojem prezence a jeho modely ale rozhodně nejsou dokonalé. Spagnolli & Gamberini (2002) poukazují na nedostatky v současných modelech prezence ve VR, kde je pozornost zaměřena téměř výhradně na simulaci a vnější prostředí je vnímáno jen jako potenciální zdroj narušení imerze. Upozorňují na nedostatečnost modelů jako je „Break in Presence (Slater & Steed, 2000), které vliv reálného prostředí kolem simulace nezohledňují (Spagnolli & Gamberini, 2002; Slater et al., 2003). Zároveň upozorňují na vztahovou rovinu pacient-terapeut, která také vytváří hybridní prostředí ve VR (Spagnolli et al., 2003). Ve zkratce tedy upozorňují, že kontext, kterému je mimo virtuální prostředí kladen velký význam, je v rámci studia prezence ve VR velmi opomíjen (Rosson & Carroll, 2002).

1.3. Klinická aplikace VR

Šíře užití virtuální reality v psychologii se od devadesátých let neustále rozšiřuje. Už zpočátku se VR osvědčila ve formě expoziční terapeutické práce s některými fobickými úzkostnými poruchami a je ji tedy třeba vnímat spíše jako již etablovanou metodu, jejíž oblast využití se stále zvětšuje (Botella, 2005; Botella et al., 2006).

Váhu, jakou má technologie virtuální reality v terapeutické péči, dobře dokládá průzkum, který každých deset let probíhá mezi odbornou psychoterapeutickou komunitou ohledně budoucnosti tohoto odvětví. Za užití takzvané Delfské metodologie se snaží o predikci vývoje v dalších deseti letech. Mimo jiné se zaměřují na určení metod, které budou nabývat na důležitosti a těch, jejichž dopad bude naopak slábnout. V průzkumech z posledních dvaceti let se virtuální realita drží stabilně na předních příčkách, zatímco tradičním terapeutickým technikám jako hypnóze či interpretaci snů je predikován ústup (Norcross et. al., 2002; Norcross et. al., 2013; Norcross et. al. 2022). Na tento výsledek samozřejmě není možné nazírat jako objektivní data o významu metody, minimálně lze však vnímat váhu, kterou metodě přikládají samotní experti v oboru pracující.

Zvyšující se zájem o klinické aplikace VR můžeme sledovat na celkovém počtu článků zahrnujících klíčové sousloví „virtuální realita“ v databázi Medline: 45 v roce 1995, 951 v roce 2003, 3203 v roce 2010 (Srivastava, Das & Chaudhury, 2014) a v roce 2017 to bylo 8890 (Ciešlik, Mazurek, Rutkowski, Kiper, Turolla & Szczepańska-gieracha, 2020). Více než polovina článků týkajících se VR v databázi PubMed v roce 2019 byla přitom publikována v letech 2015 až 2019 – 5589 z 10 914 (Ciešlik, et al., 2020). Riva (2005) dokládal toto tvrzení příkladem, kdy mu zadání klíčových slov „virtuální realita“ při vyhledávání v psychologické databázi PSYCINFO vykazalo 18. dubna 2005 996 výsledků (odborných článků). Autor této práce při stejném zadání 28. října 2023 získal 14485 výsledků (PSYCINFO, 2023).

VR nabízí možnost simulace terapeuticky užitečných situací, které by ale bylo velmi náročné či nemožné replikovat v reálném prostředí. Podněty mohou být zprostředkovány okamžitě, opakovaně a v moderované síle. Teoreticky to znamená možnost nácviku situací s požadovanou úrovní podnětů pro specifické potřeby daného pacienta i možnost vyzkoušení různých strategií (Freeman et al., 2017). Jak zmiňuje Bottela et al. (1998), ve virtuální realitě nehrozí pacientům reálné nebezpečí a je tak ideálním mezistupněm mezi terapeutickým prostředím a reálným světem. Úvahy některých vědců směřují také k sociálním formám virtuálních prostředí (VEs), kde by psychologové mohli teoreticky pracovat s jednotlivci, páry, rodinami nebo organizacemi (Andrews, 2005).

Dle Safrana & Greenberga (1991) je možné za každým terapeutickým postupem najít dva rozdílné modely změny: zezdola nahoru (bottom-up) a zezhora dolů (top-down). Bottom-up model začíná konkrétní emočně nabitou zkušeností a postupně vede ke změnám v koncepci a chování. Zatímco top-down model většinou zkoumá a relativizuje zažitá pravidla a přesvědčení,

kteřá řídí emoční prožívání a plánování. Ačkoli se některé psychoterapeutické přístupy kloní k jednomu z těchto modelů, psychoterapeut zpravidla užívá obou (Miles, 2005).

VR teoreticky poskytuje prostor pro oba tyto přístupy. Behaviorální terapeut jí může využít pro vyvolání strachu u fobického pacienta skřze prezentaci obávaného stimulu. Kognitivní terapeut může VR využít pro narušení zvykových vzorců selektivní pozornosti. Experimentální terapeut může využít izolovanosti virtuálního prostředí pro nácvik experimentálních aktivit. Psychodynamický terapeut může využít VR jako komplexní symbolický systém (Riva, 2005).

Už v roce 1988 provedl Gosh et. al. experiment zkoumající sebe-expoziční terapii u chronicky fobických pacientů. Ukázal podobnou míru účinnosti, bez ohledu na to, zda byly instrukce pro proceduru zadávány terapeutem, počítačem nebo knižně. Všechny tři skupiny pacientů vykázaly zásadní zlepšení bez signifikantního rozdílu mezi skupinami (Gosh et al., 1988). Studie ukazují obecně vysokou míru spokojenosti pacientů s terapií ve virtuální realitě, přičemž někteří ji preferují před tradičnějšími terapeutickými postupy (Maples-Keller et al., 2017; Mazurek et al., 2019).

Dnes se VR uplatňuje či testuje v mnoha oblastech. Pro přehlednost jsme se je tedy pokusili shrnout do šesti kategorií – úzkost a fobie (nejlépe prozkoumaná oblast, která se týká i výzkumu této práce), psychotické poruchy, neurokognitivní poruchy, neurovývojové poruchy, zvládání bolesti a ostatní.

1.3.1. Úzkosti a fobie

V rámci užití VR v psychoterapii je nejvíce prozkoumanou oblastí léčba fobií. Postupy pracující s VR v rámci léčby akrofobie se objevují již od počátku devadesátých let dvacátého století (Hodges et. al., 1995) a VRET/VRE (Virtual reality exposure therapy) byla záhy proponována jako nové médium pro expoziční terapii obecně (Rothbaum et al. 1997). VR nabízí možnost vytvářet velké množství realistických či imaginativních stimulů a simultánně monitorovat reakce uživatele. Efektivita terapie je tak teoreticky znatelně vyšší než u klasických postupů (Riva & Davide, 2001). Garcia-Palacios et. al. (2001) srovnali přijetí jednorázové a opakované *in vivo* expozice s opakovanou VR expozicí a shledali, že více než 80% pacientů preferovalo VR expozici. VR může být využita i pro techniky podpory vztahu terapeuta a pacienta. (Barber et. al., 2001)

Pozornost věnovaná jejich jednotlivým podkategoriím je však značně nevyrovnaná. Zároveň je dle názoru mnohých autorů možné využít při léčbě fobií a úzkostí VR intervenci jako doplňkovou (případně alternativní u terapie-rezistentních pacientů), nikoli však jedinou terapeutickou metodu, což kopíruje i design většiny studií. Je tedy třeba dalších výzkumů, které dodají data k efektivitě VR intervence jakožto samostatné metody (Ciešlik, et al., 2020).

V oblasti úzkostných poruch i přes prokázanou účinnost VR intervence jak ve formě fyzického cvičení (Zeng, Pope, Lee, et al., 2018) tak exergamingu – kombinace fyzické aktivity a hry ve VR (Vaina, Dankel, Loenneke, et al., 2020) doposud není dostatek dat pro posouzení VR intervence jako samostatné metody. A tak nelze posoudit její možné výhody vůči tradičním přístupům. Kvalitní výzkumná data chybí i v oblasti narativních VR intervencí (LinStephens, 2020).

Užití prostředí virtuální reality pro léčbu posttraumatické stresové poruchy je zkoumáno už od počátku století (Gershon et al., 2002). Metaanalýza z roku 2019 neukázala významné rozdíly mezi VR a aktivní intervencí v léčbě – potlačení symptomů – PTSD. Z důvodu variabilní kvality metodologií jednotlivých analyzovaných studií je však třeba brát tento výsledek s rezervou (Kothgassner et al., 2019).

Terapeutické virtuální prostředí na bázi počítačových her byly úspěšně užity pro vyvolání fobogenních stimulů u fobických pacientů trpících například agorafobií nebo různými typy úzkostí (Robillard et al., 2003). V případě agorafobie a specifických fobií obecně data potvrzují srovnatelnou účinnost v potlačení symptomů úzkosti s *in vivo* expozicí. Naopak v oblasti sociální fobie je třeba ještě dalších výzkumů (Wechsler et al., 2019).

Dosud se také příliš nezkoumala možnost využití VR technik souvisejících s úzkostnými poruchami a fobiemi přímo v domovech pacientů, za malé či žádné asistence terapeuta (Ciešlik, et al., 2020). Například Premkumar, et al. (2021) ve studii VR expoziční terapie zaměřené na úzkost z veřejných projevů nenachází signifikantní efektivitu.

1.3.2. Psychotické poruchy

VR díky možnosti měřit fyziologické procesy v reálném čase poskytuje prostor pro klinickou diagnostiku psychózy, ačkoli většina dosavadních studií se zaměřovala na diagnostiku a léčbu paranooidního myšlení (Valmaggia et al., 2016). Dosavadní data ale naznačují, že by mohla být

VR pro schizofrenní pacienty zajímavější a více motivující než běžné metody intervence (Rus-Calafell et al., 2018).

V případě schizofrenie jsou závěry rozporuplné. Välimäki et al. (2014) ve svém přehledovém článku dochází k závěru, že není dostatek dat, aby bylo možné jasně doporučit či nedoporučit užití VR lidem trpících schizofrenií, kteří užívají medikaci. Naopak Dellazizzo et al. (2019) uvádí potenciální užití VR pro zvládání rizika násilí u mladistvých trpících schizofrenií.

Dříve proběhly i pokusy o užití virtuální reality při práci se schizofrenními pacienty, kdy se výzkumníci snažili o snížení nadměrné citlivosti pacientů pomocí virtuální reprezentace jejich halucinací (Tichon, et al., 2003; Banks, et al., 2004) a metoda se již prakticky využívá (Yellowlees & Cook, 2006). Tato metoda však nese potenciální rizika, zejména pro pacienty, kteří mají potíže oddělit reálný svět od vlastní představivosti (Foreman, 2009). Obecně ale byla VR intervence v oblasti diagnostiky a léčby psychóz už prozkoumána a ukázala se jako účinná (Freeman, 2008; Veling, et al., 2014; Rus-Calafell, et al., 2018; Gillouin, 2023).

1.3.3. Neurokognitivní poruchy

VR intervence může být užitečná i pro pacienty s neurokognitivními poruchami v případě Alzheimerovy choroby (Moreno et al., 2019), postižení prostorové orientace (Cogné et al., 2017) či rizika kognitivního úpadku (Coyle et al., 2015). Studie obecně ukazují účinnost ve zlepšování paměti či pozornosti. Zároveň vysoká citlivost VR metod na abnormality v kognitivních funkcích nabízí možnost využití v oblasti screeningu (Negut et al., 2016).

1.3.4. Neurovývojové poruchy

U VR intervence v oblasti neurovývojových poruch dosud chybí kvalitní dvojité zaslepené studie i metaanalýza dosavadních výzkumů (Ciešlik, et al., 2020). Pozitivní efekt byl nalezen u ADHD, poruch autistického spektra, dětské obrny, fetálního alkoholového syndromu a percepčních sluchových poruch. V oblasti specifických rehabilitačních metod je však ještě potřeba extenzivního ověření účinnosti (Parsons et al., 2009).

Oblast výzkumu se týká převážně ADHD a poruch autistického spektra za užití VR her jako intervenčního média. Ačkoli jako účinné se ukázaly jak kombinace hry a fyzické aktivity (Fang et al., 2019) tak hry bez fyzické aktivity (Zayeni et al., 2020), kombinaci fyzické aktivity a hry

bylo možné využít u širšího spektra poruch. Kromě her se VR osvědčila jako obecně vhodné prostředí pro terapie dětí trpících ADHD (Bashiri et al., 2017).

1.3.5. Zvládání bolesti

VR nachází využití jako neinvazivní analgetická alternativa v oblasti technik zvládání bolesti, přičemž mnoho autorů doporučuje VR jako alternativu k medikaci. Nejčastěji je využíván HMD s aplikacemi ve formě her na odvedení pozornosti (Ciešlik, et al., 2020). Intervence se ukázala efektivní u popálenin, bolestí zubů, bolestí spojených s rakovinou, akutních a chronických bolestí (Mallari et al., 2019) a muskuloskeletálních bolestí (Collado-Mateo et al., 2018). Studie i přehledové články popisují účinnost tohoto typu intervence i u procedurální bolesti – tedy bolesti spojené s vyšetřením či léčbou (Georgescu et al., 2019). V oblasti fantomových bolestí se dostupná literatura zatím opírá spíše o kazuistické studie (Dunn et al., 2017).

1.3.6. Ostatní

VR intervence by mohla být užitečná pro diagnostiku a léčbu bulimie (Gutiérrez-Maldonado et al., 2013) a chorobného přejídání (de Carvalho et al., 2017) jako metoda změny sebeobrazu vlastního těla nebo při identifikaci typů jídla, která u onemocnění fungují jako spouštěč. Kombinace fyzické aktivity a hry by zase mohla být užitečná pro zlepšení psychického stavu dětí, trpících nadváhou či obezitou (Andrade, Correia & Coimbra, 2019). Tyto typy intervence se týkají převážně podpory sebevědomí, motivace ke změně a vnímání vlastní výkonnosti (Ciešlik, et al., 2020).

Vysoká schopnost VR intervence podněcovat identifikaci a rozhodování ji činí také potenciálně vhodnou pro léčbu unilaterálního prostorového neglect syndromu u pacientů po mrtvici (Ogoursova et al., 2017; Pedroli et al., 2015). Zatím však pro ověření účinnosti takovéto intervence chybí dostatek dat.

Studie také potvrzují středně silný efekt VR intervence ve formě herních aplikací při léčbě deprese, která je srovnatelný s psychoterapií (Li et al., 2014). Mimo užití her se VR intervencí deprese věnuje jen minimum výzkumů (Freeman et al., 2017).

Optale et. al. (1997) také využil virtuální realitu k zvýšení efektivity psychodynamické procedury sloužící k léčbě mužské erektilní dysfunkce. V této simulaci se pacienti dostávali do situací z dětství a adolescence, ve kterých museli překonávat nejrůznější překážky. VR v této formě fungovala jako jakési kontrolované snové prostředí, umožňující pacientům volně asociovat.

1.4. Omezení a etické otázky

V souvislosti s užitím VR však stále existují bezpečnostní a etické otázky. Samotný pobyt ve virtuálním prostředí může způsobovat nežádoucí účinky jako jsou závrať, dezorientace, nervozita a zejména nevolnost (Bouchard, et al., 2011). Nevolnost může dále způsobit například snížení kontroly pohybu končetin, snížený pocit prezence nebo rozvoj chybné zpětné vazby na prostředí (Lewis & Griffin, 1997).

K nežádoucím účinkům – které jsou většinou mírné a rychle odezní – mohou přispět například technologie užívané k zvýšení imerze, způsob interakce s prostředím, váha a charakteristika HMD, zorné pole nebo rychlost pohybu ve VR prostředí (Bouchard, et al., 2009).

Studie sice ukázaly, že těchto případů je málo a dopady jsou spíše mírné a rychle pomíjejí (Riva, 1998; Nichols, 2002), přesto je třeba těmto obtížím věnovat pozornost. Lewis & Griffin (1997) proto například navrhuje protokol opatření pro pacienty VR procedur, který by měl zahrnovat:

- Screening pro odhalení pacientů, kteří mohou být vystaveni zvýšené míře rizika
- Procedury zajišťující rychlou adaptaci na virtuální prostředí s minimem nežádoucích symptomů
- Monitoring pro odhalení potenciálně neočekávaných nežádoucích efektů

Nežádoucí účinky a bezpečnost jsou ve studiích bohužel často přehlíženy a nejsou tudíž dosud uspokojivě prozkoumány. Ciešlik, et al. (2020) navrhuje zařazení metod, které měří potenciální nežádoucí účinky, jako standardní součást psychometrické baterie budoucích studií. Zmiňuje například dotazník SSQ – Simulator Sickness Questionnaire (Kennedy et al., 1993), šestnácti položkový dotazník simulátorové nevolnosti. SSQ byl rovněž užitý v rámci baterie dotazníků metodologické části této práce. Dalším možným nástrojem by mohl být VRSQ (Virtual Reality Sickness Questionnaire – Dotazník nevolnosti ve virtuální realitě), který byl vytvořen v roce 2018 vypuštěním jednoho z faktorů a redukováním z 16 na 9 položek (Kim et al., 2018).

Z pohledu etiky navrhuje Rothbaum (2005) následující zásady:

- Terapeuti by měli přistupovat k VR jako podpůrné metodě terapie, ne jako její náhradě. Neměla by být užívána nezkušenými terapeuty nebo jako způsob, jak nalákat nové pacienty.
- Terapeut by měl brát na zřetel odlišnou dynamiku interakce s pacientem – zejména zásadní omezení nonverbální komunikace při užití náhlavního displeje pacientem.
- Cokoli považované za neetické ve standardní terapii by mělo být považováno za stejně neetické ve VR terapii. To se týká různých typů sex terapií, ale i jiných metod.

Zároveň platí, že ačkoli si to designéři aplikace nemusí uvědomovat, pravděpodobnost, že bude jejich tvorba zatížena jejich vlastní kulturní optikou vnímání je velmi vysoká (Mantovani, 2000). Je proto žádoucí, aby i virtuální prostředí – stejně jako dotazníky nebo testy – bylo upraveno dle dané populace (Scribner, 1975).

Užití VRE tedy poskytuje některé výhody i nevýhody. Mezi **výhody** patří:

- Administrace může probíhat v běžných terapeutických prostorách (z čehož vyplývá i větší míra kontroly, potenciálně vyšší efektivita ve vztahu k ceně procedury)
- Vzhledem k stále se šířící dostupnosti vybavení pro virtuální realitu je často možné absolvovat proceduru dálkově (Galimberti & Belloni, 2003)
- Může poskytnout stimuly probandům, pro které je obtížné si určité situace představit
- Může být možností pro probandy, u kterých je fobie natolik silná, že expozice nemůže probíhat v reálné situaci
- Může vytvářet silnější stimuly než ostatní techniky – někdy až za hranici reálných omezení v dané situaci
- Může také napomoci zvýšení ekologické validity jako jakási ekologická laboratoř, kde chování, emoce a zážitky mohou být zkoumány kontrolovaně a systematicky (Baños et al., 1999).

Na druhou stranu **nevýhody/překážky** v užití VRE, tedy technické, praktické, procedurální a etické bariéry jsou například:

- Individuální rozdíly v úrovni vstřebání (degree of absorbtion) a hypnabilitě mohou ovlivnit míru prezenze, a tím i efektivitu VR procedury jako takové. (Wiederhold & Wiederhold, 2000).
- VR technika, software a protokoly nejsou doposud standardizovány a pouze několik VR systémů umožňuje vzájemnou interoperabilitu. Tím je většina systému použitelných jen v kontextu, ve kterém byly vyvinuty.
- Mnoho výzkumníků tak vynakládá velké množství zdrojů –jak časových, tak finančních – na vývoj procedur „na jedno použití“ (dle projektu VEPSY se přitom cena za design a testování VR aplikace na klinických pacientech může pohybovat mezi 1150,000 a 200,000 americkými dolary (Riva et al., 2001).

Systémy opírající se o PC (stolní počítače) přes svou přístupnost a finanční nenáročnost stále trpí nedostatkem flexibility a schopností upravit prostředí dle individuálních potřeb každého pacienta (Riva, 1997). Ačkoli na nedostatky ve standardizaci hardwaru a softwaru stejně jako vysokou cenu tvorby a testování nových aplikací a technické podpory (Cipresso et al., 2018) je výzkumníky upozorňováno již více než patnáct let, nepodařilo se tento problém dosud vyřešit. Přes klesající cenu hardwaru tak přetrvává problém nedostupnosti VR terapie (Gorini & Riva, 2008).

Ve všech oblastech užití VR je zdůrazňována potřeba dalšího výzkumu, obzvláště metodologicky kvalitních dvojité zaslepených studií (Ciešlik, et al., 2020).

Výzkum a vývoj VR aplikací a intervencí celkově tedy stále představuje velké finanční nároky, které musí čerpat převážně z veřejných zdrojů a grantů. Pro poskytovatele těchto dotací je ale zase podstatný robustní objem dat, prokazující benefity dané procedury. Někteří autoři nacházejí možná řešení v zohlednění poměru ceny a účinku procedur už v samotných výzkumech (Ciešlik, et al., 2020).

2. Vyšetření v magnetické rezonanci

Magnetická rezonance je považována za jednu z nejbezpečnějších a nejpreciznějších klinických zobrazovacích metod (Rothman, et al., 2016). Ačkoli je tato metoda fyziologicky neinvazivní a bezbolestná, může být pro mnoho pacientů nepříjemná či ohrožující. K tomu přispívají faktory jako uzavřený prostor, hlasitý hluk, neznámé prostředí, délka procedury a nutnost, aby pacient po čas procedury zůstal plně v klidu a bez pohybu (Liszio & Masuch, 2017; Grey, et al., 2000).

2.1. Klaustrofobie, úzkost a vyšetření v magnetické rezonanci

Odhadem 3 % populace trpí úzkostmi z uzavřených prostor, jako jsou malé místnosti, výtahy, tunely nebo veřejné toalety (Wardenaar et al., 2017). Lidé trpící klaustrofobií mohou zažívat strach z omezení pohybu či zadušení, ale i některé příznaky panické poruchy či agorafobie (Febbraro & Clum, 1995).

Pocity střední až vysoké hladiny úzkosti, stresu, klaustrofobie, bezmoci či dezorientace při MRI vyšetření ovlivňují až 37 % pacientů (Törnqvist et al., 2006; Munn et al., 2015; Munn & Jordan, 2011; Funk et al., 2014). Pocity klaustrofobie během MRI vyšetření mohou záviset na designu skeneru (například šířce tunelu) a typu skenovací procedury. Konkrétně skeny hlavy a krku mají tendenci vyvolávat znaky klaustrofobie u asi 37 % pacientů kteří by měli vyšetření podstoupit (Almutlaq, 2018).

Pocity strachu a úzkosti vychází již ze samotné podstaty MRI vyšetření, v průběhu něhož je pacient umístěn do malého válcovitého prostoru skenovacího zařízení (Thorpe et al., 2008). Kromě umístění cívky (užívané při vyšetřeních hlavy) nad hlavu pacienta a zasunutí do skeneru, byl jako další bod zvýšené úzkosti označen okamžik vstupu do místnosti se zařízením (van Minde, 2014). Úzkost může být vázána na klaustrofobii, ale i na jiné faktory jako je strach z nemocničního personálu nebo jehel, možnost diagnózy na základě vyšetření a další proměnné (Munn & Jordan, 2011). Obavy jsou také ovlivněny vysokou úrovní hluku zařízení a nutností ležet dlouhou dobu nehnutě (Törnqvist et al., 2006). Dále k nim může přispět pocit pacienta, že neví, co očekávat – ať už od procedury (Funk et al., 2014) nebo výsledků vyšetření (Carlsson & Carlsson, 2013). Dle studie autorů Klaming et al., (2015) může být k určení úrovně úzkosti pacientů během vyšetření využita elektrofyziologie. Došli k závěru, že úroveň úzkosti je v průměru nejvyšší na začátku skenu, s vrcholem v okamžiku zasunutí lůžka s pacientem dovnitř přístroje.

Úroveň prožitku klaustrofobie může znamenat úplnou neschopnost podstoupit vyšetření (Munn et al., 2015), přerušeni vyšetření v jeho průběhu (Sadigh et al., 2017), sníženou kvalitu získaných snímků v důsledku pohybu pacienta (Powell et al., 2015), nutnost užití sedativ nebo nutnosti sken opakovat (Dewey et al., 2007). To může znamenat množství potenciálních potíží jak pro diagnostiku pacienta (Munn et al., 2014) tak ve zvýšené úzkosti z následujících vyšetření (Enders et al., 2011). Odhady hovoří celosvětově asi o 2 milionech skenů, které jsou předčasně přerušeny nebo nemohou být uskutečněny z důvodu klaustrofobie (McIsaac et al., 1998; Enders et al., 2011).

Představou bylo, že s rozšířením dostupnosti nových designů a technologických zlepšení potřeba zohledňovat faktor klaustrofobie při MRI vyšetření vymizí (Wood & McGlynn, 2000). Avšak výsledky velké metaanalýzy ukazují na klaustrofobii jako na přetrvávající problém s asi jedním až dvěma pacienty ze sta, kteří v důsledku klaustrofobie sken odmítnou nebo nedokončí. Sdružený průměr pro celkovou populaci dle tohoto článku činí 1,18 % (s 95 % intervalem spolehlivosti mezi 0,79 a 1,65). Tento údaj je však pro heterogenitu jednotlivých studií třeba brát s rezervou (Munn et al., 2014). Prevalence klaustrofobie, na jejímž základě pacient odmítne sken podstoupit nebo je sken předčasně ukončený, totiž signifikantně kolísá dle konkrétní studie od 0,46 % (Von Knobelsdorff-Barkenhoff et al., 2013) po 5,29 % (Nagel, 1999).

Celková incidence předčasného ukončení MRI vyšetření v důsledku klaustrofobie poslední analýzy pak činí 0,76 %. Pokles odpovídá očekávanému trendu a má potenciál dále klesat společně s pokračujícím rozvojem technologií a designu skenerů (Hudson et al., 2022).

Zásadním nedostatkem sběru dat o klaustrofobii na základě nedokončených či odmítnutých MRI skenů – který je stále nejběžnější – je neschopnost zachytit osoby, které při vyšetření prožívají úzkost či klaustrofobii, ale jsou přesto schopni sken dokončit. Někteří pacienti dokončí MRI sken i přes silný strach, protože jsou si vědomi důležitosti tohoto vyšetření pro své zdraví (Munn & Jordan, 2011). Stejně tak je obtížné zachytit pacienty, kterým byla před vyšetřením podána sedativa. Incidence odmítnutých či nedokončených MRI vyšetření v rozmezí 1-2 % tak nemusí zahrnovat celkovou incidenci úzkostných a klaustrofobických epizod během MRI vyšetření (Munn et al., 2014). Obavy z klaustrofobie se před vyšetřením objevují asi u čtvrtiny pacientů, avšak následné vyšetření je v tomto ohledu zpětně hodnoceno mírněji (Oliveri et al., 2018; Busacchio et al., 2021). Vyšší míra klaustrofobie pak může vést k úplnému vyhnutí se vyšetření.

Ačkoli je tedy měření míry klaustrofobie na základě předčasně ukončených vyšetření běžné, je třeba vnímat neúplnost takového vzorku dat (Hyde & Hardy, 2021). Proto je na zvážení rozšíření i standardních vyšetření o screeningové metody. Pro screening a predikci klaustrofobie se osvědčily dotazníky jako je CLQ – Dotazník klaustrofobie (užitý i v této práci) a ASI – Index citlivosti k úzkosti (Napp et al., 2017; Mohlman et al., 2012; Booth & Bell, 2013).

2.1.1. Faktory relevantní pro incidenci klaustrofobie během MRI vyšetření

Ve studii Abd Gani et al. (2023) se ukázala slabá až střední korelace prožívané úzkosti s určitými faktory. Většina participantů označilo hluk cívek jako faktor nejvýrazněji přispívající k jejich úzkosti, se střední mírou korelace. A to i přes to, že jim byla poskytnuta sluchátka na potlačení hluku, která ale nebyla schopna ho zcela odstranit. Omezený prostor uvnitř skeneru byl vzhledem k úrovni úzkosti druhý nejsignifikantnější faktor. Ačkoli studie využívala klonované MRI systémy, někteří participanté je považovali za nepohodlné a 92,8 % popsalo pocity úzkosti na základě tohoto omezeného prostoru.

