

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

Diplomová práce



Bc. Markéta Zakurdajeva

Efekt kognitivního tréninku využívajícího imerzivní virtuální realitu na kognitivní funkce zdravé stárnoucí populace

Effect of immersive virtual reality-based cognitive training on cognitive function of healthy elderly population

Vedoucí diplomové práce: Mgr. et Mgr. Iveta Hocko Fajnerová, Ph.D.

2024

Poděkování

Chtěla bych moc poděkovat Mgr. et Mgr. Ivetě Hocko Fajnerové, Ph.D. za laskavé vedení diplomové práce, při kterém jsem se mnohému naučila a cítila silnou inspiraci. Děkuji také kolegům z Národního stavu duševního zdraví, kteří mi v různých fázích práce pomohli. Jmenovitě děkuji Mgr. Natalii Nevřelové a Mgr. Štěpánce Strakové za pomoc se vyšetřováním a vyhodnocením testů. Také děkuji Mgr. Ing. Sofii Diondet za vedení částí kognitivního tréninku a možnost konzultací. Děkuji i Městské knihovně v Praze za příjemnou spolupráci. Stejně tak děkuji manželovi, rodině a kamarádům za podporu v tomto procesu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem participantům tohoto výzkumu, kteří pomohli posunout poznání zase o kus dál.

Prohlášení

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

Bc. Markéta Zakurdajeva

V Praze dne 23. 6. 2024

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá efektem kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu u zdravé stárnoucí populace. Popisuje projevy stárnutí v oblasti kognitivních funkcí a představuje koncept kognitivního tréninku a jeho různých variant. Představuje virtuální realitu a její užití v kognitivním tréninku. Hlavní cíl této práce je zjistit efektivitu kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu u zdravých seniorů. Druhým cílem je porovnat efektivitu kognitivního tréninku s využitím virtuální reality s kontrolní skupinou trénující bez virtuální reality. Efekt kognitivního tréninku byl řešen srovnáním kognitivního výkonu participantů před tréninkem a po něm. Porovnání efektivity dvou přístupů bylo realizováno porovnáním rozdílů v kognitivním výkonu před a po tréninku u participantů obou skupin. Tato práce našla rozdíl mezi kognitivní úrovní před a po tréninku s virtuální realitou v oblasti dlouhodobé neverbální paměti avšak s nízkou velikostí efektu. V rámci porovnání efektivity dvou typů tréninku nebyl nalezen významný rozdíl. Výsledek zkoumání naznačuje, že kognitivní trénink v této formě nemá vliv na kognitivní úroveň participantů. Studie však pracovala s velmi limitovaným vzorkem. Pro zmapování i porovnání efektivity je třeba dalšího zkoumání.

Klíčová slova: kognitivní trénink; virtuální realita; zdraví seniorů; kognitivní vyšetření

Abstract

This thesis deals with the effect of cognitive training using virtual reality in a healthy aging population. It describes the manifestations of aging in the field of cognitive functions and presents the concept of cognitive training and its various variants. It presents virtual reality and its use in cognitive training. The main goal of this work is to determine the effectiveness of cognitive training using virtual reality in healthy seniors. The second aim is to compare the effectiveness of cognitive training using virtual reality with a control group training without virtual reality. The effect of cognitive training was solved by comparing the participants' cognitive performance before and after the training. The comparison of the effectiveness of the two approaches was realized by comparing the differences in the cognitive performance of the participants before and after the training for both groups. This thesis found a difference between cognitive level before and after virtual reality training in the area of long-term non-verbal memory, but with a low effect size. No significant difference was found in the comparison of the effectiveness of the two types of training. The result of the investigation indicates that cognitive training in this form does not affect the cognitive level of the participants. However, the study worked with a very limited sample. Further research is needed to map and compare effectiveness.

Key words: cognitive training; virtual reality; healthy seniors; cognitive assesment

Obsah

Úvod.....	10
I. Teoretická část.....	11
1. Stárnutí a kognitivní funkce	11
1.1 Neuroplasticita a kognitivní trénink.....	12
2. Kognitivní trénink	14
2.1 Metodologie kognitivního tréninku.....	16
2.1.1 Zaměření kognitivního tréninku.....	16
2.1.2 Metody zjišťování úrovně kognice.....	17
2.1.3 Formát a frekvence kognitivního tréninku	18
2.1.4 Dlouhodobý efekt kognitivního tréninku	18
2.1.5 Limity a jejich řešení.....	19
2.2 Integrativní přístupy ke kognitivnímu tréninku	20
3. Počítačové technologie v kognitivním tréninku.....	22
3.1 Efekt počítačového kognitivního tréninku	22
3.1.1 Využití seriózních her	24
3.1.2 Humanoidní roboti v kognitivním tréninku	25
4. Virtuální realita	27
4.1 Využití virtuální reality v psychologii	27
4.2 Specifika kognitivního tréninku ve virtuální realitě.....	29
4.3 Efekt kognitivního tréninku ve virtuální realitě	31
II. Empirická část	34
5. Cíl výzkumu	34
5.1 Výzkumné otázky a hypotézy	35
6. Metodika.....	39
6.1 Výzkumný soubor	39
6.2 Metody	40

6.2.1 VR město.....	40
6.2.2 Trekog	42
6.2.3 Montreal Cognitive Assesment (MoCa)	43
6.2.4 Paměťový test učení	44
6.2.5 Test cesty.....	44
6.2.6 Testy verbální fluence (VF)	45
6.2.7 Rey-Osterriethova komplexní figura (ROKF)	45
6.2.8 Stroopův test.....	46
6.2.9 Opakování čísel a Symboly – kódování	46
6.3 Procedura.....	47
6.4 Statistická analýza	49
6.5 Etika výzkumu.....	50
7. Výsledky.....	52
7.1 Rozdíl mezi skupinami v demografii	52
7.2 Kontrola normality	53
7.3 Kontrola homogenity rozptylů	55
7.4 Rozdíly ve výchozí kognitivní úrovni účastníků.....	58
7.5 Efekt kognitivního tréninku u VR skupiny	60
7.6 Efekt kognitivního tréninku u online skupiny	63
7.7 Srovnání efektu kognitivního tréninku ve VR a online kognitivního tréninku v testu fonemické verbální fluence	65
8. Diskuse	67
9. Závěr.....	72
Reference.....	73
Seznam obrázků	90
Seznam příloh.....	91
Přílohy	92

Příloha 1	92
-----------------	----

Seznam zkratek

AD	Alzheimerova demence
AVLT	Auditory Verbal Learning Test
BNT	Boston Naming Test
CAVE	Cave Automated Virtual Environment
DBT	Dialekticko – behaviorální terapie
HPO	Hraniční porucha osobnosti
HS	Hrubé skóre
IS	Informovaný souhlas
Math-CPT	Mathematics Continous Performance Test
MKP	Mírná kognitivní porucha
MoCa	Montreal Cognitive Assesment
MMSE	Mini-Mental State Examination
NÚDZ	Národní ústav duševního zdraví
RBANS	The Repeatable Battery for the Assesment of Neuropsychological Status
ROKF	Rey – Osterriethova komplexní figura
ROCFT	Rey – Osterrieth Complex Figure Test
SD	Standard deviation
TAČR	Technologická agentura České republiky
TMT	Trail – making test
TP	Tužka - papír
VF	Verbální fluence
VR	Virtuální realita
WAIS	Wechsler Adult Intelligence Scale

Úvod

Globální stárnutí populace se stalo s ohledem na míru porodnosti a zvyšující se věk dožití jedním z aspektů života moderní doby, který vyžaduje změny v různých oblastech (Sciubba, 2020). S tímto jevem souvisí i výskyt oslabení v oblasti kognitivních funkcí související s věkem. Stáří s sebou přináší ve srovnání s mladším věkem horší úroveň kognitivních funkcí napříč doménami (Cohen et al., 2019).

Kognitivní trénink považujeme za nefarmakologickou intervenci, která by potenciálně mohla zlepšovat kognitivní schopnosti, jako je paměť, pozornost exekutivní funkce a další prostřednictvím strukturovaných kognitivních cvičení. Kognitivní trénink je možné jedincům zprostředkovat různými způsoby, přičemž jeden z nich je zapojení imerzivní virtuální reality. Virtuální realita může poskytnout řadu výhod, které běžný kognitivní trénink nepřináší. Je to například flexibilita virtuálního prostředí, možnost sbírání a mapování velkého množství dat o trénujícím nebo zvýšení autonomie trénujícího (Bauer & Andringa, 2020). Tato práce zkoumá účinnost kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu u zdravé stárnoucí populace a sekundárně zkoumá rozdíl mezi kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a kognitivním tréninkem, který tento aspekt neobsahuje.

Prvním cílem této práce je zjistit efektivitu kognitivního tréninku s virtuální realitou prostřednictvím srovnání kognitivního výkonu zdravých seniorů před tréninkem a po něm. Druhým cílem této práce je porovnat potenciální efektivitu kognitivního tréninku s virtuální realitou s efektivitou kognitivního tréninku bez virtuální reality prostřednictvím porovnání rozdílů mezi naměřenými kognitivními výkony po tréninku a před ním.

Autorka si vybrala toto směřování diplomové práce, protože se mu v praxi dlouhodobě věnuje a dlouhodobě se snaží zprostředkovávat moderní technologie jako je virtuální realita stárnoucí populaci, v čemž vidí velký potenciál. Autorka si tímto propojuje studovaný obor a dlouhodobý zájem o technologie tím, že se zabývá využitím technologií v péči o kognitivní funkce seniorů. Tato práce reaguje na mezeru v současné literatuře v této oblasti a může přispět cennými poznatky o potenciálu virtuální reality v kognitivním tréninku zdravých seniorů.

I. Teoretická část

1. Stárnutí a kognitivní funkce

Stárnutí s sebou přináší mnoho změn ve fungování člověka. Vzhledem k zaměření práce na zdravou stárnoucí populaci, je v této kapitole důraz kladen na přirozené změny kognice, které se s vyšším věkem objevují. Porovnání kognice zdravých seniorů a zdravých mladých lidí přináší vcelku jasné výsledky. Juhász a Németh (2018) poměrně nedávno tyto dvě skupiny porovnali v úlohách zaměřených na různé funkce včetně pracovní paměti a exekutivních funkcí, přičemž skupina zdravých mladých participantů ve všech úlohách předčila seniory. Ve skupině seniorů jimi také bylo poukázáno na lineární vztah mezi zvyšujícím se věkem a snížením úrovně kognitivních funkcí.

Lufi a kolegové (2015) porovnávali skupinu mladých dospělých a seniorů v úlohách zaměřených na pozornost pomocí Mathematics Continous Performance Test (MATH-CPT), přičemž skupina mladých měla lepší výkon ve třech proměnných z devíti, což poukazuje na kognitivní pokles jen v některých složkách pozornosti. Nevýhodou je nepoužití tradičních neuropsychologických testů, pouze počítačové baterie. Zrychlený pokles v oblasti paměti lze pozorovat přibližně od 65 let (Gorbach et al., 2017).

Cohen a kolegové (2019) v souhrnné publikaci uvádějí změny v některých složkách pozornosti, ale také v pracovní paměti, exekutivních funkcích, psychomotorickém tempu, paměti z hlediska efektivity učení a výbavnosti, verbálních funkcích souvisejících s verbální produkcí, vizuospaciálních funkcích komplexnějšího charakteru a některých forem řešení problému. Zmiňují však také funkce, kde nezaznamenáváme v souvislosti se stárnutím významný pokles, například sémantické vědomosti, verbální funkce z pohledu sémantické verbální fluence nebo jednoduché zrakové vnímání.

Ačkoliv je tedy kognitivní pokles ovlivněný věkem dlouhodobě známý jev, je třeba mít na zřeteli některá zkreslení, která mohou překážet porozumění kognitivním změnám stárnoucí populace. Murman (2015) popisuje zkreslení v náboru participantů a zkreslení z důvodu chybné klasifikace. Uvádí, že vlivem zkreslení ve fázi náboru mohou ve studiích participovat pouze nejzdravější a nejprivilegovanější jedinci, což vede k podcenění skutečného kognitivního poklesu. Zkreslením chybnou klasifikací rozumí nesprávně klasifikované jedince v počáteční fázi demence jako zdravých, čímž dojde naopak k přecenění kognitivního poklesu u zdravé stárnoucí populace.

Zároveň je na taková zjištění potřeba reagovat zjišťováním možných vedlejších příčin a intervenujících faktorů týkajících se stárnutí a kognice. Jedním z aspektů souvisejícím s poklesem kognice by mohlo být vzdělání. Van Der Willik a kolegové (2021) dlouhodobě sledovali participanty různých věků bez neurodegenerativních poruch a vyšší vzdělání bylo spojováno s vyšší základní úrovní a pomalejším poklesem kognice. Luchetti a kolegové (2016) v rámci zkoumání souvislostí mezi osobností a kognicí na základě pozorování většího vzorku došli ke zjištění, že faktory osobnosti také mohou se změnami kognice souviset. Vyšší neuroticismus byl spojen s nižšími výkony v rámci všech měřených kognitivních domén a zároveň větším poklesem během let v oblasti paměti. Svědomitost a otevřenost vůči zkušenosti byly spojeny naopak s nižším poklesem na úrovni kognice v čase a lepší pamětí. Mohlo by se tedy jednat o další faktor ovlivňující nástup kognitivního poklesu.

Dlouhodobé zvýšení kognitivní aktivity u zdravé stárnoucí populace by mohlo souviset se zmírněním kognitivního poklesu například v oblasti exekutivních funkcí (Stieger & Lachman, 2021). Jednou z takových aktivit je kognitivní trénink, jehož působení na člověka spojujeme s pojmem neuroplasticita.

1.1 Neuroplasticita a kognitivní trénink

Neuroplasticita je proces strukturální a funkční změny v mozku (Puderbaugh & Emmady, 2023). Nabývá různých forem. Kossut (2019) zmiňuje synaptickou, strukturální, homeostatickou a vývojovou plasticitu, přičemž se může objevit v odpovědi na různé formy podnětů, ale během vývoje je robustnější.

Synaptickou plasticitu popisuje jako změny v síle synapsí a jejich struktuře, strukturální jako změny na úrovni dendritů a konektivity. Homeostatická má význam v udržení rovnováhy aktivity neuronů v reakci na dlouhodobé podněty a vývojová označuje vývoj mozku ovlivněný genetikou a smyslovými podněty.

Park a Bischof (2013) se zaměřili na kognitivní trénink a jeho možnosti působit změny mozku a dělí je na změny v objemu a změny v aktivitě. Změna v objemu byla zaznamenána například při čtyřměsíčním hraní hry zaměřené na prostorovou navigaci, kdy kontrolní skupina zaznamenala pokles objemu hippocampu, zatímco experimentální skupina si udržela původní objem (Boyke et al., 2008).

Brehmer a kolegové (2011) provedli kognitivní trénink seniorů zaměřený na pracovní paměť a adaptivní kognitivní trénink, což vedlo ke snížené mozkové aktivitě při úlohách

zaměřených na stejnou doménu. U skupiny zaměřené na adaptivní kognitivní trénink klesla aktivita ve frontální, temporální a okcipitální oblasti, což si autoři vysvětlují možným snížením náročnosti pro účastníky vlivem tréninku.

Chapman a kolegové (2015) provedli dvanáctitýdenní kognitivní trénink využívající strategie u zdravých seniorů s kontrolní skupinou, přičemž se projevilo zlepšení v oblasti kognice, ale také v několika proměnných vázaných na aktivitu mozku: zvýšení mozkové aktivity v klidu, zlepšení strukturální konektivity a zlepšení perfuze mozku. Zároveň se podařilo nalézt pozitivní souvislost mezi neuroplasticitou seniorů a exekutivními funkcemi.

Nguyen a kolegové (2019) v rámci přehledové studie zaměřené na trénink exekutivních funkcí vyzdvihli tuto doménu jako cestu nejen k lepším kognitivním výkonům, ale právě k neuroplasticitě u seniorů. Ukazuje se tedy, že by neuroplasticita mohla být významným aspektem v mapování efektu kognitivního tréninku a pochopení jeho působení.

2. Kognitivní trénink

Kognitivní trénink lze společně s kognitivní stimulací a kognitivní rehabilitací zařadit mezi intervence zaměřené na jedince s oslabením kognice jako je například mírná kognitivní porucha (MKP) a demence (Kurz, 2019). Dále rozlišujeme také kognitivní remediaci, která si klade za cíl zlepšit úroveň kognice u klinických skupin jako například u pacientů se schizofrenií (Fitapelli & Lindenmayer, 2022). Gobet a Sala (2022) mezi cíle kognitivního tréninku řadí nejen snížení vlivu stáří na kognici, ale také v některých případech vylepšení akademických výsledků dětí nebo schopnosti rozhodování dospělých jedinců. Kurz (2019) charakterizuje kognitivní trénink jako opakované působení na jedince pomocí úloh zaměřených na konkrétní kognitivní funkce s možností využití technologií.