V incidenci klaustrofobie hraje klíčovou roli konstrukce samotného skeneru, které mohou přispět k pocitům uvěznění a omezení (Törnqvist et al., 2006; Funk et al., 2014). Analýza vlivu konstrukce na incidenci úzkosti a klaustrofobie ale není jednoznačně interpretovatelná a jednotlivé druhy skenerů (Obrázek 1) mají specifické výhody a nevýhody.

Obrázek 1: Příklady designů MRI skeneru



Vlevo nahoře – konvenční skener s horizontálně umístěným tunelem (šířka tunelu 60-70 centimetrů, síla pole 1.5T, pacienti musí ležet), vlevo dole – UpRight skener (šířka rozestupu 56 centimetrů, síla pole 0.5T, omezené možnosti vyšetření, pacienti mohou sedět nebo stát), vpravo – otevřený skener (rozestup 44 centimetrů, síla pole 1.2T, možnosti vyšetření shodné s konvenční variantou, pacienti musí ležet) (in Hudson, et al., 2002 InHealth Group & Shutterstock)

U úzkostných pacientů byla zaznamenána obecně vyšší preference otevřených skenerů (Michel et al., 2002; Munn & Jordan, 2011, 2013; Spouse & Gedroyc, 2000). Avšak v případě otevřených systémů se může čas skenu prodloužit až dvojnásobně a tyto delší časy mohou vést k častějším pohybům, a tedy méně kvalitním výsledkům (Michel et al., 2002).

Účinnost novějších skenerů s kratším a širším tunelem byla již dlouhodobě zkoumána (Hunt et al., 2011) a dle některých studií vykazují tyto skenery celkově signifikantně nižší prevalenci (asi 0,73 %) předčasného ukončení (Dewey et al., 2007). Jiné studie zaměřující se na pravděpodobnost předčasného ukončení v případě otevřených skenerů ukázaly ale úroveň 3,43 % (Lang, et al, 2010) a 8,3 % (Bangard et al., 2007), což je znatelně více než uvedených 0,76 % u veškerých vyšetření (Hudson et al., 2022).

Ačkoli totiž otevřené skenery nabízí možnost panoramatického pohledu a širší podložku pro tělo, prostor nad hlavou pacienta je o dost menší než u moderních skenerů s širokým vnitřním prostorem (44 oproti 70 cm). Vzorek pacientů navíc sestává převážně z pacientů, kteří si jsou vědomi své klaustrofobie a již mají za sebou neúspěšný konvenční sken. Do vyšetření tedy

mohou vstupovat s potenciálně zvýšenou hladinou úzkosti (Ahlander et al., 2020). Vyšetření na tomto zařízení navíc trvá déle než na standardním skenu (Lang et al., 2009; Enders et al., 2011).

Zajímavé je, že u pacientů vyšetřovaných takzvaným UpRight skenerem je incidence předčasného ukončení znatelně nižší. Ačkoli jsou oba typy považovány za otevřené, v UpRight skeneru pacient sedí nebo stojí bez zařízení před obličejem. U konvenčního skenu jsou také cívky přístroje blíže pacientovi, zatímco u otevřeného a UpRight skeneru jsou užity solenoidní cívky, které jsou méně prostorově omezující (Brunnquell et al., 2020). Pacienti podstupující vyšetření otevřeným skenerem mají asi třikrát větší pravděpodobnost předčasného ukončení vyšetření z důvodu klaustrofobie, přičemž u pacientů podstupujících vyšetření UpRight skenerem byla tato pravděpodobnost naopak poloviční (Hudson et al., 2022). Vývoj UpRight systémů je tak klaustrofobními pacienty v souvislosti s rozvojem designu MRI skeneru považován za prioritu (Munn et al., 2014).

V současnosti stále probíhá rozsáhlá dlouhodobá studie, srovnávající zkrácené a otevřené MRI systémy a může tak přinést další důležité poznatky v efektivitě metod snižování klaustrofobie (Enders et al., 2011). Kromě už zmíněného rozšíření vnitřního prostoru je pak v rozvoji technologii skeneru kladen důraz i na snížení pro pacienty nepříjemného hluku (Iwan et al., 2021). Možnostmi jeho redukce se už zabývaly dřívější studie (McNulty & McNulty, 2009). Studie Napp et al. (2021) zjistila, že pacienti, kteří prožívají úzkost, se těžko vyrovnávají se zvukem skeneru a pocitu stísnění.

K dalším faktorům vázaným k technologii skeneru je přímý RF (radio frequency) kontakt cívek s kůží pacienta, který zvyšuje teplotu, což může znamenat riziko vyčerpání, mrtvice z důvodu přehřátí nebo zvýšení úzkosti (Kim et al., 2016). Nguyen et al. (2020) popisuje obtíže s umístěním objemnějších pacientů do skeneru. Tento problém by však bylo možné řešit vývojem MRI technologie. Studie popsala slabou korelaci mezi diskomfortem během vyšetření a faktory jako tvrdé a malé lůžko nebo prodloužená doba uvnitř skeneru.

Další studie autorů Madl et al. (2022) zmiňuje, že prodloužená doba uvnitř skeneru může vést k většímu diskomfortu a rychlejšímu nástupu fobie a úzkosti. Úzkost vedla k ukončení vyšetření u skenu hlavy a krku. Dále poloha na zádech může zvýšit nepříjemné pocity z uzavřeného prostoru, přičemž pozice na břiše umožňuje pacientům výhled z tunelu a vnímání světla. Tato jednoduchá úprava může pomoci snížit hladinu úzkosti u pacientů, ale není bohužel vždy možná.

Zvýšená incidence předčasného ukončení z důvodu klaustrofobie při vyšetření, kdy tělo pacienta vstupuje do skeneru hlavou napřed, je dobře popsána (Munn et al., 2014; Wiebe, 2004). Ve srovnání s variantou chodidel napřed je tato incidence asi desetinásobná – 2,1 % oproti 0,2 % (Dewey et al., 2007). Typ vyšetření také hraje svou roli – incidence předčasného ukončení je při vyšetření hlavy či krku 1,73 % oproti 0,59 % u vyšetření nižších etází těla (Eshed et al., 2007). To může být dáno jak rozdílnou povahou průběhu vyšetření – umístění cívky nad obličej a zasunutí do skenu hlavou napřed – tak i potenciálně závažnějším výsledkům ohrožující zdraví pacienta. Sken hlavy může vyvolávat větší obavy nežli sken kolene (Hudson et al., 2022).

Studie ukázaly asi 2,1násobně větší pravděpodobnost předčasného ukončení skenu (incidence 2,6 %) z důvodu klaustrofobie u věkové skupiny 45 až 64 let (Dewey et al., 2007). Pravděpodobnost ukončení 6,7 % u osob starších 60 let by mohla souviset s vyšší incidencí generalizované úzkostné poruchy v tomto věku (Mohlman et al., 2012).

Je dobře zdokumentováno, že v obecné populaci je incidence fobií vyšší u žen (Wadenaar et al., 2017) a incidence reportované zvýšené úzkosti asi dvojnásobná (Forshaw et al., 2018). Téměř dvojnásobná incidence předčasného ukončení MRI skenu v důsledku klaustrofobie u žen je tedy v souladu s dostupnou literaturou (Napp et al., 2017; Eshed et al., 2007; Dewey et al., 2007). Nečekaná je větší incidence předčasného ukončení UpRight typu skeneru u mužů, která může souviset s designem skeneru, který může být méně pohodlný pro osoby se širšími rameny (Hudson et al., 2022).

Při kombinaci faktorů pohlaví a věku je osobou s největší pravděpodobností předčasného ukončení vyšetření 50 až 60letá žena. To vyvolává otázku, jak může být jejich úzkost ovlivněna menopauzou, čímž se zabývaly některé nedávné studie (Flores-Ramos et al., 2018; Mulhall et al., 2018). Ve studii zkoumající incidenci předčasného ukončení u MRI skenu prsou při podezření na rakovinu celých 25 % pacientek sken odmítlo absolvovat z důvodu klaustrofobie (Berg et al., 2010). Celkově je tedy pacientem s nejvyšší pravděpodobností předčasného ukončení vyšetření z důvodu klaustrofobie žena mezi 45 a 65 lety absolvující vyšetření hlavy nebo/a hlavou napřed.

Kromě toho jsou i další faktory, které mohou ovlivnit pravděpodobnost klaustrofobické epizody pacienta. Například socioekonomický status, věk a specifické diagnózy (Dewey, 2010; Sarji et al., 1998). Jednotlivé studie však bohužel dosud neposkytují dostatek dat pro komplexnější posouzení těchto faktorů.

2.2. Intervence úzkosti a klaustrofobie v magnetické rezonanci

Intervencí snažících se o snížení hladiny úzkosti v souvislosti s MRI vyšetřením, zlepšení prožitku pacienta a zlepšení kvality diagnostického výstupu je celá řada:

- psychosociální intervence, jako je kognitivní terapie (Grey et al., 2000; Lukins et al., 1997) a řízená imaginace (Smart, 1997)
- informování pacientů textovou formou (Grey et al., 2000; Rothman et al., 2016; Selim, 2001; Törnqvist et al., 2006)
- telefonická intervence během vyšetření (Tugwell et al., 2018)
- video demonstrace procedury (Tugwell et al., 2018)
- užití audiovizuálních systémů během vyšetření (Harned & Strain, 2001; Lemaire et al., 2009)
- falešný MRI sken (Carter et al., 2010; de Amorim e Silva, et al., 2006; Rosenberg et al., 1997)

Většina těchto procedur je však určena pro pediatrické pacienty, jejich účinnost často závisí na schopnostech administrujícího specialisty a bývají zdlouhavé, nákladné, obtížně integrovatelné do běžné rutiny (Tugwell et al., 2018) a z těchto důvodů i velmi málo využívané.

Průzkum mezi personálem MRI pracovišť odhalil, že i přes implementaci podpůrných strategií 71,6 % radiologů vnímá, že se úzkost běžně vyskytuje u pacientů absolvujících MRI vyšetření (Tischler et al., 2008). O'Halloran (1993) se pokusil vysvětlit individuální rozdíly v hladině úzkosti pacientů podstupujících MRI vyšetření skrze koncept konstruktivního myšlení. Osoby s nízkou úrovní konstruktivního myšlení dle něj „zakoušejí automatické myšlenky, které podporují jejich stres“ (O'Halloran, s. 10) oproti osobám s vysokou úrovní konstruktivního myšlení, jejichž „automatické myšlenky facilitují situační coping a mají tedy pozitivní efekt“ (O'Halloran, s. 9).

Podpora pacientů trpících úzkostí či situační klaustrofobií tedy nespočívá jen v ošetření pocitů vztažených k očekávání, ale také v podpoře pocitů pacienta, že danou situaci dokáže zvládnout. Jde i o úroveň pocíťovaného nebezpečí, přičemž pokud je tato úroveň dostatečně snížena a pacient má pocit, že může situaci zvládnout, vnímaný podnět se může změnit z ohrožení na

výzvu (Blascovich, 2008). To následně může pomoci se zvládnutím tendence z ohrožující situace uniknout a místo toho nepříjemným pocitům čelit (Vine et al., 2016).

Směr intervence by měl tedy směřovat především k přerámování kognitivního vnímání situace jako výzvy místo snahy pracovat se samotným zdrojem fobie či úzkosti (Hudson et al., 2022). Ve studiích zkoumající tyto intervence se tedy zpravidla věnuje mnoho prostoru přípravě pacienta na to, co může očekávat (Munn & Jordan, 2013; Tazegul et al., 2014; Tugwell et al., 2018), práci s myšlenkami a pocity pacienta a podpoře vnímání vlastní schopnosti se s nimi vypořádat (Carlsson & Carlsson, 2013; Törnqvist et al., 2006).

V současnosti se s rozvojem na člověka orientovaného přístupu ve zdravotnictví zkoumají i možnosti přizpůsobení a z pohodlnějšího procesu vyšetření pro potenciálně ohrožené skupiny, jako jsou například osoby s různými formami autismu (Stogiannos et al., 2021; Stogiannos et al., 2022).

Munn & Jordan (2013) ve svém systematickém přehledu intervencí v oblasti úzkosti a strachu v průběhu MRI vyšetření popsali pozitivní dopad proměnných jako informování/edukaci pacientů, změnu pozice těla během vyšetření, úpravu prostředí, užití prizmatických brýlí, úpravu úrovně osvětlení, instalaci větráků či úpravu proudění vzduchu. Dále pak fyzickou přítomnost osoby během vyšetření, nouzové tlačítko pro pacienty, hudbu, otevřený typ MRI skeneru, psychologickou přípravu, hypnózu, aromaterapii, užití sedativ, falešný MRI sken, kombinaci metod v rámci protokolu na snížení úzkosti a screening pacientů na znaky klaustrofobie (Munn & Jordan, 2013). Kvůli heterogenitě designů studií lze však bohužel jen obtížně srovnat účinnost těchto metod. Vývoj VR intervence – i z důvodu snahy o omezení medikace pacientů (zejména z oblasti benzodiazepinů) – tak zůstává pro práci s úzkostmi a strachy z MRI vyšetření stále relevantní (Hudson et al., 2022).

2.2.1. Falešný sken

MRI sken je specifickou zkušeností, která je vnímána značně individuálně (Törnqvist et al., 2006; Munn & Jordan, 2011). Pro většinu účastníků však platí, že čas strávený ve skenu napomáhá habituaci a další vyšetření tak bývají pro pacienty snadnější (Munn & Jordan, 2011).

Falešný sken představuje repliku MRI přístroje v reálné velikosti bez vnitřních magnetů. Zařízení obsahuje i vnitřní reproduktory, které přehrávají zvuky z reálného vyšetření (McGuirt, 2016). Ačkoli jsou ale finančně výhodnější než anestezie pacientů, jsou i tak velmi drahé,

vyžadují specializovaný prostor a přítomnost technika společně s terapeutem nebo jiným zdravotníkem, a to většinou napříč několika sezeními (Carter et al., 2010).

2.2.2. Intervence související s designem skeneru

Jak již bylo řečeno, design skeneru hraje v incidenci klaustrofobie a úzkosti zásadní roli (Funk et al., 2014; Törnqvist et al., 2006). Studie ukázaly, že pacienti si při snaze navyknout si na proceduru sami nejčastěji chtějí nacvičit zasunutí a vysunutí ze skeneru (Enders et al., 2011; Funk et al., 2014). Často je tedy navrhováno užití falešných skenerů, které ale bohužel nejsou široce dostupné (Chapman et al., 2010; Thorpe et al., 2008). Munn et al. (2014) podotýká, že možnosti takového nácviku přímo před vyšetřením mohou být omezené. VR tak může poskytnout bezpečný prostor pro nácvik i expozici ještě před samotným vyšetřením. Technologický vývoj s touto informací pracuje a novější MRI skenery mají kratší vnitřní prostory, sníženou hladinu hluku a některé jsou otevřené (Lemaire et al., 2009).

- **Otevřené MRI** – studie ukazují, že pacienti preferují otevřené MRI systémy před uzavřenými (Michel et al., 2002; Souse & Gedroyc, 2000). Otevřené systémy obecně zvyšují komfort pacientů a snižují jejich úzkost a míru klaustrofobie. (Bangard et al., 2007).
- **MRI s kratším či širším vnitřním prostorem** – použití novějších modelů MRI s širším či kratším vnitřním prostorem vedlo k zvýšení pravděpodobnosti dokončení, nižší medikaci a nižší reportované míře klaustrofobie. Studie Hunt et al. (2011) se zaměřila na klaustrofobní pacienty a studie Dewey et al. (2007) ukázala tento efekt i u obecné populace.
- **Tišší přístroj** – McNulty & McNulty (2009) zjistili, že pacienti považují za přijatelnější skener s vylepšenou technologií gradientu, který je tišší než běžné zařízení.

Tyto technologické inovace bohužel nevedly k eradikaci klaustrofobických reakcí pacientů (Dewey et al., 2007), zejména u vyšetření hlavy, která mohou být pro klaustrofobiky obzvláště náročná (Hunt et al., 2011).

2.2.3. Detailní informování pacientů a příbuzné strategie

Ve studiích, které kombinovaly dodatečné informování pacientů s psychologickou intervencí (Caruso et al., 2006) nebo specifickými postupy pro snížení úzkosti (Grey et al., 2000) nacházíme pozitivní výsledky. Ze studií, které se pokusily ověřit účinnost dodatečného informování jako samostatné metody, dvě ukázaly pozitivní vliv na hladinu úzkosti (Salim, 2001; Youssefzadeh et al., 1997) a jedna nikoli (Törnqvist et al., 2006).

Dle Bolejko & Hagell (2021), pacienti, kteří byli před MRI vyšetřením dostatečně informováni, se cítili signifikantně méně úzkostně. Tyto studie ale také zahrnovaly poradenství a poskytnutí textových informací, což činí stanovení efektu jednotlivých metod obtížné. Z důvodu heterogenity dat a odlišností v designu a metodologii je obtížné kombinovat výsledky těchto studií a zhodnotit účinnost metody. Jediná relevantní metaanalýza dvou z těchto studií (Salim, 2001; Tornqvist et al., 2006) nepřinesla signifikantní výsledky o účinnosti metody (Munn & Jordan, 2013).

Některé studie se zabývaly i psychologickou intervencí po MRI vyšetření. Ve studii autorů Caruso et al. (2006) ukázalo tříčtvrtěhodinové psychologické sezení po MRI vyšetření mírné snížení úzkosti. Mnohem větší efekt se ale objevil ve snížení deprese. Taková intervence ale může být časově náročná. Osvědčila se proto i aplikace protokolu na snížení úzkosti, který jen vzácně narušuje časový harmonogram (Grey, 2000).

2.2.4. Další typy intervencí

K dalším typům intervencí, zkoumaných ve spojitosti s MRI patří:

- **Trénink personálu** – Studie zkoumající efekt tréninku zdravotnického personálu ukázaly signifikantní pokles incidence předčasného ukončení napříč různými pracovišti a technologiemi skenerů na 0,3 až 3 % (Lang et al., 2010; Norbash et al., 2016). Lze tedy usuzovat, že trénink personálu a schopnosti v péči o pacienty jsou možná jedním z nejdůležitějších faktorů v incidenci předčasného ukončení vyšetření (Hudson et al., 2022).
- **Týmový trénink pacientů** – Lang et al. (2010) využil metodu týmového tréninku pacientů a popsál zvýšení pravděpodobnosti dokončení vyšetření.
- **Polohování na břicho** – Studie McCauley et al. (1992) a Bangard et al. (2007) ukázaly pozitivní efekt polohování na břicho na pravděpodobnost dokončení vyšetření. Polohu na břicho však nelze doporučit obecně, protože právě u klaustrofobických pacientů byla zaznamenána větší pravděpodobnost dokončení vyšetření u polohy na zádech (Eshed et al., 2007).
- **Kognitivní strategie** – Studie ukázaly, že řízená imaginace, kognitivní copingové strategie, relaxace a dechové techniky mohou být efektivní pro snížení úzkosti u zdravých dospělých pacientů v průběhu MRI vyšetření (Argue, 1995; Lukins et al., 1997; O'Halloran, 1993; Quirk et al., 1989; Thopson & Coppens, 1994). Tyto metody však nebyly ověřeny pro klaustrofobickou populaci.

- **Vůně** – Redd et al. (1994) provedl dvojitě zaslepenou studii u dospělých pacientů, absolvujících vyšetření MRI. Srovnal administraci vůně a zvlhčeného vzduchu skrze nosní dutinu pacientů a jeho výsledky naznačují pozitivní dopad vůně na stres a úzkost. Pro účely studie byly použity nasální kanyly a počítačem řízený systém administrace, což může být pro běžné užití nepraktické či náročné. Autoři ovšem zmiňují, že tato metoda byla použita pro zajištění kontrolovaného designu studie a v praxi je možné využít jednodušších metod. Vůně jsou zároveň silně subjektivní a jejich využití jako intervence by tak mělo zohlednit osobní preference pacienta.

3. Virtuální realita jako intervence úzkosti a klaustrofobie v souvislosti s vyšetřením v magnetické rezonanci

Už dříve se VR simulace užívalo k terapii snižující nadměrnou přecitlivělost a k léčbě úzkosti a fobií, Teprve nedávno se ale začali výzkumníci zabývat potenciálem VR jako metody simulace MRI vyšetření a přípravy pacientů na něj (Brown et al., 2018; Lizio & Masuch, 2017).

Tato metoda má mnohé potenciální výhody. Pokročilá technologie nabízí už velmi realistický a imerzní zážitek. Virtuální prostředí je bezpečné, plně kontrolovatelné a nabízí pacientům možnost se plně seznámit s celou procedurou před jejím reálným absolvováním. Technologie se navíc stává stále dostupnější, přenosnější a uživatelsky přístupnější (Lizio & Masuch, 2017).

Hudson et al. (2022) popsal, že VR intervence může snížit úzkost a zvýšit tendenci k spolupráci ze strany pacientů. Duncan et al. (2018) zkoumal design VR intervence, její zamýšlené užití a úspěch při její aplikaci. Kiliç et al. (2021) a Nakarada-Kordic et al. (2020) popsaly VR simulaci jako stejně efektivní v přípravě na MRI vyšetření jako využití falešného skeneru.

Prozatím byla VR v tomto kontextu testována především jako metoda pro pediatrické pacienty. Lizio & Masuch (2017) vytvořili a otestovali VR aplikaci spojující elementy her a narace pro děti od 8 do 15 let na bázi snižování nadměrné citlivosti a terapie hrou. Ačkoli výsledky efektivity ve snížení hladiny úzkosti nebyly přesvědčivé, aplikace samotná byla účastníky i zdravotnickým personálem přijata velice pozitivně.

Existují i další podobné aplikace (Ashmore, 2018), ale chybí jejich systematická analýza. Dosud jediný takový nástroj, o němž vyšla recenzovaná publikace, je zatím ve fázi testování (Brown et al., 2018).

VR intervenční metody pro MRI vyšetření lze v zásadě rozdělit do tří přístupů:

- Terapeutická intervence – opakovaná sezení, většinou ve formě VRET – expoziční terapie ve virtuální realitě – kdy je pacient vystavován obávanému podnětu, jehož intenzita se v závislosti na potřebách pacienta může měnit.
- Přípravná intervence – většinou jednorázové sezení, které má za cíl snížit obavy a úzkost pacienta do té míry, aby byl schopen absolvovat MRI vyšetření

- Distrakční intervence – využití VR jako techniky k odvedení pozornosti přímo během vyšetření s cílem snížit obavy či úzkosti pacienta

3.1. Terapeutická intervence

V oblasti klaustrofobie a jiných úzkostných poruch je VR intervence již dlouhodobě užívána jako alternativa k *in vivo* expozici v rámci kognitivně behaviorální terapie (Wiederhold & Bouchard, 2014), kde poskytuje bezpečné prostředí pro administraci stimulů podněcující strach a úzkost. Tradiční VR intervence klaustrofobických pacientů zpravidla obsahovaly simulace místností či výtahů, jejichž rozměry bylo možné měnit dle potřeby a pracovat tak s hranicí stimulu napříč několika sezeními (Botella, 2000).

Už první studie z roku 1998 nastiňuje možnosti užití VR intervence při přípravě klaustrofobních pacientů na sken (Botella et al., 1998). Ačkoli se kazuistika zaměřovala na pacienta podstupujícího CT sken, mnohé implikace mohou být relevantní i pro MRI. V této studii byl pacient umístěn ve virtuálním prostředí, které mohl volně prozkoumávat a procházet místnostmi, které představovaly postupně se zintenzivňující – avšak kontrolovanou – zátěž. Psychodiagnostické metody následně ukázaly snížení hladiny strachu a diskomfortu pacienta. Celý proces byl následně završen úspěšným absolvováním CT skenu.

O dvacet let později byl podobný postup užit v rámci expoziční terapie, která simulovala prostředí výtahu a následně i MRI skenu. Je nutné podotknout, že se jednalo pouze o simulaci pomocí videa na klasické obrazovce, což mohlo ovlivnit možnosti imerze tohoto designu (Rahadi et al., 2018). Měření fyziologických funkcí proběhlo před procedurou, ovšem nikoli v průběhu procedury, ani po ní. Z užitých diagnostických metod (upravený inventář STAI a dotazník zaměřený na ovladatelnost dané aplikace) vyplývá snížení úrovně úzkosti před i po intervenci, s větším rozptylem hodnot po intervenci.

V podobné době popisuje Brown et al. (2018) VR nástroj simulující MRI vyšetření za pomoci 3D modelu vyšetřovací místnosti i samotného skeneru. Pacientům bylo umožněno prozkoumat virtuální prostředí a byli i umístěni do tunelu zařízení. K zvýšení imerze byly dodány zvuky skeneru. Studie přes své nedostatky nastiňuje důležité poznatky ohledně designu – snížení nadměrné citlivosti by mohla pomoci opakovaná expozice či důkladné informování pacientů.

Pilotní studie autorů Nakarada-Kordic et al. (2020) srovnávala pocity úzkosti, pohodlí a uvolnění u VR aplikace a falešného MRI skeneru v přípravě pacientů na sken hlavy či krku. Konkrétně srovnávali VR simulaci ve vyšetřovací místnosti a skeneru s expozicí za užití falešného MRI skeneru. Dvacet pacientů prodělalo jak dvacetiminutový falešný sken, tak stejnou proceduru ve VR. V průběhu byly pacientům kladeny otázky na míru úzkosti, pohodlí a uvolněnosti. 20 % participantů nepreferovalo ani jednu verzi simulace. Při možnosti absolvovat VR simulaci doma by si však 75 % participantů zvolilo tuto možnost oproti falešnému skenu. 55 % pacientů se cítilo více uvolněně a 60 % více pohodlně během VR simulace oproti 25 % a 15 % u falešného skenu. Většina uvedla, že se necítila více úzkostně u jednoho z typů simulace. Výsledky studie jsou zatíženy malým vzorkem a pacienty s nízkou hladinou klaustrofobie, přesto poskytují užitečná vodítka. Pacienti se v rámci expozice ve falešném skenu cítili v závěru procedury méně pohodlně, ačkoli byla procedura prožívána jako realističtější než VR. I přes to, by většina účastníků preferovala VR expozici, zejména pro možnost administrace procedury z pohodlí domova a možnost okamžitého ukončení kdykoli v průběhu procedury. Studie tedy naznačuje, že je VR expozice použitelná jako simulace reálného skenu. Výsledky ukazují na podobný efekt obou procedur, který však kvůli malému vzorku není statisticky signifikantní (Nakarada-Kordic et al., 2020).

3.2. Přípravná intervence

Nejčastěji zkoumaným způsobem využití VR v souvislosti s MRI vyšetřením je snaha informovat a připravit pacienty na sken. Data ukazují, že komunikace a poskytnutí jasných informací o nadcházejícím vyšetření může snížit pocíťovanou úzkost (Tazegul et al., 2015; Tugwell et al., 2018). Studie však ukázaly, že psané materiály či slovní popis mohou být pacientem dezinterpretovány či nepochopeny (Tugwell et al., 2018). Oproti tomu VR nabízí možnost vyzkoušet si, co pacienta čeká. Tento sensorický způsob informování se ukázal být jako efektivnější pro pochopení průběhu procedury, i toho, co se od pacientů očekává (Ahlander et al., 2018).

Studie zkoumající VR technologii jako přípravnou metodu se většinou věnují přípravě pediatrických pacientů (uvedené studie se zabývaly pacienty ve věku 4 až 15 let). Spíše než na klaustrofobii se tedy klade důraz na dosažení spolupráce ze strany pacientů. Liszio & Masuch (2017) například ve svém přístupu k snížení úzkosti kombinují expoziční terapii, informování probandů, gamifikaci a terapii hrou. Dle přístupu terapie hrou byly probandům v tomto přístupu

nejdříve poskytnuty informace k průběhu skenu, pozorování prostředí, modelování události a následně vlastní sken.