Sherman a kolegové (2017) v rámci metaanalýzy zkoumali účinnosti kognitivních intervencí u jedinců s mírnou kognitivní poruchou (MKP) a v případě kognitivního tréninku zaměřeného na více domén zaznamenali mírné zlepšení participantů po intervenci. Stejně tak je možné kognitivní trénink uplatnit u seniorů s pokročilejším kognitivním oslabením a demencí, ale v případě demencí je efektivita nízká (Hill et al., 2017).

Zdá se tedy, že má smysl provádět podobné intervence u mírné kognitivní poruchy, ale aplikace u pacientů s demencí má nejspíše omezené možnosti působení na kognici. Alves a kolegové (2013) provedli šetření kvalitních studií zaměřených na kognitivní intervence u Alzheimerovy demence. Ke zlepšení docházelo většinou pouze v oblasti globální kognice, která byla měřena pomocí Mini-Mental State Examination (MMSE).

Využití lze nalézt i ve zdravé stárnoucí populaci. Ukazuje se například, že trénink zaměřený na lokalizaci objektu u zdravých seniorů by mohl zlepšovat úroveň paměti (Zimmermann et al., 2016). Potenciální efekt by mohl mít kognitivní trénink u zdravých seniorů se subjektivně vnímaným kognitivním poklesem (Eikelboom et al., 2020; López-Higes et al., 2018).

Kognitivní trénink lze pro jeho pozitivní efekt na kognici využít u různých dalších patientských skupin. Hwang a kolegové (2020) zkoumali efekt počítačového kognitivního tréninku a Tai Chi u seniorů s traumatickým úrazem hlavy, přičemž zaznamenali efekt tréninku na globální kognici, pozornost a paměť. Tai Chi bylo v rámci tohoto zkoumání rovněž spojováno se zlepšením v oblasti globální kognice a exekutivních funkcí. Je však nutné podotknout, že se jednalo o pacienty s mírným traumatem hlavy, chyběly vážnější případy, tudíž nelze tyto výsledky generalizovat na celou tuto populaci. V tomto případě bohužel chybí

následné sledování participantů a zůstává tedy otázka udržení efektu do budoucna a zda by se v tomto aspektu lišil kognitivní trénink od intervence zaměřené na Tai Chi.

Bogdanova a kolegové (2016) v rámci přehledové studie zjišťovali efektivitu kognitivního tréninku na počítači u stejné patientské skupiny obohacené o participanty s dalšími úrazy hlavy, včetně mrtvice, což mělo za následek zjištění, že je možné zlepšení v oblasti pozornosti a exekutivních funkcí. Harvey a kolegové (2018) sledovali efekt kognitivního tréninku i u pacientů se schizofrenií a poukazují na působení nejen na kognitivní funkce, ale také na fungování v běžném životě.

Trénink tedy spojujeme i s jinými účinky než posílením kognitivních funkcí. Keramtejad a kolegové (2019) se zaměřili na skupinu seniorů s kognitivním oslabením a poruchou spánku a provedli u nich trénink zaměřený na různé kognitivní domény a mnemotechnické pomůcky. Ukázalo se, že by kognitivní trénink mohl přispět nejen ke zlepšení kognice, ale i k lepší kvalitě spánku, což tato evidence podporuje.

Rebok a kolegové (2022) zjišťovali vztah mezi kognitivním tréninkem a dlouhodobým rizikem úmrtnosti, přičemž vyšší kognitivní výkon v počátku je spojený s nižším rizikem úmrtnosti, ale souvislost s kognitivním tréninkem jako takovým nebyla prokázána. Autoři však zkoumali pouze intervence zaměřené na jednu doménu (paměť, usuzování nebo rychlost zpracování). Trénink zaměřený na více domén a zároveň například doplněn o edukaci o zdravém životním stylu by mohl poskytnout odlišný efekt. Zároveň zkoumané intervence trvaly pouze pět až šest týdnů a dalo by se zamýšlet nad tím, zda pro ovlivnění úmrtnosti není třeba na jedince působit intenzivněji a po delší dobu.

Mezi proměnné zkoumané v souvislosti s tréninkem je i depresivita. Maseda a kolegové (2013) kromě kognice sledovali i depresivní symptomy u skupiny seniorů s kognitivním oslabením i bez něj. Zaznamenali zlepšení v oblasti kognice ve srovnání s kontrolní skupinou v MMSE a zároveň snížení depresivních symptomů. Nelze opomenout, že kontrolní skupina byla pasivní, tudíž nemůže být vyloučen efekt aktivity a fakt, že se aktivní experimentální skupině někdo věnoval jako možný důvod pro tyto výsledky. Millán-Calenti a kolegové (2015) se věnovali změně depresivní symptomatiky v rámci stejného programu kognitivního tréninku jako výše zmínění autoři, ale u zdravých seniorů. Také se ukázalo, že by tréninkový program mohl mít vliv na globální kognici, avšak depresivní symptomatika se u této skupiny významně nezměnila. Potenciální vliv kognitivního tréninku na depresivní symptomy u seniorů tedy není jasný.

Kognitivní trénink je tudíž využíván v mnoha formách u různých populací a diskutuje se o možném působení na jiné oblasti než kognitivní funkce. Tato práce se věnuje efektu kognitivního tréninku na kognitivní funkce u zdravé stárnoucí populace. Mapuje tedy hlavně efekt na kognici a využití u této skupiny a skupin seniorů s poruchami kognice spojenými se stářím jako je mírná kognitivní porucha a demence.

2.1 Metodologie kognitivního tréninku

Využití a zkoumání jakéhokoliv typu kognitivního tréninku s sebou přináší značná omezení a úskalí v oblasti metodologie. Především se můžeme setkat s mnohdy výraznou rozdílností použitých metod zjišťování kognitivní úrovně, samotných tréninkových nástrojů, velikostí vzorků i délky intervence. Zeleníková a kolegové (2022) upozorňují především na rozdílné časové vlastnosti a zaměření různých tréninků. Opomenuta nesmí být ani rozdílnost skupinového a individuálního kognitivního tréninku. Dá se předpokládat, že individuální forma tréninku je sice časově náročnější pro personál, avšak zároveň v některých případech vhodnější. Giuli a kolegové (2016) dle pokročilosti oslabení kognice rozdělili participanty do skupin a na základě toho, jim poskytli individuální či skupinovou formu. Tato a další specifika je ještě potřeba před uvážením možného efektu tréninku zmapovat.

2.1.1 Zaměření kognitivního tréninku

Tréninky mohou být zaměřené globálně na kognici nebo na specifické funkce. Systematická přehledová studie zabývající se tréninkem epizodické paměti podpořila možnou efektivitu na tuto funkci zaměřených intervencí (Mendonça et al., 2022). Shin a kolegové (2020) se zabývali tréninkem pracovní paměti a kognitivní kontroly u zdravých seniorů a seniorů s MKP a zaznamenali zlepšení nejen v rámci trénovaných domén, ale i v oblasti paměti (Borella et al., 2017).

Ghavidel a kolegové (2020) se zaměřili v rámci počítačového tréninku na pracovní paměť u starších žen bez kognitivního oslabení a zaznamenali zlepšení v této doméně. Experimentální skupina však v tomto případě neprošla pouze počítačovým tréninkem zaměřeným na pracovní paměť, ale i tréninkem zaměřeným na paměťové strategie obecně, tudíž není jasné, jestli byl efekt zaznamenán díky tréninku nebo kombinaci obou typů intervence.

Boujut a kolegové (2020) provedli trénink inhibiční kontroly u zdravých seniorů, což mělo významný vliv na jejich výkon. Problematické však může být, že došlo ke zlepšení v jednom typu úloh a efekt zlepšení se nepřenesl dál, což by mohlo znamenat pouze zlepšení v jedné specifické úloze. Mohlo by se však jednat o problém tkvějící ve zvolené trénované doméně,

jelikož se zároveň v některých případech ukázalo, že samostatné trénování jiné domény s sebou může přinést zlepšení v dalších oblastech kognice.

Kelly a kolegové (2014) zaznamenali efekt trénování různých funkcí na stejné domény, na které se zaměřoval předešlý autor, ale zároveň se setkali se zlepšení v jiných oblastech. Je tedy možné, že není nutné se věnovat každé kognitivní funkci, ale spíše vytvořit takový design intervencí, který by i v případě zaměření na jednu doménu ovlivnil i ostatní. Má proto smysl se dále zabírat upřesněním konkrétních oblastí, kde je přenos zlepšení podpořen evidencí a tyto oblasti rozvíjet.

2.1.2 Metody zjišťování úrovně kognice

Mezi úskalí může patřit již zmíněný výběr testů sledující změny kognice. Song a kolegové (2009) provedli trénink trvající 12 týdnů zaměřený nejen na kognitivní funkce, konkrétně paměťové funkce a vnímání stimulů, ale také na fyzickou aktivitu. Zde se ukázala vyšší efektivita tréninku u seniorů s kognitivní dysfunkcí.

U jedinců bez oslabení nebyla zaznamenána změna. Je však třeba podotknout, že k zachycení změn v kognici byl použit pouze screeningový nástroj Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975), žádné neuropsychologické nástroje, které by pro tyto účely mohly být značně senzitivnější než MMSE a lépe by zmapovaly případný posun.

Lufi a kolegové (2015) pro mapování pozornosti u stárnoucí populace použili počítačové úlohy MATH-CPT. Tagliabue (2018) měřili změny kognice pomocí neuropsychologických testů, což je nejrozšířenější postup. Zároveň však autoři upozorňují na potřebu zjišťovat úroveň paměťových funkcí v ekologicky validnějších kontextech a v rámci denního života (Mendonça et al., 2022).

V metaanalýzách a přehledových studiích je patrná variabilita užitých metod ke zjišťování kognice, mezi kterými je dále například The Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS), ale také různé testy verbální fluence, Rey-Osterriethova figura, Bostonský test pojmenování - Boston naming test (BNT), Wisconsinský test třídění karet a další (Plechátá et al., 2021; Tetlow & Edwards, 2017). Metodám měření kognitivní úrovně by prospěla unifikace napříč studiemi a měření nejen globální kognice, ale i jednotlivých domén, aby bylo jasnější, kde přesně k případným změnám došlo.

2.1.3 Formát a frekvence kognitivního tréninku

Jak již bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, tréninky se často liší výběrem individuálních nebo skupinových intervencí. Giuli a kolegové (2016) zkoumali efekt kognitivního tréninku, který trval 10 týdnů, u tří skupin: zdraví senioři, senioři s mírnou kognitivní poruchou a senioři s Alzheimerovou demencí (AD).

Pouze zdraví senioři podstoupili skupinový trénink, u ostatních dvou skupin probíhal individuálně. Program trval 10 týdnů a byl zaměřen na široké spektrum kognitivních funkcí a aspekty zdravého životního stylu. Participanti bez oslabení se zlepšili v oblasti paměti a učení, zatímco pacienti s AD dosáhli zlepšení pouze v rámci globální kognice měřené MMSE. Nejširšího zlepšení dosáhli participanti s MKP, jelikož se u nich zlepšil výkon nejen v oblasti paměti a učení, ale také v úlohách na pozornost.

Kognitivní trénink v případě skupinové i individuální formy vyžaduje aktivitu personálu. Může však nabýt i jiné formy. Rizkalla (2018) zaznamenala pozitivní efekt tréninku na paměť a exekutivní funkce u zdravých seniorů, přičemž se jednalo o tréninkové úlohy, které si participanti administrovali sami. Ačkoliv se jednalo o intervenci zaměřenou na různé kognitivní domény a efekt se prokázal jen u některých, mohlo by se jednat o zajímavou alternativu ke klasickému přístupu, kdy je nutný dohled profesionála. Zároveň je však velkou nevýhodou, že je podobný trénink zcela závislý na velmi intenzivní spolupráci seniora bez větší podpory, což by mohlo být problematické. Pravděpodobně by šlo o intervenci vhodnou seniory zdravé nebo s lehkým oslabením, kteří by byli takového zapojení a disciplíny schopni.

Tréninky mohou mít zároveň různou frekvenci. Chuang a kolegové (2023) jako jedni z prvních zkoumali různé frekvence a poukázali na rozdílný efekt vysokofrekvenčního a nízkofrekvenčního přístupu, přičemž vysoká frekvence byla spojena se zlepšením v krátkodobé paměti a nízká frekvence byla spojena se zlepšením v dlouhodobé paměti. Podobná zjištění je nutné podpořit další evidencí, jelikož by se mohlo jednat o důležitý faktor při plánování intervence.

2.1.4 Dlouhodobý efekt kognitivního tréninku

Jedním z aspektů tréninků je také přítomnost následného sledování participantů tréninku po jeho skončení. Zjišťuje se, zda případné zlepšení úrovně některých kognitivních funkcí bylo udrženo i po skončení tréninku a tím pádem má roli v dalším životě participanta. Aniwattanapong (2021) referuje o tříměsíčním tréninku pro pacienti s MKP zaměřeném na různé oblasti. Účastníci byli vyšetřeni nejen před a po tréninku, ale i s rozstupem šesti

měsíců. Autor poukazuje na přetrvávající efekt kognitivního tréninku v rámci následného šetření.

Kajita a kolegové (2022) se také zaměřili na více kognitivních domén a zaznamenali pozitivní efekt tréninku na pozornost, paměť, verbální funkce a rozhodování hned po intervenci i v rámci následného sledování dva a půl roku po tréninku. Participanti byli také rozděleni do dvou skupin, přičemž jedna z nich po konci tréninku jednou za tři měsíce absolvovala další intervenci, což se však neukázalo jako efektivní doplněk. Následné intervence s odstupem pro posílení nebo udržení efektu tudíž nejspíše nemají význam.

Přítomnost následného sledování participantů kognitivního tréninku však není samozřejmostí. Pereira Da Cruz a kolegové (2022) po skončení tříměsíčního tréninku zdravých seniorů participanty dále nesledovali, tudíž nelze zkontrolovat, zda efekt přetrvává. Feng a kolegové (2014) naopak participanty kognitivního tréninku vyšetřili pět let po intervenci a původní zlepšení v mnoha kognitivních doménách se po pěti letech nepotvrdilo v rámci stanovené úrovně signifikance. Mezi možné příčiny takového nálezu lze zařadit v tomto případě menší vzorek a vysoký počet proměnných, který zapříčinil velmi přísnou míru signifikance, jež museli dosáhnout. Sprague a kolegové (2021) se zaměřili na dlouhodobý vliv tréninku kognice na fyzické oslabení jedince a referují o souvislosti kognitivního tréninku různých zaměření se zmírněním poklesu funkce dolních končetin v průběhu let. Zdůrazňují však obousměrný vztah těchto oblastí.

Jedním z hlavních argumentů kriticky hodnotící kognitivní trénink bývá nepřenositelnost výsledků do reálného prostředí, čímž se však Harvey a kolegové (2018) zabývali a bylo poukázáno na to, že studie podporují možnost efektu tréninku na běžný život nejen u zdravé stárnoucí populace, ale také u jedinců se schizofrenií. Konkrétně to byla například bezpečnost řízení, sociální fungování i osobní nezávislost. Je však stále nutné další zkoumání a zaměření na přenos získaných zlepšení do dalšího každodenního života po tréninku ať už jde o jakoukoliv skupinu participantů.

2.1.5 Limity a jejich řešení

Již zmíněný souhrnný limit zkoumání kognitivního tréninku je nesjednocená metodologie jednotlivých programů a intervencí. Výhodné by pro zkoumání kognitivních intervencí u různých skupin bylo, dodržovat předem stanovený teoretický model, který by určil cíle konkrétního působení na jedince. Huckans a kolegové (2013) představili možný rehabilitační model pro seniory s mírnou kognitivní poruchou.

Kromě popsání etiologie, rizikových a protektivních faktorů, popisují možné cíle intervencí a jejich typy. Model zdůrazňuje potřebu zaměřit se v rámci kognitivní rehabilitace na symptomy i rizikové faktory a přináší čtyři kategorie kognitivní rehabilitace: intervence zaměřené na životní styl, restorativní a kompenzační kognitivní trénink a komplexní intervence, kam řadí kombinace různých přístupů jako trénování paměti, edukace o životním stylu a podobně. V tuto chvíli však neexistuje model, kterým by se tréninky hromadně řídily.

Lze konstatovat, že se oblast kognitivního tréninku zkoumá v hojném počtu, ale chybí zde unifikace v zaměření tréninků, zjišťování kognitivní úrovně, formátu, frekvenci i délce sledování participantů. Evidence se ve zmíněných bodech a případně dalších často liší, tudíž je složité ji generalizovat a prokázat efekt kognitivního tréninku jako konceptu, protože pokaždé v praxi vypadá trochu jinak. V budoucnu je třeba se zaměřit na co nejjednodušší metodologii, aby bylo možné výskyt pozitivního efektu kognitivního tréninku robustněji podpořit.

2.2 Integrativní přístupy ke kognitivnímu tréninku

Ačkoliv se kognitivní trénink primárně zabývá trénováním kognitivních funkcí, v současné době je možné pozorovat nárůst přístupů, které kombinují zaměření na kognitivní funkce s jinou aktivitou a ukazuje se, že by tento postup mohl být výhodný.

Častá kombinace je s fyzickým tréninkem. Joubert a Chaina (2018) v rámci přehledové studie mapovali potenciál kombinace kognitivního a fyzického tréninku u seniorů, které samy o sobě mívají příznivý efekt na různé funkce a jejich kombinace by mohla mít potenciálně větší pozitivní efekt, ale stále je nedostatek evidence, která by toto tvrzení podpořila. Novější přehledová studie a meta-analýza upozornila na mírnou výhodu kombinovaného tréninku ve srovnání s nekombinovanou formou (Rieker et al., 2022). Nepřekvapivě je kombinovaný trénink výrazně lepší v pozitivním ovlivnění rovnováhy, síly a dalších proměnných týkajících se fyzické kondice těla. Za nejefektivnější autoři považují interaktivní trénink, při kterém se úlohy zaměřené na kognici propojí s motorickými odpověďmi. Kombinace tréninku zaměřeného na kognici by mohla být alternativou, která by měla díky zapojení těla i mentálních schopností širší dopad na člověka.

Ba a Kim (2022) v rámci přehledové studie se zaměřili na efekt tohoto typu tréninku na pády seniorů v komunitním prostředí. Pády jsou považovány za další důležitý aspekt stárnutí, se kterým je třeba pracovat (Salari et al., 2022). V tomto případě lze vyzdvihnout zaznamenané snížení rizikových faktorů pádů včetně zlepšení kognitivních funkcí.

Již zmínění Chuang a kolegové (2023), jejichž výsledky poukázaly na rozdílné efekty nízké a vysoké frekvence tréninku, rovněž kombinovali kognitivní trénink seniorů s kognitivním oslabením s tréninkem fyzickým. Bruderer-Hofstetter a kolegové (2018) v přehledové studii a meta-analýze diskutovali efektivitu tohoto typu tréninku nejen u zdravých seniorů, ale zároveň u seniorů s mírnou kognitivní poruchou. Kognitivní trénink lze však kromě fyzického cvičení kombinovat i s jinými intervencemi nebo aktivitami.

Biel a kolegové (2020) v čtyřtýdenním tréninkovém programu zaměřeném na pracovní paměť u zdravých seniorů využili kombinace kognitivní intervence a zprostředkování zážitku něčeho nového – v tomto případě šlo o puštění nového filmu. Autoři vycházeli z předpokladu, že by novost podnětu mohla podpořit pozitivní posun v kognici (Lorents et al., 2023). Bylo naměřeno zlepšení v oblasti pracovní paměti, ale efekt nebyl přenesen do jiných kognitivních domén a zároveň vystavení novosti nehrálo roli.

Další slibnou kombinací je kognitivní trénink zdravých seniorů podpořený transkraniální stimulací stejnosměrným proudem. Krebs a kolegové (2021) doplnili pětítýdenní kognitivní trénink na počítači transkraniální stimulací stejnosměrným proudem (případně falešnou stimulací u aktivní kontrolní skupiny, která také trénovala pomocí počítače). U všech participantů došlo ke zlepšení a doplňková intervence hrála roli u těch, kteří obecně od začátku vykazovali nižší kognitivní výkon.

Stejně tak, jako se rozšiřuje kombinování kognitivního tréninku s jinými potenciálně prospěšnými aktivitami, je možné se setkat s přístupy, kde dochází k zprostředkování tréninku pomocí moderních technologií. Moderní technologie se totiž nyní vyznačují vytvářením úplně nových možností vylepšení kognitivního tréninku a pravděpodobně bude tento trend pokračovat i v blízké budoucnosti (Colzato & Hommel, 2016).

3. Počítačové technologie v kognitivním tréninku

Kognitivní trénink využívající počítače a jiné technologie je dnes často zkoumaná alternativa. Lampit a kolegové (2014) prostřednictvím meta-analytického přístupu vyzdvihli efektivitu tohoto typu tréninku u zdravých seniorů především v oblastech neverbální paměti, rychlosti zpracování, pracovní paměti a vizuoprostorových funkcí.

Záleželo také na tom, zda jedinci trénovali ve skupině nebo v domácím prostředí a zdá se, že by skupinový trénink mohl být efektivnější než ten domácí. Nebylo však zjišťováno, zda dílčí tréninky měly pozitivní vliv na dlouhodobé fungování. Tím pádem není jasné, zda se jejich případně pozitivní efekt na kognici udržel do budoucna.

Počítačové kognitivní tréninky by mohly být výhodné i pro svoji proveditelnost (Jang et al., 2021). Senioři mohou vzhledem k fyzickým potížím být méně mobilní. Proto by jedna z vhodných alternativ klasických kognitivních tréninků mohl být trénink z domova pomocí telefonu nebo počítače. Trénink pomocí počítače však často nezajistí možnost trénování v prostředí domova.

Shin a kolegové (2020) v rámci tréninku použili počítačový program, ale účastníci přesto museli třikrát týdně do nemocnice, aby trénovali pod dohledem terapeuta. Tím pádem trénink nebyl pro účastníky z hlediska mobility příjemnější než obvyklé intervence. Počítačový trénink proto automaticky nepřináší toto pohodlí. V mapování efektu počítačového tréninku na kognici budou proto zváženy obě alternativy provedení.

3.1 Efekt počítačového kognitivního tréninku

Ghavidel a kolegové (2020) kombinovali počítačový kognitivní trénink s klasickým tréninkem paměťových strategií a kontrolní skupina mohla část tréninku dělat doma, přičemž experimentální skupina dosáhla významného zlepšení v pracovní paměti. Hynes (2016) přistoupil k tréninku zdravých seniorů, který probíhal v prostředí domova on-line pomocí úloh na počítači a nezaznamenal efekt kognitivního tréninku ve srovnání s kontrolní skupinou. K měření kognice však byly použity jen dotazníky, Ravenovy progresivní matice a Test opakování čísel. Pro detailnější zmapování případného efektu by mohlo být přínosné použít i dílčí neuropsychologické testy mapující více kognitivních domén. Zároveň tu byl přítomný pouze velmi malý vzorek, tudíž nelze tyto výsledky významně generalizovat.

Hill a kolegové (2017) sledovali efektivitu kognitivního tréninku pomocí počítače u jedinců s mírnou kognitivní poruchou a demencí. V případě MKP v oblasti paměti a učení lze pozorovat

střední efekty stejně jako v rámci globální kognice, ale nebylo zjištěno efektivní zlepšování exekutivních funkcí a rychlosti zpracování. Komplikovanější byl trénink pacientů s demencí, kde se nevyskytují větší efekty, což poukazuje na nižší efektivitu počítačového kognitivního tréninku u vážnějších oslabení kognice. Gates a kolegové (2019) se zaměřili na randomizované studie s kontrolními skupinami a vysokým počtem participantů. Připustili možné benefity intervencí, ale upozornili na nízkou kvalitu evidence týkající se počítačových kognitivních tréninku lidí s MKP včetně rizika zkreslení a dalších limitací.

West a kolegové (2020) do svého tréninku zařadili pouze zdravé seniory v pokročilém věku (80 let a více) a neprokázali u této skupiny žádný efekt na kognici. Trénink byl v tomto případě prováděn z domova, což znamená, že nemohlo být kontrolováno, zda participanté skutečně trénují, jak mají. Zároveň je třeba poznamenat, že se jednalo o menší vzorek žen s vysokou úrovní vzdělání, což mohlo vést k efektu stropu. Simon a kolegové (2018) se ale zaměřili pouze na jednu kognitivní doménu u zdravých seniorů v mladším i pokročilém věku nad 80 let v rámci pětítýdenního intenzivního počítačového tréninku a dosáhli slibných výsledků, kdy došlo ke zlepšení v pracovní paměti (trénovaná funkce).

Na místě je samozřejmě zabývat se počítačovým tréninkem v prostředí komunitního soužití seniorů. Yeo a kolegové (2021) se zabývali implementací počítačového kognitivního tréninku v rámci komunitního soužití zdravých seniorů, přičemž pozorovali zlepšení v oblasti pozornosti a exekutivních funkcí a uváděli dobrou proveditelnost programu. Počítačový trénink kognitivních funkcí by tedy nemusel být pouze záležitostí domácího trénování nebo trénování v rámci psychologických laboratoří, ale je možné ho převést do komunitního prostředí.

Jang a kolegové (2021) v rámci dlouhodobého ročního kognitivního tréninku použili jako hlavní nástroj mobilní aplikaci, kde účastníci dostávali různé úlohy. Zároveň se setkávali jednou měsíčně osobně. Byl zaznamenán efekt na globální kognici i specifické funkce, konkrétně paměť a verbální funkce. Zdá se, že mobilní aplikace mohou do budoucna představovat možnou alternativu k počítačovým programům.

Samozřejmě je důležité se zaměřit i na otázku možné superiority kognitivního tréninku na počítači ve srovnání s kognitivním tréninkem nevyužívajícím technologie, tedy přístupem tužka – papír. Vzhledem k tomu, že pro počítačový trénink je třeba vlastnit technologie a především vyvíjet tréninkové programy v tomto prostředí, je vhodné přistoupit ke srovnání těchto dvou přístupů a odpovědět na otázku, zda má smysl počítačové programy vyvíjet.

Requena a Rebok (2019) se při porovnávání těchto přístupů nezabývali pouze kognitivními funkcemi, ale také well-beingem a mozkovou aktivitou. Zatímco obě skupiny měly podobné skóre v oblasti well-beingu, počítačový kognitivní trénink měl lepší výsledky týkající se kognitivních funkcí, konkrétně pozornosti a paměti a dokonce bylo u této skupiny naměřeno více soustředěné mozkové aktivity spojované s úspěšným stárnutím. Ačkoliv se ukázalo, že by počítačový kognitivní trénink mohl mít lepší výsledky, je třeba dalšího zkoumání a robustnější evidence ať už ve prospěch nebo v neprospěch tohoto přístupu.

3.1.1 Využití seriózních her

Často je možné se setkat s počítačovými kognitivními intervencemi, které implementují seriózní hry (serious games). Seriózní hry definujeme jako hry, jejichž primárním účelem není zábava (Michael & Chen, 2006). Nejedná se však o trend dnešní doby. Tento typ kognitivního tréninku můžeme nalézt i ve starší literatuře.

Bozoki a kolegové (2013) v rámci šestitýdenního programu zapojili do tréninku seniory z komunitních zařízení bez vážného kognitivního oslabení a využili k tréninku on-line hry. Hry se zaměřovaly na vizuální pozornost, pracovní paměť, rychlost zpracování, verbální paměť, plánování, vizuospeciální funkce a další, přičemž kontrolní skupina se věnovala pasivním aktivitám v rámci on-line prostředí. Proveditelnost tohoto tréninku byla hodnocena pozitivně, ale efekt na kognici nezaznamenali.

Bonnechère a kolegové (2020) v meta-analýze naznačují, že by tento typ her mohl být efektivní při zlepšování úrovně verbální paměti, exekutivních funkcí, pracovní paměti a rychlosti zpracování u zdravých seniorů. Ostatní kognitivní domény jako vizuospeciální funkce a pozornost se zatím nepodařilo pomocí her signifikantně zlepšit, což může být způsobeno nižším počtem takto zaměřených dílčích studií. Klíčové bylo zajistit, aby se účastníci tréninku věnovali pravidelně ve stanovenou dobu.

Při porovnání tréninkového programu zaměřeného na vizuospeciální funkce na počítači a programu založeného na komerčně dostupných hrách bylo poukázáno na potvrzený specifický efekt u úzce zaměřeného kognitivního tréninku zatímco trénink pomocí komerčně dostupné hry poskytl menší efekt, ale větší zábavnost (Belchior et al., 2019). Zábavnost by do budoucna mohla být významnou proměnnou, vzhledem k tomu, že se dá očekávat, že pokud účastníci tréninku baví, budou se mu věnovat více. Mohla by proto být časem důležitá i role zábavnosti intervence pro jedince, což by hry mohly poskytovat ve vyšší míře již z jejich podstaty.

Další možností je adaptace stolních her do počítačového prostředí za účelem tréninku. Cujzek a Vranic (2017) do počítačového prostředí adaptovali karetní a klasickou stolní hru využívající figurky a kostky a využili je jako tréninkový nástroj pro starší seniory. Setkali se s efektem obou her na některé složky exekutivních funkcí, ačkoliv předpokládali, že jedna z her nebude v tomto smyslu efektivní a autoři ji považovali za jednoduchou. Dalo by se zvažovat, zda pro starší seniory samotné pravidelné ovládání počítače není dostatečná stimulace, jelikož se zdá, že na typu hry nezáleželo.

Nabízí se tréninky založené na konvenčních počítačových hrách porovnat s tréninky speciálně vytvořenými pro procvičování kognitivní domény nebo více kognitivních oblastí. Peretz a kolegové (2011) provedli takové porovnání, kdy zdraví senioři absolvovali buď personalizovaný kognitivní trénink nebo hry vybrané na základě úvahy o potenciálu trénovat kognitivní funkce. Autoři bohužel v detailech nezmiňují, které hry a z jakých důvodů vybrali, což znemožňuje o tomto aspektu více uvažovat. Oba typy intervence měly pozitivní efekt na kognici, avšak personalizovaný kognitivní trénink ukázal větší míru efektu. Hry zaměřené na trénink kognitivních funkcí tudíž přinášejí slibné výsledky, avšak i zde je třeba dalšího kvalitního zkoumání.

3.1.2 Humanoidní roboti v kognitivním tréninku

Zvláštní kapitolou kognitivního tréninku využívajícího moderní technologie jsou roboti a jejich zapojení do tohoto typu intervence. Samozřejmě se ale nejedná o jedinou možnost zapojení humanoidních robotů do životů seniorů. Téma se v těchto letech začíná rozvíjet do různých oblastí.

Andtfolk a kolegové (2022) mapují využití humanoidních robotů stárnoucí populací a rozdělují ho do čtyř kategorií: podpora každodenního života, možnost interakce, usnadnění kognitivního tréninku a usnadnění fyzického tréninku. Park a kolegové (2021) využili v rámci kognitivní intervence pro seniory se subjektivními potížemi v oblasti paměti a seniory s mírnou kognitivní poruchou humanoidního robota, se kterým mohli participanti interagovat pomocí tabletů. Zároveň robot byl schopen detekovat pohyb při některých aktivitách a dávat zpětnou vazbu. Autoři trénink s asistencí robota porovnávali s pasivní i aktivní kontrolní skupinou. Ukázalo se, že skupina s přítomností robota dosáhla lepších výsledků než ostatní dvě skupiny v různých kognitivních doménách, například v paměti a pozornosti. Studie však nebyla randomizovaná a měřila pouze zlepšení po šesti týdnech, tudíž ani není jasné, zda by došlo k udržení pozitivních efektů.

Pino a kolegové (2020) také představili humanoidního robota jakožto možnou výpomoc, konkrétně v rámci tréninku paměti, kdy byli účastníci rozděleni do dvou skupin s asistencí robota nebo bez asistence. Robot skupinám administroval úlohy, odpovídal na otázky a poskytoval další formu stimulace. Obě skupiny reportovaly subjektivní zlepšení v oblasti paměti a redukci úrovně úzkosti a zároveň bylo zaznamenáno zlepšení ve verbální fluenci. Vzorek byl však menší, nezabývali se dlouhodobým účinkem a zároveň byl vzorek vcelku heterogenní, jelikož se věk pohyboval mezi 45 a 85 lety.

Implementace robotů v rámci kognitivního tréninku přináší i mnohá úskalí. Yuan a kolegové (2021) v rámci přehledové studie upozorňují na jednak etické výzvy týkající se obav o bezpečnost lidí, jejich soukromí a podobně, ale zároveň vyvstávají otázky týkající se zodpovědnosti za činnosti robotů v případě nahrazení lidského personálu. Za klíčové autoři považují přenesení zpětné vazby uživatelů do popředí vývoje a dalších úprav podobných robotů, tak aby vždy vyhovovali požadavkům jedinců, kteří je využívají.