Výsledky ukázaly mírné snížení hladiny úzkosti bezprostředně po proceduře. Úzkost se však v průběhu reálného skenu opět zvýšila. Nebyly získány signifikantní výsledky a experimentální skupina vykázala široké spektrum výsledků. Celkově byla však VR zkušenost probandy hodnocena pozitivně a je možné, že ve spojení s coping strategiemi a opakovanou expozicí by bylo možno dosáhnout příznivějších výsledků.

Jiný přístup představuje Ashmore et al. (2019), který pro imerzi užívá 360stupňový video záznam. Série těchto záznamů provádí pacienta MRI oddělením a je doplněna knihou, která má dopomoci k přípravě na vyšetření. Videozáznam však oproti klasické VR znamená omezené možnosti seznámit se s prostředím a sledování z pozice diváka místo aktivní účasti na průběhu procedury. Ve studii byly navíc pro sběr dat užity nevalidované metody. Přes všechna omezení byly výsledky velmi příznivé – účastníci hodnotili zkušenost pozitivně a 4 z 5 pacientů, kteří měli původně absolvovat sken v celkové anestezii, jej zvládli při vědomí, aniž by v důsledku pohybu došlo ke snížení kvality získaných dat.

Jedné z nejnovějších studií na toto téma (Abd Gani, et al., 2023) se zúčastnilo celkem 138 pacientů rozdělených do VR a neVR skupiny. Polovina – tedy 69 z nich – podstoupila VR simulaci a zbylých 69 probandů nepodstoupilo žádnou přípravnou proceduru. Úroveň úzkosti před a v průběhu MRI vyšetření byla signifikantně odlišná u VR skupiny, nikoli však u neVR skupiny. Pacienti, kteří byli během VR simulace méně úzkostní se navíc cítili uvnitř MRI skeneru více v kontrole.

Předchozí studie Nakarada-Kordic et al. (2020) a Yakar & Pirinçci (2020) dále ukázaly, že informování pacientů o průběhu vyšetření signifikantně snižuje jejich úzkost. Ve studii autorů Tazegul et al. (2015) u experimentální skupiny, které byly poskytnuty základní informace o průběhu MRI vyšetření, došlo ke snížení úrovně stavové úzkosti.

3.3. Distrakční intervence

Distrakční intervence se zaměřují na odvedení pozornosti pacientů v průběhu MRI vyšetření s cílem snížení úrovně jejich úzkosti.

První ze studií představuje kazuistiku dvou pacientů, kteří oba předčasně ukončili falešný MRI sken (Garcia-Palacios et al., 2007). Oba pacienti v průběhu procedury potvrdili pocity klaustrofobie a úroveň jejich úzkosti byla během falešného skenu monitorována každé tři minuty. U obou pacientů byl následně falešný sken zopakován v kombinaci se specifickou distrační intervencí. U jednoho probanda byla k odvedení pozornosti využita hudba a u druhého VR. Pacient poslouchající hudbu opět nebyl schopný sken dokončit a skončil proceduru dříve a s vyšší reportovanou hladinou úzkosti než v prvním pokusu. Pacient využívající VR falešný sken dokončil, navíc oproti prvnímu pokusu se sníženou hladinou úzkosti.

Liszio et al. (2020) vyvinuli VR hru pro účely snížení stresu a úzkosti u dětí podstupujících MRI vyšetření. V designu se tvůrci snažili zohlednit potřeby dětí i jejich věk. I přes neformální charakter, výsledky studie ukázaly pozitivní zpětnou vazbu na užitý nástroj a nabízí se tak potenciál pro využití jako alternativy k sedativům v průběhu skenu.

II. Empirická část

Tato práce je pilotní studií proveditelnosti, uskutečněnou v rámci projektu Simulation of the Magnetic Resonance Imaging Examination in Virtual Reality s interním číslem grantu 318A_2020. Projekt probíhá pod záštitou Centra výzkumu virtuální reality v duševním zdraví a neurovědách Národního ústavu duševního zdraví (NÚDZ). Design výzkumu této práce byl schválen etickou komisí NÚDZ.

Autor práce se nepodílel na samotné tvorbě aplikace pro VR intervenci, jejíž tvorba byla podpořena z uvedeného grantu. Jeho rolí bylo ověřit použitelnost aplikace ve stanoveném způsobu užití a nastínit efektivitu celé procedury.

V rámci toho se věnoval sběru, kompletaci a analýze dat, přičemž u sběru dat probandů experimentální skupiny byla u procedury vždy přítomna i vedoucí výzkumu v roli psychologa. U sběru dat některých probandů nebyl autor osobně přítomen. Autor analyzoval část projektu, zaměřenou na testování VR aplikace, nikoli na část reálného MRI vyšetření.

4. Cíl výzkumu

Užití VR jako intervence úzkostí a fobií bylo již přes nedostatky v některých oblastech (Ciešlik et al., 2020) extenzivně popsáno (Wiederhold & Bouchard, 2014) a expoziční terapie ve virtuální realitě (VRET) obecně se již ukázala při práci s úzkostnými poruchami jako účinná (Anderson & Molloy, 2020). Užití VR intervence specificky u pacientů podstupujících MRI vyšetření však zatím systematicky prozkoumáno nebylo, ačkoli už proběhlo několik studií a v době dokončení této práce byly k dispozici dva první přehledové články (např. Hudson et al., 2022; Cataldo et al., 2023).

Průběh užití VR simulace je možné do určité míry přirovnat k expoziční terapii ve virtuální realitě (VRET). Během VRET je pacient ponořen do virtuálního prostředí, konfrontován s obávaným podnětem či situací a za pomoci terapeuta si osvojuje, jak danou situaci zvládat. Takový terapeutický proces však většinou probíhá opakovaně a dlouhodobě. Užitá metoda si v této fázi vývoje neklade primárně za cíl léčbu úzkostí a obav pacienta, ale má sloužit především jako názorná ukázka celého procesu vyšetření a příprava pacienta na něj. V souvislosti s předchozí kategorizací je tak proceduru možné označit za přípravnou intervenci.

Hlavním cílem práce je posouzení proveditelnosti virtuální simulace u klaustrofobických a úzkostných osob. Vedlejším cílem práce je prozkoumat, zda virtuální simulace vyšetření MRI může být využita jako metoda ke snížení obav a prožívané úzkosti pacientů ve vztahu k tomuto vyšetření.

Výsledky výzkumu by mohly primárně přispět k posouzení proveditelnosti procedury VR simulace jako metody přípravy na MRI vyšetření i jako terapeutické metody ke snížení prožívané úzkosti a klaustrofobie v souvislosti s tímto vyšetřením. Případně i k posouzení efektivity procedury v ovlivnění ochoty probandů následně podstoupit reálné MRI vyšetření.

Stanovujeme si tedy následující výzkumné cíle:

- 1) Posoudit proveditelnost virtuální simulace vyšetření MRI u klaustrofobických a úzkostných pacientů**
- 2) Posoudit využitelnost virtuální simulace vyšetření MRI pro snížení obav a prožívané úzkosti pacientů tak, aby byli schopni následně absolvovat vyšetření reálné**

4.1. Výzkumné otázky a hypotézy

Ve znění výzkumných otázek a hypotéz jsou uvedena tato označení psychometrických nástrojů:

- STAI-6 – šestipoložkový Inventář stavové úzkosti (State-Trait Anxiety Inventory-6)
- MRI AQ – Dotazník úzkostnosti během MRI vyšetření (Magnetic resonance imaging-Anxiety Questionnaire)
- SUDS4 – Škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu (Subjective Units of Distress Scale), jedná se o čtvrtý bod ze šesti v průběhu VR simulace, kdy byli probandi tázáni na hladinu úzkosti a stresu, kterou hodnotili na škále 1-10 (více viz kapitola 5.1)
- FSS MRI – Dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření (Magnetic resonance imaging Fear Survey Schedule)
- CLQ – Dotazník klaustrofobie (Claustrophobia questionnaire)
- IPQ – Dotazník prezence ve virtuální realitě (Igroup presence questionnaire)
- SSQ – Dotazník simulátorové nevolnosti (Simulator sickness questionnaire)

Význam označení je rovněž uveden v seznamu zkratk a podrobnosti o všech nástrojích je možné nalézt v kapitole 5.1 Měřící nástroje.

Před samotným testováním výzkumných otázek a hypotéz byla kromě popisu výzkumného souboru a testování normálního rozdělení testována i kritéria zařazení participantů, respektive rozdělení do experimentální a kontrolní skupiny tak, jak jsou stanovena v kapitole 6.1 Výzkumný soubor. Více viz kapitola 6.1.3 Korelace proměnných CLQ a Obava_před.

Vzhledem k prvnímu výzkumnému cíli si stanovujeme následující výzkumné otázky:

VO1: Dochází u klaustrofobních probandů absolvováním VR simulace k signifikantnímu zvýšení hodnoty stavové úzkosti ve srovnání s kontrolní skupinou?

- *H01: Hodnota stavové úzkosti klaustrofobních probandů se absolvováním VR simulace ve srovnání s kontrolní skupinou signifikantně nemění.*

- *H1: U klaustrofobních probandů dochází absolvováním VR simulace ve srovnání s kontrolní skupinou k signifikantnímu zvýšení hodnoty stavové úzkosti.*

Proveditelnost VR procedury předpokládá její schopnost simulovat co nejlépe MRI vyšetření a tedy i zvýšit hladinu úzkosti u klaustrofobních pacientů, aby jim expozice mohla pomoci se na vyšetření připravit. Tato zvýšená hladina úzkosti se by se na základě dostupně literatury měla projevit vyšší úrovní stavové úzkosti naměřené po simulaci oproti úrovni před simulací (Mackenzie et al., 1995; Katz et al., 1994).

Tato výzkumná otázka se tedy snaží prozkoumat, zda absolvováním VR simulace dochází u klaustrofobních probandů k signifikantnímu zvýšení stavové úzkosti ve srovnání s kontrolní skupinou. Protože nás zajímá úzkost aktuální čili stavová, pro měření byla užita zkrácená, šesti položková verze dotazníku State-Trait Anxiety Inventory (STAI) – STAI-6 (Marteau, 1992).

VO2: Je hodnota úzkosti během VR simulace signifikantně vyšší u klaustrofobních probandů než u kontrolní skupiny?

- *H02A: Hodnota úzkosti měřena dotazníkem MRI AQ není během VR simulace u klaustrofobních probandů a u kontrolní skupiny signifikantně odlišná*
- *H2A: Hodnota úzkosti měřena dotazníkem MRI AQ je během VR simulace u klaustrofobních probandů signifikantně vyšší než u kontrolní skupiny*
- *H02B: Hodnota úzkosti během VR simulace měřena položkou SUDS4 u klaustrofobních probandů a kontrolní skupiny není signifikantně odlišná*
- *H2B: Hodnota úzkosti během VR simulace měřena položkou SUDS4 je u klaustrofobních probandů signifikantně vyšší než u kontrolní skupiny*

Podobně jako u VO1 vycházíme z předpokladu, že proveditelnost VR procedury znamená schopnost simulovat zkušenost MRI vyšetření, a tedy navodit úzkost u klaustrofobních probandů. U této výzkumné otázky se zaměřujeme na úzkost prožívanou v průběhu VR simulace. Korelace klaustrofobie, úzkosti a MRI vyšetření je v literatuře dobře popsána (Dewey et al., 2007; Munn et al., 2014; Hudson et al., 2022).

U této výzkumné otázky testujeme dvě podhypotézy, týkající se dvou měřících nástrojů se stejným záměrem – otestovat, zda je míra úzkosti klaustrofobních probandů v rámci VR expozice signifikantně vyšší ve srovnání s kontrolní skupinou.

V první podhypotéze testujeme výsledky Dotazníku úzkostnosti během MRI vyšetření (MRI AQ – Magnetic resonance imaging-Anxiety Questionnaire) (Ahlander, 2016), administrovaného po skončení simulace.

Ve druhé podhypotéze testujeme položku SUDS4. Tato položka představovala čtvrtý ze šesti bodů v rámci procedury, kdy byli probandi tázáni na úroveň aktuální úzkosti v rámci Škály subjektivního hodnocení úzkosti a stresu SUDS – Subjective Units of Distress Scale (Wolpe, 1969), která sloužila k monitoringu úrovně úzkosti přímo během VR simulace. Položka SUDS4 pak konkrétně měřila míru úzkosti v okamžiku inserce lůžka s probandem do tunelu MRI. Tento okamžik by měl být na základě dostupné literatury pro klaustrofobní probandy nejobtížnější (Klaming et al., 2015).

VO3: Existuje pozitivní korelace mezi výsledky testů MRI AQ, FSS MRI a CLQ?

- *H03: Výsledky testu MRI AQ a FSS MRI a CLQ spolu nekorelují*
- *H3: Mezi výsledky testu MRI AQ a FSS MRI a CLQ existuje signifikantně pozitivní korelace*

Zmíněné testové metody slouží v rámci výzkumného šetření k podobnému účelu – popsat míru klaustrofobie či úzkosti na klaustrofobii vázané. Tato výzkumná otázka se snaží zodpovědět, zda mezi nástroji existuje pozitivní korelace a užití metod tímto způsobem je opodstatněné. Tím výzkum vytváří základ i pro studii efektivity v případě ověření její proveditelnosti.

Kromě toho jsme si vzhledem k prvnímu výzkumnému cíli kladli tyto doplňující výzkumné otázky, které budou zhodnoceny separátně:

Zvládnou všichni klaustrofobní probandi VR simulaci absolvovat?

Předpokladem testování proveditelnosti VR simulace je, aby ji klaustrofobní probandi byli schopni dokončit. V opačném případě by bylo obtížné hodnotit získané výsledky vzhledem

k posouzení proveditelnosti VR simulace. Budeme hodnotit počet probandů, kteří proceduru nedokončili.

Existuje u klaustrofobních probandů pozitivní korelace mezi mírou vnímané prezence a hladinou úzkosti během VR simulace?

Tato výzkumná otázka testuje předpoklad, že vyšší prezence probandů ve VR simulaci pozitivně koreluje s vyšší intenzitou podnětů, a tedy i vyšší hladinou úzkosti u klaustrofobních probandů, v souvislosti s pozitivní korelací klaustrofobie a vyšetření v magnetické rezonanci, kterou popisuje dostupná literatura (Dewey et al., 2007).

Míru prezence budeme měřit Dotazníkem prezence ve virtuální realitě (IPQ – Igroup presence questionnaire). Hladinu úzkosti během VR simulace budeme měřit Dotazníkem úzkostnosti během MRI vyšetření (MRI AQ – Magnetic resonance imaging-Anxiety Questionnaire) a položkou SUDS4 (Subjective Units of Distress Scale), hodnotící míru úzkosti a neklidu na Škále subjektivního hodnocení úzkosti a stresu v okamžiku inserce probanda do tunelu magnetické rezonance.

Je u klaustrofobních probandů v průběhu VR simulace výrazná úroveň kybernevolnosti?

Dostupná literatura uvádí zvýšenou pravděpodobnost výskytu simulátorové nevolnosti u simulací využívajících náhlavního displeje (HMD) oproti jiným projekčním technikám (Sharples et al., 2008) a zejména stolnímu počítači (Howarth, 1997). Příliš vysoká hladina by však byla v rozporu s proveditelností VR simulace.

Míra kybernevolnosti bude měřena Dotazníkem simulátorové nevolnosti (SSQ - Simulator sickness questionnaire).

Vzhledem k druhému výzkumnému cíli si stanovujeme následující výzkumnou otázku:

VO4: Sníží se u klaustrofobních probandů absolvováním VR simulace hodnota obavy z nadcházejícího MRI vyšetření ve srovnání s kontrolní skupinou?

- *H04: Hodnota obavy z nadcházejícího MRI vyšetření klaustrofobních probandů a kontrolních probandů se absolvováním VR simulace signifikantně nemění.*
- *H4: U klaustrofobních probandů dochází absolvováním VR simulace k signifikantnímu snížení obavy z nadcházejícího MRI vyšetření, u kontrolní skupiny ke změně nedochází.*

Primárním cílem VR simulace je snížení úzkosti a obav pacienta z MRI vyšetření tak, aby jej mohl absolvovat. Dostupná literatura nabízí možnost se domnívat, že by VR simulace mohla tyto obavy snižovat (Ahlander et al., 2018; Loszio & Masuch, 2017; Nakarada-Kordic et al., 2020). Výzkumná otázka má za cíl prozkoumat, zda má metoda potenciál takového snížení dosáhnout u klaustrofobních pacientů.

Míra obavy z nadcházejícího vyšetření byla měřena dvěma obsahově identickými položkami ve znění: „*Jak moc se obáváte vyšetření v magnetické rezonanci, které vás čeká v budoucnu?*“, které probandi hodnotili na škále 0-10 těsně před a těsně po VR simulaci.

5. Metodika

Studie využívá virtuální simulace vyšetření v magnetické rezonanci, která slouží jako příprava na reálné MRI vyšetření. Tato jednorázová expozice byla u části probandů doplněna o reálné vyšetření v magnetické rezonanci (data z reálného vyšetření nebyla v rámci této práce analyzována). Pro prozkoumání proveditelnosti a dopadů expozice byly použity psychometrické nástroje – dotazníky, inventáře a posuzovací škály.

5.1. Měřicí nástroje

V této kapitole se budu věnovat konstrukci, struktuře a účelu jednotlivých psychometrických nástrojů. Dotazník CLQ, který sloužil jako hlavní kritérium pro rozdělení experimentální a kontrolní skupiny, je uveden jako první. Další měřicí nástroje uvádím v pořadí, v jakém byly administrovány (pro souhrn viz Tabulka 1).

5.1.1. CLQ (Claustrophobia questionnaire) – Dotazník klaustrofobie

CLQ je sebeposuzovací dotazník určený k stanovení míry klaustrofobie. Vznikl úpravou dotazníku původně testujícího teorii dvoufaktorového sycení klaustrofobie – strachu ze zadušení a strachu z omezení (Rachman & Taylor, 1993). Následná série studií dotazník zkrátila se zachováním vnitřní konzistence, reliability a velmi silné prediktivní validity (Kennedy, 1993). Vyhodnocení dotazníku je jednoduchým součtem jednotlivých položek a následně subškál (Radomsky et. al., 2001).

Dotazník sestává z celkem dvaceti šesti položek rozdělených do dvou subškál. SS (Suffocation subscale – škála zadušení) sycená čtrnácti položkami a RS (Restriction subscale – Škála omezení) sycená dvanácti položkami.

Položky popisují situaci či stav („*Pobyť v uzavřeném výtahu stojícím v přízemí*“) a proband je vyzván, aby zhodnotil míru úzkosti, jakou by v dané situaci pociťoval na škále 0-4 (0 – vůbec, 1 – trochu, 2 – středně, 3 – hodně, 4 – velmi).

Dotazník byl probandům administrován digitálně po expozici ve virtuální realitě.

5.1.2. FSS MRI (Magnetic resonance imaging Fear Survey Schedule) – Dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření

Dotazník FSS MRI je upravenou škálou pro zjišťování úrovně strachu – FSS/Fear Survey Schedule (Wolpe, 1964). Byl vytvořen pro studii zabývající se relaxační intervencí, která měla omezit úzkost v průběhu vyšetření magnetickou rezonancí (Lukins et al., 1997). Z padesáti dvou položek původního dotazníku autoři vybrali devět relevantních pro vyšetření v magnetické rezonanci. Dotazník byl schopen predikovat symptomy konzistentní s panikou s přesností odpovídající delšímu dotazníku CLQ a zároveň byl dostatečně krátký, aby administrace dotazníku probanda příliš nezatěžovala (Harris, 2004).

Devět položek dotazníku představuje potenciální zdroj strachu či obav probanda („zvuky vysavače“, „burácení hromu“). Proband má za úkol hodnotit tvrzení „Bojím se/obávám se“ doplněného o konkrétní podnět („uzavřených prostor“) na škále 1-5 (1 – „vůbec ne“, 2 – „trochu“, 3 – „středně“, 4 – „hodně“, 5 – „maximálně“).

Dotazník FSS MRI byl všem probandům administrován jednou digitálně před expozicí ve virtuální realitě.

5.1.3. STAI-6 (State-Trait Anxiety Inventory-6) – Inventář stavové úzkosti

Pro účely zjištění úrovně aktuální úzkosti byla užita šesti položková verze dotazníku State-Trait Anxiety Inventory (STAI) – STAI-6. Dotazník STAI je v současnosti nejrozšířenější metodou pro měření úzkosti (Spielberger, 2010).

Základní verze STAI obsahuje čtyřicet položek – dvacet zaměřených na stavovou úzkost (S-úzkost) a dvacet na úzkost rysovou (T-úzkost) (Spielberger, 1983). Zkrácená verze STAI-6 se pak soustředí pouze na úzkost stavovou. Je funkčně srovnatelná s čtyřiceti položkovou verzí dotazníku s korelačním skórem $r = 0.95$ a koeficientem reliability $\alpha = .82$ (Marteau, 1992) a vyhovuje požadavkům konstruktové unidimenzionality (Court, 2010).

Dotazník sestává ze šesti položek ve formě sebesposuzujících tvrzení popisujících stavy související s úzkostí („Jsem napjatý“), jejichž vypovídající hodnotu proband hodnotí na čtyřstupňové škále (1-vůbec, 2-trochu, 3-středně, 4-hodně).

Dotazník byl probandům administrován dvakrát, v případě, že absolvovali pouze expozici ve virtuální realitě (před a po expozici). Čtyřikrát v případě, že absolvovali i reálné vyšetření v magnetické rezonanci (před a po vyšetření).

První administrace proběhla pro část probandů fyzicky, pro část digitálně společně s dotazníkem FSS MRI vždy těsně před expozicí ve virtuální realitě. Druhá administrace proběhla digitálně těsně po expozici ve virtuální realitě. Třetí a čtvrtá administrace proběhla fyzicky před a po reálném vyšetření v MRI u té části probandů, kteří jej podstoupili (pro celkový přehled viz Tabulka 1).

5.1.4. SUDS (Subjective Units of Distress Scale) – Škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu

Pro měření úrovně úzkosti v průběhu vyšetření byla užitá Škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu (Wolpe, 1969). Tato škála byla administrována ve znění

„Na škále jedna až deset, kde nula je žádná úzkost a deset maximální možná úzkost, jak silnou úzkost nebo neklid pociťujete v této fázi simulace MRI vyšetření?“

na šesti specifických bodech v průběhu VR simulace (detailní popis je uveden v kapitole 5.3 Procedura):

- 1) po vstupu z prostoru čekárny do ovladovny MRI s laborantem
- 2) po vstupu do místnosti s MRI
- 3) po uložení na lůžko, vycentrování polohy a umístění cívky na hlavu pacienta
- 4) po zasunutí lůžka dovnitř tunelu před spuštěním skenovacích sekvencí
- 5) v průběhu MRI sekvencí
- 6) po skončení sekvencí a vysunutí lůžka z tunelu

Pro další zpracování jsou jednotlivé položky škály označeny podle svého pořadí – tedy **SUDS1**, **SUDS2**, **SUDS3**, **SUDS4**, **SUDS5** a **SUDS6**.

Kromě toho byla škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu před začátkem VR simulace a po jejím skončení doplněna otázkou:

„Na škále jedna až deset, kde jedna je vůbec a deset maximální možná obava, jak moc se obáváte vyšetření v magnetické rezonanci, které byste měl/a absolvovat?“

Ačkoli byly tyto dvě položky součástí protokolu testování a rovněž hodnoceny na škále 1-10, jedná se v tomto případě o měření obavy z reálného MRI vyšetření, nikoli aktuální úzkosti a neklidu. Tyto položky jsou tak v analýze zpracovány zvlášť pod označením **Obava_před** a **Obava_po**.

Škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu i položky Obava_před a Obava_po) byly administrovány verbálně. Odpovědi probanda administrátor zapisoval do protokolu testování (Příloha).

5.1.5. MRI AQ (Magnetic resonance imaging-Anxiety Questionnaire) – Dotazník úzkostnosti během MRI vyšetření

MRI AQ je dotazník vyvinutý pro účely zkoumání míry úzkosti v průběhu vyšetření v magnetické rezonanci. Položky dotazníku jsou vystavěny na kvalitativní analýze zkušeností pacientů s vyšetřením v magnetické rezonanci, která poukázala zejména na potřebu probandů porozumět procesu vyšetření (Törnqvist et. al, 2006). Cronbachovo alfa $\alpha = 0.90$ prokazuje vysokou vnitřní konzistenci dotazníku a kriteriová validita ukazuje silnou korelaci s dotazníky zaměřenými na úzkost oproti těm zaměřeným na depresi (Ahlander, 2016).

Dotazník obsahuje 15 položek ve formě tvrzení vztahujících se k pocitům a tělesným prožitkům probanda během vyšetření („*Těžce se mi dýchalo*“). Proband hodnotí míru ztotožnění s daným tvrzením na škále 1-4 (1 – vůbec, 2 – trochu, 3 – středně, 4 – hodně).

Ahlander et al. (2016) kategorizuje výsledky dotazníku na základě průměru skóre na nízkou (1.0 – 2.0) střední (2.1 – 3.0) a vysokou (3.1 – 4.0) úroveň úzkosti.

Dotazník byl probandům administrován digitálně po expozici ve virtuální realitě.

5.1.6. IPQ (Igroup presence questionnaire) – Dotazník prezence ve virtuální realitě

IPQ je dotazníkem zaměřeným na pocit přítomnosti ve virtuální realitě. Je postaven na koncepci virtuální reality jako konstrukce prostorově-funkčního mentálního modelu. Autoři dotazníku vymezují termín prezence vůči termínu imerze – prezence je nekvantifikovatelný subjektivní pocit probanda, zatímco imerze je kvantifikovatelný, technicky podložený faktor daného virtuálního prostředí. Prezence je v jejich pojetí tedy výsledkem či funkcí imerze (Schubert et. al., 2001).

Obsahuje 14 položek ve formě tvrzení („*Jak realistický se vám zdál virtuální svět?*“), které proband hodnotí na škále 1-6 (dle daného tvrzení 1 – naprosto realistický/6 – naprosto nerealistický, 1 – zcela nesouhlasím/6 – zcela souhlasím apod.).

Administrace dotazníku proběhla elektronicky po expozici ve virtuální realitě.

5.1.7. SSQ (Simulator sickness questionnaire) - Dotazník simulátorové nevolnosti

SSQ je dotazník původně vyvinutý pro armádní účely s cílem nahradit dotazník MSQ (Motion sickness questionnaire – dotazník pohybové nevolnosti), který se ukázal jako nedostatečný pro zachycení specifických dopadů simulátoru (Kennedy et al., 1993). Někteří autoři simulátorovou nevolnost dále vymezují vůči kybernevolnosti, která je označována jako intenzivnější, s dezorientací jako dominujícím faktorem (Stanney et. al., 1997). Pro účely vyhodnocení tohoto dotazníku budeme užívat těchto termínů v záměnnosti.

Dotazník sestává z 16 položek ve formě příznaků („únavu“, „nevolnost“, „ztrátu orientace“), u nichž má proband na čtyřstupňové škále (0 = vůbec, 1 = mírně, 2 = středně, 3 = výrazně) určit, do jaké míry je v průběhu simulace pocíťoval (vůbec, mírně, středně, výrazně).

Dotazník je v závěru doplněn dvěma otázkami na ovládání her ve virtuálním prostředí:

„Bylo pro vás ovládání her ve virtuálních brýlích intuitivní?“

„Bylo pro vás ovládání her ve virtuální realitě jednoduché?“

Obě položky probandí hodnotili na škále 1-7 (1 – vůbec ne/7 – naprosto).

Psychometrické vlastnosti dotazníku jsou dobré, reliabilita pomocí koeficientu Cronbachova alfa byla určena na 0,91 (Sevinc & Berkman, 2020).