Celkově lze říci, že zapojení robotů patří mezi novější alternativy v oblasti tréninku kognitivních funkcí, ale mohla by do budoucna mít vyšší váhu a případně potenciálně ulehčit práci profesionálům, které by mohl robot zastoupit. Další alternativou využití moderní technologie, je virtuální realita.

4. Virtuální realita

Gigante (1993) popisuje virtuální realitu (VR) jako syntetické prostředí, kde jsou klíčové trojrozměrné displeje usazené na hlavě, umožňující prostorový zrakový vjem a pohlcující zážitek vnímaný několika smysly. Takto lze popsat imerzivní virtuální realitu, jež se běžně zprostředkovává pomocí brýlí pro virtuální realitu. Další často využívaná forma virtuální reality je Cave Automated Virtual Environment (CAVE), což je místnost, kde je jedinec obklopen plátny, na kterých sleduje obraz – tím dochází k tomu, že se nachází ve virtuálním prostředí (Cruz-Neira et al., 1993).

Mezi realitou a imerzivní virtuální realitou stojí neimerzivní virtuální realita, která běžně bývá spojována s využitím obrazovky (Saeed et al., 2017). Někteří autoři však zmiňují i semi-imerzivní virtuální realitu, kterou si lze představit jako větší množství obrazovek umístěných na stole nebo jednu velkou obrazovku, případně doplněnou o speciální brýle a nějakou formu haptické zpětné vazby nebo sledování pohybu (Jahn et al., 2021).

Jakožto nový nástroj působení na člověka v psychologickém výzkumu, je třeba dbát pravidel a doporučení, jak postupovat co nejlépe. Vasser a Aru (2020) poskytli praktické rady, jak dosáhnout co nejvyšší validity nálezů v psychologickém výzkumu, například nabádají k nezbytnému pilotnímu testování, vynechání aktualizací softwaru nebo hardwaru při sběru dat nebo upozorňují na důležitost užití vysoké kvality grafiky. Virtuální realita tedy představuje potenciálně užitečný nástroj, který ale zároveň přináší další proměnné, jež je třeba optimalizovat.

4.1 Využití virtuální reality v psychologii

Využití virtuální reality nalezneme napříč obory. Raja (2019) zmiňuje využití například v rámci komerčního prostředí, tréninku a simulaci, designu a zábavě nebo například ve vzdělávání. Specifické, ale slibné a aktuální, je například zapojení VR do oblasti psychologie globálního oteplování a změny klimatu. Markowitz a Bailenson (2021) se zaměřili na možnosti psychologického působení prostřednictvím virtuální reality za účelem ovlivnit postoje ke změně klimatu. Autoři zmiňují například intervenci, kdy na střední škole mohou žáci interagovat s virtuálním prostředím a je jim zprostředkován zážitek dopadů změny klimatu na nás. Došli k závěru, že v tomto případě virtuální realita dosahuje slibných výsledků.

Nalezneme však i různorodá využití v klinické psychologii a psychiatrii. Riva (2022) shrnuje oblasti klinické psychologie a konkrétní poruchy, kde lze virtuální realitu zužitkovat a zařazuje sem úzkostné poruchy, zvládání bolesti, poruchy příjmu potravy, psychózy, závislosti,

autismus a další patologické stavy. Horigome a kolegové (2020) se v rámci přehledové studie a metaanalýzy zabývali expoziční terapií sociální fobie a podpořili využití virtuální reality v tomto kontextu pro jeho efektivitu, jež má i dlouhotrvající charakter. Zvládání bolesti může být významně ovlivněno použitím VR především formou distraktoru od bolestivého stimulu prostřednictvím působení na pozornost a emoce. Setkáváme se s aplikacemi u akutní i chronické bolesti, případně kombinace obou typů (Pourmand et al., 2018).

Další možnou oblastí zapojení VR do psychologické a psychiatrické péče a diagnostiky jsou závislosti. Stimuly ve prostředí VR spolehlivě způsobují bažení po droze včetně fyziologických, afektivních i kognitivních reakcí v případě látkové i nelátkové závislosti (Mazza et al., 2021). Dá se tedy předpokládat, že by mohl být tento potenciál využit v terapeutickém kontextu. V případě autismu, přesněji u dětí a adolescentů s autismem, se využívá možnost ekologicky validního prostředí pro zprostředkování běžných každodenních scénářů pro participanty například za účelem lepší regulace emocí nebo komunikace (Mesa-Gresa et al., 2018).

Nararro-Haro a kolegové (2016) kombinovali VR s dialekticko-behaviorální terapií (DBT) u pacientů s hraniční poruchou osobnosti (HPO) a použili virtuální realitu v rámci nacvičování všímavosti prostřednictvím pozorování zvuků, obrazů a představy plutí na řece. VR měla v tomto případě umožnit imerzivní zážitek a autoři referují o proveditelnosti tohoto typu intervence v rámci DBT programů. Je však nutné upozornit na menší vzorek, nepřítomnost kontrolní skupiny a možné zkreslení vzhledem k tomu, že se částečně spoléhali na sebehodnotící nástroje pro měření dovedností v oblasti všímavosti. Trénink všímavosti by však mohla být další aplikace VR.

Chandrasiri a kolegové (2020) dvěma skupinám zprostředkovali trénink ve všímavosti, přičemž jedna měla trénovat pomocí VR. Obě skupiny dosáhly zlepšení ve všímavosti a skupina využívající VR dokonce dosáhla lepších výsledků v decentrování. Bohužel však také byl použit sebehodnotící nástroj pro zjišťování stavu, tudíž musí být zvaženo případné zkreslení ze strany participantů. Také se nejednalo o systematické působení na probandy, ale jednu intervenci, což možná není dostatečné, aby se projevily případné benefity nebo naopak úskalí využití VR.

Ačkoliv se setkáme s vysokou heterogenitou metodologií v oblasti poruch příjmu potravy, mohla by tato patientská skupina profitovat z VR. Clus a kolegové (2018) ve svém přehledu zmiňují například vystavení pacientů virtuálním potravinám nebo intervenci zmírňující

kognitivní procesy spojené s převažující alocentrickou orientací v souvislosti s vlastním tělem u pacientů s poruchami příjmu potravy. Tato aplikace VR je však zatím málo probádaná.

Rus-Calafell a kolegové (2018) referují o využití VR v diagnostice a léčbě psychóz a zdůrazňují především možnou roli VR v posouzení a hodnocení paranoidních představ, jelikož VR dokáže efektivně vyvolat paranoii a další doprovázející projevy. Neopomínají však ani trénink sociálních dovedností. Možností využití VR je tu více a výsledky jsou slibné. Pacienti s psychózami mohou z využití VR benefitovat i prostřednictvím kognitivního tréninku a ukazuje se, že kromě této patientské skupiny, mohou tento typ tréninku potenciálně efektivně využít i pacienti po proděláním mrtvice nebo s mírnou kognitivní poruchou (Jahn et al., 2021).

4.2 Specifika kognitivního tréninku ve virtuální realitě

Kognitivní trénink ve virtuální realitě s sebou přináší různé kladné aspekty i úskalí, což je třeba zmapovat. Bauer a Andringa (2020) mezi důležité aspekty kognitivního tréninku ve VR zařazují flexibilitu, kterou prostředí přináší, možnou úlevu pečujícímu personálu díky větší samostatnosti, možnost sbírat komplexní data ze sledování pohybu a podobně, ale také roli nevolnosti (cybersickness) a imerzivity. V následujících odstavcích bude zvažována role imerzivity a cybersickness v tréninku kognice za pomoci VR.

Imerzi můžeme vysvětlit jako jev, při kterém se jedinec dostane do stavu hlubokého psychického zapojení, může být prožíván za účasti smyslové stimulace nebo bez ní a mění stav pozornosti – jedná se o disociaci ve vztahu k fyzickému světu (Agrawal et al., 2019). Lze si ji představit jako míru, do jaké se participant tréninku nebo jiné intervence ve VR, vžije do virtuálního prostředí. Bauer a Andringa (2020) jako důležité faktory imerze ovlivňující výsledky tréninku zmiňují emocionální výraznost, zapojení více smyslů a faktory související s odměnou, například stav flow nebo motivace. Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly Virtuální realita, VR má různé úrovně imerzivity a můžeme ji rozdělit do tří kategorií: imerzivní, semi-imerzivní a ne-imerzivní. Otázkou je, zda imerzivita hraje důležitou roli v úspěšnosti tréninků. V tuto chvíli neexistuje mnoho kvalitní literatury, která by srovnání provedla a zároveň se zaměřovala na seniory a jejich kognitivní funkce.

Imerzivní virtuální realita má jistý potenciál ve využití v rámci kognitivního tréninku seniorů dle přehledové studie mapující efektivitu tréninků tohoto typu u pacientů s různými psychiatrickými diagnózami včetně mírné kognitivní poruchy (Jahn et al., 2021). Tortora a kolegové (2024) v přehledové studii porovnávali efektivitu kognitivního tréninku ve virtuální realitě s tréninkem využívající techniku tužka – papír u seniorů s MKP a ukázalo se, že by

trénink využívající VR mohl být stejně efektivní v působení na kognitivní funkce jako druhá alternativa, ačkoliv vliv na pracovní paměť a krátkodobou paměť nebyl silný. Došli také k závěru, že semi-imerzivní virtuální realita přinášela lepší výsledky než imerzivní virtuální realita. Důvodem by však mohla být i rozdílná metodologie různých studií, proto není jasné, zda je toto zjištění významné.

Papaioannou a kolegové (2022) připsali míře imerze možnou moderující roli převážně u skupin s mírnou kognitivní poruchou a zmiňují, že ne-imerzivní virtuální realita by mohla být pro tuto skupinu jednodušeji zpracovatelná v rámci kognitivního tréninku, jelikož v ní dosahovali lepších výsledků. Plechatá a kolegové (2019) při porovnání imerzivní a ne-imerzivní virtuální reality v paměťové úloze u zdravých seniorů narazili na vyšší chybovost seniorů za použití imerzivní virtuální reality. Neukázalo se však, že by participanti preferovali počítačovou variantu. Jednalo se ale o jednu zkušenost a není tím pádem jasné, jak efektivní by byl případný systematický kognitivní trénink.

Dostupná evidence se však opírá o malé vzorky, různé metodologie, často chybí zaslepení a randomizace, tudíž stále není jasné, jako roli imerzivita hraje, případně zda se vůbec jedná o významný aspekt. Jeden z negativních vlivů, který by potenciálně mohl být překážkou v naplnění potenciálu imerzivní virtuální reality u této skupiny, ale i jiných, je nevolnost způsobená využitím VR – cybersickness.

Cybersickness je vedlejší účinek vyskytující se při používání imerzivní virtuální reality, který se může projevat nevolností, posturální nestabilitou, dezorientací, bolestí hlavy, únavou očí nebo celkovou únavou jedince (Algül et al., 2018). Ukazuje se, že imerzivní VR využívající virtuální brýle způsobuje větší míru cybersickness než ne-imerzivní alternativa za použití obrazovky (Yildirim, 2020).

Důležitými faktory určující riziko tohoto typu nevolnosti je například doba strávená ve virtuální realitě nebo pohlaví, přičemž ženy prožívají cybersickness častěji než muži (Petri et al., 2020). Klíčové je však sledovat reálnou incidenci tohoto jevu v rámci technologických možností posledních let vzhledem k rychlosti vývoje kvalitnějších přístrojů. Yun a kolegové (2020) se zabývali kognitivním tréninkem ve VR u skupiny seniorů s MKP a také s mírnou formou demence a nezaznamenali nevolnosti spojené s použitím VR. Drazich a kolegové (2023) se v nedávné studii systematicky zaměřili na cybersickness u seniorů, syntetizovali zjištění z 39 dílčích studií a setkali se nízkým výskytem tohoto vedlejšího účinku. Cybersickness tudíž nejspíše není vážnou překážkou využití VR u této specifické skupiny.

4.3 Efekt kognitivního tréninku ve virtuální realitě

Virtuální realita se k tréninku kognitivních funkcí využívá jak u zdravých seniorů, tak u různých úrovní oslabení kognice. Maeng a kolegové (2021) vytvořili virtuální supermarket, který simuloval nakupování potravin a pokusili se úlohu využít v tréninku kognitivních funkcí složeného z osmi tréninkových setkání u zdravých seniorů a seniorů s MKP. Obě skupiny dosáhly významných zlepšení v paměti a vizuospaciálních funkcích, přičemž zdraví senioři v oddáleném vybavení a rekognici zaznamenali méně výrazné zlepšení, nejspíše z důvodu vyšší úrovně kognice v počátku tréninku. Přesto se dá výsledek tréninku považovat za pozitivní vzhledem k tomu, že intervence se skládala pouze z osmi setkání. Problematický může být výskyt cybersickness, především dezorientace a velmi malý vzorek ani ne dvaceti participantů na skupinu. Chyběla také kontrolní skupina.

Při porovnání kombinace fyzického tréninku a kognitivního tréninku seniorů s MKP prostřednictvím VR a stejné kombinace přístupů bez zapojení virtuálního prostředí, se ukazuje možné širší působení tréninku s VR (Liao et al., 2020). Obě skupiny se zlepšily v exekutivních funkcích a okamžitém vybavení v rámci verbální paměti, avšak pouze skupina s VR se zlepšila i v globální kognici a oddáleném vybavení. Participantů ale nebyli dále sledováni, tudíž není jasné, zda se efekt tréninku udržel v dlouhodobém horizontu.

Přehledová studie a metaanalýza zaměřená na efekt kognitivního tréninku ve VR specificky na seniory s MKP podpořila předpoklad o pozitivním působení tohoto typu tréninku na exekutivní funkce měřené pomocí Testu cesty (verze A), avšak výsledky v oblasti paměti nebyly významné, což dle autorů může souviset s nedostatečnou délkou intervencí (Papaioannou et al., 2022). Globální kognici se dařilo významně zlepšovat pokud byla měřena pomocí Montreal Cognitive Assessment (MoCa), zatímco u MMSE se efekt nepotvrzuje. Tento úkaz by mohl být způsoben již zmíněnou nedostatečnou senzitivitou MMSE (Molloy et al., 2005).

Jahn a kolegové (2021) také zmiňují potenciál tréninku ve VR pozitivně působit na některé kognitivní funkce u jedinců s MKP. Gamito a kolegové (2020) se zaměřili na zdravou stárnoucí populaci a srovnávali klasický tužka – papír přístup s přístupem zahrnujícím virtuální realitu v prostředí virtuálního města s úlohami zaměřenými na různé kognitivní funkce. V tomto případě byl zaznamenáno silnější působení tréninku ve VR, konkrétně na globální kognici a exekutivní funkce.

Huang (2020) pozoroval efekt tréninku ve VR u zdravých seniorů v rámci čtyřtýdenního programu zaměřeného na mentální flexibilitu a inhibici a pozoroval efekt na výkon v Testu cesty a Stroopově testu, přičemž zároveň zmiňují možnou souvislost s prezencí ve virtuální realitě, která souvisí s imerzivitou prostředí. Mohlo by to tedy znamenat, že imerzivita může hrát roli v zesílení některých efektů kognitivního tréninku. Trénink touto formou by mohl tedy být aplikovatelný a efektivní u zdravé stárnoucí populace i jedinců s MKP.

Použití virtuální reality za účelem tréninku u seniorů s demencí v porovnání se zdravou stárnoucí populací a mírnou kognitivní poruchou je stále nejasné. Yun a kolegové (2020) zkoumali proveditelnost a použitelnost krátké tréninkové intervence ve VR nejen u jedinců s MKP, ale také u skupiny s lehkou demencí. Sledovali trend směřující k vyšší rychlosti reakce po intervenci, ale hlavně program zhodnotili jako dobře použitelný a proveditelný. Participanti prostředí hodnotili jako pohodlné a reportovali také zlepšení nálady.

Ukazuje se, že kognitivní trénink ve VR skutečně může být pro pacienty s demencí příjemný a dokonce jej v některých případech mohou preferovat (Sayma et al., 2020). Zlepšení v kognitivních funkcích u pacientů s demencí je však limitováno, dosahují jen mírných posunů i proti zdravým seniorům (Zajac-Lamparska et al., 2019). Důležitým aspektem sledování efektu na kognici u této skupiny je, že bývá zkoumán pouze u skupin s lehkou demencí, což je nejspíše způsobeno omezenou proveditelností podobné intervence u těžších stádií a pravděpodobně i limitovaností působení na kognici jedince se závažnější poruchou, což, jak již bylo řečeno, evidence naznačuje.