Původní design dotazníku předpokládá členění do tří subškál – závrať (N; sycena položkami 1, 6, 7, 8, 9, 15 a 16), okulomotorická nevolnost (O; sycena položkami 1, 2, 3, 4, 5, 9 a 11) a dezorientace (D; sycena položkami 5, 8, 10, 11, 12, 13 a 14). Tyto subškály se překrývají – každá položka může sytit až dvě kategorie. Skóre každé kategorie je definováno jako součet jednotlivých položek vynásobené konstantním škálovacím faktorem. (Bimberg et. al. 2020).

Studie autorů Bouchard et al. (2021) ovšem na základě provedené faktorové analýzy odhaluje možný intervenující efekt imerze a úzkosti. Navrhuje proto revizi způsobu vyhodnocení dotazníku. Návrh předpokládá rekonceptualizaci dotazníku ze tří škál do dvou (bez škály „dezorientace“, položky 1, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, a 16 sytí subškála „závrať“ a položky 2, 3, 4, 5, 9, 10, a 11 subškála „okulomotorická nevolnost“) a vypuštění škálovacího faktoru – vyhodnocení položek probíhá jejich prostým součtem kde všechny položky mají stejnou váhu. Reportování celkového skóru (*SSQ-Total-Anx* – pro účely této práce *SSQ_celk_úzkost*) dotazníku probíhá jako součet hodnot jednotlivých položek. V případě, že imerze zahrnuje reportování úzkosti, jsou navíc doplněny hodnoty celkového skóru a subškál závrať a

okulomotorické nevolnosti, kontrolované na úzkost (nezahrnující výsledky položek 1 a 9, které dle zjištění studie mají významný překryv s příznaky úzkosti).

V rámci výsledků uvedeme dle doporučení deskriptivní statistiku jak celkového nekontrolovaného skóru (*SSQ_celk*), tak celkového skóru, faktoru závratí a faktoru okulomotorické nevolnosti, kontrolovaných na úzkost (*SSQ_celk_úzkost*, *SSQ_závrat'_úzkost*, *SSQ_okulo_úzkost*).

Dle Stanney a kol. (1997) lze následné skóry rozdělit do následujících kategorií:

- 0 bodů – Bez symptomů
- méně než 5 bodů – Zanedbatelné příznaky
- 5-10 bodů – Minimální příznaky
- 10-15 bodů – Významné příznaky
- 15-20 bodů – Znepokojivé příznaky
- více než 20 bodů – Nevhodný simulátor

Protože touto kategorizací nelze hodnotit skóry kontrolované na úzkost, budeme tímto způsobem hodnotit pouze celkový hrubý skór dotazníku (*SSQ_celk*).

Dotazník byl probandům administrován digitálně po expozici ve virtuální realitě.

5.2. Zařízení pro virtuální realitu

Pro expozici ve virtuální realitě bylo užito zařízení Oculus Quest 2 od společnosti Meta. Zařízení sestává ze samostatně funkčního náhlavního displeje (HMD) s obnovovací frekvencí až 90 Hertzů, který pro svou funkci nevyžaduje mobilní telefon nebo počítač a dvou ovladačů – pro pravou a levou ruku – které zprostředkovávají pohyb a interakci ve virtuálním prostředí. V případě této studie byl využit pouze ovladač pro pravou ruku, a to i u leváků, jelikož samotná procedura vyžaduje jen minimum ovládacích prvků. Technické parametry dále zahrnují procesor Qualcomm Snapdragon XR2, operační paměť 6 giga bajtů, velikost úložiště 256 giga bajtů a celkové rozlišení 1832x1920 pixelů na každé oko. Operační doba představuje až 2 hodiny aktivní interakce nebo až 3 hodiny pasivního sledování videa (Richardson, 2020).

5.3. Procedura

Všichni probandi se do studie hlásili dobrovolně a po příchodu byli nejprve seznámeni s podmínkami, významem a účelem studie verbální i písemnou formou. Následně každý podepsal informovaný souhlas s účastí ve studii (ve dvou kopiích) a byl poučen, že může svou účast kdykoli bez udání důvodu ukončit. Probandi byli dotázáni, zda již MRI absolvovali a pokud ano, jaká byla tato jejich předchozí zkušenost.

Tabulka 1: *Pořadí a typy administrovaných psychometrických nástrojů*

Před VR simulací	Během VR simulace	Po VR simulaci
FSS MRI	SUDS 1-10	Obava_po
STAI-6		STAI-6
Obava_před		MRI AQ
		CLQ
		IPQ
		SSQ

FSS MRI, dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření; STAI-6, inventář stavové úzkosti; Obava_před, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření před VR; SUDS 1-10, škála subjektivního hodnocení úzkosti a stresu se škálou 1-10; Obava_po, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření po VR; MRI AQ, dotazník úzkosti během vyšetření MRI; CLQ, dotazník klaustrofobie; IPQ, dotazník pocitu přítomnosti; SSQ, dotazník simulátorové nevolnosti.

Probandi byli poučeni o metodě zpracování dat, při které budou jejich osobní data anonymizována pod přiděleným kódem. Každému probandovi byl vytvořen specifický kód, který společně s věkem a datem vyšetření uvedl do systému. Probandi následně vyplnili dotazník **FSS MRI** a **STAI-6** na notebooku určeném k tomuto účelu.

Po dokončení dotazníků byli probandi dotázáni na míru obav z reálného MRI vyšetření (položka **Obava_před** ve znění „*Na škále jedna až deset, kde jedna je vůbec a deset maximální možná obava, jak moc se obáváte vyšetření v magnetické rezonanci, které byste měl/a absolvovat?*“).

Probandi byli následně podrobně seznámeni s průběhem vlastní expozice ve virtuální realitě. Administrátor se jich dotázal na předchozí zkušenosti s virtuální realitou a bylo jim vysvětleno ovládání a pohyb ve virtuální realitě. Ten probíhal za použití ovladačů a nikoli fyzického

pohybu probanda. Na začátku simulace byli probandí přivedeni k reálnému lůžku a byli instruováni, aby v průběhu simulace udržovali fyzický kontakt s lůžkem pro stabilizaci v reálném prostoru.

Probandům byly administrátorem nasazeny VR brýle a do ruky vložen ovladač. Administrátor se ujistil, že brýle jsou nasazeny pevně a pohodlně a proband je schopen obsluhovat ovladač po hmatu.

Probandi byli informováni, že budou v průběhu expozice několikrát dotázáni na pociťovanou úzkost či neklid otázkou hodnocení škály **SUDS**: „*Na škále jedna až deset, kde nula je žádná úzkost a deset maximální možná úzkost, jak silnou úzkost nebo neklid pociťujete v této fázi simulace MRI vyšetření?*“

Probandi byli upozorněni, že na ně bude administrátor v průběhu vyšetření mluvit a stejně tak oni mu mohou kdykoli klást dotazy.

5.3.1. Expozice ve virtuální realitě

Prostředí virtuální reality bylo navrženo dle reálných prostor v Národním ústavu duševního zdraví, kde je umístěno zařízení MRI a část probandů zde následně absolvovala skutečné vyšetření. Expozice i samotná simulace začínala před vstupními dveřmi do chodby před čekárnou, kde byli probandi vyzváni, aby si zvolili pohlaví svého virtuálního avatara (Obrázek 2) a byli vpuštěni do prostoru chodby.

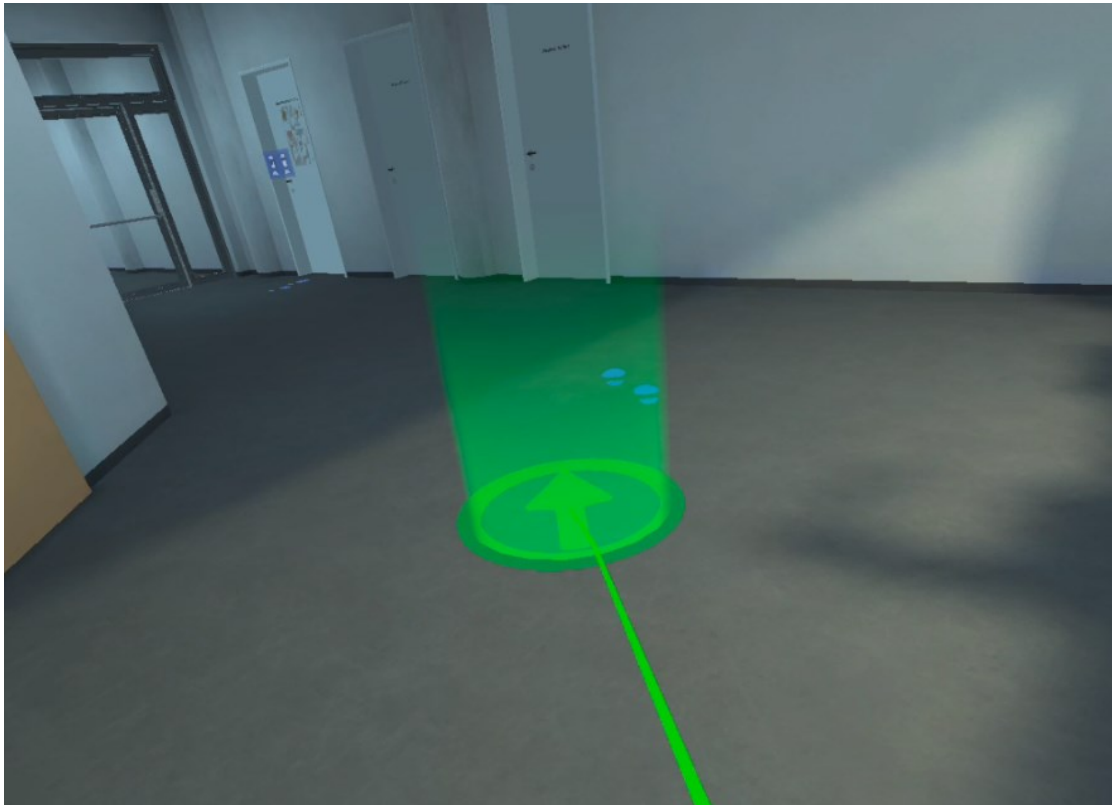
Obrázek 2



Začátek simulace a výběr pohlaví virtuálního avatara v simulaci.

Probandi si nyní mohli vyzkoušet pohyb v simulaci. Ten probíhal za pomoci ovladačů a teleportace ve virtuálním prostoru. V orientaci probandům pomáhaly obrysy stop na podlaze (Obrázek 2).

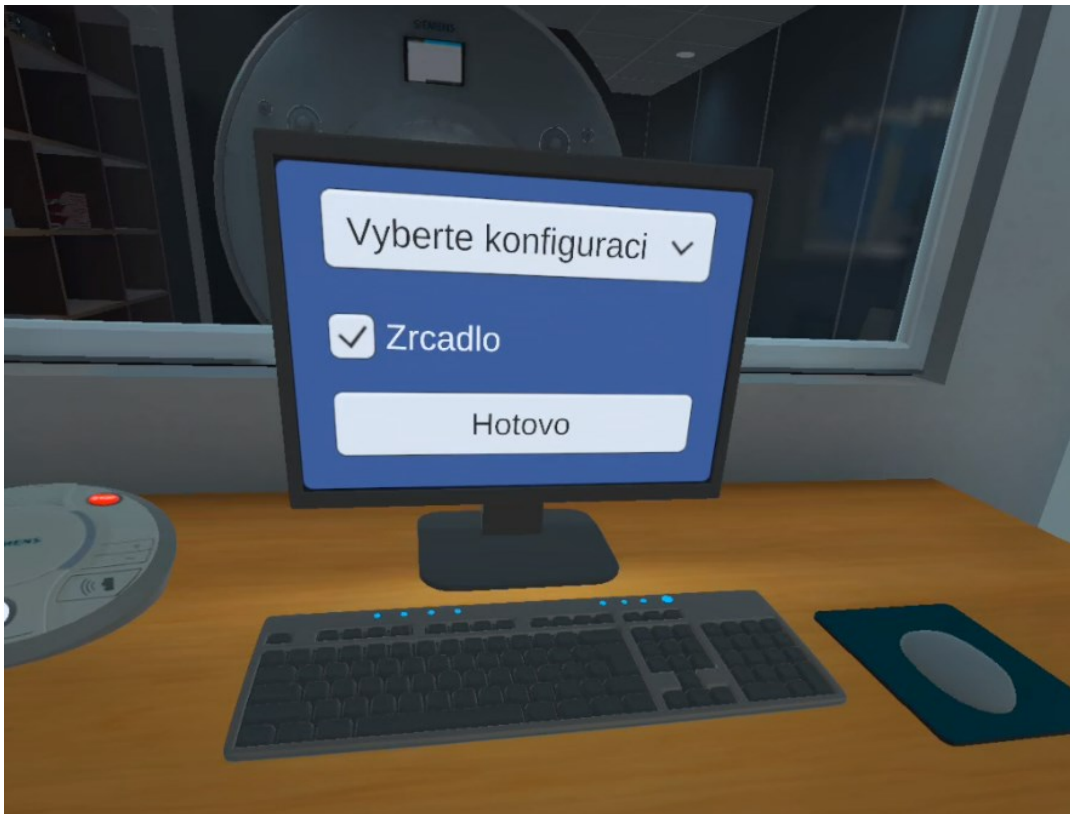
Obrázek 2



Pohyb v prostoru simulace pomocí ovladačů, kterými je možné zaměřit na místo, označené zelenou šipkou, a tak se pohybovat/teleportovat v prostoru.

Probandi prošli na konec chodby ke dveřím do čekárny, kde byli instruováni, aby si zvolili pohlaví zobrazeného laboranta, čímž se jim otevřely dveře do čekárny. Byli dotázáni, jak silnou úzkost či neklid pocítují (SUDS1). Na virtuálním terminálu vybrali konkrétní konfiguraci vyšetření (Obrázek 3) a virtuální laborant jim otevřel dveře do místnosti se zařízením magnetické rezonance.

Obrázek 3



Terminál pro volbu konfigurace vyšetření.

Po vstupu do místnosti s MRI skenem byli probandi opět dotázáni na úroveň úzkosti či neklidu (SUDS2). Administrátor jim následně pomohl se uložit na postel a vysvětlil jim nutnost přizpůsobení polohy virtuálního avatara z důvodu změny fyzické polohy těla probanda (Obrázek 4). Následně byli probandi instruováni k aktivaci simulace cívky nad svou hlavou. Jakmile se cívka objevila nad hlavou probandů, byli dotázáni na úroveň pociťované úzkosti či neklidu (SUDS3) a následně instruováni ke spuštění samotné simulace MRI vyšetření.

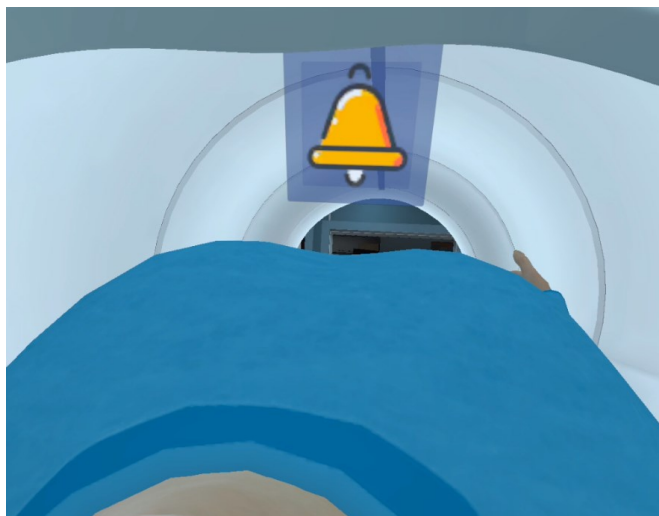
Obrázek 4



Přizpůsobení polohy virtuálního avatara před spuštěním vyšetření. Proband ulehá na podložku, z důvodu změny polohy těla je nutná recalibrace ve stimulaci.

Administrátor probandy upozornil na ikonu zvonečku (Obrázek 5) a možnost ukončení vyšetření aktivací této ikony v případě nutnosti. Probandi byli upozorněni, že k ukončení nedojde okamžitě, ale stejně jako u reálného vyšetření je mezi impulsem pro ukončení a samotným ukončením prodleva asi šedesát sekund. Po zasunutí lůžka do tunelu, před začátkem skenovacích sekvencí (SUDS4) a následně i v průběhu sekvencí zvuků (u konkrétní sekvence) byli probandi dotázáni na úroveň pocíťované úzkosti a neklidu (SUDS5).

Obrázek 5



Ikona zvonečku v průběhu simulace vyšetření, díky které lze vyšetření ukončit.

Po skončení simulovaného skenu a vysunutí lůžka ze skeneru byli probandi opět dotázáni na úroveň pociťované úzkosti a neklidu (**SUDS6**). Administrátor jim pomohl zvednout se z lůžka a probandi měli ještě možnost si projít simulované prostory včetně místnosti s přístrojem magnetické rezonance, což by v realitě nebylo možné.

Po sejmutí VR brýlí byli probandi podruhé dotázáni na míru obav z reálného MRI vyšetření (položka **Obava_po** ve znění „*Na škále jedna až deset, kde jedna je vůbec a deset maximální možná obava, jak moc se obáváte vyšetření v magnetické rezonanci, které byste měl/a absolvovat?*“).

Následně proband vyplnil druhou sadu dotazníků (**STAI-6, MRI AQ, CLQ, IPQ, SSQ**), dostal prostor na dotazy či připomínky a tím byla procedura ukončena.

5.3.2. Expozice v reálné MRI

Vybraní probandi následně absolvovali i reálné vyšetření v magnetické rezonanci. Před i po vyšetření jim byl administrován dotazník STAI-6, po vyšetření navíc dotazník MRI AQ. Výzkumná analýza této práce se daty z reálného vyšetření nezabývá.

5.4. Etika výzkumu

Design výzkumu této práce byl schválen etickou komisí NÚDZ v rámci přidělení grantu projektu Simulation of the Magnetic Resonance Imaging Examination in Virtual Reality s interním číslem grantu 318A_2020.

Nábor probandů experimentální skupiny probíhal v rámci klinických pracovišť NUDZ (Oddělení 1 pro úzkostné poruchy, Denního stacionáře 1 a 2 pro úzkostné poruchy) nebo na doporučení ošetřujícího psychiatra ambulance NUDZ. Nábor probandů kontrolní skupiny prováděl z větší části přímo autor této práce na základě projeveného zájmu potenciálních probandů a absence diagnózy klaustrofobie.

Probandům experimentální skupiny byla účast nabídnuta na základě předchozí diagnózy klaustrofobie (F40.2 dle MKN-10), nadcházejícího MRI vyšetření a obavy probanda z něj. Probandům kontrolní skupiny byla účast nabídnuta na základě negace klaustrofobie. Protože předpokladem VR procedury bylo i následné absolvování reálného MRI vyšetření, patřily mezi vylučovací kritéria dále: kardiostimulátor, kovové implantáty, rovnátka, rozsáhlé nebo čerstvé tetování a prodělání operace méně než 6 měsíců před plánovaným skenem. Vstup probandů do studie byl dobrovolný.

Všichni probandi byli písemně (příloha) i ústně informováni o obsahu a účelu studie, podepsali informovaný souhlas (příloha) a bylo jim sděleno, že účast ve studii mohou kdykoli bez udání důvodu ukončit. Žádný z probandů nebyl za účast ve studii finančně ani jinak ohodnocen, ale byla jim nabídnuta možnost náhledu do osobních výsledků procedury.

U probandů experimentální skupiny probíhala procedura vždy pod přímým dohledem a vedením psychologičky a garantky výzkumu (Mgr. et Mgr. Iveta Hocko Fajnerová, Ph.D.).

5.5. Sběr dat

Sběr dat probíhal v rámci projektu Virtuální reality Národního ústavu duševního zdraví. Konkrétně se procedura odehrávala v dedikované místnosti pro virtuální realitu v budově NUDZ v Klecanech.

Každému probandovi byl přidělen identifikační kód, obsahující informaci o typu studie, skupině probanda a datum procedury (například MRI_K1_220114). Pod hlavičkou tohoto kódu

probandi vyplňovali veškerá data v rámci interního dotazníkového systému Národního ústavu duševního zdraví, dostupného online na adrese forms.nudz.cz.

Sběr dat u škály SUDS a položek Obava_před a Obava_po, která byla probandem předávána verbálně, probíhal administrátorem experimentu, který je zapisoval do protokolu testování.

5.6. Statistická analýza

Výzkumná data byla exportována z interního dotazníkového systému a v anonymizované podobě přenesena do aplikace Tabulky Google platformy Google Docs. Zde byla data doplněna o výsledky škály SUDS a položky Obava_před a Obava_pod, které byly přepsány z protokolu testování. Následně byla data předběžně zpracována v programu Microsoft Excel platformy Microsoft 365. Zpracování deskriptivní i induktivní statistiky pak proběhlo za pomoci statistického programu Jamovi verze 2.3.28.

Pro analýzu souboru byl využit Levinův F-test, Shapiro-Wilkův test pro testování normality a parametrický jednovýběrový T-test. Pro srovnání středních hodnot proměnných byl využit parametrický dvouvýběrový T-test nebo neparametrický Mann-Whitneyho U test. V případě testování opakovaných měření byla využita parametrická ANOVA pro opakovaná měření, parametrický párový T-test či neparametrický Wilcoxonův párový test. K analýze korelací byl využit parametrický Pearsonův nebo neparametrický Spearmanův korelační koeficient. Pokud není řečeno jinak, uvažuje se signifikantní hladina $\alpha = 0.05$.

6. Výsledky

6.1. Výzkumný soubor

Výzkumný soubor (n = 36) sestával z 20 žen a 16 mužů, rozdělených do experimentální skupiny F (n = 17) kontrolní K (n = 19). Soubor byl vybrán z 46 probandů, testovaných v rámci projektu VR simulace MRI vyšetření. Tuto skupinu tvořilo 16 klaustrofobních pacientů, 7 neklaustrofobních pacientů vyjadřujících nespécifickou obavu z MRI vyšetření a 23 probandů kontrolní skupiny.

Skupinu K tvořili zdraví dobrovolníci bez signifikantní míry klaustrofobie nebo obavy z MRI vyšetření. Skupinu F tvořili probandi s předchozí diagnózou klaustrofobie. Zároveň sem byli přeřazeni probandi z kontrolní skupiny, kteří splňovali následující kritéria:

- 1) Výsledek dotazníku CLQ přesahoval hodnotu 1.38, což byla minimální hodnota, dosažená probandy s předchozí diagnózou klaustrofobie. CLQ dotazník nemá určený cut-off skóre, dostupná literatura uvádí jako hranici pro „střední úzkost“ hodnotu 1. Tato hodnota by však byla pro potřeby výzkumu nedostatečná a vedla by k rozmělnění experimentální skupiny.

A zároveň

- 2) Hodnota položky Obava_před byla 6 a více na celkové škále 1-10, kde 1 je nejnižší a 10 nejvyšší hodnota úzkosti. Tato hranice se opět opírá o minimální hodnotu dosaženou probandy s předchozí diagnózou klaustrofobie.

Na základě těchto kritérií byli 2 probandi ze skupiny K přeřazeni do skupiny F. Protože se výzkum této práce zabýval proveditelností procedury u klaustrofobních osob, skupina P (pacienti s nespécifickou obavou z MRI vyšetření) nebyla do výzkumného souboru zařazena.

Z výzkumného souboru byl vyřazen 1 proband s hraničními hodnotami (Výsledek 1,77 v dotazníku CLQ a 5 v položce Obava_před), který nebyl na základě svých výsledků jasně zařaditelný ani do jedné ze skupin. Ze souboru byli dále vyřazeni celkem 3 uchazeči s neúplnými výsledky dotazníků a hodnotících škál (1 ze skupiny F a 2 ze skupiny K). Toto kritérium se netýká dotazníků IPQ a SSQ, které byly administrovány jen u části výzkumného souboru a s přihlédnutím k tomuto omezení byly i statisticky zpracovány.

Tabulka 2 představuje deskriptivní statistiku obou skupin, rozdělených na základě věku a pohlaví. Otázka na pohlaví nebyla součástí šetření a tato hodnota byla určena na základě jména probanda. Další demografické údaje nebyly zahrnuty.

6.1.1. Deskriptivní statistika a testy rozdělení demografických proměnných

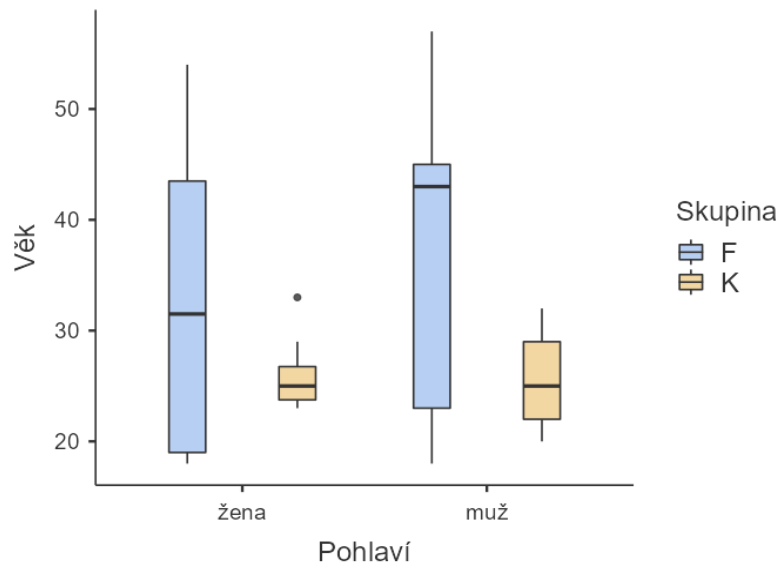
Tabulka 2: Rozdělení věku ve výzkumném souboru dle pohlaví a skupiny

Pohlaví	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Žena	F	12	32.9	31.5	14.44	18	54
	K	8	26.0	25.0	3.46	23	33
Muž	F	5	37.2	43	16.25	18	57
	K	11	25.7	25	4.54	20	32

7. Skupina F označuje klinickou skupinu, skupina K je kontrolní skupina.

Analýza krabicových grafů rozložení proměnných *Věk* a *Pohlaví* mezi skupinami ukazuje potenciální diskrepanci v rozdělení proměnné *Věk*. Levenův F-test homogenity rozptylů ($F = 57.3$, $p < 0.001$) tento signifikantní rozdíl v rozptylech u obou skupin potvrzuje. Celkové rozložení proměnné *Věk* v souboru testováno Shapiro-Wilkovým testem navíc signifikantně neodpovídá normálnímu ($SW = 0.862$, $p < 0.001$).

Graf 1



Rozložení proměnných Věk a Pohlaví ve skupině F a K

Rozložení proměnné *Pohlaví* mezi skupinami F a K testováno χ^2 testem na hladině $\alpha = 0.05$ není signifikantně odlišné ($\chi^2 = 2.95$, $p = 0.086$).

7.1.1. Deskriptivní statistika a testy rozdělení psychometrických proměnných

Normální rozdělení psychometrických proměnných jsme testovali za pomoci Shapiro-Wilkova testu na hladině významnosti $\alpha = 0.05$ u skupiny F a K. Hraniční hodnoty Shapiro-Wilkova testu u proměnných *Obava_před* u skupiny F (SW = 0.893, $p = 0.051$) a *SSQ_okulo_úzkost* u skupiny F (SW = 0.869, $p = 0.050$) nás s přihlédnutím k malé velikosti vzorku vedly přes nesignifikantní výsledek testu k zamítnutí hypotézy normálního rozdělení (Tabulka 3).

Tabulka 3: Deskriptivní statistika a testy normálního rozdělení psychometrických proměnných

Proměnná	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Shapiro Wilkův test W	Shapiro Wilkův test p
FSS_MRI	F	17	23.35	23	4.62	14	33	0.986	0.992
	K	19	15.16	15	3.59	10	23	0.950	0.394
STAI_před	F	17	47.26	46.67	12.43	26.67	70	0.963	0.681
	K	19	32.46	30	7.92	20	50	0.929	0.164
Obava_před	F	17	7.56	7.5	1.86	5	10	0.893	0.051
	K	19	1.95	2	1.18	1	5	0.796	0.001
SUDS4	F	17	6.09	6	2.12	1.5	9.5	0.969	0.794
	K	19	2.58	2	1.22	1	5	0.908	0.069
Obava_po	F	17	5.68	6	2.42	1.5	10	0.966	0.736
	K	19	1.74	2	0.81	1	3	0.774	<.001
STAI_po	F	17	49.22	46.67	18.73	23.33	93.33	0.952	0.497
	K	19	30.35	30	7.61	20	43.33	0.925	0.138
MRI_AQ	F	17	36.18	34	9.49	20	54	0.950	0.455
	K	19	20.26	20	3.63	15	30	0.939	0.254
CLQ	F	17	2.24	2.27	0.56	1.38	3.23	0.964	0.713
	K	19	0.92	0.85	0.48	0.04	1.81	0.973	0.839
IPQ	F	13	3.69	3	1.32	2	6	0.886	0.087
	K	11	3.09	3	0.83	2	5	0.795	0.008
SSQ_celk	F	13	12.15	12	6.44	2	23	0.958	0.718
	K	11	5.73	6	3.66	0	14	0.934	0.453
SSQ_celk_úzkost	F	13	10	10	5.55	2	19	0.951	0.620
	K	11	4.64	4	3.23	0	11	0.978	0.952
SSQ_závrat'_úzkost	F	13	4.32	3	3.06	0	9	0.923	0.275
	K	11	0.82	0	1.33	0	4	0.694	<.001
SSQ_okulo_úzkost	F	13	5.77	7	3.92	0	10	0.869	0.050
	K	11	3.82	3	3.49	0	11	0.921	0.328

FSS_MRI, dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření; STAI_před, inventář stavové úzkosti administrován před vyšetřením ve VR; Obava_před, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření před VR; Obava_po, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření po VR; STAI_po, inventář stavové úzkosti administrován po vyšetření ve VR; MRI_AQ, dotazník úzkosti během vyšetření MRI; CLQ, dotazník klaustrofobie; IPQ, dotazník pocitu přítomnosti; SSQ_celk, celkový výsledek dotazníku simulátorové nevolnosti; SSQ_celk_úzkost, celkový výsledek dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; SSQ_závrat'_úzkost, faktor závratí z dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; SSQ_okulo_úzkost, okulomotorický faktor z dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; F, klinická skupina, K, kontrolní skupina.

Kategorizace proměnných na základě uvažovaného rozdělení je uvedena v Tabulace 4. Pro statistickou analýzu proměnných s uvažovaným normálním rozdělením byly využity parametrické metody. Pro analýzu ostatních proměnných byl využity metody neparametrické.

Tabulka 4: *Uvažované normální rozdělení pro účely statistické analýzy*

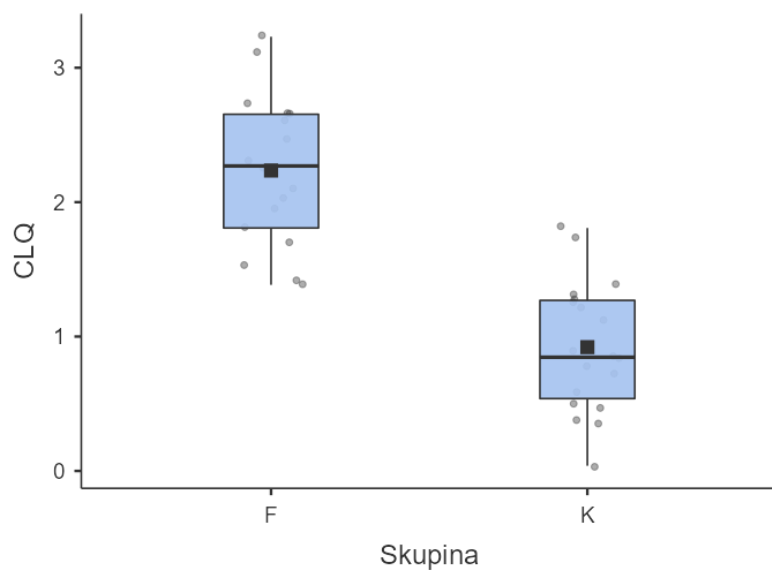
Nezamítnuta hypotéza normálního rozdělení	Zamítnuta hypotéza normálního rozdělení
FSS_MRI	Obava_před
STAI_před	Obava_po
SUDS4	IPQ
STAI_po	SSQ_závrat_úzkost
MRI_AQ	SSQ_okulo_úzkost
CLQ	
SSQ_celk	
SSQ_celk_úzkost	

FSS MRI, dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření; STAI_před, inventář stavové úzkosti administrován před vyšetřením ve VR; STAI_po, inventář stavové úzkosti administrován po vyšetření ve VR; MRI_AQ, dotazník úzkosti během vyšetření MRI; CLQ, dotazník klaustrofobie; SSQ_celk, celkový výsledek dotazníku simulátorové nevolnosti; SSQ_celk_úzkost, celkový výsledek dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; Obava_před, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření před VR; Obava_po, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření po VR; IPQ, dotazník pocitu přítomnosti; SSQ_závrat_úzkost, faktor závratí z dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; SSQ_okulo_úzkost, okulomotorický faktor z dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti.

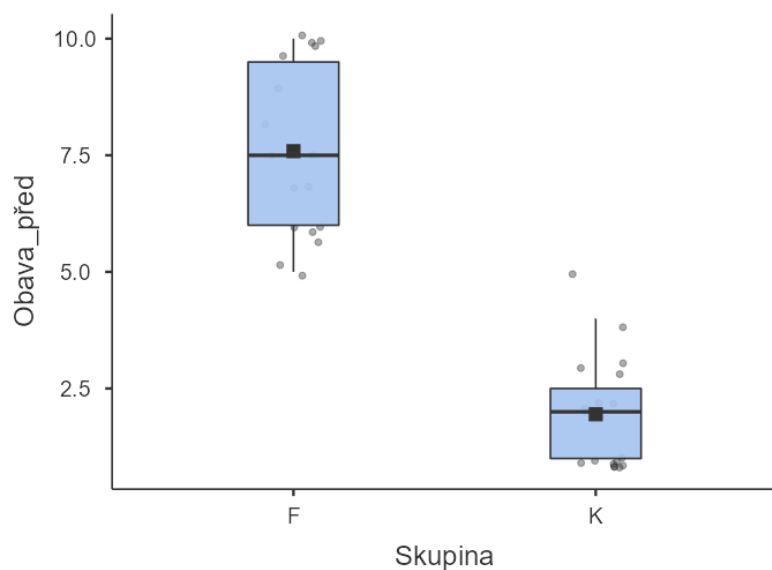
7.1.2. Korelace proměnných *CLQ* a *Obava_před*

Hodnoty proměnných *CLQ* a *Obava_před* (Obava z reálného MRI vyšetření před VR simulací) byly využity pro úpravu výzkumného souboru a přeřazení 2 probandů z kontrolní do experimentální skupiny. Analyzovali jsme proto rozložení dvou proměnných ve výzkumném souboru a jejich vzájemnou korelaci.

Výsledky T-testu pro dva nezávislé výběry u proměnné *CLQ* ($T = 7.57$, $p < 0.001$, síla efektu = 2.53) a Mann-Whitneyho U testu pro dva nezávislé výběry u proměnné *Obava_před* ($U = 1$, $p < 0.001$, síla efektu = 0.994) vykazují v obou případech signifikantní výsledek. Zamítáme tedy nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu středních hodnot mezi skupinami F a K u proměnné *CLQ* i *Obava_před*. **Hodnota klaustrofobie i obavy z reálného MRI vyšetření před VR simulací je u skupiny F signifikantně vyšší.**



Graf 2: Rozložení proměnné CLQ mezi skupinami F a K



Graf 3: Rozložení proměnné Obava_před mezi skupinami F a K

Pro testování korelace mezi proměnnou *Obava_před* a proměnnou *CLQ* jsme použili neparametrický Spearmanův koeficient korelace, jehož výsledky ukazují na hladině významnosti $\alpha = 0.05$ u skupiny F signifikantní výsledek ($\rho = 0.720$, $p < 0.001$). Analýza tedy ukazuje u skupiny F signifikantně pozitivní korelaci mezi obavou z MRI vyšetření před VR simulací a výsledkem CLQ dotazníku.

Na základě této analýzy můžeme považovat nastavená vstupní kritéria jako vhodná pro rozdělení výzkumného souboru do experimentální skupiny F a kontrolní K.

7.2. Testování hypotéz

VO1: Dochází u klaustrofobních probandů absolvováním VR simulace k signifikantnímu zvýšení hodnoty stavové úzkosti ve srovnání s kontrolní skupinou?

- *H01: Hodnota stavové úzkosti klaustrofobních probandů se absolvováním VR simulace ve srovnání s kontrolní skupinou signifikantně nemění.*
- *H1: U klaustrofobních probandů dochází absolvováním VR simulace ve srovnání s kontrolní skupinou k signifikantnímu zvýšení hodnoty stavové úzkosti.*

V rámci testování této hypotézy budeme pracovat s proměnnými *STAI před VR* a *STAI po VR* u skupiny F a K. Z důvodu uvažovaného normálního rozdělení proměnných jsme pro srovnání využili analýzu rozptylu (ANOVA) pro opakovaná měření.

Tabulka 5 Deskripce a ANOVA proměnných *STAI před* a *STAI po* u skupiny F a K

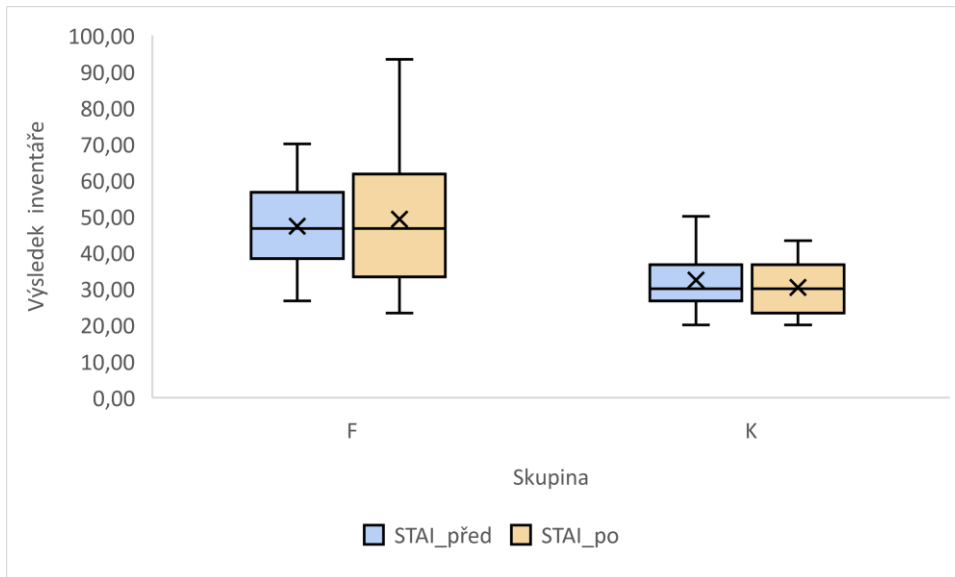
Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
STAI_před	F	17	47.3	46.7	12.4	3.01
STAI_před	K	19	32.5	30	7.92	1.82
STAI_po	F	17	49.2	46.7	18.7	4.54
STAI_po	K	19	30.4	30	7.61	1.75
ANOVA pro opakovaná měření	N	Stupně volnosti	F		p	
Skupina	17	1, 16	19.48		<0.001	
Opakování	17	1, 16	10 ⁽⁻²⁹⁾		1	
Skupina * Opakování	17	1, 16	1.36		0.26	

STAI_před, inventář stavové úzkosti administrován před vyšetřením ve VR; STAI_po, inventář stavové úzkosti administrován po vyšetření ve VR; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

Výsledky ukazují na signifikantní efekt skupiny F a K pro dané proměnné. Efekt opakování (rozdíl *STAI před* a *STAI po* u skupiny F a K) signifikantní není a ani interakce efektu skupiny

a opakování signifikantní nejsou (Tabulka 5). Na hladině významnosti $\alpha = 0.05$ proto nezamítáme nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu ve střední hodnotě proměnných *STAI_před* a *STAI_po* u skupiny F. **Rozdíl ve stavové úzkosti naměřené před a po VR simulaci u skupiny F není signifikantní.**

Graf 1: Rozdělení proměnných *STAI_před* a *STAI_po* ve skupinách F a K



Skupina F – experimentální skupina; Skupina K – kontrolní skupina; *STAI_před* – výsledek inventáře STAI naměřená před VR simulací; *STAI_po* – výsledek inventáře STAI, naměřený po VR simulaci

Signifikantní výsledek efektu skupiny nás ale opravňuje k provedení post-hoc analýzy a otestování nezávislosti skupin F a K u proměnných *STAI_před* a *STAI_po*.

Tabulka 6: T-test Proměnných *STAI_před* a *STAI_po* u skupiny F a K

T-test proměnných	Stupně volnosti	Rozdíl průměrů	Rozdíl směrodatných chyb	Testová statistika	p	Síla efektu
STAI_před	34	14.8	3.44	4.31	<0.001	1.44
STAI_po	34	18.9	4.67	4.04	<0.001	1.35

STAI_před, inventář stavové úzkosti administrován před vyšetřením ve VR; *STAI_po*, inventář stavové úzkosti administrován po vyšetření ve VR.

K otestování rozdílu středních hodnot jsme využili Studentův T-test pro dva nezávislé výběry. Jeho výsledky ukazují u proměnné *STAI před VR* na signifikantní rozdíl ve střední hodnotě mezi skupinou F a K (Tabulka 6). Na hladině významnosti $\alpha = 0.001$ proto zamítáme nulovou hypotézu o neexistenci v rozdílu středních hodnot proměnné *STAI před VR* u skupiny F a K. **Vyšší stavová úzkost naměřená dotazníkem STAI před VR simulací u skupiny F je signifikantní.**

Výsledky T-testu pro dva nezávislé výběry ukazují u proměnné *STAI po VR* na signifikantní rozdíl ve střední hodnotě mezi skupinou F a K (Tabulka 6). Na hladině významnosti $\alpha = 0.001$ proto zamítáme nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu středních hodnot proměnné *STAI po VR* u skupiny F a skupiny K. **Vyšší stavová úzkost naměřená dotazníkem STAI po VR simulací u skupiny F je signifikantní.**

VO2: Je hodnota úzkosti během VR simulace signifikantně vyšší u klaustrofobních probandů než u kontrolní skupiny?

- *H02A: Hodnota úzkosti měřena dotazníkem MRI AQ není během VR simulace u klaustrofobních probandů a u kontrolní skupiny signifikantně odlišná*
- *H2A: Hodnota úzkosti měřena dotazníkem MRI AQ je během VR simulace u klaustrofobních probandů signifikantně vyšší než u kontrolní skupiny*

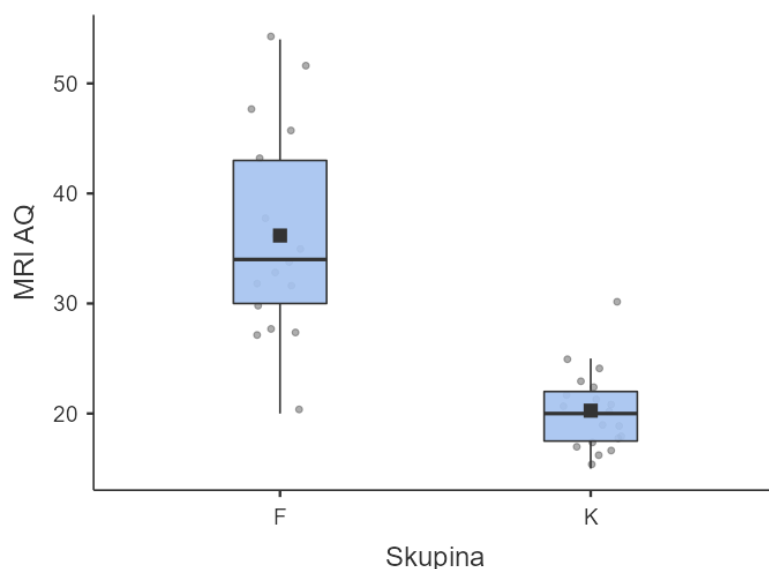
V rámci testování této podhypotézy budeme analyzovat proměnnou *MRI AQ*, představující výsledky stejnojmenného dotazníku. Shapiro-Wilkův test proměnné *MRI AQ* ukázal výsledky $SW = 0.950$, $p = 0.455$ pro skupinu F a $SW = 0.939$, $p = 0.254$ pro skupinu K. Nezamítáme proto nulovou hypotézu o normálním rozdělení a pro analýzu využijeme parametrický Studentův T-test pro dva nezávislé výběry.

Tabulka 7: Deskriptivní statistika a T-test proměnné STAI_po u skupiny F a K

Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
MRI_AQ	F	17	36.2	34	9.49	2.3
MRI_AQ	K	19	20.3	20	3.63	0.83
T-test proměnných	Stupně volnosti	Rozdíl průměrů	Rozdíl směrodatných chyb	Testová statistika	p	Síla efektu
MRI_AQ	34	15.9	2.35	6.78	<0.001	2.27

MRI_AQ, dotazník úzkosti během vyšetření MRI; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

Studentův T-test pro dva nezávislé výběry je na hladině významnosti $\alpha = 0.001$ signifikantní (Tabulka 7). Zamítáme proto nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu středních hodnot proměnné MRI AQ u skupiny F a K. **Na základě tohoto výsledku můžeme označit vyšší hodnoty proměnné, a tedy vyšší reportovanou úzkost během VR simulace měřenou dotazníkem MRI AQ u skupiny F za signifikantní.**



Graf 6: Signifikantní rozdíl středních hodnot proměnné MRI_AQ u skupiny F a K

- *H02B: Hodnota úzkosti během VR simulace měřena položkou SUDS4 u klaustrofobních probandů a kontrolní skupiny není signifikantně odlišná*

- *H2B: Hodnota úzkosti během VR simulace měřena položkou SUDS4 je u klaustrofobních probandů signifikantně vyšší než u kontrolní skupiny*

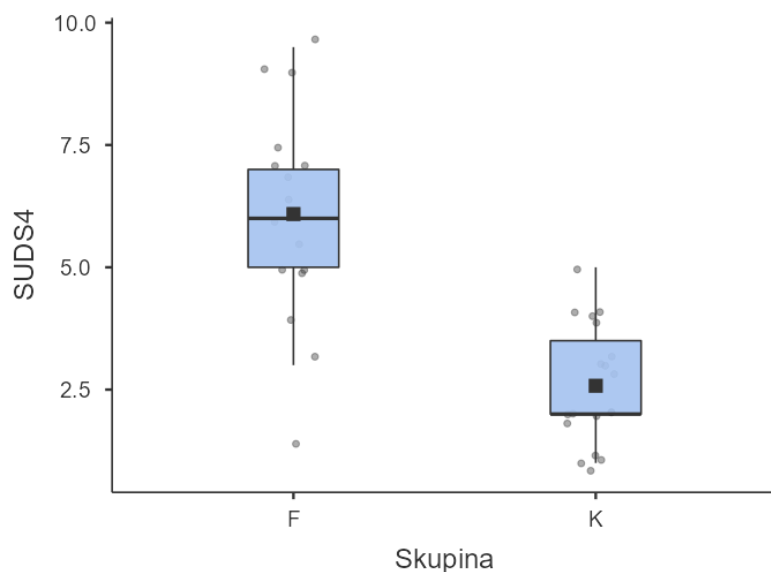
U této podhypotézy analyzujeme proměnnou *SUDS4*, vycházející z výsledků položky *SUDS4* škály *SUDS*. Nejprve prozkoumáme rozložení proměnné *SUDS4* ve skupině F a K. Výsledky Shapiro-Wilkova testu udávají hodnoty $SW = 0.969$, $p = 0.794$ pro rozdělení ve skupině F a $W = 0.908$, $p = 0.069$ pro skupinu K. Nezamítáme nulovou hypotézu o normálním rozdělení a použijeme parametrickou metodu pro testování proměnné *SUDS4*.

Tabulka 8: Deskriptivní statistika a T-test proměnné *SUDS4* u skupiny F a K

Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba	Shapiro-Wilk
SUDS4	F	17	6.09	6	2.12	0.52	0.969 (p = 0.794)
SUDS4	K	19	2.58	2	1.22	0.28	0.908 (p = 0.069)
Test nezávislosti proměnných	Stupně volnosti	Rozdíl průměrů	Rozdíl směrodatných chyb	Testová statistika	p	Síla efektu	
SUDS4	34	3.51	0.57	6.17	<0.001	2.06	

SUDS4, čtvrtý bod ze šesti v průběhu VR simulace, kdy byli probandí tázáni na hladinu úzkosti a stresu, kterou hodnotili na škále subjektivního hodnocení úzkosti a stresu; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

T-test pro dva nezávislé výběry ukazuje signifikantní výsledek (Tabulka 8). Na hladině významnosti $\alpha = 0.001$ proto zamítáme nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu středních hodnot proměnné *SUDS4* u skupiny F a K. **Vyšší hodnocení položky SUDS4 a tedy vyšší míru reportované úzkosti v okamžiku inserce do tunelu skeneru u skupiny F je tedy možné označit za signifikantní.**



Graf 7: Signifikantní rozdíl středních hodnot proměnné SUDS4 u skupiny F a K

Na základě výsledků obou analýz zamítáme nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu v hladině reportované úzkosti probandů během VR simulace mezi experimentální a kontrolní skupinou.

VO3: Existuje pozitivní korelace mezi výsledky testů MRI AQ, FSS MRI a CLQ?

- *H03: Výsledky testu MRI AQ a FSS MRI a CLQ spolu nekoreluji*
- *H3: Mezi výsledky testu MRI AQ a FSS MRI a CLQ existuje signifikantně pozitivní korelace*

V rámci testování této hypotézy budeme analyzovat signifikanci korelace proměnných *MRI_AQ*, *FSS_MRI* a *CLQ*, vycházející z hodnot výsledků stejnojmenných testů u skupiny F a K.

Výsledky Shaipro-Wilkova testu pro proměnnou *MRI_AQ*, *FSS_MRI* ani *CLQ* nejsou signifikantní. Nezamítáme proto nulovou hypotézu o normálním rozdělení proměnných a jejich vzájemnou korelaci budeme testovat Perasonovým koeficientem korelace.

Tabulka 9: Deskriptivní statistika a korelační matice proměnných *FSS_MRI*, *MRI_AQ* a *CLQ* u skupiny F

Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
FSS_MRI	F	17	23.35	23	4.62	1.12
MRI_AQ	F	17	36.18	34	9.49	2.3
CLQ	F	17	2.24	2.27	0.56	0.14
Korelace proměnných	Skupina	Stupně volnosti	Pearsonův korelační koeficient	P		
FSS_MRI MRI_AQ	F	15	0.476	0.054		
FSS_MRI CLQ	F	15	0.161	0.538		
MRI_AQ CLQ	F	15	0.039	0.882		

FSS_MRI, dotazník predikce úzkosti během MRI vyšetření; MRI_AQ, dotazník úzkosti během vyšetření MRI; CLQ, dotazník klaustrofobie; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

Na základě analýzy nenacházíme na určené hladině významnosti $\alpha = 0.05$ mezi proměnnými *FSS_MRI*, *MRI_AQ* a *CLQ* u skupiny F žádnou signifikantní korelaci (Tabulka 9). Na základě této analýzy nezamítáme nulovou hypotézu o neexistenci korelace mezi proměnnými *FSS_MRI*, *MRI_AQ* a *CLQ*. Mezi výsledky testů FSS MRI, MRI AQ a CLQ jsme nenašli signifikantně pozitivní korelaci.

VO4: Sníží se u klaustrofobních probandů absolvováním VR simulace hodnota obavy z nadcházejícího MRI vyšetření ve srovnání s kontrolní skupinou?

- *H04: Hodnota obavy z nadcházejícího MRI vyšetření klaustrofobních probandů a kontrolních probandů se absolvováním VR simulace signifikantně nemění.*
- *H4: U klaustrofobních probandů dochází absolvováním VR simulace k signifikantnímu snížení obavy z nadcházejícího MRI vyšetření, u kontrolní skupiny ke změně nedochází.*

V rámci testování hypotézy této výzkumné otázky budeme hodnotit signifikanci rozdílu střední hodnoty dvou proměnných (*Obava_před*, *Obava_po*), vycházejících z výsledků obsahově totožných položek Obava z reálné MRI před VR a Obava z reálné MRI po VR, u skupiny F a K.

Shapiro-Wilkův test rozložení proměnné *Obava_před* ukazuje hodnoty $SW = 0.893$, $p = 0.051$ u skupiny F a $SW = 0.796$, $p < 0.001$ u skupiny K. Zamítáme proto nulovou hypotézu o normálním rozdělení a pro statistickou analýzu proměnné *Obava z reálné MRI před VR* použijeme neparametrickou metodu. Shapiro-Wilkův test rozložení proměnné *Obava_po* ukazuje hodnoty $SW = 0.966$, $p = 0.736$ pro skupinu F a $SW = 0.774$, $p < 0.001$ pro skupinu K. Zamítáme proto nulovou hypotézu o normálním rozdělení a pro statistickou analýzu proměnné *Obava z reálné MRI po VR* dále použijeme neparametrickou metodu.

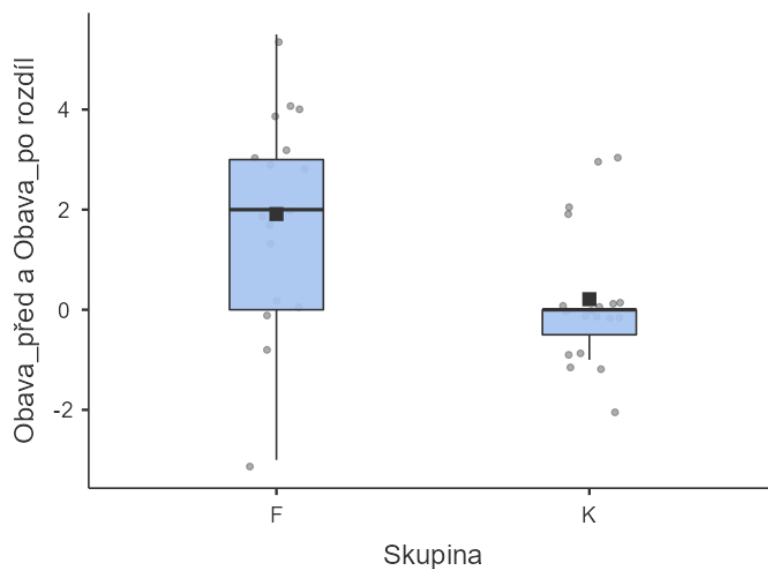
Výsledek neparametrického Mann-Whitneyho testu $U = 1$, $p < 0.001$ je na hladině $\alpha = 0.001$ signifikantní. Zamítáme proto na hladině významnosti $\alpha = 0.001$ nulovou hypotézu o shodné střední hodnotě proměnné *Obava z reálné MRI před VR* u skupiny F a K. Vyšší obava z MRI vyšetření před VR simulací u probandů skupiny F je signifikantní. Výsledek neparametrického Mann-Whitneyho testu ukazuje signifikantní hodnoty $U = 24$, $p < 0.001$ je signifikantní. Zamítáme proto i v tomto případě na hladině významnosti $\alpha = 0.001$ nulovou hypotézu o shodné střední hodnotě proměnné *Obava z reálné MRI po VR* u skupiny F a K. Vyšší obava z MRI vyšetření po VR simulaci u probandů skupiny F je signifikantní.