Díličí poznatky i přehledové a meta-analytické přístupy poukazují na možné výhody tréninku ve virtuální realitě oproti jiným přístupům. Evidence však často trpí metodologickými nedostatky, nejčastěji malým vzorkem, absencí randomizace, zaslepení nebo kontrolní skupiny. Lze tedy konstatovat, že tento přístup zatím přináší vcelku slibné výsledky, ale výsledky nelze generalizovat, jelikož zatím nebyla provedena robustnější zkoumání s metodologií zaměřenou na minimalizaci zkreslení a maximalizaci vzorku,

Současný stav může být způsoben tím, že se jedná o časově náročnou intervenci, která vyžaduje mnohaleté zaměření. Díličí výsledky každopádně poukazují na to, že má význam se problematikou dále zabývat a do budoucna se vyvarovat nedostatkům. Zároveň se ukazuje, že ačkoliv se jedná o moderní technologii, která vyžaduje určitý způsob ovládání, který nemusí být v rámci stárnoucí populace rozšířený, postojte vůči virtuální realitě ve virtuálních brýlích jsou neutrální, přičemž po osobní zkušenosti se mění na pozitivnější (Huygelier et al., 2019).

Kognitivní trénink využívající VR se pomalu stává možnou alternativou pro klasické přístupy využívající počítače nebo metody tužka – papír. Ohledně možné superiority jednoho z přístupů se zatím stále diskutuje a dosavadní literatura nepřinesla přesvědčivé argumenty. Zatím se nachází ve fázi nastínění možných výhod určitých přístupů, tudíž je třeba pokračovat v jejich mapování s cílem nalézt efektivní řešení pro různé populace.

II. Empirická část

5. Cíl výzkumu

V teoretické části práce byly nastíněny změny na úrovni kognice, které se vyskytují u zdravé stárnoucí populace a zároveň možný efekt kognitivního tréninku využívajícího imerzivní virtuální realitu právě u této skupiny. Literatura nedávného data poukazuje na to, že by tento typ tréninku mohl dosáhnout efektu napříč spektrem kognitivních domén (Gamito et al., 2020; Huang, 2020; Maeng et al., 2021). Imerzivní virtuální realita by se v budoucnu mohla stát dalším nástrojem ke zprostředkování kognitivního tréninku u této skupiny, avšak v tuto chvíli není k dispozici dostatek důkazů její efektivity. Proto je klíčové se nyní zaměřit na zkoumání této alternativy ke klasickému přístupu tužka – papír a přístupu využívajícímu počítače a jiné technologie. Tento výzkum probíhá v rámci implementační fáze projektu VRcity od Technologické agentury České republiky pod jménem Virtuální město – herní systém pro kognitivní trénink ve virtuálním prostředí (Éta TL01000309) a navazujícího projektu MŠMT s podporou Evropské Unie OP JAK DigiWell pod jménem DigiWELL_Excelentní výzkum v oblasti digitálních technologií a wellbeingu (CZ.02.01.01/00/22_008/0004583).

Tato práce si klade za cíl zjistit, zda kognitivní trénink využívající imerzivní virtuální realitu má efekt na kognitivní funkce zdravých seniorů. Druhým cílem této práce je porovnat efekt kognitivního tréninku s imerzivní virtuální realitou a kognitivního tréninku, který imerzivní virtuální realitu nevyužívá, prostřednictvím porovnání s kontrolní skupinou.

Vzhledem k dosavadní literatuře byly vybrány psychologické testy tak, aby mapovaly výkon v různých kognitivních doménách: Testy verbální fluence (fonémické a sémantické), Rey-Osterriethova komplexní figura (ROKF), Test cesty verze A a B (Trail Making Test – TMT), Stroopův test, Paměťový test učení (Auditory Verbal Learning Test - AVLT), subtest Opakování čísel z Wechslerovy inteligenční škály pro dospělé III (Wechsler Adult Intelligence Scale – WAIS-III) a subtest Symboly-kódování z WAIS-III. V rámci výkonu v těchto testech bude efekt objasněn. Z těchto testů vychází formulace hypotéz.

5.1 Výzkumné otázky a hypotézy

Tato práce si klade dvě hlavní výzkumné otázky:

1. Má kognitivní trénink využívající imerzivní virtuální realitu vliv na kognitivní funkce zdravých seniorů?
2. Má kognitivní trénink využívající imerzivní virtuální realitu stejný efekt na kognitivní funkce zdravých seniorů jako kognitivní trénink, který jí nevyužívá?

Na základě otázek byly formulovány hypotézy ve dvou částech. První část je zaměřena na efekt kognitivního tréninku využívajícího imerzivní virtuální realitu na kognici zdravých seniorů. Druhá část je zaměřena na porovnání případného efektu kognitivního tréninku s VR a kognitivního tréninku bez VR. Jsou formulovány souhrnné nulové a alternativní hypotézy zaměřené na konkrétní kognitivní funkce měřené různými metodami.

Hypotézy: Efekt tréninku s VR

H0: Není rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách měřících paměťové funkce.

H1A: Je rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách měřících paměťové funkce.

- a. Paměťový test učení (AVLT)
 - Okamžité vybavení (1. vybavení)
 - Celkové vybavení (1. – 5. vybavení)
 - Oddálené vybavení
- b. Rey-Osterriethova komplexní figura
 - Oddálené vybavení

H0: Není rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách zaměřených na verbální fluenci.

H2A: Je rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách zaměřených na verbální fluenci.

- a. Test fonémické verbální fluence
- b. Test sémantické verbální fluence

H0: Není rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách měřících exekutivní funkce.

H3A: Je rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách měřících exekutivní funkce.

- a. Test cesty B (TMT B)
- b. subtest Barevná slova Stroopova testu

H0: Není rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách měřících pozornost a psychomotorické tempo.

H4A: Je rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v úlohách měřících pozornost a psychomotorické tempo.

- a. Test cesty A (TMT A)
- b. subtest Symboly-kódování z WAIS-III

H0: Není rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v pracovní a krátkodobé paměti měřené subtestem Opakování čísel z WAIS-III.

H5A: Není rozdíl mezi výkony participantů před kognitivním tréninkem využívajícím virtuální realitu a po něm v pracovní a krátkodobé paměti měřené subtestem Opakování čísel z WAIS-III.

Hypotézy: porovnání skupin

V případě zaznamenání efektů, budou srovnány experimentální a kontrolní skupina.

H0: Není rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách měřících paměťové funkce.

H1B: Je rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách měřících paměťové funkce.

- a. Paměťový test učení (AVLT)
- Okamžité vybavení (1. vybavení)

- Celkové vybavení (1. – 5. vybavení)
- Oddálené vybavení
- b. Rey-Osterriethova komplexní figura
- Oddálené vybavení

H0: Není rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách zaměřených na verbální fluenci.

H2B: Je rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách zaměřených na verbální fluenci.

- a. Test fonémické verbální fluence
- b. Test sémantické verbální fluence

H0: Není rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách měřících exekutivní funkce.

H3B: Je rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách měřících exekutivní funkce.

- a. Test cesty B (TMT B)
- b. subtest Barevná slova Stroopova testu

H0: Není rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách měřících pozornost a psychomotorické tempo.

H4B: Je rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v úlohách měřících pozornost a psychomotorické tempo.

- a. Test cesty A (TMT A)
- b. subtest Symboly-kódování z WAIS-III

H0: Není rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v pracovní a krátkodobé paměti měřené subtestem Opakování čísel z WAIS-III.

H5A: Je rozdíl mezi efektivitou kognitivního tréninku využívajícího virtuální realitu a kognitivního tréninku nevyžívajícího virtuální realitu v pracovní a krátkodobé paměti měřené subtestem Opakování čísel z WAIS-III.

6. Metodika

6.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor čítá 31 participantů. Výzkumu se mohli zúčastnit lidé ve věku 60 let a výše bez závažné psychiatrické nebo neurologické poruchy. Zároveň museli účastníci zohlednění v analýze v Montrealském kognitivním testu – Montreal cognitive assesment (MoCa) dosáhnout výsledku 26 a výše, aby bylo potvrzeno, že participant patří do skupiny kognitivně zdravé stárnoucí populace. Na základě tohoto kritéria bylo z analýzy vyřazeno 5 účastníků. Tři účastníci byli vyřazeni z důvodu velkého počtu absencí v rámci tréninku. Dva participantů byli vyřazeni z důvodu v průběhu tréninku diagnostikovaného neurologického onemocnění. Dále byli po jednom vyřazeni participantů z důvodu úrazu, nespecifikované nemoci, nedostatečných časových možností a nemožnosti dostavit se na závěrečné vyšetření. Dohromady bylo vyřazeno 14 participantů a analýza tedy proběhla na souboru 17 účastníků, z toho 10 absolvovalo trénink s VR a 7 trénink bez VR. Reportován bude průměr a směrodatná odchylka (SD). Ve finálním analyzovaném výzkumném souboru je jasná převaha 16 žen ku jednomu muži. Průměrný věk participantů byl 70,8 (SD = 3,45) a v průměru formálně studovali 16,8 let (SD = 2,21). Participantů měli buď středoškolské nebo vysokoškolské vzdělání. Podrobné deskriptivní demografické charakteristiky vzorku jsou znázorněny v tabulce 1.

1 Tabulka 1: Demografické údaje výzkumného souboru

	Věk	Vzdělání roky	Vzdělání stupeň
N	17	17	17
Průměr	70.8	16.8	3.71
Medián	71	18	4
SD	3.45	2.21	0.47
Minimum	65	13	3
Maximum	78	20	4

Poznámka: SD – směrodatná odchylka, vzdělání stupeň 3 – středoškolské s maturitou, vzdělání stupeň 4 – vysokoškolské.

6.2 Metody

6.2.1 VR město

Virtuální realita byla participantům kognitivního tréninku zprostředkována prostřednictvím programu VR město (VRcity), což je tréninkový systém obsahující několik herních úloh určených pro trénink různých kognitivních funkcí (Fajnerová et al., 2022). VR město bylo vytvořeno v rámci činnosti Národního ústavu duševního zdraví (NÚDZ) za podpory Technologické agentury České republiky (TAČR). Tréninkový systém zprostředkuje uživateli virtuální prostředí města s různými místy, ve kterém se může pohybovat a plnit úkoly. Obsahuje úlohy: Plánování aktivit, Navigace, Supermarket, Hrad, Mouchy, Střelnice a Kolotoč. Poslední zmíněná úloha nebyla pro svoji náročnost v rámci tréninku použita, proto budou popsány pouze ostatní zmíněné hry. Úlohy je možné administrovat samostatně, ale výhodnější je vytvořit tréninkový scénář, kde na sebe jednotlivé hry navazují a vytvářejí pro participanty trénink zaměřený na několik domén.

Plánování aktivit spočívá v tom, že se participant na začátku úlohy ocitne v jednom z pokojů rodinného domu ve VR městě a zaměřuje se na exekutivní funkce. Účastník dostane za úkol se podívat na nástěnku, kde nalezne plán dne – například dojít nakoupit, vybrat peníze v bance, navštívit divadlo a podobně. Zároveň má nedaleko nástěnky informace o času, počasí a teplotě vzduchu venku. Jeho úkolem je:

- 1) vhodně se obléci (na výběr má formální, neformální, sportovní a pracovní oděv),
- 2) vybrat vhodnou obuv (na výběr jsou tenisky, kožené boty, žabky, lakýrky, holiny),
- 3) vzít si s sebou správné předměty (například lístky do divadla, pokud je v plánu divadlo).

Oblečení, boty a předměty si participant vybírá na základě aktivit, počasí i denní doby. V případě, že zapomene na některou ze zmíněných požadavků, není vpuštěn do další úlohy, což znamená, že mu není umožněno opustit dům vstupními dveřmi a vstoupit do města. Požadavky lze upravit a měnit tím obtížnost úlohy. Je tedy možné jako požadavek nastavit jen správné oblečení nebo předmět. Pokud uživatel splní požadavky, postupuje vchodovými dveřmi do další úlohy. Ještě než přistoupíme ke hrám vázaným na prostředí města, je třeba představit hru Mouchy, jejíž prostředí je kuchyň rodinného domu, ve kterém se odehrává i plánování.

Mouchy spočívají v plácáním much přilétajících na různá místa v kuchyni ve virtuálním domě. Úloha se zaměřuje na pozornost a vizuomotorickou koordinaci, přičemž má dvě základní nastavení. V prvním nastavení mouchy do kuchyně přilétají, a jsou slyšet, což může

participantovi pomoci je rychleji zaznamenat. Druhé nastavení mouchám umožňuje se jen objevovat na různých místech, což jí činí obtížnější. Obtížnost úlohy je možné nastavit pomocí různých parametrů, například rychlosti stimulů.

Další úloha zavede participanta přímo do virtuálního města. V rámci úlohy **Navigace** dostane za úkol dle pomůcek dojít na místo, kam má podle výše zmíněného plánu dorazit. Tato úloha se zaměřuje na prostorovou orientaci a paměť. K navedení na místo jsou použity dvě pomůcky. Egocentrickou prostorovou orientaci podporuje šipka, jež vede participanta na místo, zatímco allocentrickou prostorovou orientaci zprostředkovává mapa města s vyznačenou trasou. K dispozici jsou obě pomůcky. Druhá fáze navigační úlohy je vracení se na původní místo. Jakmile participant dojde na správné místo, může být instruován vrátit se zpět bez navigačních pomůcek pro trénink paměti.

Úloha nemusí začít u rodinného domu. Výchozí bod může být u jakéhokoliv místa ve VR městě a stejně tak navigační cíl může být jakékoliv místo ve VR městě, včetně míst, která obnášejí další samostatnou aktivitu. Také je možné libovolně zobrazit nebo odstranit navigační pomůcky. Plánování bývá často spojeno s navigací, ale navigace může být používána samostatně nebo v různých kombinacích s ostatními úlohami.

Jednou úlohou, která je navázána přímo na budovy ve virtuálním městě je **Supermarket**. V Supermarketu se jedná o virtuální obchod s potravinami a dalším zbožím, který je koncipován jako paměťová úloha, konkrétně zaměřená na verbální paměť. Participant na začátku uvidí seznam položek a následně je musí v supermarketu vzít do inventáře. Seznam položek je zobrazen na omezenou dobu, tudíž si v tuto chvíli musí participant co nejvíce položek zapamatovat. Je možné absolvovat prohlídku, která umožňuje se zorientovat v rozmístění předmětů a zároveň lze upravit počet předmětů na seznamu, tudíž je možné nastavit různou obtížnost úlohy dle potřeby.

Další herní úlohou je **Hrad**, který umožňuje trénovat epizodickou paměť. Participant se ocitne ve virtuálním hradu, kde za pomoci šipky nachází předměty na různých místech této rozlehlé stavby. Musí si zapamatovat totožnost předmětu, místo, kde předmět původně byl a pořadí, ve kterém předměty sbíral. Úloha hrajícího provádí skrz jednotlivé fáze, kdy si postupně vybavuje totožnost, poté pořadí a nakonec musí předměty vrátit na původní místo. Předměty, jak již bylo řečeno, se mohou nacházet kdekoli v rámci hradu, což zahrnuje více pater i podzemí. Stejně jako v Supermarketu je možné nastavit počet předmětů a tím ovlivnit obtížnost úlohy.

Poslední úlohou VR města využitou v rámci tohoto výzkumu je **Střelnice**. Střelnice se nachází v zábavním parku ve VR městě a zaměřuje se na trénink exekutivních funkcí, konkrétně inhibiční kontroly. Jedná se o pouťovou střelnici, kde má participant za úkol střílet míčky po obrázcích dle zadání, které instruuje k reakci na některé typy podnětu a k nereagování na jiné podněty. Střelnice je tím pádem variantou go/no – go úlohy, která se vyznačuje go – podněty, na které má testovaný reagovat a no – go podněty, na které reagovat nemá (Trommer et al., 1988). Nastavení umožňuje úpravu mnoha parametrů úlohy, včetně přidání stop-signálu ve formě výrazného podnětu, který instruuje testovaného k zastavení již započaté reakce, čímž se trénuje další úroveň inhibiční kontroly.

Tréninkové prostředí VR města s sebou přináší různé možnosti a kombinace úloh, které lze využít v rámci kognitivního tréninku. Záleží na konkrétních potřebách jedince, jeho úrovni kognice i programu a zaměření kognitivního tréninku.

6.2.2 Trekog

Trekog (2021) je počítačový tréninkový systém dostupný na webové stránce www.trekog.cz, který prostřednictvím herních úloh umožňuje trénink kognitivních funkcí zaměřený na seniory. Program byl vytvořen Národním ústavem duševního zdraví v rámci projektu PoC ILA II (2018 – 2020). Trekog umožňuje seniorům trénovat v prostředí domova, jelikož se jedná o program fungující na počítačích. Hra je v tuto chvíli rozdělená do dvaceti tréninkových dní a na každý den jsou naplánovány různé aktivity trénující různé kognitivní domény. Délka jednoho tréninkového dne závisí na úrovni kognice participanta i jeho přístupu k úlohám – zda absolvuje více opakování miniher a podobně.

Jedná se o 2D prostředí, které senior ovládá pomocí kurzoru (myši). V popředí Trekogu je paměťová úloha. V úvodu je participant v roli nového nájemníka bytového domu, kde se nachází několik dalších obyvatel. Každý den obsahuje rozhovory s různými obyvateli na příhodná témata, které mají trénujícímu poskytnout informace o dalších susedech, což si má postupně zapamatovat. Další úlohou v rámci tréninkového dne je vaření, kdy si má participant zapamatovat dle receptu ingredience a následně je objednat pomocí telefonu. Jedná se tedy o další paměťovou úlohu. Během tréninkového dne se trénující také setkávají s minihrami:

1. Botanika – hledání správných květů mezi různými květy na louce.
2. Pozorování ptáků – hledání správného druhu ptáka.
3. Smajlíci – zrakové vyhledávání správné sekvence smajlíků.
4. Auta – co nejrychlejší označení stejně barevných aut.

5. Známky – hledání stejných známek se stejným pořadím co nejrychleji.

Minihry jsou zaměřené především na pozornost a zrakové vyhledávání. Na konci dne si participant přečte zajímavosti na téma zdraví nebo zdravý životní styl a může si pomocí adresáře zopakovat údaje o sousedech. Nakonec je spuštěn závěrečný kvíz, kde se testuje, zda si trénující pamatuje informace o sousedech. Paměťová úloha Vaření, rozhovory se sousedy, čtení zajímavostí a závěrečný kvíz jsou stabilní součástí každého dne, zatímco minihry se střídají.

6.2.3 Montreal Cognitive Assessment (MoCa)

MoCa je testový screeningový nástroj s vynikající senzitivitou a specifitou umožňující odhalit mírnou kognitivní poruchu (Nasreddine et al., 2005). Testující zaznamenává čas začátku a konce vyšetření tímto testem, přičemž administrace běžně trvá asi 10 minut vzhledem k tomu, že se jedná o screeningovou metodu. Testovaný může obdržet maximálně 30 bodů. Skóre 25 a méně značí možné kognitivní oslabení jedince. Položky jsou zaměřené na několik kognitivních domén.

Autoři uvádějí, že pro měření krátkodobé paměti je určena položka, kde se testovaný učí pět slov s vybavením za pět minut, přičemž je skórováno pouze vybavení po pěti minutách a lze obdržet maximálně 5 bodů. Fáze učení se do celkového skóre nepočítá. Na vizuospaciální funkce cílí kreslení hodin a překreslení krychle, kde testovaný obdrží maximálně 4 body. Exekutivní funkce jsou měřené pomocí fonémické verbální fluence, verbálních abstrakcí a obdoby Testu cesty verze B. Zde je možné obdržet až 4 body. Pozornost a pracovní paměť jsou ohodnoceny 5 body a zjišťuje se pomocí opakování čísel popředu i pozadu, odečtů od čísla 100 a udržení pozornosti při čtení řady písmen, kdy má testovaný ťukat o stůl jen u určitého písmene. Dále se měří verbální funkce pomocí již zmíněného testu fonémické verbální fluence, opakování vět a pojmenování obrázků, což je ohodnoceno 3 body. Na konci testu se zjišťuje orientace v čase a prostoru za 6 bodů.

Screening byl v tomto výzkumu administrován v rámci úvodního vyšetření na začátku kognitivního tréninku. Účelem bylo odhalit seniory s potenciálním kognitivním oslabením. Proto senioři, kteří dosáhli skóre nižšího než 26 byli vyřazeni z analýz, jak již bylo řečeno v podkapitole Výzkumný soubor.

6.2.4 Paměťový test učení

Paměťový test učení (Preiss, 1994), v originálu Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT) (Rey, 1964) měří verbální paměťové schopnosti testovaného. V rámci tohoto testu se probandovi pětkrát čte seznam 15 slov, které si má při každém čtení zkusit zapamatovat a po dočtení testujícím vybavit. Následně se čte jiný, interferenční seznam slov (sada B) pouze jednou, přičemž úkol je také zkusit si vybavit co nejvíce slov. Po druhém seznamu slov si proband má zkusit znovu vybavit původní, vícekrát čtená slova. Po 30 minutách se testující na tato slova znovu zeptá a následně proběhne rekognice, při které čte různá slova a proband musí rozhodnout, zda byla na původním seznamu nebo ne.

Zaznamenáváme počet slov, které si proband při každém pokusu vybavil, ale také kolikrát zopakoval stejné slovo a případné konfabulce Preiss (1999). Dále se sčítá pokus 1 – 5, čímž získáme celkový výkon vypovídající o krátkodobé paměti probanda. Počet slov vybavených po 30 minutách naopak vypovídá o dlouhodobé paměti probanda. Pro tuto práci jsou klíčové hodnoty prvního pokusu, celkového výkonu a oddáleného vybavení pro zmapování krátkodobé a dlouhodobé verbální paměti, které jsou označeny tímto způsobem:

- první pokus – AVL T I,
- celkový výkon – CVLT CV,
- oddálené vybavení – AVL T 30.

6.2.5 Test cesty

Test cesty, originálně Trail Making Test (TMT) byl původně zveřejněn v rámci publikace armádních zkoušek The New Army Individual Test of General Mental Ability (1944). Test má dvě části odlišené jako A a B. V části A proband musí postupně spojit jednou čarou čísla od nejnižšího po nejvyšší. V části B má za úkol spojovat střídající se čísla a písmena, přičemž čísla znovu od nejnižšího po nejvyšší a písmena podle abecedy.

Klíčovou proměnnou je v tomto testu čas, za který je testovaný schopen úlohu dokončit, přičemž sekundárně zaznamenáváme i chybovost. Testující probanda upozorní na to, aby pracoval co nejrychleji, protože bude měřit čas a také, že bude upozorněn na případné chyby, které si má okamžitě opravit. Obě části Testu cesty vyžadují soustředění pozornosti a ve formě B musí proband zároveň střídat pořadí písmen a čísel, což spojujeme s exekutivními funkcemi (Stebbins, 2007). Tato práce využívá jako proměnné čas dokončení Testu cesty A i Testu cesty B, které označuje tímto způsobem:

- čas vyplnění TMT A – TMT A,
- čas vyplnění TMT B – TMT B.

6.2.6 Testy verbální fluence (VF)

Původní předchůdce dnes využívaných testů verbální fluence (VF) byl vytvořen v písemné formě (Thurstone, 1938) a později byla Bentonem v roce 1962 vytvořena ústní verze využívající hlásky F, A a S (Nikolai et al., 2015). Testy Verbální fluence dělíme na fonémickou a sémantickou. V rámci fonémické verbální fluence je úkolem probanda generovat co nejvíce slov začínajících na určité písmeno. V rámci sémantické verbální fluence má proband za úkol říci co nejvíce slov, která spadají do určité kategorie. Na vyjmenování slov mají jednu minutu. Testovaný nesmí uvádět jména a názvy nebo stejná slova s odlišnými koncovkami.

Klíčový je celkový počet vyjmenovaných slov (Preiss, 2012). Fonémická verbální fluence je spojováno primárně s verbálními schopnostmi, zatímco sémantická verbální fluence je spojována s exekutivními funkcemi (Shao et al., 2014). V tomto výzkumu byla v prvním testování využita česká forma testu fonémické verbální fluence s písmeny B, T a L a v rámci sémantické verbální fluence kategorie povolání a křestní jména. V druhém testování byla použita verze s písmeny N, K a P a kategorie zvířata a zelenina. Při prvním vyšetření byla použita retestová forma (BTL), jelikož byl zároveň použit MoCa test, kde je fonémická verbální fluence na písmeno K. V této práci jsou jako proměnné využity počty slov tímto způsobem:

- počet vyjmenovaných slov v rámci testu fonémické verbální fluence BTL - VF F 1,
- počet vyjmenovaných slov v rámci testu fonémické verbální fluence NKP – VF F 2,
- počet vyjmenovaných slov v rámci testu sémantické verbální fluence, kategorie povolání a jména – VF S 1,
- počet vyjmenovaných slov v rámci testu sémantické verbální fluence, kategorie zvířata a zelenina – VF S 2.

6.2.7 Rey-Osterriethova komplexní figura (ROKF)

V originálu Rey-Osterrieth Complex Figure Test (ROCFT), v češtině Rey-Osterriethova komplexní figura (ROKF) byla v původní verzi představena Reyem v roce 1941 a následně upravena Osterriethem v roce 1944. Proband dostane za úkol překreslit komplexní figuru co nejpřesněji na papír, poté si za 3 minuty vzpomenout a zkusit ji nakreslit znovu a nakonec si má vzpomenout po 30 minutách (Preiss, 2012). Hodnotí se zvlášť dohromady 18 komponent figury ve všech třech fázích, přičemž ke každé fázi je poté k dispozici výsledné skóre na základě

součtu udělených bodů za každou část figury. Pro druhé vyšetření byla využita Taylorova komplexní figura (TKF), která je využívána jako re-testová metoda k ROKF (Gorth-Marnat, 2000). V rámci tohoto výzkumu je proměnnou počet bodů získaných při vybavení figury po 30 minutách a označuje se tímto způsobem:

- skóre v oddáleném vybavení ROKF – ROKF 1,
- skóre v oddáleném vybavení TOKF – ROKF 2.

6.2.8 Stroopův test

Stroopův test je zaměřený především na exekutivní funkce, konkrétně na inhibiční kontrolu, jelikož je při něm nutné zamezit působení vlastnosti stimulu, která způsobuje interferenci (Stroop, 1935). Test je rozdělen na tři části trvající 45 sekund. V první části má proband za úkol co nejrychleji přečíst názvy různých barev (Slova – S). V druhé fázi musí co nejrychleji pojmenovávat barevná pole za sebou (Barvy – B). Poslední fáze je klíčová, jelikož proband dostane papír s napsanými názvy barev, které jsou však napsány odlišnými barvami než je jejich význam (Barevná slova – BS). Výsledkem ve formě hrubého skóre (HS) je počet slov nebo položek z každé fáze testu, přičemž je následně počítán i interferenční faktor (IF), který má charakterizovat schopnost inhibiční kontroly jedince v této úloze. IF se počítá tak, že nejprve přistoupíme k rozdílu součinu HS S a HS B a součtu HS S a HS B, který odečteme od HS BS. V rámci tohoto výzkumu jsou významná skóre ze subtestu barevných slov a interferenční faktor pro zmapování exekutivních funkcí, konkrétně inhibiční kontroly a značí se takto:

- skóre získané v subtestu Barevná slova – Stroop BS,
- skóre získané v rámci interferenčního faktoru – Stroop IF.

6.2.9 Opakování čísel a Symboly – kódování

V rámci tohoto výzkumu byly využity dva subtesty z české verze třetího vydání Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III) (Wechsler, 1997). V subtestu Opakování čísel má proband za úkol v první části opakovat řady čísel po administrátorovi tak, jak jdou po sobě. V druhé části opakuje čísla pozpátku. Subtest opakování čísel je spojován s pozorností a pracovní pamětí (Groth-Marnat & Baker, 2003). V tomto výzkumu je použito celkové skóre z obou testů tak, jak bývá běžně používáno při interpretaci a je označeno v analýzách jako Opakování čísel.

Subtest Symboly – kódování spočívá v tom, že proband na základě předloženého vzoru doplňuje v tabulce správné symboly k číslům, přičemž musí postupovat popořadě – nesmí doplňovat symboly dopředu. Tento subtest je spojován především s psychomotorickým

tempem a pozorností (Joy et al., 2004). Skóre odpovídá počtu správně vyplněných symbolů za 2 minuty, po kterých je test zastaven, a v této formě je využito v rámci tohoto výzkumu. V analýzách je skóre označeno jako Symboly – kódování.

6.3 Procedura

Výzkum probíhal od října 2023 do června 2024 ve dvou částech. V první části proběhl trénink experimentální skupiny, v druhé části proběhl trénink kontrolní skupiny. Procedura výzkumu bude popsána chronologicky s popisem významných aspektů.

Experimentální skupina se skládá ze dvou běhů kognitivního tréninku, který probíhal za spolupráce s Městskou knihovnou v Praze, jež poskytla zájemce o trénink a prostory, kde mohl trénink probíhat. Participanti byli rekrutováni prostřednictvím Městské knihovny v Praze, která v rámci své aktivity na webu a sociálních sítích zveřejnila nabídku tréninku kognitivních funkcí s využitím virtuální reality, přičemž bylo zmíněno i VR město jako hlavní nástroj. Participanti, kteří projevíli zájem, byli pracovníky knihovny zapsáni na seznam zájemců.

V prvním běhu začínajícím v říjnu 2023 počet zájemců převyšoval stanovený maximální počet účastníků, což bylo stanoveno na 10 vzhledem časové náročnosti, tudíž bylo vybráno prvních 10 a ostatní byli zařazeni na seznam náhradníků. Vzhledem k úrazu jednoho účastníka v časné fázi prvního běhu, byla skupina doplněna o dalšího participanta, tudíž dohromady se prvního běhu zúčastnilo 11 participantů. První běh kognitivního tréninku s VR se konal v prostorách Ústřední městské knihovny.

Druhý běh začínající v lednu 2024 pro nedostatečný počet účastníků musel být ze svého původního termínu odložen a nakonec se ho zúčastnilo 8 participantů. Konal se v prostorách Centra digitalizace Městské knihovny v Praze, které se nachází nedaleko Ústřední knihovny. Oba běhy absolvovaly úvodní a závěrečné vyšetření kognitivních funkcí v prostorách poskytnutých knihovnou na začátku a na konci tréninku.

Trénink probíhal dvakrát týdně v pondělí a ve středu v dopoledních hodinách a délka setkání se pohybovala mezi 90 a 120 minutami dle aktuální velikosti skupin a programu. Dohromady se jednalo o 16 setkání. První i druhý běh tréninku z důvodu nemoci autorky obsahovali o jedno setkání s VR méně. Pondělní setkání bylo věnováno tréninku ve virtuální realitě prostřednictvím VR města. Účastníci se postupně seznamovali s ovládním a samotným VR městem a jeho fungováním. Začali Plánováním a Navigací a pokračovali přes Supermarket až k Hradu, přičemž tyto úlohy byly většinou doplněny o Mouchy nebo Střelnici. Skupina měla

vždy k dispozici dvoje virtuální brýle, což umožnilo jedny využít na Plánování, Navigaci, Supermarket a Hrad a v druhých střídát Mouchy a Střelnici. Náročnost byla upravována dle předchozích výsledků probanda. U her, kde to bylo možné, byly využívány strategie naučené v druhé části tréninku.

Středeční setkání byla věnována edukaci prostřednictvím prezentací o kognitivních funkcích a také byly trénovány paměťové strategie. V prezentacích se probírala témata jako paměť, učení, navigace a prostorová orientace, myšlení, pozornost, řečové funkce, exekutivní funkce, vizuospatiální funkce, kreativita, myšlenkové mapy, coping a psychohygiena. Participanti se setkali se strategiemi: kategorizace, příběh, loci, asociace mezi jménem a tváří a číselné tvary. Každé středeční setkání se skládalo nejen z edukace, ale také z tréninku tužka-papír v rámci probíraných témat a strategií. Středeční trénink měl tuto formu u experimentální i kontrolní skupiny. Rozdíl byl v pondělním programu.

Trénink kontrolní skupiny začínající v dubnu 2024 probíhal on-line prostřednictvím platformy umožňující telekonference. Participanti se přihlásili do výzkumu na základě letáku Národního ústavu duševního zdraví, který byl vyvěšen na webu a sociálních sítí a zároveň byli osloveni účastníci šetření NÚDZ, kteří vyjádřili zájem o elektronický kognitivní trénink nebo v minulosti testovali prototyp tréninkového systému Trekog. Zájemci komunikovali přímo s autorkou a dohromady jich bylo 12. Byli proto rozděleni do dvou paralelně probíhajících skupin. Úvodní a závěrečné vyšetření absolvovala kontrolní skupina prezenčně v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech.