Tabulka 10: Deskripce a párové testy proměnných *Obava_před* a *Obava_po* u skupiny F a K

Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
<i>Obava_před</i>	F	17	7.59	7.5	1.86	0.45
<i>Obava_po</i>	F	17	5.68	6	2.42	0.59
<i>Obava_před</i>	K	19	1.95	2	0.18	0.27
<i>Obava_po</i>	K	19	1.74	2	0.81	0.19
Wilcoxonův párový test proměnných	Skupina	Rozdíl průměrů	Rozdíl směrodatných chyb	Testová statistika	p	Síla efektu
<i>Obava_před</i> <i>Obava_po</i> efekt opakování	F	2.5	0.52	96	0.007	0.83
<i>Obava_před</i> <i>Obava_po</i> efekt opakování	K	0.5	0.31	29	0.471	0.29

Obava_před, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření před VR; *Obava_po*, položka míry obavy z reálného MRI vyšetření po VR; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

K testování rozdílu proměnných *Obava z reálné MRI před VR* a *Obava z reálné MRI po VR* využijeme neparametrický Wilcoxonův párový test. Výsledek u skupiny F je na hladině významnosti $\alpha = 0.05$ signifikantní, zatímco výsledek u skupiny K je nesignifikantní (Tabulka 10). Zamítáme proto nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu středních hodnot proměnných *Obava_před* a *Obava_po* u skupiny F a nezamítáme nulovou hypotézu o neexistenci rozdílu středních hodnot *Obava_před* a *Obava_po* u skupiny K. **Na základě tohoto výsledku můžeme označit snížení hodnoty obavy z reálného MRI vyšetření u klaustrofobních probandů za signifikantní ve srovnání s kontrolní skupinou.**



Graf 8: Signifikantní rozdíl středních hodnot proměnných *Obava_před* a *Obava_po* u skupiny F a nesignifikantní rozdíl u skupiny K

7.3. Doplnující výzkumné otázky

V této sekci se pokusíme zodpovědět doplňující výzkumné otázky v rámci prvního výzkumného cíle.

Zvládnou všichni klaustrofobní probandi VR simulaci absolvovat?

Všichni probandi výzkumného souboru proceduru včetně VR simulace dokončili. **Dokončili ji tedy i všichni klaustrofobní probandi ve skupině F.** Možnost posouzení proveditelnosti VR simulace tak v tomto ohledu není omezeno.

Existuje u klaustrofobních probandů pozitivní korelace mezi mírou vnímané prezence a hladinou úzkosti během VR simulace?

V rámci analýzy jsme testovali korelaci proměnné *IPQ* – vycházející z výsledků dotazníku *IPQ*, zkoumajícího vnímanou míru prezence probandů během VR simulace – s proměnnými *MRI_AQ* a *SUDS4*, které jsme v předchozích analýzách stanovili jako markery úrovně úzkosti během VR simulace.

- *H0: Proměnná IPQ s proměnnými MRI_AQ a SUDS4 nekoreluje*
- *H: Mezi proměnnou IPQ a proměnnými MRI_AQ a SUDS4 existuje pozitivní korelace*

U proměnné *IPQ* jsme zamítli hypotézu o normálním rozdělení. K analýze jsme proto využili neparametrický Spearmanův korelační koeficient.

Tabulka 11: Deskriptivní statistika a korelace proměnné *IPQ* s proměnnými *MRI_AQ* a *SUDS4*

Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
IPQ	F	13	3.69	3	1.32	0.37
MRI_AQ	F	17	36.18	34	9.49	2.3
SUDS4	F	17	6.09	6	2.12	0.52
Korelace proměnných	Skupina	Stupně volnosti	Spearmanův korelační koeficient	P		
IPQ MRI_AQ	F	11	0.36	0.232		
IPQ SUDS4	F	11	0.38	0.199		

IPQ, dotazník pocitu přítomnosti; MRI_AQ, dotazník úzkosti během vyšetření MRI; SUDS4, čtvrtý bod ze šesti v průběhu VR simulace, kdy byli probandí tázáni na hladinu úzkosti a stresu, kterou hodnotili na škále subjektivního hodnocení úzkosti a stresu; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

Na základě analýzy nenacházíme na určené hladině významnosti $\alpha = 0.05$ mezi proměnnými *IPQ* a *MRI_AQ* respektive *IPQ* a *SUDS4* u skupiny F žádnou signifikantní korelaci (Tabulka 11). Na základě této analýzy nezamítáme nulovou hypotézu o neexistenci korelace mezi proměnnými *IPQ* a *MRI_AQ* respektive *IPQ* a *SUDS4*. **Mezi mírou vnímané prezence a hladinou úzkosti během VR simulace u klaustrofobních probandů nenacházíme pozitivní korelaci.**

Je u klaustrofobních probandů v průběhu VR simulace úroveň kybernevolnosti výrazná?

V rámci analýzy jsme zkoumali čtyři proměnné, vycházející z celkového výsledku testu (*SSQ_celk*) a celkového výsledku, faktoru závratí a okulomotorického faktoru, kontrolovaných na míru úzkosti (*SSQ_celk_úzkost*, *SSQ_závrat'_úzkost*, *SSQ_okulo_úzkost*). Názvy proměnných vycházejí z návrhu (SSQ-Total raw, SSQ-Total-Anx, SSQ-Nausea-Anx, SSQOculomotor-Anx) ve studii zkoumající revizi faktorové struktury dotazníku (Bouchard et al., 2021).

Tabulka 12: *Deskripce proměnných dotazníku SSQ a jednovýběrový T-test celkového skóru ve výzkumném souboru*

Deskripce proměnných	Skupina	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
SSQ_celk	F + K	24	9.21	7	6.18	1.26
SSQ_celk	F	13	12.16	12	6.44	1.79
	K	11	5.73	6	3.66	1.1
SSQ_celk_úzkost	F	13	10	10	5.55	1.54
	K	11	4.64	4	3.23	0.98
SSQ_závrat_úzkost	F	13	4.23	3	3.06	0.85
	K	11	0.82	0	1.33	0.4
SSQ_okulo_úzkost	F	13	5.77	7	3.92	1.09
	K	11	3.82	3	3.49	1.05
Jednovýběrový T-test proměnné	Stupně volnosti	Kritérium (HA)	Testová statistika (T)	p	Síla efektu	
SSQ_celk	23	$\mu \neq 10$	-0.628	0.536	-0.128	

SSQ_celk, celkový výsledek dotazníku simulátorové nevolnosti; SSQ_celk_úzkost, celkový výsledek dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; SSQ_závrat_úzkost, faktor závratí z dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; SSQ_okulo_úzkost, okulomotorický faktor z dotazníku simulátorové nevolnosti kontrolovaný na míru úzkosti; F, klinická skupina; K, kontrolní skupina.

Dotazník sestává z 16 položek ve formě příznaků („únavu“, „nevolnost“, „ztrátu orientace“), u nichž má proband na čtyřstupňové škále (0 = vůbec, 1 = mírně, 2 = středně, 3 = výrazně) určit, do jaké míry je v průběhu simulace pocíťoval (vůbec, mírně, středně, výrazně).

Hodnocení „výrazně“ bylo ve skupině F užito celkem u 5 položek celkem 3 probandů. Ve skupině K to bylo u 3 položek celkem 2 probandů. Možnost „výrazně“ byla tedy v rámci celého souboru zvolena v 8 případech z celkem 384 administrovaných položek (16 položek u 24 probandů), což představuje asi 2 % položek.

Maximální hodnota celkového nekontrolovaného skóru byla 23 u skupiny F a 14 u skupiny K, což na základě kategorizace Stanney a kol. (1997) odpovídá kategorii „Nevhodný simulátor“ respektive „Významné příznaky.“ Hranice významných příznaků (celkový skór 10 a více) byla dosažena u 7 probandů skupiny F a 1 probanda skupiny K. **Průměr celkového nekontrolovaného skóru této hodnoty v případě celého souboru a skupiny K nedosahuje, v případě skupiny F ji překračuje (Tabulka 12).**

8. Diskuse

Shrnutí nálezů

V rámci hodnocení kritérií rozdělení výzkumného souboru jsme nejdříve testovali rozdělení úrovně klaustrofobie a obavy z reálného MRI vyšetření před VR procedurou. Nález potvrdil v experimentální skupině vyšší hodnotu obou i jejich vzájemnou pozitivní korelaci. Zobecnitelnost výsledku je však omezena malou velikostí vzorku a faktem, že se vztah týká vztahu výsledku dotazníku a jedné položky ve formě hodnocení škály.

V práci jsme si stanovili dva výzkumné cíle. Posoudit proveditelnost virtuální simulace vyšetření MRI u klaustrofobních a úzkostných pacientů a posoudit využitelnost virtuální simulace vyšetření MRI pro snížení obav a prožívané úzkosti pacientů tak, aby byli schopni následně absolvovat vyšetření reálné.

V rámci prvního cíle jsme testovali, zda dochází u klaustrofobních probandů absolvováním VR simulace ke zvýšení hodnoty stavové úzkosti za předpokladu, že stejně jako reálné MRI vyšetření, bude tuto úzkost zvyšovat. Nález tento předpoklad nepotvrdil. Hodnota stavové úzkosti byla však u experimentální skupiny před i po VR simulaci vyšší než u skupiny kontrolní. Dále jsme předpokládali, že pokud je metoda proveditelná, bude u klaustrofobních probandů v průběhu simulace vyšší hladina úzkosti než u kontrolní skupiny. Nález tento předpoklad potvrdil. Následně jsme se věnovali vztahům testových metod, které byly užity pro diagnostiku podobných proměnných. Ptali jsme se, zda existuje pozitivní korelace mezi výsledky testů MRI AQ, FSS MRI a CLQ. Nález nepotvrdil korelaci mezi žádným párem těchto metod.

V rámci doplňujících otázek k prvnímu výzkumnému cíli jsme se ptali, zda všichni klaustrofobní probandi zvládli VR simulaci absolvovat a můžeme tak relevantně hodnotit její proveditelnost. Proceduru dokončili všichni probandi výzkumného souboru, takže i všichni klaustrofobičtí probandi. Dále jsme zkoumali, zda míra prezence u klaustrofobních probandů pozitivně koreluje s úrovní úzkosti během VR simulace, což by naznačovalo, že vyšší realističnost zážitku způsobuje i vyšší úzkost. Nález tento předpoklad nepotvrdil. Následně jsme se ptali, zda je úroveň kybernevolnosti u klaustrofobních probandů výrazně vysoká, což by bylo problematické pro proveditelnost procedury.

V rámci druhého cíle jsme zkoumali, zda se sníží u klaustrofobních probandů absolvováním VR simulace hodnota obavy z nadcházejícího MRI vyšetření. Nález náš předpoklad potvrdil

Rozprava

Studií na téma VR simulace MRI vyšetření je zatím poměrně málo a liší se od výzkumu této práce v různých ohledech. Budeme tedy srovnávat spíše konkrétní prvky, ve kterých se podobají a vycházíme přitom ze zásady *ceteris paribus*.

Obvykle se v dostupné literatuře na téma MRI užívá testu STAI s předpokladem, že u klaustrofobních či úzkostných pacientů dojde na základě absolvování MRI vyšetření k navýšení hodnoty úzkosti (Mackenzie, et al., 1995; Katz, et al., 1994). Výsledky této studie takovému předpokladu neodpovídají. Ačkoli došlo u klaustrofobních probandů k mírnému zvýšení úrovně stavové úzkosti před a po VR simulaci, tento rozdíl není signifikantní. K podobným výsledkům dospěli například Liszio & Masuch (2017), kde však nebyl nalezen signifikantní rozdíl ani mezi skupinami.

Efekt expozice ve formě snížení úzkosti naopak předpokládají některé další studie, využívající jiné nástroje měření úzkosti jako výzkum autorů Rahani, et al. (2018), kde došlo absolvováním VR expozice ke snížení úzkosti klaustrofobických probandů, měřené Spielbergerovým dotazníkem zjevné úzkosti (Spielberger, 1983) nebo kazuistika Botella, et al. (1998), kde došlo po opakované VR proceduře k signifikantnímu snížení úzkosti měřené škálou SUDS (Wolpe, J., 1969).

Signifikantně vyšší hladina stavové úzkosti u klaustrofobních probandů oproti kontrolní skupině se po proceduře objevuje (Mackenzie, et al., 1995; Katz, et al., 1994). Bez současně signifikantního efektu opakování je však velmi obtížné takový výsledek interpretovat.

Signifikance rozdílu stavové úzkosti mezi kontrolní a experimentální skupinou před procedurou je v dostupné literatuře zkoumána spíše méně. Snad proto, že k její přímé analýze kromě posouzení vhodnosti rozdělení souboru nemusí být důvod. Informaci o ní tak získáváme spíše nepřímou ze studií, které užily analýzy rozptylu pro opakovaná měření. U dostupných podobných studií nenacházíme signifikantní rozdíl v úrovni stavové úzkosti mezi kontrolní a experimentální skupinou (Liszio & Masuch, 2017; Tugwell, et al., 2018), pro signifikantně

vyšší hladinu stavové úzkosti u experimentální skupiny tohoto výzkumu před VR simulací tak nenacházíme v literatuře podobný ekvivalent. Výsledek by bylo možné interpretovat jako anticipační úzkost z VR simulace. Pro ověření takového předpokladu však není v literatuře opora a bylo by zapotřebí ho podrobit dalšímu zkoumání.

Ačkoli by v rámci psychometrické baterie studie měly sloužit podobnému účelu, nebyla mezi výsledky dotazníků CLQ, FSS MRI a MRI AQ nalezena signifikantně pozitivní korelace. To by mohlo naznačovat, že obsah měřené proměnné dotazníků se liší. Roli může hrát i fakt, že dotazníky byly administrovány v jiné fázi vyšetření (FSS MRI před VR simulací/CLQ a MRI AQ po VR simulaci). Výsledek mohl být také ovlivněn faktem, že se jedná o virtuální simulaci, nikoli skutečnou magnetickou rezonanci, kde by mohly být výsledky jiné. Korelace dotazníku CLQ s obavou z reálného MRI vyšetření před VR simulací a signifikantně vyššího výsledku dotazníku MRI AQ u klaustrofobních probandů by mohly být vodítkem pro další výzkum vztahu těchto metod.

U klaustrofobních probandů ve výzkumu této práce se absolvováním VR simulace přes nesignifikantní zvýšení stavové úzkosti obava z reálného vyšetření signifikantně snižuje. Signifikance tohoto výsledku je omezena kvůli malé velikosti výzkumného souboru a zde i proto, že vychází z analýzy srovnání pouze dvou položek. Několik klaustrofobních probandů navíc po skončení VR simulace explicitně popsal pocity úlevy a někteří zmiňovali dobrý pocit, že simulaci zvládli.

Pro další výzkum se tedy zdá zásadní rozlišit, zda ve sběru dat po skončení procedury měříme spíše aktuální úzkost vázanou na právě absolvovanou zkušenost nebo anticipovanou úzkost/obavu vázanou na zkušenost v budoucnu.

Nelze vyloučit ani současnou platnost obou předpokladů, kdy by například simulace stavovou úzkost zvyšovala a expozice či pocit úspěchu ji naopak snižovala. To by mohlo vysvětlovat i nesignifikantní výsledek mírného zvýšení stavové úzkosti absolvováním VR simulace u klaustrofobních probandů. Bylo by proto vhodné v dalším výzkumu zařadit dedikovanou metodu měření obav, ideálně kontrolovanou na stavovou úzkost. Případně užít kvalitativních metod, které by umožnily úzkost, klaustrofobii a další pocity pacientů i popsat a ideálně propojit s konkrétním stimulem.

Míra úzkosti během VR simulace se ukázala u klaustrofobních probandů jako signifikantně vyšší než u kontrolní skupiny, a to, jak měřena dotazníkem MRI AQ, tak položkou SUDS4.

K podobným výsledkům došel Botella, et al., 1998 ve své kazuistické studii, kde rovněž využíval škály SUDS. Probandka v této studii reportovala nejvyšší pocit úzkosti při nejvyšší vnímané hrozbě, ale byla schopna tuto úzkost postupně potlačit.

Mezi mírou prezenze měřené dotazníkem a úrovní úzkosti během inserce probanda do skeneru, respektive mírou prezenze a úzkostí během procedury, nebyla nalezena signifikantně pozitivní korelace. To je v souladu s výsledky studie Liszio & Masuch (2017), kde úroveň naměřené úzkosti nevykazovala pozitivní korelaci s mírou prezenze ani imerze. Ve studii Abd Gani, et al. (2023) naopak nachází pozitivně korelační vztah úzkosti a zvuků skeneru v průběhu vyšetření.

Dále jsme popsali úroveň kybernevolnosti u části výzkumného souboru. Výsledky ukazují na výskyt významných příznaků jen u malé části souboru (n=5) a reportované příznaky se týkaly jen několika hodnocených položek (únava, zvýšené slinění, rozmazané vidění, ztráta orientace). Celkově tedy můžeme shrnout, že VR metoda je přijímaná dobře a nevede k závažné kybernevolnosti, která by bránila proveditelnosti metody. To potvrzuje i fakt, že žádný ze zařazených participantů verbálně nereportoval kybernevolnost a nikdo ze zařazených subjektů neukončil studii předčasně.

Probandi studií využívajících metodu virtuální reality se často ptají na možnost absolvování VR simulace doma, případně uvádějí, že by proceduru v případě této možnosti preferovali i oproti jiným alternativám (Nakarada-Kordic, et al., 2020). Dostupná literatura ukazuje u fobických pacientů na podobně efektivní výsledky sebe expoziční terapie bez ohledu na způsob administrace (Gosh, et al., 1988). Jednoduše přenosná technologie užitá v rámci tohoto výzkumu by to umožňovala. Zvláště u silně klaustrofobních a úzkostných pacientů bylo však někdy zapotřebí ujištění a podpory ze strany psychologa, aby bylo možné proceduru dokončit nebo musela být i na čas přerušena, než se daný proband stabilizoval. Je otázkou, zda by byli probandi schopni proceduru dokončit i bez této asistence.

Limity studie

Studie je limitována malou velikostí vzorku, který omezuje možnosti statistické analýzy a interpretace výsledků. Probandi sice byli dotázáni na předchozí zkušenost s MRI vyšetřením či jeho nedokončením, tato informace ale nebyla součástí formálního testovacího protokolu, nebyla následně statisticky zpracována, ani nebyla zohledněna ve výběru a rozdělení výzkumného souboru.

Vzhledem ke klinicko-výzkumnému charakteru procedury bylo cílem prozkoumat její proveditelnost, ale také připravit klaustrofobické pacienty na reálné MRI vyšetření. Probandi tak před procedurou obdrželi standardní informace o jejím účelu a průběhu (příloha – Informace pro účastníky studie), ale kromě ujišťování a psychologické podpory během expozice probandi často potřebovali zodpovědět dotazy a doptávali i na to, jak bude probíhat skutečné MR vyšetření. Sepsání nejčastějších dotazů a poskytnutí informací o proceduře by do budoucna mohlo být zajištěno ve formě nahrané prezentace či doprovodního textu.

Už samotné poskytnutí informací o průběhu vyšetření může u probandů signifikantně snižovat hladinu úzkosti (Yakar, B., & Pirinçci, E., 2020; Tugwell, et al., 2018; Tazegul et al., 2015). Dostupná literatura popisuje informování pacientů v kombinaci s jinými metodami (Bolejko & Hagell 2021; Grey, et al., 2000; Caruso, et al., 2006) ale i samostatně (Salim, 2001; Youssefzadeh, et al., 1997) jako jednu z nejúčinnějších metod potlačení úzkosti. Může tak představovat významnou intervenující proměnnou ve výzkumu. Z etických důvodů jsme však v tomto případě dali přednost klinickému aspektu studie, tedy maximalizaci potenciálu procedury pomoci pacientům s překonáním obav a úzkosti z MRI vyšetření.

Design výzkumu předpokládal užití VR simulace jako jednorázové expozice. Literatura ale popisuje význam jejího opakování i v rámci přípravné intervence (Brown, et al., 2018). Následný výzkum by proto mohl otestovat efekt opakování intervence, zejména u probandů s vysokou mírou klaustrofobie a úzkosti.

Ačkoli byla v rámci této studie shromážděna i data o následné reálném MRI vyšetření některých probandů, rozsah dat neumožnil relevantně otestovat, do jaké míry predikovaná obava z MRI vyšetření odpovídá pocitům během vyšetření reálného. Důvodem bylo i to, že část participantů následné reálné MRI vyšetření absolvovala na jiném pracovišti mimo NÚDZ.

Bylo by proto ideální, kdyby další výzkum prozkoumal i míru úzkosti probandů VR simulace i během reálného MRI vyšetření, stejně jako schopnost intervenovaných pacientů vyšetření dokončit. I vzhledem k tomu, že u některých studií (Loszjo & Masuch, 2017) se sníženou mírou obav nepodařilo během reálného vyšetření udržet. Opět by mohlo pomoci užití kvalitativních metod, kde by pacienti dostali možnost popsat a srovnat subjektivní prožitek VR simulace a reálné MRI.

Zároveň by to znamenalo prostor pro poskytnutí zpětné vazby k průběhu simulace a možnostem zlepšení. V případě této studie zpětná vazba nebyla její formální součástí, přesto se od některých probandů objevily potenciálně užitečné podněty.

9. Závěr

Tato práce vznikla v rámci projektu Simulation of the Magnetic Resonance Imaging Examination in Virtual Reality s interním číslem grantu 318A_2020 jako jeden z projektů Centra výzkumu virtuální reality v duševním zdraví a neurovědách Národního ústavu duševního zdraví (NÚDZ). Ačkoli se nejedná o jedinou studii na téma proveditelnosti VR intervence u klaustrofobních pacientů, studií na toto téma dosud není mnoho a výsledky práce by tak mohly přispět k posunu porozumění této oblasti.

V teoretické části se práce nejprve věnovala virtuální realitě, definici, technologii, pojmu prezence a klinickým aplikacím v oblasti duševních poruch. Dále se práce zabývala úzkostí a klaustrofobií v magnetické rezonanci a metodami jejich intervence. Nakonec práce popsala intervenci ve formě virtuální reality.

Praktická část si kladla dva výzkumné cíle. Primárně ověřit proveditelnost VR simulace jako přípravné metody na MRI vyšetření u klaustrofobních pacientů, sekundárně prozkoumat potenciál VR simulace pro snížení obav z MRI vyšetření.

Výsledky ukazují na schopnost aplikace vyvolat u klaustrofobních probandů úzkost během procedury. Výsledky zároveň naznačují potenciál pro snížení obav probandů z reálného MRI vyšetření. Navazující výzkum by mohl efektivitu aplikace ve snížení těchto obav dále prozkoumat.

Reference

- Abbas, J. R., O'connor, A., Ganapathy, E., Isba, R., Payton, A., Mcgrath, B., Tolley, N., & Bruce, I. A. (2023). What is virtual reality? A healthcare-focused systematic review of definitions. *Health Policy and Technology*, *12*(2), 100741. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2023.100741>
- Ahlander, B. M., Årestedt, K., Engvall, J., Maret, E., & Ericsson, E. (2016). Development and validation of a questionnaire evaluating patient anxiety during magnetic resonance imaging: The Magnetic Resonance Imaging-Anxiety Questionnaire (MRI-AQ). *Journal of Advanced Nursing*, *72*(6), 1368–1380. <https://doi.org/10.1111/jan.12917>
- Ahlander, B. M., Engvall, J., & Ericsson, E. (2020). Anxiety during magnetic resonance imaging of the spine in relation to scanner design and size. *Radiography*, *26*(2), 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.09.003>
- Ahlander, B. M., Engvall, J., Maret, E., & Ericsson, E. (2018). Positive effect on patient experience of video information given prior to cardiovascular magnetic resonance imaging: A clinical trial. *Journal of Clinical Nursing*, *27*(5-6), 1250–1261. <https://doi.org/10.1111/jocn.14172>
- Almutlaq, Z. M. (2018). Discussion of the causes, effect and potential methods of alleviating patient anxiety when undergoing magnetic resonance imaging (MRI). *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, *72*(5), 4473–4477. <https://doi.org/10.21608/ejhm.2018.9515>
- American Psychological Institution (n.d.). *APA PsycInfo*. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/results?vid=1&sid=31d6dd4b-b8ce-4589-97a9-c8df1fc74c4d%40redis&bquery=virtual+reality&bdata=JmRiPXBzeWgmbGFuZz1jcyZ0eXB IPTAmc2VhcmNoTW9kZT1TdGFuZGFyZCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d>
- Anderson, P. L., & Molloy, A. (2020). Maximizing the impact of virtual reality exposure therapy for anxiety disorders. *Current Opinion in Psychology*, *36*, 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.10.001>
- Andrade, A., Correia, C. K., & Coimbra, D. R. (2019). The psychological effects of exergames for children and adolescents with obesity: A systematic review and meta-analysis. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, *22*(11), 724–735. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0341>

Andrews, T. (2005). Commentary on Riva, G., Virtual reality in psychotherapy: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3), 231–232. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.231>

Argue, K. R. (1995). *The effect of psychological intervention upon anxiety associated with magnetic resonance imaging* [Dizertační práce, California School of Professional Psychology]. California School of Professional Psychology - San Diego ProQuest Dissertations Publishing. <https://www.proquest.com/openview/5654b8bd2b24ccf947fefca3ff5f43/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Ashmore, J. (2018, 13. září). *MRI scans are horrible for kids so I created a virtual reality app to help*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/society/2018/sep/13/mri-scan-children-virtual-reality-app>.

Ashmore, J., Di Pietro, J., Williams, K., Stokes, E., Symons, A., Smith, M., Clegg, L., & McGrath, C. (2019). A free virtual reality experience to prepare pediatric patients for magnetic resonance imaging: Cross-sectional questionnaire study. *JMIR Pediatrics and Parenting*, 2(1), e11684. <https://doi.org/10.2196/11684>

Badcock, D. R., Palmisano, S., & May, J. G. (2014). Vision and virtual environments. In K.S. Hale, & K.M. Stanney (Eds.), *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications* (s. 39-76). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17360>

Bangard, C., Paszek, J., Berg, F., Eyl, G., Kessler, J., Lackner, K., & Gossmann, A. (2007). MR imaging of claustrophobic patients in an open 1.0T scanner: Motion artifacts and patient acceptability compared with closed bore magnets. *European Journal of Radiology*, 64(1), 152–157. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.02.012>

Banks, J., Ericksson, G., Burrage, K., Yellowlees, P., Ivermee, S., & Tichon, J. (2004). Constructing the hallucinations of psychosis in Virtual Reality. *Journal of Network and Computer Applications*, 27(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/S1084-8045\(03\)00031-6](https://doi.org/10.1016/S1084-8045(03)00031-6)

Baños, R. M., Botella, C., & Perpiñá, C. (1999). Virtual reality and psychopathology. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 2(4), 283–292. <https://doi.org/10.1089/cpb.1999.2.283>

Barber, J. P., Stratt, R., Halperin, G., & Connolly, M. B. (2001). Supportive techniques: Are they found in different therapies?. *The Journal of Psychotherapy Practice and Research*, 10(3), 165–172.

https://www.researchgate.net/publication/11937782_Supportive_techniques_Are_they_found_in_different_therapies

Bashiri, A., Ghazisaeedi, M., & Shahmoradi, L. (2017). The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: A literature review. *Korean Journal of Pediatrics*, *60*(11), 337–343. <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.11.337>

Berg, W. A., Blume, J. D., Adams, A. M., Jong, R. A., Barr, R. G., Lehrer, D. E., Pisano, E. D., Evans, W. P., 3rd, Mahoney, M. C., Hovanessian Larsen, L., Gabrielli, G. J., & Mendelson, E. B. (2010). Reasons women at elevated risk of breast cancer refuse breast MR imaging screening: ACRIN 6666. *Radiology*, *254*(1), 79–87. <https://doi.org/10.1148/radiol.2541090953>

Bierbaum, A., Just, C., Hartling, P., Meinert, K., Baker, A., & Cruz-Neira, C. (2001). VR Juggler: a virtual platform for virtual reality application development. In H. Takemura & K. Kiyokawa (Eds.), *Proceedings IEEE Virtual reality 2001* (s. 89–96). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/vr.2001.913774>

Bimberg, P., Weissker, T., & Kulik, A. (2020, 22. března). *On the usage of the simulator sickness questionnaire for virtual reality research*. 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), Atlanta, GA, USA. <https://doi.org/10.1109/VRW50115.2020.00098>.

Blascovich, J. (2008). Challenge and threat. In A. J. Elliot (Es.), *Handbook of approach and avoidance motivation* (s. 431–444). Psychology Press.

Bolejko, A., & Hagell, P. (2021). Effects of an information booklet on patient anxiety and satisfaction with information in magnetic resonance imaging: A randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *Radiography*, *27*(1), 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.07.011>

Booth, L., & Bell, L. (2013). Screening for claustrophobia in MRI: A pilot study. *European Scientific Journal*, *9*(18), 20–31. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=bad0c352e09b9986ae6208a2a37ad9545fb2fbcc>

Botella, C., Bafios, R. M., Perpina, C., Villa, H., Alcafiiz, M., & Rey, A. (1998). Virtual reality treatment of claustrophobia: A case report. *Behaviour Research and Therapy*, *36*(2), 239–246.

- Botella, C., Baños, R. M., Villa, H., Perpiñá, C., & García-Palacios, A. (2000). Virtual reality in the treatment of claustrophobic fear: A controlled, multiple-baseline design. *Behavior Therapy, 31*(3), 583–595. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(00\)80032-5](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(00)80032-5)
- Botella, C., Perpiñá, C., Baños, R. M., & García-Palacios, A. (1998). Virtual reality: A new clinical setting lab. *Studies in Health Technology and Informatics, 58*, 73–81. DOI:10.3233/978-1-60750-902-8-73
- Bouchard, S., Berthiaume, M., Robillard, G., Forget, H., Daudelin-peltier, C., Renaud, P., Blais, C., & Fiset, D. (2021). Arguing in favor of revising the simulator sickness questionnaire factor structure when assessing side effects induced by immersions in virtual reality. *Frontiers in Psychiatry, 12*, 739742-739742. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.739742>
- Bouchard, S., Robillard, G., Renaud, P., & Bernier, F. (2011). Exploring new dimensions in the assessment of virtual reality induced side effects. *Journal of Computer and Information Technology, 1*(3), 20–32. <http://w3.uqo.ca/cyberpsy/wp-content/uploads/2019/04/2011ssq.pdf>
- Bouchard, S., St-Jacques, J., Renaud, P., & Wiederhold, B. K. (2009). Side effects of immersions in virtual reality for people suffering from anxiety disorders. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation, 2*(2), 127–137. <http://w3.uqo.ca/cyberpsy/wp-content/uploads/2019/04/2009ssq.pdf>
- Brooks, F. P. (1999). What's real about virtual reality?. *IEEE Computer Graphics and Applications, 19*(6), 16–27. <https://doi.org/10.1109/38.799723>
- Brown, R. K. J., Petty, S., O'Malley, S., Stojanovska, J., Davenport, M. S., Kazerooni, E. A., & Fessahazion, D. (2018). Virtual reality tool simulates MRI experience. *Tomography, 4*(3), 95–98. <https://doi.org/10.18383/j.tom.2018.00023>
- Brunnquell, C. L., Hoff, M. N., Balu, N., Nguyen, X. V., Oztek, M. A., & Haynor, D. R. (2020). Making magnets more attractive: Physics and engineering contributions to patient comfort in MRI. *Topics in Magnetic Resonance Imaging, 29*(4), 167–174. <https://doi.org/10.1097/RMR.0000000000000246>
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2. vyd.). John Wiley & Sons.
- Busacchio, D., Mazzocco, K., Gandini, S., Pricolo, P., Masiero, M., Summers, P. E., Pravettoni, G., & Petralia, G. (2021). Preliminary observations regarding the expectations, acceptability

and satisfaction of whole-body MRI in self-referring asymptomatic subjects. *The British Journal of Radiology*, 94(1118), 20191031. <https://doi.org/10.1259/bjr.20191031>

Carlsson, S., & Carlsson, E. (2013). 'The situation and the uncertainty about the coming result scared me but interaction with the radiographers helped me through': A qualitative study on patients' experiences of magnetic resonance imaging examinations. *Journal of Clinical Nursing*, 22(21-22), 3225–3234. <https://doi.org/10.1111/jocn.12416>

Carter, A. J., Greer, M. L., Gray, S. E., & Ware, R. S. (2010). Mock MRI: Reducing the need for anaesthesia in children. *Pediatric Radiology*, 40(8), 1368–1374. <https://doi.org/10.1007/s00247-010-1554-5>

Caruso, A., Bongiorno, L., Vallini, L., Russo, P., Tomao, F., & Grandinetti, M. L. (2006). Breast cancer and distress resulting from Magnetic Resonance Imaging (MRI): The impact of a psychological intervention of emotional and informative support. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research: CR*, 25(4), 499–505. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17310840/>

Cataldo, J., Collins, S., Walker, J., & Shaw, T. (2023). Use of virtual reality for MRI preparation and technologist education: A scoping review. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 54(1), 195–205. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.11.011>

Cieślik, B., Mazurek, J., Rutkowski, S., Kiper, P., Turolla, A., & Szczepańska-Gieracha, J. (2020). Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews. *Complementary Therapies in Medicine*, 52, 102480-102480. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102480>

Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The Past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*, 9, 2086. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>

Collado-Mateo, D., Merellano-Navarro, E., Olivares, P. R., García-Rubio, J., & Gusi, N. (2018). Effect of exergames on musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(3), 760–771. <https://doi.org/10.1111/sms.12899>

Court, H., Greenland, K., & Margrain, T. H. (2010). Measuring patient anxiety in primary care: Rasch analysis of the 6-item Spielberger State Anxiety Scale. *Value in Health*, 13(6), 813–819. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4733.2010.00758.x>

- Coyle, H., Traynor, V., & Solowij, N. (2015). Computerized and virtual reality cognitive training for individuals at high risk of cognitive decline: Systematic review of the literature. *The American Journal of Geriatric Psychiatry: Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 23(4), 335–359. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.04.009>
- Das, D. A., Grimmer, K. A., Sparnon, A. L., McRae, S. E., & Thomas, B. H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. *BMC Pediatrics*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-5-1>
- de Amorim e Silva, C. J., Mackenzie, A., Hallowell, L. M., Stewart, S. E., & Ditchfield, M. R. (2006). Practice MRI: Reducing the need for sedation and general anaesthesia in children undergoing MRI. *Australasian Radiology*, 50(4), 319–323. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1673.2006.01590.x>
- de Carvalho, M. R., Dias, T. R. S., Duchesne, M., Nardi, A. E., & Appolinario, J. C. (2017). Virtual reality as a promising strategy in the assessment and treatment of bulimia nervosa and binge eating disorder: A systematic review. *Behavioral Sciences*, 7(3), 43. <https://doi.org/10.3390/bs7030043>
- Dellazizzo, L., Potvin, S., Bahig, S., & Dumais, A. (2019). Comprehensive review on virtual reality for the treatment of violence: Implications for youth with schizophrenia. *NPJ Schizophrenia*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.1038/s41537-019-0079-7>
- Dewey M. (2010). Claustrophobia preventing MR imaging of the breast. *Radiology*, 256(1), 328–329. <https://doi.org/10.1148/radiol.100113>
- Dewey, M., Schink, T., & Dewey, C. F. (2007). Claustrophobia during magnetic resonance imaging: Cohort study in over 55,000 patients. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 26(5), 1322–1327. <https://doi.org/10.1002/jmri.21147>
- Duncan, D., Garner, R., Zrantchev, I., Ard, T., Newman, B., Saslow, A., Wanserski, E., & Toga, A. W. (2019). Using virtual reality to improve performance and user experience in manual correction of MRI segmentation errors by non-experts. *Journal of Digital Imaging*, 32(1), 97–104. <https://doi.org/10.1007/s10278-018-0108-5>

- Dunn, J., Yeo, E., Moghaddampour, P., Chau, B., & Humbert, S. (2017). Virtual and augmented reality in the treatment of phantom limb pain: A literature review. *NeuroRehabilitation*, *40*(4), 595–601. <https://doi.org/10.3233/NRE-171447>
- Eijlers, R., Utens, E. M. W. J., Staals, L. M., de Nijs, P. F. A., Berghmans, J. M., Wijnen, R. M. H., Hillegers, M. H. J., Dierckx, B., & Legerstee, J. S. (2019). Systematic review and meta-analysis of virtual reality in pediatrics: Effects on pain and anxiety. *Anesthesia and Analgesia*, *129*(5), 1344–1353. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004165>
- Emmelkamp, P. M. (2005). Technological innovations in clinical assessment and psychotherapy. *Psychotherapy and Psychosomatics*, *74*(6), 336–343. <https://doi.org/10.1159/000087780>
- Emmelkamp, P. M., Krijn, M., Hulsbosch, A. M., de Vries, S., Schuemie, M. J., & van der Mast, C. A. (2002). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: A comparative evaluation in acrophobia. *Behaviour Research and Therapy*, *40*(5), 509–516. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00023-7](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00023-7)
- Emmelkamp, P.M. (2005). Commentary on Riva, G., Virtual reality in psychotherapy: Review. *CyberPsychology & Behavior*, *8*(3), 235–237. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.231>
- Enders, J., Zimmermann, E., Rief, M., Martus, P., Klingebiel, R., Asbach, P., Klessen, C., Diederichs, G., Wagner, M., Teichgräber, U., Bengner, T., Hamm, B., & Dewey, M. (2011). Reduction of claustrophobia with short-bore versus open magnetic resonance imaging: A randomized controlled trial. *PloS One*, *6*(8), e23494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023494>
- Enders, J., Zimmermann, E., Rief, M., Martus, P., Klingebiel, R., Asbach, P., Klessen, C., Diederichs, G., Bengner, T., Teichgräber, U., Hamm, B., & Dewey, M. (2011). Reduction of claustrophobia during magnetic resonance imaging: Methods and design of the "CLAUSTRO" randomized controlled trial. *BMC Medical Imaging*, *11*, 4. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-11-4>
- Eshed, I., Althoff, C. E., Hamm, B., & Hermann, K. G. (2007). Claustrophobia and premature termination of magnetic resonance imaging examinations. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, *26*(2), 401–404. <https://doi.org/10.1002/jmri.21012>

- Fang, Q., Aiken, C. A., Fang, C., & Pan, Z. (2019). Effects of exergaming on physical and cognitive functions in individuals with autism spectrum disorder: A systematic review. *Games for Health Journal*, 8(2), 74–84. <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0032>
- Flores-Ramos, M., Silvestri Tomassoni, R., Guerrero-López, J. B., & Salinas, M. (2018). Evaluation of trait and state anxiety levels in a group of peri- and postmenopausal women. *Women & Health*, 58(3), 305–319. <https://doi.org/10.1080/03630242.2017.1296059>
- Foreman, N. (2009). Virtual reality in psychology. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1), 225–252. <https://www.learntechlib.org/p/148626/>
- Forshaw, K. L., Boyes, A. W., Carey, M. L., Hall, A. E., Symonds, M., Brown, S., & Sanson-Fisher, R. W. (2018). Raised anxiety levels among outpatients preparing to undergo a medical imaging procedure: Prevalence and correlates. *Journal of the American College of Radiology*, 15(4), 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.12.030>
- Freeman D. (2008). Studying and treating schizophrenia using virtual reality: A new paradigm. *Schizophrenia Bulletin*, 34(4), 605–610. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbn020>
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393–2400. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>
- Funk, E., Thunberg, P., & Anderzen-Carlsson, A. (2014). Patients' experiences in magnetic resonance imaging (MRI) and their experiences of breath holding techniques. *Journal of Advanced Nursing*, 70(8), 1880–1890. <https://doi.org/10.1111/jan.12351>
- Galimberti, C., & Belloni, G. (2003). Three-dimensional virtual environments for cybertherapy: A psychosocial approach to effective usability. *CyberPsychology and Behavior*, 6(3), 229–236. <https://doi.org/10.1089/109493103322011506>
- Garcia-Palacios, A., Hoffman, H. G., Richards, T. R., Seibel, E. J., & Sharar, S. R. (2007). Use of virtual reality distraction to reduce claustrophobia symptoms during a mock magnetic resonance imaging brain scan: A case report. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual reality on Behavior and Society*, 10(3), 485–488. <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9926>

- Garcia-Palacios, A., Hoffman, H. G., See, S. K., Tsai, A., & Botella, C. (2001). Redefining therapeutic success with virtual reality exposure therapy. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 4(3), 341–348. <https://doi.org/10.1089/109493101300210231>
- Garcia-Palacios, A., Hoffman, H., Carlin, A., Furness, T. A., 3rd, & Botella, C. (2002). Virtual reality in the treatment of spider phobia: A controlled study. *Behaviour Research and Therapy*, 40(9), 983–993. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00068-7](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00068-7)
- Georgescu, R., Fodor, L. A., Dobrean, A., & Cristea, I. A. (2020). Psychological interventions using virtual reality for pain associated with medical procedures: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 50(11), 1795–1807. <https://doi.org/10.1017/S0033291719001855>
- Gershon, J., Anderson, P., Graap, K., Zimand, E., Hodges, L., & Rothbaum, B. O. (2002). Virtual reality exposure therapy in the treatment of anxiety disorders. *The Scientific Review of Mental Health Practice: Objective Investigations of Controversial and Unorthodox Claims in Clinical Psychology, Psychiatry, and Social Work*, 1(1), 76–81. <https://www.researchgate.net/publication/232468937>
- Ghosh, A., Marks, I.M., & Carr, A.C. (1988). Therapist contact and outcome of self- exposure treatment for phobias. *The British Journal of Psychiatry*, 152(2), 234–238. <https://doi.org/10.1192/bjp.152.2.234>
- Gillouin, P., Mattatia, D., & Bouvet, C. (2023). Virtual reality for clinical evaluation and treatment in schizophrenia: A systematic review. *Psychosis*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/17522439.2023.2197030>
- Glantz, K., Durlach, N. I., Barnett, R. C., & Aviles, W. A. (1997). Virtual reality (VR) and psychotherapy: opportunities and challenges. *Presence*, 6(1), 87–105. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.1.87>
- Gorini, A., & Riva, G. (2008). Virtual reality in anxiety disorders: The past and the future. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 8(2), 215–233. <https://doi.org/10.1586/14737175.8.2.215>
- Grey, S. J., Price, G., & Mathews, A. (2000). Reduction of anxiety during MR imaging: a controlled trial. *Magnetic Resonance Imaging*, 18(3), 351–355. [https://doi.org/10.1016/s0730-725x\(00\)00112-0](https://doi.org/10.1016/s0730-725x(00)00112-0)

Gutiérrez-Maldonado, J., Ferrer-García, M., & Riva, G. (2013). VR cue-exposure treatment for bulimia nervosa. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, *11*, 21–25. DOI: 10.3233/978-1-61499-282-0-21

Harned, R. K., 2nd, & Strain, J. D. (2001). MRI-compatible audio/visual system: Impact on pediatric sedation. *Pediatric Radiology*, *31*(4), 247–250. <https://doi.org/10.1007/s002470100426>

Harris, L. M., Cumming, S. R., & Menzies, R. G. (2004). Predicting anxiety in magnetic resonance imaging scans. *International Journal of Behavioral Medicine*, *11*(1), 1–7. https://doi.org/10.1207/s15327558ijbm1101_1

Heidegger, M. (1959). *Unterwegs zur Sprache*. Pfullingen.

Hodges, L. F., Rothbaum, B. O., Kooper, R., et al. (1995). Virtual environments for treating the fear of heights. *IEEE Computer*, *28*(7), 27–34. DOI:10.1109/2.391038

Hoffman, H. G., Richards, T. L., Coda, B., Bills, A. R., Blough, D., Richards, A. L., & Sharar, S. R. (2004). Modulation of thermal pain-related brain activity with virtual reality: evidence from fMRI. *Neuroreport*, *15*(8), 1245–1248. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000127826.73576.91>

Holden M. K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation: Review. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, *8*(3), 187–219. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.187>

Hudson, D. M., Heales, C., & Meertens, R. (2022). Review of claustrophobia incidence in MRI: A service evaluation of current rates across a multi-centre service. *Radiography*, *28*(3), 780–787. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2022.02.010>

Hudson, D. M., Heales, C., & Vine, S. J. (2022). Scoping review: How is virtual reality being used as a tool to support the experience of undergoing magnetic resonance imaging?. *Radiography*, *28*(1), 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.07.008>

Hunt, C. H., Wood, C. P., Lane, J. I., Bolster, B. D., Bernstein, M. A., & Witte, R. J. (2011). Wide, short bore magnetic resonance at 1.5 t: Reducing the failure rate in claustrophobic patients. *Clinical Neuroradiology*, *21*(3), 141–144. <https://doi.org/10.1007/s00062-011-0075-4>

- Hyde, E., & Hardy, M. (2021). Patient centred care in diagnostic radiography (Part 1): Perceptions of service users and service deliverers. *Radiography*, 27(1), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.04.015>
- Chapman, H. A., Bernier, D., & Rusak, B. (2010). MRI-related anxiety levels change within and between repeated scanning sessions. *Psychiatry Research*, 182(2), 160–164. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2010.01.005>
- Chertoff, D., & Schatz, S. (2014). Beyond presence. In K.S. Hale, & K.M. Stanney (Eds.), *Handbook of virtual environments: design, implementation, and applications* (s. 856-870). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17360>
- Iwan, E., Yang, J., Enders, J., Napp, A. E., Rief, M., & Dewey, M. (2021). Patient preferences for development in MRI scanner design: A survey of claustrophobic patients in a randomized study. *European Radiology*, 31(3), 1325–1335. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07060-9>
- Janoff-Bulman, R., & Frantz, C. M. (1997). The impact of trauma on meaning: From meaningless world to meaningful life. In: M. J. Power, & C. R. Brewin (Eds.), *The transformation of meaning in psychological therapies: Integrating theory and practice* (91-106). John Wiley.
- Jason, J. (2016). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool. <https://doi.org/10.1145/2792790>
- Katz, R. C., Wilson, L., & Frazer, N. (1994). Anxiety and its determinants in patients undergoing magnetic resonance imaging. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(2), 131–134. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90005-1)
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
- Kim M. S. (2016). Investigation of factors affecting body temperature changes during routine clinical head magnetic resonance imaging. *Iranian Journal of Radiology: A Quarterly Journal Published by the Iranian Radiological Society*, 13(4), e34016. <https://doi.org/10.5812/iranjradiol.34016>

- Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., & Choe, M. (2018). Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics*, *69*, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.016>
- Kılıç, A., Brown, A., Aras, I., Hui, R., Hare, J., Hughes, L. D., & McCracken, L. M. (2021). Using virtual technology for fear of medical procedures: A systematic review of the effectiveness of virtual reality-based interventions. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, *55*(11), 1062–1079. <https://doi.org/10.1093/abm/kaab016>
- Klaming, L., van Minde, D., Weda, H., Nielsen, T., & Duijm, L. E. (2015). The Relation between anticipatory anxiety and movement during an MR examination. *Academic Radiology*, *22*(12), 1571–1578. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2015.08.020>
- Klinger, E., Larrue, F., Sauzéon, H., Joseph, P. A., & Sorita, E. (2017). The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids: A systematic literature review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *60*(3), 164–176. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.12.004>
- Kothgassner, O. D., Goreis, A., Kafka, J. X., Van Eickels, R. L., Plener, P. L., & Felnhofer, A. (2019). Virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder (PTSD): A meta-analysis. *European Journal of Psychotraumatology*, *10*(1), 1654782. <https://doi.org/10.1080/20008198.2019.1654782>
- Krijn, M., Emmelkamp, P. M., Biemond, R., de Wilde de Ligny, C., Schuemie, M. J., & van der Mast, C. A. (2004). Treatment of acrophobia in virtual reality: The role of immersion and presence. *Behaviour Research and Therapy*, *42*(2), 229–239. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(03\)00139-6](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(03)00139-6).
- Lang, E. V., Ward, C., & Laser, E. (2010). Effect of team training on patients' ability to complete MRI examinations. *Academic Radiology*, *17*(1), 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2009.07.002>
- Lanier, J. (2017). *Dawn of the new everything: Encounters with reality and virtual reality*. Henry Holt and Company.

- Lemaire, C., Moran, G. R., & Swan, H. (2009). Impact of audio/visual systems on pediatric sedation in magnetic resonance imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, *30*(3), 649–655. <https://doi.org/10.1002/jmri.21870>
- Lewis, C. H., & Griffin, M. J. (1997). Human factors consideration in clinical applications of virtual reality. In G. Riva (Ed.), *Virtual reality in neuro-psycho-physiology: Cognitive, clinical and methodological issues in assessment and rehabilitation* (35–56). IOS Press. https://www.academia.edu/1950671/Virtual_reality_in_neuro_psycho_physiology_Cognitive_clinical_and_methodological_issues_in_assessment_and_rehabilitation
- Li, J., Theng, Y. L., & Foo, S. (2014). Game-based digital interventions for depression therapy: A systematic review and meta-analysis. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, *17*(8), 519–527. <https://doi.org/10.1089/cyber.2013.0481>
- Lin-Stephens S. (2020). Visual stimuli in narrative-based interventions for adult anxiety: A systematic review. *Anxiety, Stress, and Coping*, *33*(3), 281–298. <https://doi.org/10.1080/10615806.2020.1734575>
- Liszio S, Masuch M. Virtual reality MRI: playful reduction of children's anxiety in MRI exams. In P. Blikstein & D. Abrahamson (Eds.), *IDC 2017: Proceedings of the 2017 conference on interaction design and children* (s. 127–136). Association for Computing Machinery. <http://dx.doi.org/10.1145/3078072.3079713>
- Liszio, S., Basu, O., & Masuch, M. (2020). A universe inside the MRI scanner: An in-bore virtual reality game for children to reduce anxiety and stress. In V. Vanden Abeele & M. Birk (Eds.), *CHI PLAY '20: Proceedings of the annual symposium on computer-human interaction in play* (s. 46–57). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3410404.3414263>
- Lo Re, G., De Luca, R., Muscarneri, F., Dorangricchia, P., Picone, D., Vernuccio, F., Salerno, S., La Tona, G., Pinto, A., Midiri, M., Russo, A., Lagalla, R., & Cicero, G. (2016). Relationship between anxiety level and radiological investigation. Comparison among different diagnostic imaging exams in a prospective single-center study. *La Radiologia Medica*, *121*(10), 763–768. <https://doi.org/10.1007/s11547-016-0664-z>

- Lukins, R., Davan, I. G., & Drummond, P. D. (1997). A cognitive behavioural approach to preventing anxiety during magnetic resonance imaging. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 28(2), 97–104. [https://doi.org/10.1016/s0005-7916\(97\)00006-2](https://doi.org/10.1016/s0005-7916(97)00006-2)
- MacKenzie, R., Sims, C., Owens, R. G., & Dixon, A. K. (1995). Patients' perceptions of magnetic resonance imaging. *Clinical Radiology*, 50(3), 137–143. [https://doi.org/10.1016/s0009-9260\(05\)83042-9](https://doi.org/10.1016/s0009-9260(05)83042-9)
- Madl, J. E. M., Sturmbauer, S. C., Janka, R., Bay, S., & Rohleder, N. (2022). Preparing patients according to their individual coping style improves patient experience of magnetic resonance imaging. *Journal of Behavioral Medicine*, 45(6), 841–854. <https://doi.org/10.1007/s10865-022-00361-y>
- Mallari, B., Spaeth, E. K., Goh, H., & Boyd, B. S. (2019). Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain Research*, 12, 2053–2085. <https://doi.org/10.2147/JPR.S200498>
- Maltby, N., Kirsch, I., Mayers, M., & Allen, G. J. (2002). Virtual reality exposure therapy for the treatment of fear of flying: A controlled investigation. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 70(5), 1112–1118. <https://doi.org/10.1037//0022-006x.70.5.1112>
- Mantovani, G. (2000). *Exploring borders: Understanding culture and psychology*. Routledge.
- Maples-Keller, J. L., Bunnell, B. E., Kim, S. J., & Rothbaum, B. O. (2017). The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders. *Harvard Review of Psychiatry*, 25(3), 103–113. <https://doi.org/10.1097/HRP.0000000000000138>
- Marteau, T. M., & Bekker, H. (1992). The development of a six-item short-form of the state scale of the Spielberger State–Trait Anxiety Inventory (STAI). *British Journal of Clinical Psychology*, 31(3), 301–306. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1992.tb00997.x>
- Mazurek, J., Kiper, P., Cieřlik, B., Rutkowski, S., Mehlich, K., Turolla, A., & Szczepańska-Gieracha, J. (2019). Virtual reality in medicine: A brief overview and future research directions. *Human Movement*, 20(3), 16–22. <https://doi.org/10.5114/hm.2019.83529>
- McCauley, T. R., Wright, J. G., Bell, S. M., & McCarthy, S. (1992). Effect of prone versus supine patient positioning on pelvic magnetic resonance image quality. *Investigative Radiology*, 27(12), 1005–1008. <https://doi.org/10.1097/00004424-199212000-00002>

- McClermon, C. K. (2009). *Stress effects on transfer from virtual environment flight training to stressful flight environments*. [Disertační práce, Naval Postgraduate School]. Defense Technical Information Center. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA501682>
- McCloy, R., & Stone, R. (2001). Science, medicine, and the future. Virtual reality in surgery. *BMJ*, *323*(7318), 912–915. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7318.912>
- McGuirt D. (2016). Alternatives to sedation and general anesthesia in pediatric magnetic resonance imaging: A literature review. *Radiologic Technology*, *88*(1), 18–26. <http://www.radiologictechnology.org/content/88/1/18.full.pdf+html>
- McIsaac, H. K., Thordarson, D. S., Shafran, R., Rachman, S., & Poole, G. (1998). Claustrophobia and the magnetic resonance imaging procedure. *Journal of Behavioral Medicine*, *21*(3), 255–268. <https://doi.org/10.1023/a:1018717016680>
- McNulty, J. P., McNulty, S. (2009). Acoustic noise in magnetic resonance imaging: An ongoing issue. *Radiography*, *15*(4), 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2009.01.001>
- Michel, S. C., Rake, A., Götzmann, L., Seifert, B., Ferrazzini, M., Chaoui, R., Treiber, K., Keller, T. M., Marincek, B., & Kubik-Huch, R. A. (2002). Pelvimetry and patient acceptability compared between open 0.5-T and closed 1.5-T MR systems. *European Radiology*, *12*(12), 2898–2905. <https://doi.org/10.1007/s00330-002-1400-8>
- Miles K. A. (2005). Diagnostic imaging in undergraduate medical education: an expanding role. *Clinical Radiology*, *60*(7), 742–745. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2005.02.011>
- Mohlman, J., Eldreth, D. A., Price, R. B., Chazin, D., & Glover, D. A. (2012). Predictors of unsuccessful magnetic resonance imaging scanning in older generalized anxiety disorder patients and controls. *Journal of Behavioral Medicine*, *35*(1), 19–26. <https://doi.org/10.1007/s10865-011-9326-8>
- Moreno, A., Wall, K. J., Thangavelu, K., Craven, L., Ward, E., & Dissanayaka, N. N. (2019). A systematic review of the use of virtual reality and its effects on cognition in individuals with neurocognitive disorders. *Alzheimer's & Dementia*, *5*, 834–850. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2019.09.016>
- Morganti, F. (2004). Virtual interaction in cognitive neuropsychology. In G. Riva, C. Botella, P. Lege´ron, & G. Optale (Eds.), *Cybertherapy: Internet and virtual reality as assessment and*

rehabilitation tools for clinical psychology and neuroscience (85–101). IOS Press.
<https://aisberg.unibg.it/retrieve/8f896f16-0bf3-4a0c-ac67-9d5498d79a87/SHTI99-fm-i.pdf>

Mulhall, S., Andel, R., & Anstey, K. J. (2018). Variation in symptoms of depression and anxiety in midlife women by menopausal status. *Maturitas*, *108*, 7–12.
<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.11.005>

Munn, Z., & Jordan, Z. (2011). The patient experience of high technology medical imaging: A systematic review of the qualitative evidence. *JBI Library of Systematic Reviews*, *9*(19), 631–678. <https://doi.org/10.11124/01938924-201109190-00001>

Munn, Z., & Jordan, Z. (2013). Interventions to reduce anxiety, distress and the need for sedation in adult patients undergoing magnetic resonance imaging: A systematic review. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, *11*(4), 265–274.
<https://doi.org/10.1111/1744-1609.12045>

Munn, Z., Jordan, Z., Pearson, A., Murphy, F., & Pilkington, D. (2014). ‘On their side’: Focus group findings regarding the role of MRI radiographers and patient care. *Radiography*, *20*(3), 246–250. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2014.03.011>

Munn, Z., Moola, S., Lisy, K., Riitano, D., & Murphy F. (2014). Claustrophobia in magnetic resonance imaging: A systematic review and meta-analysis. *Radiography*, *21*(2), e59–e63.
<https://doi.org/10.1016/j.radi.2014.12.004>.