Trénink byl také naplánován na 16 setkání, přičemž dvě setkání se nekonala z důvodu květnových státních svátků, což bylo vyřešeno samostatným trénováním v Trekogu. Setkání se délkou také pohybovala mezi 90 a 120 minutami a také probíhala v pondělí a ve středu dopoledne. Středeční setkání bylo koncipováno stejně jako u experimentální skupiny, ale adaptováno do on-line prostředí, což se podařilo u všech témat a strategií a většiny využitých cvičení tužka-papír.

Pondělní setkání byla věnována trénování v programu Trekog. Participanti se v pondělí připojili do společné telekonference, dostali zadání ve formě počtu tréninkových dní, které mají projít a následně samostatně trénovali. V první polovině tréninku participanti v rámci jednoho setkání absolvovali dva tréninkové dny, v druhé polovině absolvovali tři, čímž bylo docíleno dokončení všech 20 tréninkových dní. Autorka byla v rámci těchto setkání participantům

k dispozici převážně jako technická podpora, případně dovysvětlila zadání úloh, pokud bylo potřeba.

Autorka v rámci výzkumu zodpovídala za vedení všech třech běhů kognitivních tréninků, vyšetření většiny participantů i organizační aspekty. Na vyšetřování a vyhodnocování se podíleli i kolegové z Národního ústavu duševního zdraví, kteří autorku také párkrát na tréninku zastoupili. Kolegyně Mgr. Ing. Sofía Diondet se podílela na teoretické (střeďeční) části prvních dvou běhů a vedla střeďeční setkání jedné ze skupin on-line tréninku.

Účast na výzkumu nebyla honorována, ale participanti dostali na základě vyšetření kognitivních funkcí zpětnou vazbu o tom, v jakých pásmech se pohybují ve srovnání se stejnou věkovou skupinou. Nutno podotknout, že jsou vždy upozorněni, že se nejedná o klinickou zprávu a aby tuto skutečnost brali na zřetel. Procedura výzkumu pokračovala vyhodnocením testových metod po skončení on-line tréninku a následně proběhla analýza dat.

6.4 Statistická analýza

Statistická analýza byla provedena pomocí programu Jamovi (2022). Vzhledem k tomu, že se jedná v případě obou skupin o malé vzorky, bude použita neparametrická statistika. Analyzovány budou hrubé skóry. Paměťový test učení nemá vhodné normy pro retestovou variantu, která byla použita. Stejně tak testy verbální fluence a Taylorova komplexní figura. Participantů v rámci testů Symboly – kódování a Opakování čísel zapadají v normách do stejné věkové kategorie. Skóry Stroopova testu také zapadají do stejné kategorie věku a vzdělání. Vzhledem k postupu v rámci ostatních testů budou použité hrubé skóry i u Testu cesty.

V rámci analýz nejprve proběhne kontrola, zda se skupiny významně neliší v demografických proměnných pomocí Mann-Whitneyho U testu a Chí kvadrát testu. Zároveň bude předložena deskriptivní statistika pro obě skupiny. Poté bude u každé skupiny proveden test normality pomocí Shapiro-Wilkova testu u všech testovaných proměnných. Následně proběhne kontrola homogenity rozptylů proměnných v prvním a druhém vyšetření skupin prostřednictvím Levenova testu shody rozptylů. Poté bude zkontrolována homogenita rozptylů mezi skupinami u prvního vyšetření a druhého vyšetření.

V další části proběhne mapování výchozí kognitivní úrovně účastníků a bude zjišťováno, zda mezi skupinami nebyl rozdíl před intervencí. V první řadě budou skupiny srovnány ve skóre v MoCa pomocí Mann-Whitneyho U testu. V další části bude porovnán výkon mezi VR

skupinou a online skupinou v prvním vyšetření pomocí Mann-Whitneyho U testu, aby byl vyloučen rozdíl ve výchozí úrovni kognice mezi skupinami před intervencí.

Následuje analýza rozdílů mezi výkony v kognitivních testech před a po tréninku v rámci jednotlivých skupin, po které bude následovat porovnání rozdílů výkonu před a po tréninku mezi skupinami. Vzhledem k tomu, že předložený výzkum pracuje s porovnáváním vyššího počtu proměnných (12), je na místě uplatnit vhodnou korekci. Bude proto aplikována Bonferroniho korekce. V tomto případě vycházíme z původní hladina alfa 0,05 a po korekci je hladina významnosti 0,00417.

Bude porovnán výkon před a po tréninku u VR skupiny pomocí neparametrické Friedmanovy Repeated Measures ANOVY. Stejná analýza proběhne u online skupiny. Poté bude v případě efektu analyzován rozdíl mezi skupinami. Nejprve bude spočítáno skóre změny (rozdíl) pro každého účastníka v obou skupinách. Skóre změny je rozdíl mezi měřením po tréninku a před tréninkem. Následně bude toto skóre pomocí Mann-Whitneyho U testu porovnáno mezi VR skupinou a online skupinou.

6.5 Etika výzkumu

Účastníci tohoto výzkumu podepisovali informovaný souhlas (IS) schválený etickou komisí Národního ústavu duševního zdraví. IS nejdříve provedl participanta vysvětlením zaměření této studie a také byl seznámen s vedoucí tohoto projektu, což je Mgr. et Mgr. Iveta Hocko Fajnerová, Ph.D. Účastníci dále byli informováni o možnosti přiřazení do skupiny využívající virtuální realitu nebo do skupiny využívající online trénink. Jsou informováni o bezpečnosti, důvěrnosti údajů a svých právech a o tom, že data jsou anonymizována a je možné se seznámit se svými výsledky. V případě publikace budou výsledky prezentovány tak, že nebude možné zjistit výsledky konkrétního účastníka a nijak ho spojit s výzkumem.

Zmíněna jsou i rizika používání virtuální reality jako nevolnost specifická pro virtuální prostředí. Jsou informováni o tom, že tyto symptomy běžně vyprchají velmi brzy po opuštění VR prostředí. Je zmíněno minimální riziko epileptického záchvatu. Samozřejmě IS zmiňuje dobrovolnost účasti a možnost odstoupení bez udání důvodu. Účast je tedy dobrovolná, rizika jsou zmapována a jsou minimální a je zajištěna ochrana dat a anonymizace. Informovaný souhlas je k dispozici jako Příloha I.

Beneficence a non-maleficence: Autorka vyvažovala potenciální přínosy intervencí proti jakýmkoli potenciálním škodám. I když je cílem studie zlepšit kognitivní funkce, měla by také

vzít v úvahu potenciální stres nebo frustraci, kterou mohou účastníci zažít, pokud nepocítí ujit zlepšení. Autorka seniory během procesu kognitivního tréninku silně podporovala a navozovala přátelskou nekompetitivní atmosféru. Účastníci tréninku tento přístup reflektovali jako pozitivní a autorka měla dobrou zpětnou vazbu o atmosféře a minimálním výskytu nepříjemných pocitů spojených s tréninkem.

Participantů výzkumu budou o jeho výsledcích informováni. Ačkoliv tento výzkum je u konce, bude mít pokračování, proto budou informováni až po dokončení robustnějšího zkoumání. Účastníci však dostávají stručnou zpětnou vazbu o úrovni kognitivních funkcí ve srovnání se stejnou věkovou skupinou. Jsou tedy informováni o výsledku prvního vyšetření.

Data z výzkumu jsou uchována v Národním ústavu duševního zdraví v rámci Centra virtuální reality v duševním zdraví a neurovědách. Následně budou v této instituci i archivována a budou použita pouze k účelům studie zmíněné v IS: *DigiWell - Kognitivní trénink seniorů prostřednictvím virtuální reality a online nástrojů*.

7. Výsledky

V rámci výsledků bude experimentální skupina označena jako **VR skupina** a kontrolní skupina jako **online skupina** pro přehlednost.

7.1 Rozdíl mezi skupinami v demografii

Rozdíl v demografických proměnných (věk, počet let formálního vzdělání, stupeň vzdělání a pohlaví) byl analyzován pomocí Mann-Whitneyho U testu a Chí kvadrát testu. Tabulka 2 znázorňuje, že se skupiny signifikantně neliší v počtu let studia, stupni studia, ve věku ani v zastoupení pohlaví. Ve VR skupině bylo 10 žen a v online skupině bylo 6 žen a 1 muž. Tabulka 3 zobrazuje deskriptivní statistiku všech demografických proměnných u obou skupin.

2 Tabulka 2: Rozdíl mezi skupinami v demografických proměnných

	Testová statistika	<i>p</i>
Věk	32.5	0.844
Vzdělání roky	31.5	0.761
Vzdělání stupeň	26.0	0.294
Pohlaví	1.52	0.218

Poznámka: Testová statistika – U u Mann-Whitneyho U testu (Vzdělání roky a Vzdělání stupeň), hodnota χ^2 (Pohlaví), Vzdělání roky – počet let formálního studia, Vzdělání stupeň 3 – střední škola s maturitou, Vzdělání stupeň 4 – vysoká škola.

3 Tabulka 3: Deskriptivní statistika demografie VR skupiny a online skupiny

	Skupina	Věk	Vzdělání roky	Vzdělání stupeň
N	VR	10	10	10
	online	7	7	7
Průměr	VR	70.6	16.4	3.6
	online	71.1	17.4	3.86
Medián	VR	70	18	4
	online	71	17	4
SD	VR	3.34	2.63	0.516
	online	3.85	1.4	0.378
Minimum	VR	65	13	3
	online	66	16	3

	Skupina	Věk	Vzdělání roky	Vzdělání stupeň
Maximum	VR	77	20	4
	online	78	20	4

Poznámka: SD – směrodatná odchylka, VR – skupina využívající virtuální realitu, online – skupina nevyužívající virtuální realitu, Vzdelání roky – počet let formálního studia, Vzdelání stupeň 3 – střední škola s maturitou, Vzdelání stupeň 4 – vysoká škola.

7.2 Kontrola normality

Normalita rozložení byla zkontrolována u každé skupiny zvlášť u všech analyzovaných proměnných. Každá proměnná má verzi 1 a verzi 2, přičemž verze 1 označuje úvodní testování a verze 2 označuje závěrečné testování po tréninku. Byl proveden Shapiro-Wilkův test normality u těchto proměnných: AVLT I, AVLT CV, AVLT 30, Opakování čísel, ROKF 30, Stoop BS, Stroop IF, Symboly – kódování, TMT A, TMT B, VF F, VF S.

V rámci analýzy VR skupiny test normality naznačuje odklon od normálního rozdělení u proměnné AVLT 30 1. U ostatních proměnných odklon od normálního rozdělení naznačen nebyl. Tabulka 4 shrnuje výsledky testu normality u všech zmíněných proměnných u VR skupiny.

4 Tabulka 4: Test normality rozložení proměnných VR skupiny

Proměnná	W	p
AVLT I 1	0.953	0.709
AVLT I 2	0.897	0.204
AVLT CV 1	0.869	0.099
AVLT CV 2	0.873	0.109
AVLT 30 1	0.840	0.044*
AVLT 30 2	0.856	0.068
Opakování čísel 1	0.873	0.109
Opakování čísel 2	0.927	0.421
ROKF 30 1	0.921	0.368
ROKF 30 2	0.930	0.445
Stroop BS 1	0.928	0.460
Stroop BS 2	0.912	0.296

Proměnná	W	p
Stroop IF 1	0.938	0.558
Stroop IF 2	0.937	0.462
Symboly – kódování 1	0.966	0.849
Symboly – kódování 2	0.908	0.27
TMT A 1	0.94	0.556
TMT A 2	0.94	0.24
TMT B 1	0.889	0.165
TMT B 2	0.913	0.304
VF F 1	0.895	0.194
VF F 2	0.873	0.109
VF S 1	8.929	0.441
VF S 2	0.91	0.281

Poznámka: * $p < 0,05$, W – testová statistika Shapiro-Wilk testu normality, 1 – první testování, 2 – druhé testování, AVLT – Paměťový test učení, AVLT I – okamžité vybavení, AVLT CV – celkový výkon, AVLT 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

Testování normality u online skupiny naznačuje odklon od normálního rozdělení u dvou proměnných: TMT A 2 a TMT B 2 (viz Tabulka 5). U ostatních proměnných odklon zaznamenaný nebyl.

5 Tabulka 5: Test normality rozložení proměnných online skupiny

Proměnná	W	p
AVLT I 1	0.885	0.250
AVLT I 2	0.866	0.170
AVLT CV 1	0.948	0.712
AVLT CV 2	0.988	0.990
AVLT 30 1	0.920	0.469
AVLT 30 2	0.930	0.550
Opakování čísel 1	0.811	0.052
Opakování čísel 2	0.894	0.295

Proměnná	W	p
ROKF 30 1	0.927	0.524
ROKF 30 2	0.961	0.823
Stroop BS 1	0.991	0.995
Stroop BS 2	0.856	0.139
Stroop IF 1	0.919	0.461
Stroop IF 2	0.914	0.428
Symboly – kódování 1	0.855	0.137
Symboly – kódování 2	0.924	0.503
TMT A 1	0.925	0.512
TMT A 2	0.747	0.012*
TMT B 1	0.922	0.485
TMT B 2	0.772	0.021*
VF F 1	0.946	0.697
VF F 2	0.943	0.667
VF S 1	0.928	0.537
VF S 2	0.869	0.183

Poznámka: * $p < 0,05$, W – testová statistika Shapiro-Wilk testu normality, 1 – první testování, 2 – druhé testování, AVLT – Paměťový test učení, AVLT I – okamžité vybavení, AVLT CV – celkový výkon, AVLT 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

7.3 Kontrola homogenity rozptylů

Byla provedena kontrola homogenity rozptylů proměnných prvního a druhého vyšetření VR skupiny pomocí Levenova testu. Test poukázal na to, že rozptyl proměnné TMT A z prvního vyšetření VR skupiny se signifikantně odlišuje od rozptylu stejné proměnné v druhém vyšetření. U ostatních proměnných nebyl signifikantní rozdíl zjištěn (viz Tabulka 6).

6 Tabulka 6: Test homogenity rozptylů u proměnných prvního a druhého vyšetření VR skupiny

	F	df1	df2	p
AVLT I	1.30038	1	20	0.268
AVLT CV	0.13654	1	20	0.716
AVLT 30	2.19085	1	20	0.154
Opakování čísel	0.00659	1	20	0.936
ROCKF 30	0.17550	1	20	0.680
Stroop BS	0.50601	1	19	0.486
Stroop IF	0.39541	1	19	0.537
Symboly – kódování	0.75764	1	20	0.394
TMT A	5.61190	1	20	0.028*
TMT B	1.02080	1	20	0.324
VF F	0.24158	1	20	0.628
VF S	0.07317	1	20	0.790

Poznámka: * $p < 0,05$, F – testová statistika Levenova testu, df1 a df2 – stupně volnosti, AVLT – Paměťový test učení, AVLT I – okamžité vybavení, AVLT CV – celkový výkon, AVLT 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

Následně byla provedena kontrola homogenity rozptylů proměnných prvního a druhého vyšetření online skupiny. Kontrola neodhalila signifikantní rozdíly v rozptylu v rámci žádné proměnné (viz Tabulka 7).

7 Tabulka 7: Test homogenity rozptylů u proměnných prvního a druhého vyšetření online

	F	df1	df2	p
AVLT I	0.416	1	12	0.531
AVLT CV	0.757	1	12	0.401
AVLT 30	0.198	1	12	0.664
Opakování čísel	0.373	1	12	0.553
ROKF 30	0.163	1	12	0.694
Stroop BS	0.258	1	12	0.621

	F	df1	df2	p
Stroop IF	0.516	1	12	0.486
Symbols – kódování	0.247	1	12	0.628
TMT A	2.004	1	12	0.182
TMT B	0.241	1	12	0.633
VF F	0.285	1	12	0.603
VF S	3.139	1	12	0.102

Poznámka: F – testová statistika Levenova testu, df1 a df2 – stupně volnosti, AVL T – Paměťový test učení, AVL T I – okamžité vybavení, AVL T CV – celkový výkon, AVL T 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

Poté byly porovnány rozptyly mezi skupinami u prvního i druhého vyšetření. Ukázalo se, že se mezi skupinami významně liší rozptyly proměnné AVL T 30 z prvního vyšetření a TMT A. Rozptyly ostatních proměnných z prvního vyšetření se významně neliší (viz Tabulka 8).