Munn, Z., Pearson, A., Jordan, Z., Murphy, F., Pilkington, D., & Anderson, A. (2015). Patient anxiety and satisfaction in a magnetic resonance imaging department: Initial results from an action research study. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, *46*(1), 23–29.
<https://doi.org/10.1016/j.jmir.2014.07.006>

Nagel, E., Lehmkuhl, H. B., Bocksch, W., Klein, C., Vogel, U., Frantz, E., Ellmer, A., Dreyse, S., & Fleck, E. (1999). Noninvasive diagnosis of ischemia-induced wall motion abnormalities with the use of high-dose dobutamine stress MRI: Comparison with dobutamine stress echocardiography. *Circulation*, *99*(6), 763–770. <https://doi.org/10.1161/01.cir.99.6.763>

Nakarada-Kordic, I., Reay, S., Bennett, G., Kruse, J., Lydon, A. M., & Sim, J. (2020). Can virtual reality simulation prepare patients for an MRI experience?. *Radiography*, *26*(3), 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.11.004>

- Napp, A. E., Diekhoff, T., Stoiber, O., Enders, J., Diederichs, G., Martus, P., & Dewey, M. (2021). Audio-guided self-hypnosis for reduction of claustrophobia during MR imaging: Results of an observational 2-group study. *European Radiology*, *31*(7), 4483–4491. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07887-w>
- Napp, A. E., Enders, J., Roehle, R., Diederichs, G., Rief, M., Zimmermann, E., Martus, P., & Dewey, M. (2017). Analysis and prediction of claustrophobia during MR imaging with the claustrophobia questionnaire: An observational prospective 18-month single-center study of 6500 Patients. *Radiology*, *283*(1), 148–157. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016160476>
- Negut, A., Matu, S. A., Sava, F. A., & David, D. (2016). Virtual reality measures in neuropsychological assessment: A meta-analytic review. *The Clinical Neuropsychologist*, *30*(2), 165–184. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1144793>
- Nguyen, X. V., Tahir, S., Bresnahan, B. W., Andre, J. B., Lang, E. V., Mossa-Basha, M., Mayr, N. A., & Bourekas, E. C. (2020). Prevalence and financial impact of claustrophobia, anxiety, patient motion, and other patient events in magnetic resonance imaging. *Topics in Magnetic Resonance Imaging*, *29*(3), 125–130. <https://doi.org/10.1097/RMR.0000000000000243>
- Nichols, S., & Patel, H. (2002). Health and safety implications of virtual reality: A review of empirical evidence. *Applied Ergonomics*, *33*(3), 251–271. [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(02\)00020-0](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(02)00020-0)
- Norbash, A., Yucel, K., Yuh, W., Doros, G., Ajam, A., Lang, E., Pauker, S., & Mayr, N. (2016). Effect of team training on improving MRI study completion rates and no-show rates. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: JMRI*, *44*(4), 1040–1047. <https://doi.org/10.1002/jmri.25219>
- Norcross, J. C., Pfund, R. A., & Cook, D. M. (2022). The predicted future of psychotherapy: A decennial e-Delphi poll. *Professional Psychology, Research and Practice*, *53*(2), 109–115. <https://doi.org/10.1037/pro0000431>
- Norcross, J. C., Pfund, R. A., & Prochaska, J. O. (2013). Psychotherapy in 2022: A Delphi poll on its future. *Professional Psychology, Research and Practice*, *44*(5), 363–370. <https://doi.org/10.1037/a0034633>
- Norcross, J.C., Hedges, M., & Prochaska, J.O. (2002). The face of 2010: a Delphi poll on the future of psychotherapy. *Professional Psychology: Research and Practice* *33*(3),16–322. <https://doi.org/10.1037/0735-7028.33.3.316>

- O'Halloran, C.M. (1993). *MRI scans: A study of individual differences in patient response to MRI and a comparison of two coping strategies* [Dizertační práce, University of Iowa]. The University of Iowa ProQuest Dissertations Publishing. <https://www.proquest.com/openview/65ff57d03868c648ec6fb79e4776a695/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Ogourtsova, T., Souza Silva, W., Archambault, P. S., & Lamontagne, A. (2017). Virtual reality treatment and assessments for post-stroke unilateral spatial neglect: A systematic literature review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(3), 409–454. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1113187>.
- Oliveri, S., Pricolo, P., Pizzoli, S., Faccio, F., Lampis, V., Summers, P., Petralia, G., & Pravettoni, G. (2018). Investigating cancer patient acceptance of whole body MRI. *Clinical Imaging*, 52, 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2018.08.004>
- Optale, G., Munari, A., Nasta, A., Pianon, C., Baldaro Verde, J., & Viggiano, G. (1997). Multimedia and virtual reality techniques in the treatment of male erectile disorders. *International Journal of Impotence Research*, 9(4), 197–203. <https://doi.org/10.1038/sj.ijir.3900316>
- P.A. Howarth, The multi-factorial visual causes of virtual simulation sickness, VISERG Report, 1997.
- Park, M. J., Kim, D. J., Lee, U., Na, E. J., & Jeon, H. J. (2019). A literature overview of virtual reality (VR) in treatment of psychiatric disorders: Recent advances and limitations. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 505. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2019.00505>
- Parsons, T. D., Rizzo, A. A., Rogers, S., & York, P. (2009). Virtual reality in paediatric rehabilitation: A review. *Developmental Neurorehabilitation*, 12(4), 224–238. <https://doi.org/10.1080/17518420902991719>
- Pedroli, E., Serino, S., Cipresso, P., Pallavicini, F., & Riva, G. (2015). Assessment and rehabilitation of neglect using virtual reality: A systematic review. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9, 226. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00226>
- Powell, R., Ahmad, M., Gilbert, F. J., Brian, D., & Johnston, M. (2015). Improving magnetic resonance imaging (MRI) examinations: Development and evaluation of an intervention to

reduce movement in scanners and facilitate scan completion. *British Journal of Health Psychology*, 20(3), 449–465. <https://doi.org/10.1111/bjhp.12132>

Premkumar, P., Heym, N., Brown, D. J., Battersby, S., Sumich, A., Huntington, B., Daly, R., & Zysk, E. (2021). The effectiveness of self-guided virtual-reality exposure therapy for public-speaking anxiety. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 694610. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.694610>

Quirk, M. E., Letendre, A. J., Ciottone, R. A., & Lingley, J. F. (1989). Evaluation of three psychologic interventions to reduce anxiety during MR imaging. *Radiology*, 173(3), 759–762. <https://doi.org/10.1148/radiology.173.3.2682775>

Radomsky, A. S., Rachman, S., Thordarson, D. S., Mcisac, H. K., & Teachman, B. A. (2001). The claustrophobia questionnaire. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(4), 287–297. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(01\)00064-0](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(01)00064-0)

Rahani, V. K., Vard, A., & Najafi, M. (2018). Claustrophobia game: design and development of a new Virtual reality game for treatment of claustrophobia. *Journal of Medical Signals and Sensors*, 8(4), 231–237. https://doi.org/10.4103/jmss.JMSS_27_18

Rachman, S., & Taylor, S. (1993). Analyses of claustrophobia. *Journal of Anxiety Disorders*, 7(4), 281–291. [https://doi.org/10.1016/0887-6185\(93\)90025-G](https://doi.org/10.1016/0887-6185(93)90025-G)

Redd, W. H., Manne, S. L., Peters, B., Jacobsen, P. B., & Schmidt, H. (1994). Fragrance administration to reduce anxiety during MR imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 4(4), 623–626. <https://doi.org/10.1002/jmri.1880040419>

Regenbrecht, H., & Schubert, T. (2002). Real and illusory Interactions enhance presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 11(4), 425–434. <https://doi.org/10.1162/105474602760204318>

Richardson, P. (2020, 11. listopadu). *Oculus Quest 2 review – The quest for perfection continues*. Counterpoint. <https://www.counterpointresearch.com/insights/oculus-quest-2-review-quest-perfection-continues/>

Riva G. (1998). Virtual environments in neuroscience. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2(4), 275–281. <https://doi.org/10.1109/4233.737583>

Riva G. (2005). Virtual reality in psychotherapy: Review. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 8(3), 220–240. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.220>

Riva, G. (2006). Virtual reality. In M. Akay (Ed.), *Wiley encyclopedia of biomedical engineering* (s. 1266). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780471740360.ebs1266>

Riva, G. & Davide, F. (Eds.) (2001). *Communications through virtual technologies: identity, community and technology in the communication age*. IOS Press.

Riva, G., & Waterworth, J. A. (2003). Presence and the self: A cognitive neuroscience approach. *Presence-Connect*, 3(3). <https://www8.informatik.umu.se/~jwworth/Riva-Waterworth.htm>

Riva, G., Alcañiz, M., Anolli, L., Bacchetta, M., Baños, R., Beltrame, F., Botella, C., Galimberti, C., Gamberini, L., Gaggioli, A., Molinari, E., Mantovani, G., Nagues, P., Optale, G., Orsi, G., Perpina, C., & Troiañi, R. (2001). The VEPSY updated project: virtual reality in clinical psychology. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 4(4), 449–455. <https://doi.org/10.1089/109493101750527006>

Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., & Molinari, E. (2001). Virtual reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in obesity: a controlled study. *CyberPsychology & Behavior: he Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 4(4), 511–526. <https://doi.org/10.1089/109493101750527079>

Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., & Molinari, E. (2002). Virtual-reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in binge eating disorders: a preliminary controlled study. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 6(3), 224–234. <https://doi.org/10.1109/titb.2002.802372>

Riva, G., Davide, F., & IJsselsteijn, W. A. (Eds.) (2003). *Being there: Concepts, effects and measurements of user presence in synthetic environments*. IOS Press. <http://www.emergingcommunication.com/volume5.html>

Riva, G., Rizzo, A., Alpini, D., Attree, E. A., Barbieri, E., Bertella, L., Buckwalter, J. G., Davies, R. C., Gamberini, L., Johansson, G., Katz, N., Marchi, S., Mendozzi, L., Molinari, E.,

- Pugnetti, L., Rose, F. D., & Weiss, P. L. (1999). Virtual environments in the diagnosis, prevention, and intervention of age-related diseases: a review of VR scenarios proposed in the EC VETERAN Project. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 2(6), 577–591. <https://doi.org/10.1089/cpb.1999.2.577>
- Riva, G., Waterworth, J. A., & Waterworth, E. L. (2004). The layers of presence: A bio-cultural approach to understanding presence in natural and mediated environments. *Cyberpsychology & Behavior*, 7(4), 402–416. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.402>
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Molinari, E. (Eds.). (1998). Virtual environments in clinical psychology and neuroscience: Methods and techniques in advanced patient–therapist interaction. IOS Press.
- Rizzo, A. A., Wiederhold, B., Riva, G., & Van Der Zaag, C. (1998). A bibliography of articles relevant to the application of virtual reality in the mental health field. *CyberPsychology & Behavior*, 1(4), 411–425. <https://doi.org/10.1089/cpb.1998.1.411>
- Robillard, G., Bouchard, S., Fournier, T., & Renaud, P. (2003). Anxiety and presence during VR immersion: A comparative study of the reactions of phobic and non-phobic participants in therapeutic virtual environments derived from computer games. *CyberPsychology and Behavior*, 6(5), 467–476. <https://doi.org/10.1089/109493103769710497>
- Rose, F. D., Brooks, B. M., & Rizzo, A. A. (2005). Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 8(3), 241–271. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.241>
- Rosenberg, D. R., Sweeney, J. A., Gillen, J. S., Kim, J., Varanelli, M. J., O'Hearn, K. M., Erb, P. A., Davis, D., & Thulborn, K. R. (1997). Magnetic resonance imaging of children without sedation: Preparation with simulation. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(6), 853–859. <https://doi.org/10.1097/00004583-199706000-00024>
- Rosson, M.B., & Carroll, J.M. (2002). *Usability engineering: Scenario-based development of human–computer interaction*. Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-1-55860-712-5.X5000-0>

- Rothbaum, B. (2005). Commentary on Riva, G., Virtual reality in psychotherapy: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3), 239–240. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.231>
- Rothbaum, B. O., Hodges, L. F., Ready, D., Graap, K., & Alarcon, R. D. (2001). Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 62(8), 617–622. <https://doi.org/10.4088/jcp.v62n0808>
- Rothbaum, B. O., Hodges, L., & Kooper, R. (1997). Virtual reality exposure therapy. *The Journal of Psychotherapy Practice and Research*, 6(3), 219–226. https://www.researchgate.net/publication/14033965_Virtual_reality_exposure_therapy
- Rothman, S., Gonen, A., Vodonos, A., Novack, V., & Shelef, I. (2016). Does preparation of children before MRI reduce the need for anesthesia? Prospective randomized control trial. *Pediatric Radiology*, 46(11), 1599–1605. <https://doi.org/10.1007/s00247-016-3651-6>
- Rubino, F., Soler, L., Marescaux, J., & Maisonneuve, H. (2002). Advances in virtual reality are wide ranging. *BMJ*, 324(7337), 612. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7337.612>
- Rus-Calafell, M., Garety, P., Sason, E., Craig, T. J. K., & Valmaggia, L. R. (2018). Virtual reality in the assessment and treatment of psychosis: A systematic review of its utility, acceptability and effectiveness. *Psychological Medicine*, 48(3), 362–391. <https://doi.org/10.1017/S0033291717001945>
- Sadigh, G., Applegate, K. E., & Saindane, A. M. (2017). Prevalence of unanticipated events associated with MRI examinations: A benchmark for MRI quality, safety, and patient experience. *Journal of the American College of Radiology*, 14(6), 765–772. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.01.043>
- Safran, J. D., & Greenberg, L. S. (Eds.) (1991). *Emotion, psychotherapy, and change*. The Guilford Press.
- Sarji, S. A., Abdullah, B. J., Kumar, G., Tan, A. H., & Narayanan, P. (1998). Failed magnetic resonance imaging examinations due to claustrophobia. *Australasian Radiology*, 42(4), 293–295. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1673.1998.tb00525.x>
- Scribner, S. (1975). Situating the experiment in cross-cultural research. In K. F. Riegel, & J. A. Meacham (Eds.), *The developing individual in a changing world: Volume 1, Historical and cultural issues* (s. 310-321). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315131689-32>

- Selim M. A. (2001). Effect of pre-instruction on anxiety levels of patients undergoing magnetic resonance imaging examination. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 7(3), 519–525. https://applications.emro.who.int/emhj/0703/emhj_2001_7_3_519_525.pdf
- Sharples, S., Cobb, S., Moody, A., & Wilson, J. R. (2008). Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays*, 29(2), 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.09.005>
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environment*, 10(3), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Schultheis, M. T., & Rizzo, A. A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*, 46(3), 296–311. <https://doi.org/10.1037/0090-5550.46.3.296>
- Slater, M., & Steed, A. (2000). A virtual presence counter. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 413–434. <https://doi.org/10.1162/105474600566925>
- Slater, M., Brogni, A., & Steed, A. (2003, 6. října). *Physiological responses to breaks in presence: a pilot study*. Presence 2003: The 6th Annual International Workshop on Presence, Aalborg, Dánsko.
- Smart G. (1997). Helping children relax during magnetic resonance imaging. *MCN: The American Journal of Maternal Child Nursing*, 22(5), 236–241. <https://doi.org/10.1097/00005721-199709000-00003>
- Smith, V., Devane, D., Begley, C. M., & Clarke, M. (2011). Methodology in conducting a systematic review of systematic reviews of healthcare interventions. *BMC Medical Research Methodology*, 11(1), 15. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-15>
- Spagnolli, A., & Gamberini, L. (2002, 9. října). *IMMERSION/EMERSION. Presence in hybrid environments*. Presence 2002: The 5th International Workshop on Presence, Porto, Portugal.
- Spagnolli, A., Gamberini, L., Cottone, P., & Mantovani, G. (2003). Ergonomics of virtual environments for clinical applications. In G. Riva, C. Botella, P. Lege´ron, & G. Optale (Eds.), *Cybertherapy: Internet and virtual reality as assessment and rehabilitation tools for clinical*

psychology and neuroscience (213–230). IOS Press. <https://aisberg.unibg.it/retrieve/8f896f16-0bf3-4a0c-ac67-9d5498d79a87/SHTI99-fm-i.pdf>

Spiegel, B. (2020). VRx: How virtual therapeutics will revolutionize medicine. Basic Books.

Spielberger, C. (2010). State-trait anxiety inventory. In I. Weiner, & W. Craighead (Eds.), *The Corsini encyclopedia of psychology* (4. vyd., s. 1698–1699). Wiley.

Spielberger, C., Gorsuch, R., Lushene, R., Vagg, P., & Jacobs, G. (Eds.). (1983). *Manual for the state-trait anxiety inventory (Form Y1 – Y2)*. Consulting Psychologists Press.

Spouse, E., & Gedroyc, W. M. (2000). MRI of the claustrophobic patient: Interventionally configured magnets. *The British Journal of Radiology*, 73(866), 146–151. <https://doi.org/10.1259/bjr.73.866.10884726>

Srivastava, K., Das, R. C., & Chaudhury, S. (2014). Virtual reality applications in mental health: Challenges and perspectives. *Industrial Psychiatry Journal*, 23(2), 83–85. <https://doi.org/10.4103/0972-6748.151666>

Standen, P. J., & Brown, D. J. (2005). Virtual reality in the rehabilitation of people with intellectual disabilities: Review. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society* 8(3), 272–288. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.272>

Stanley, E., Craddock, A., Bisset, J., McEntee, C., & O'Connell, M. J. (2016). Impact of sensory design interventions on image quality, patient anxiety and overall patient experience at MRI. *The British Journal of Radiology*, 89(1067), 20160389. <https://doi.org/10.1259/bjr.20160389>

Stanney, K. M., Kennedy, R. S., & Drexler, J. M. (1997). Cybersickness is not simulator sickness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 41(2), 1138–1142. <https://doi.org/10.1177/107118139704100292>

Stanney, K. M., Kennedy, R. S., & Drexler, J. M. (1997). Cybersickness is not simulator sickness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 41(2), 1138–1142. <https://doi.org/10.1177/107118139704100292>

Steuer, J. S. (1992). Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>

Stogiannos, N., Carlier, S., Harvey-Lloyd, J. M., Brammer, A., Nugent, B., Cleaver, K., McNulty, J. P., Dos Reis, C. S., & Malamateniou, C. (2022). A systematic review of person-centred adjustments to facilitate magnetic resonance imaging for autistic patients without the use of sedation or anaesthesia. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 26(4), 782–797. <https://doi.org/10.1177/13623613211065542>

Stogiannos, N., Harvey-Lloyd, J. M., Nugent, B., Brammer, A., Carlier, S., Cleaver, K., McNulty, J. P., Sá Dos Reis, C., & Malamateniou, C. (2022). Autism-friendly MRI: Improving radiography practice in the UK, a survey of radiographer practitioners. *Radiography*, 28(1), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.09.003>

Szabo, B. K., & Gilanyi, A. (2020). The notion of immersion in virtual reality literature and related sources. In *2020 11th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications* (s. 000371-000378). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/cogincom50765.2020.9237875>

Székely, G., & Satava, R. M. (1999). Virtual reality in medicine. *BMJ*, 319(7220), 1305. <https://doi.org/10.1136/bmj.319.7220.1305>

Tazegul, G., Etcioğlu, E., Yildiz, F., Yildiz, R., & Tuney, D. (2015). Can MRI related patient anxiety be prevented?. *Magnetic Resonance Imaging*, 33(1), 180–183. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2014.08.024>

Thompson, M. B., & Coppens, N. M. (1994). The effects of guided imagery on anxiety levels and movement of clients undergoing magnetic resonance imaging. *Holistic Nursing Practice*, 8(2), 59–69. <https://doi.org/10.1097/00004650-199401000-00011>

Thorpe, S., Salkovskis, P. M., & Dittner, A. (2008). Claustrophobia in MRI: The role of cognitions. *Magnetic Resonance Imaging*, 26(8), 1081–1088. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2008.01.022>

Tichon, J., Banks, J., & Yellowlees, P. (2003). The Development of a virtual reality environment to model the experience of schizophrenia. In P. M. A. Sloot, D. Abramson, A. V. Bogdanov, Y. E., Gorbachev, J. J. Dongara & A. Y. Zomaya (Eds.), *Computational science — ICCS 2003. ICCS 2003. Lecture notes in computer science, Vol 2659* (s. 11–19) Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-44863-2_2

- Tischler, V., Calton, T., Williams, & M., Cheetham, A. (2008). Patient anxiety in magnetic resonance imaging centres: Is further intervention needed? *Radiography*, *14*(3), 265–266. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2007.09.007>
- Törnqvist, E., Månsson, A., Larsson, E. M., & Hallström, I. (2006). It's like being in another world--patients' lived experience of magnetic resonance imaging. *Journal of Clinical Nursing*, *15*(8), 954–961. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2006.01499.x>
- Törnqvist, E., Månsson, Å., Larsson, E. M., & Hallström, I. (2006). Impact of extended written information on patient anxiety and image motion artifacts during magnetic resonance imaging. *Acta radiologica*, *47*(5), 474–480. <https://doi.org/10.1080/02841850600690355>
- Tugwell, J. R., Goulden, N., & Mullins, P. (2018). Alleviating anxiety in patients prior to MRI: A pilot single-centre single-blinded randomised controlled trial to compare video demonstration or telephone conversation with a radiographer versus routine intervention. *Radiography*, *24*(2), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2017.10.001>
- Välimäki, M., Hätönen, H. M., Lahti, M. E., Kurki, M., Hottinen, A., Metsäranta, K., Riihimäki, T., & Adams, C. E. (2014). Virtual reality for treatment compliance for people with serious mental illness. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2014*(10), CD009928. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009928.pub2>
- Valmaggia, L. R., Day, F., & Rus-Calafell, M. (2016). Using virtual reality to investigate psychological processes and mechanisms associated with the onset and maintenance of psychosis: A systematic review. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, *51*(7), 921–936. <https://doi.org/10.1007/s00127-016-1245-0>
- van Minde, D., Klaming, L., & Weda, H. (2014). Pinpointing moments of high anxiety during an MRI examination. *International Journal of Behavioral Medicine*, *21*(3), 487–495. <https://doi.org/10.1007/s12529-013-9339-5>
- Veling, W., Moritz, S., & van der Gaag, M. (2014). Brave new worlds--review and update on virtual reality assessment and treatment in psychosis. *Schizophrenia Bulletin*, *40*(6), 1194–1197. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbu125>
- Viana, R. B., Dankel, S. J., Loenneke, J. P., Gentil, P., Vieira, C. A., Andrade, M. D. S., Vancini, R. L., & de Lira, C. A. B. (2020). The effects of exergames on anxiety levels: A systematic

review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(7), 1100–1116. <https://doi.org/10.1111/sms.13654>

Vincelli F. (1999). From imagination to virtual reality: the future of clinical psychology. *CyberPsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 2(3), 241–248. <https://doi.org/10.1089/cpb.1999.2.241>

Vincelli, F., Molinari, E., & Riva, G. (2001). Virtual reality as clinical tool: immersion and three-dimensionality in the relationship between patient and therapist. *Studies in Health Technology and Informatics*, 81, 551–553. DOI:10.3233/978-1-60750-925-7-551

Vine, S. J., Moore, L. J., & Wilson, M. R. (2016). An integrative framework of stress, attention, and visuomotor performance. *Frontiers in Psychology*, 7, 1671. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01671>

von Knobelsdorff-Brenkenhoff, F., Bublak, A., El-Mahmoud, S., Wassmuth, R., Opitz, C., & Schulz-Menger, J. (2013). Single-centre survey of the application of cardiovascular magnetic resonance in clinical routine. *European Heart Journal: Cardiovascular Imaging*, 14(1), 62–68. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jes125>

Wann, J., White, A., Wilkie, Culmer, P., Lodge, J., & Mon-Williams, M. (2014). Measurement of visual aftereffects following virtual environment exposure: Implications for minimally invasive surgery. (2014). In K.S. Hale, & K.M. Stanney (Eds.), *Handbook of virtual environments: design, implementation, and applications* (s. 841-864). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17360>

Wardenaar, K. J., Lim, C. C. W., Al-Hamzawi, A. O., Alonso, J., Andrade, L. H., Benjet, C., Bunting, B., de Girolamo, G., Demyttenaere, K., Florescu, S. E., Gureje, O., Hisateru, T., Hu, C., Huang, Y., Karam, E., Kiejna, A., Lepine, J. P., Navarro-Mateu, F., Oakley Browne, M., Piazza, M., ... de Jonge, P. (2017). The cross-national epidemiology of specific phobia in the World Mental Health Surveys. *Psychological Medicine*, 47(10), 1744–1760. <https://doi.org/10.1017/S0033291717000174>

Wechsler, T. F., Kümpers, F., & Mühlberger, A. (2019). Inferiority or even superiority of virtual reality exposure therapy in phobias? A systematic review and quantitative meta-analysis on randomized controlled trials specifically comparing the efficacy of virtual reality exposure to

gold standard *in vivo* exposure in agoraphobia, specific phobia, and social phobia. *Frontiers in Psychology*, 10, 1758. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01758>

Wiederhold, B. K., & Wiederhold, M. D. (2000). Lessons learned from 600 virtual reality sessions. *CyberPsychology & Behavior*, 3(3), 393–400. <https://doi.org/10.1089/10949310050078841>

Wiederhold, B. K., Bouchard, S. (2014). *Advanced in virtual reality and anxiety disorders*. Springer.

Wolpe, J. (1969). Subjective Units of Distress Scale (SUDS) [Database record]. APA PsycTests. <https://doi.org/10.1037/t05183-000>

Wolpe, J., & Lang, P. J. (1964). A fear schedule for use in behaviour therapy. *Behaviour Research and Therapy*, 2, 27–30. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(64\)90051-8](https://doi.org/10.1016/0005-7967(64)90051-8)

Wood, B. S., & McGlynn, F. D. (2000). Research on posttreatment return of claustrophobic fear, arousal, and avoidance using mock diagnostic imaging. *Behavior Modification*, 24(3), 379–394. <https://doi.org/10.1177/0145445500243005>

Yakar, B., & Pirinçci, E. (2020). Investigation of the effect of written and visual information on anxiety measured before magnetic resonance imaging: Which method is most effective?. *Medicina*, 56(3), 136. <https://doi.org/10.3390/medicina56030136>

Yellowlees, P. M., & Cook, J. N. (2006). Education about hallucinations using an internet virtual reality system: A qualitative survey. *Academic Psychiatry: The Journal of the American Association of Directors of Psychiatric Residency Training and the Association for Academic Psychiatry*, 30(6), 534–539. <https://doi.org/10.1176/appi.ap.30.6.5344>

Youssefzadeh, S., Eibenberger, K., Helbich, T., Dorffner, R., Dantendorfer, K., Breitenhofer, M., & Wolf, G. (1997). Reduction of adverse events in MRI of the breast by personal patient care. *Clinical Radiology*, 52(11), 862–864. [https://doi.org/10.1016/s0009-9260\(97\)80082-7](https://doi.org/10.1016/s0009-9260(97)80082-7)

Zahorik, P., & Jenison, R. L. (1998). Presence as being-in-the-world. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(1), 78–89. <https://doi.org/10.1162/105474698565541>

Zayeni, D., Raynaud, J. P., & Revet, A. (2020). Therapeutic and preventive use of video games in child and adolescent psychiatry: A systematic review. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 36. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00036>

Zeng, N., Pope, Z., Lee, J. E., & Gao, Z. (2018). Virtual reality exercise for anxiety and depression: A preliminary review of current research in an emerging field. *Journal of Clinical Medicine*, 7(3), 42. <https://doi.org/10.3390/jcm7030042>

Seznam příloh

- Informace pro účastníky studie
- Informovaný souhlas
- Protokol testování