8 Tabulka 8: Test homogenity rozptylů mezi skupinami v rámci proměnných prvního vyšetření

	F	df1	df2	p
AVLT I	1.365	1	16	0.260
AVLT CV	0.386	1	16	0.543
AVLT 30	6.502	1	16	0.021*
Opakování čísel	0.202	1	16	0.659
ROKF 30	0.262	1	16	0.616
Stroop BS	2.857	1	15	0.112
Stroop IF	0.275	1	15	0.608
Symbols - kódování	0.329	1	16	0.574
TMT A	5.345	1	16	0.034*
TMT B	0.691	1	16	0.418
VFF	0.193	1	16	0.666
VF S	1.065	1	16	0.317

Poznámka: * $p < 0,05$, F – testová statistika Levenova testu, df1 a df2 – stupně volnosti, AVL T – Paměťový test učení, AVL T I – okamžité vybavení, AVL T CV – celkový výkon, AVL T 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova,

IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

Při porovnání skupinových rozptylů proměnných z druhého vyšetření nebyl nalezen signifikantní rozdíl. Nesrovnalosti v předpokladech jsou zapracovány použitím neparametrických testů, které jsou použity i z důvodu malého vzorku.

7.4 Rozdíly ve výchozí kognitivní úrovni účastníků

Nejprve byly porovnány skupiny v testu MoCa pomocí Mann-Whitneyho U testu. Při srovnávání výkonu v testu MoCa mezi VR skupinou (N = 10) a online skupinou (N = 7) neprokázal Mann-Whitneyho U test žádný významný rozdíl ($U = 25,0$, $p = 0,331$, $r = 0,286$). Medián skóre v MoCa pro skupinu VR byl 28 a pro online skupinu to bylo 29.

Následně byl pomocí Mann-Whitneyho U testu zkoumán rozdíl ve výsledcích prvního vyšetření mezi skupinami ve všech testovaných proměnných: AVLTI, AVLTCV, AVLTI30, Opakování čísel, ROKF 30, Stoop BS, Stroop IF, Symboly – kódování, TMT A, TMT B, VF F, VF S. Ukázalo se, že mezi nimi není významný rozdíl (viz Tabulka 9). Tabulka 10 obsahuje deskriptivní statistiku. V této části a dále budou proměnné v tabulkách prezentovány způsobem založeným na základě testovaných kognitivních domén a hypotéz.

Ukazuje se tedy, že skupiny se nelišily v základní kognitivní úrovni změřené při prvním vyšetření, tudíž lze pokračovat ke srovnání výkonu participantů v prvním a druhém vyšetření skupin v rámci testovaných proměnných.

9 Tabulka 9: Rozdíly mezi skupinami ve výkonu v prvním vyšetření

	U	p
AVLT I	21.0	0.117
AVLT CV	33.0	0.650
AVLT 30	35.0	0.782
ROKF 30	24.5	0.221
VF F	20.0	0.102
VF S	27.0	0.319
Stroop BS	33.5	0.922
Stroop IF	29.0	0.601
TMT B	32.0	0.596
TMT A	30.0	0.479

	U	p
Symboly - kódování	33.0	0.650
Opakování čísel	29.5	0.435

Poznámka: U – testová statistika Mann-Whitneyho U testu, AVL T – Paměťový test učení, AVL T I – okamžité vybavení, AVL T CV – celkový výkon, AVL T 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonémická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

10 Tabulka 10: Deskriptivní statistika v rámci porovnání výkonu VR skupiny a online skupiny v prvním vyšetření

	Skupina	N	Průměr	Medián	SD
AVLT I	VR	11	5.18	4.00	2.18
	online	7	6.86	6.00	1.68
AVLT CV	VR	11	46.91	53.00	10.59
	online	7	42.57	45.00	18.23
AVLT 30	VR	11	8.55	11.00	4.18
	online	7	10.43	10.00	2.44
ROKF 30	VR	11	19.59	20.50	5.96
	online	7	23.71	22.00	5.87
VF F	VR	11	37.91	37.00	10.28
	online	7	47.43	46.00	11.59
VF S	VR	11	37.55	35.00	7.34
	online	7	43.14	44.00	11.04
Stroop BS	VR	10	40.40	43.50	11.56
	online	7	43.14	43.00	4.81
Stroop IF	VR	10	3.39	4.55	9.18
	online	7	7.18	5.50	5.82
TMT B	VR	11	91.61	92.18	61.25
	online	7	88.52	79.51	26.20
TMT A	VR	11	40.84	36.54	10.94
	online	7	51.51	51.28	23.72

	Skupina	N	Průměr	Medián	SD
Symboly - kódování	VR	11	66.00	68.00	11.73
	online	7	65.14	58.00	15.08
Opakování čísels	VR	11	14.55	14.00	4.37
	online	7	16.00	15.00	3.51

Poznámka: SD – směrodatná odchylka, AVL T – Paměťový test učení, AVL T I – okamžité vybavení, AVL T CV – celkový výkon, AVL T 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonémická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

7.5 Efekt kognitivního tréninku u VR skupiny

Ke srovnání výkonu participantů VR skupiny ve všech proměnných před a po tréninku byla využita Friedmanova Repeated Measures ANOVA. Signifikantní rozdíl mezi výsledky před tréninkem a po tréninku byly nalezeny u proměnných ROKF 30 a VF F. U těchto rozdílů byla zjišťována velikost efektu pomocí Kendallova W, přičemž u ROKF 30 ($W = 0,0050$) i u VF F ($W = 0,003$) ukazuje na nízkou sílu efektu. V rámci ostatních proměnných nebyl rozdíl signifikantní. Tabulka 11 prezentuje výsledky testování. Deskriptivní statistika je prezentována v Tabulce 12. Obrázek 1 znázorňuje rozdíl ve výsledcích ve fonémické verbální fluenci před a po kognitivním tréninku VR skupiny a poukazuje na přítomné odlehle hodnoty. Obrázek 2 zobrazuje rozložení výsledků participantů v komplexní figurě před a po tréninku. Po uplatnění Bonferroniho korekce pro zohlednění vícenásobných srovnání již nebyl výsledek statisticky významný u proměnné VF F a zůstává signifikantní u proměnné ROKF 30.

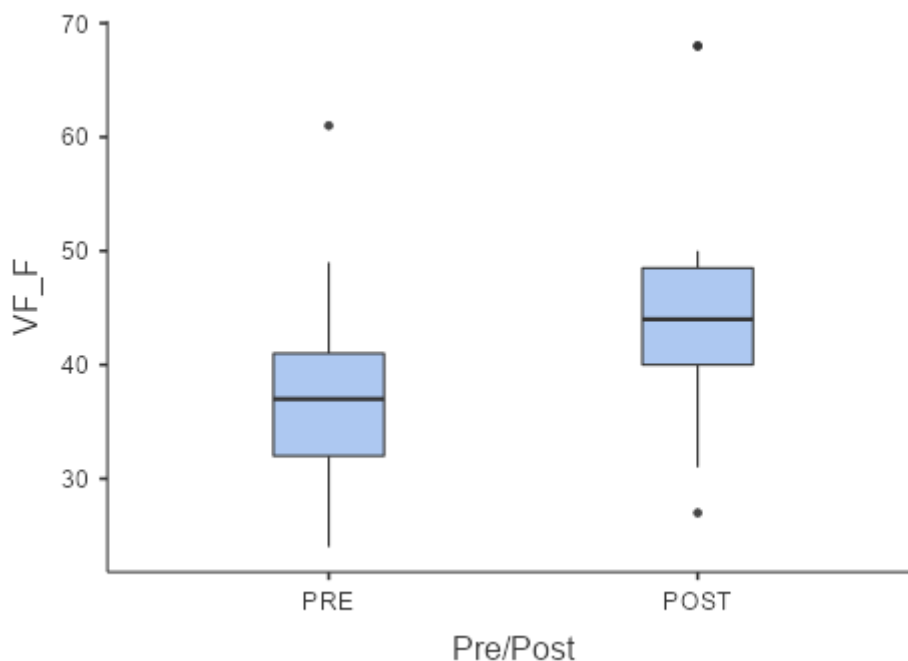
11 Tabulka 11: Souhrnná tabulka výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření VR skupiny

	χ^2	df	<i>p</i>
AVLT I	0.480	1	0.480
AVLT CV	2.78	1	0.096
AVLT 30	0.111	1	0.739
ROKF 30	10.0	1	0.002**
VF F	6.40	1	0,011*

	χ^2	df	p
VF S	0,400	1	0,527
Stroop BS	0.111	1	0.739
Stroop IF	0,111	1	0.739
TMT B	0.00	1	1.000
TMT A	0.400	1	0.527
Symboly - kódování	1.60	1	0.206
Opakování čísel	0.143	1	0.705

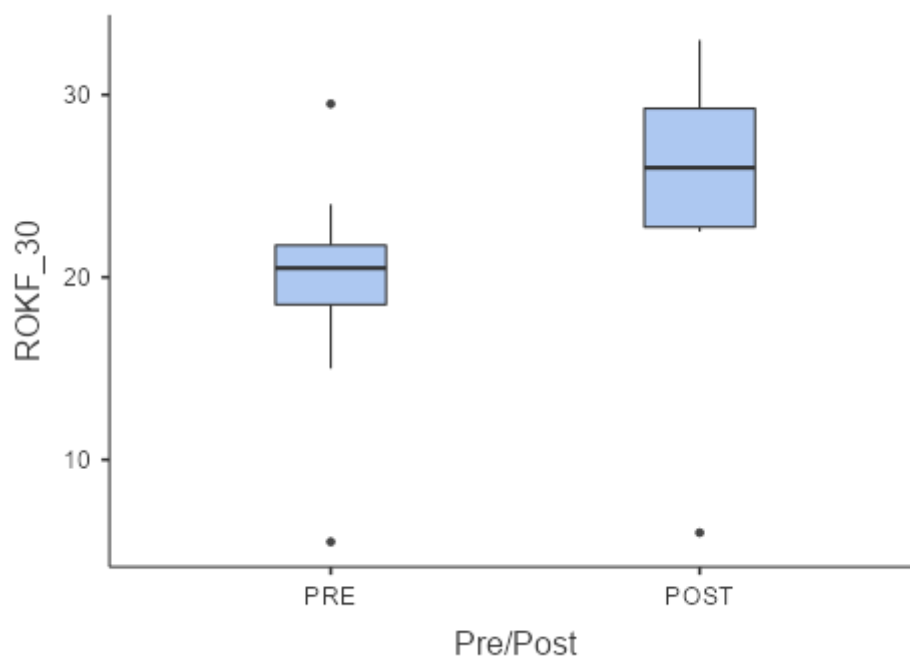
Poznámka: * $p < 0,05$, ** $p < 0,005$, χ^2 – chí kvadrát, df – stupně volnosti, AVLT – Paměťový test učení, AVLT I – okamžité vybavení, AVLT CV – celkový výkon, AVLT 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

Obrázek 1 Graf Box-plot zobrazující rozložení výsledků testu fonémické verbální fluence testované před a po tréninku u VR skupiny



Poznámka: VF_F – Výsledek v testu fonémické verbální fluence, PRE – výsledky před tréninkem, POST – výsledky po tréninku.

Obrázek 2 Graf Box-plot zobrazující rozložení výsledků v oddáleném vybavení komplexní figury před a po tréninku u VR skupiny



Poznámka: ROKF_30 – Výsledek v oddáleném vybavení komplexní figury, PRE – výsledky před tréninkem, POST – výsledky po tréninku.

12 Tabulka 12: Deskriptivní statistika výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření VR skupiny

	N	Průměr pre	Průměr post	Medián pre	Medián post	SD pre	SD post
AVLT I	10	5.3	5.6	5	6	2.26	1.71
AVLT CV	10	48.5	47.0	53	52	9.68	10.5
AVLT 30	10	9.2	9.5	11	10	3.77	2.72
ROKF 30	10	21	26.9	20.5	26.3	3.9	3.67
VF F	10	39.3	47.8	37	45	9.68	11.9
VF S	10	38.4	39.2	36	41	7.14	6.99
Stroop BS	9	43.4	41.7	45	44	6.78	6.8
Stroop IF	9	5.99	4.91	5.24	5.10	4.37	5.59
TMT B	10	75.3	70.6	86.5	62.9	30.1	18.0
TMT A	10	39.5	41.4	36.4	34.7	10.6	16.1
Symboly - kódování	10	68.3	71.6	69	68	9.39	11.2

	N	Průměr pre	Průměr post	Medián pre	Medián post	SD pre	SD post
Opakování čísel	10	14.7	14.8	14.5	14.5	4.57	3.82

Poznámka: pre – před tréninkem, post – po tréninku, SD – směrodatná odchylka, AVLT – Paměťový test učení, AVLT I – okamžité vybavení, AVLT CV – celkový výkon, AVLT 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonémická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

7.6 Efekt kognitivního tréninku u online skupiny

Při srovnání výsledků před a po kognitivním tréninku online skupiny byl nalezen signifikantní rozdíl u proměnné VF F. U ostatních proměnných nebyl signifikantní rozdíl mezi vstupním a závěrečným výsledkem zaznamenán (viz Tabulka 13). Obrázek 3 zobrazuje rozložení hodnot výsledků před tréninkem a po tréninku. Tabulka 14 znázorňuje deskriptivní statistiku. Po uplatnění Bonferroniho korekce pro zohlednění vícenásobných srovnání již nebyl výsledek statisticky významný.

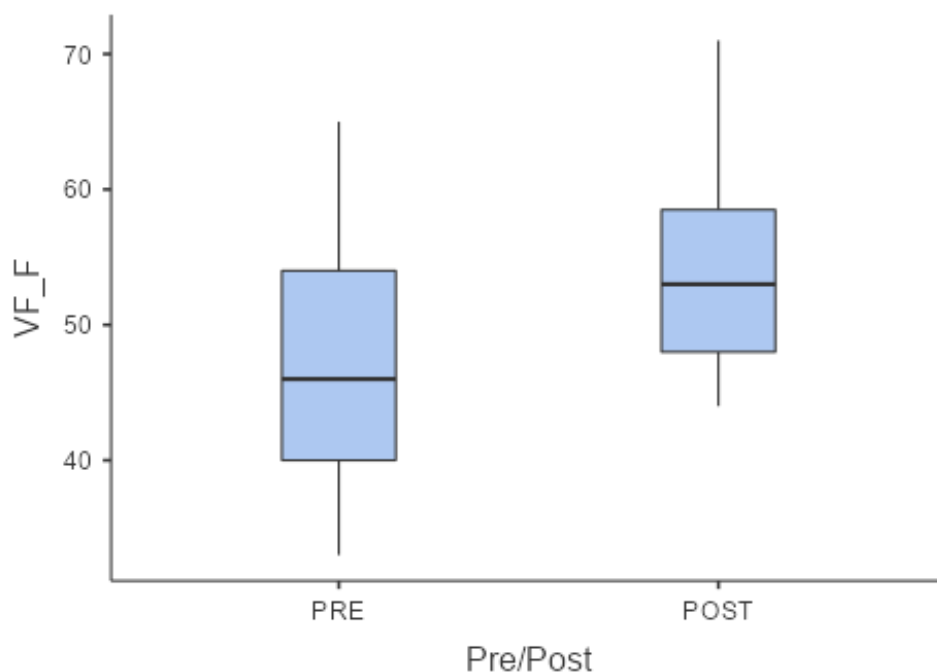
13 Tabulka 13 Souhrnná tabulka výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření online skupiny

	χ^2	df	p
AVLT I	0.200	1	0.655
AVLT CV	1.29	1	0.257
AVLT 30	0.00	1	1.000
ROKF 30	3.57	1	0.059
VF F	7.00	1	0,008*
VF S	0.143	1	0.705
Stroop BS	0.667	1	0.414
Stroop IF	0,143	1	0.705
TMT B	3.57	1	0.059
TMT A	0.143	1	0.705
Symbole - kódování	0.143	1	0.705
Opakování čísel	0.200	1	0.655

Poznámka: * $p < 0,05$, χ^2 – chí kvadrát, df – stupně volnosti, AVLT – Paměťový test učení, AVLT I – okamžité vybavení, AVLT CV – celkový výkon, AVLT 30 – oddálené vybavení,

ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonemická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

Obrázek 3: Graf Box-plot zobrazující rozložení výsledků fonemické verbální fluence testované před a po tréninku u online skupiny



Poznámka: VF_F – Výsledek v testu fonemické verbální fluence, PRE – výsledky před tréninkem, POST – výsledky po tréninku.

14 Tabulka Tabulka 14: Deskriptivní statistika výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření online skupiny

	N	Průměr pre	Průměr post	Medián pre	Medián post	SD pre	SD post
AVLT I	10	6.86	6.86	6	7	1.68	1.95
AVLT CV	10	50.3	51.3	50	50	9.52	9.76
AVLT 30	10	10.4	10.7	10	11	2.44	2.81
ROKF 30	10	23.7	26	22	27	5.87	6.56
VF F	10	47.54	54.4	46	53	11.6	9.27
VF S	10	43.1	44	44	44	11.0	4.76
Stroop BS	9	43.1	43.9	43	45	4.81	7.31

	N	Průměr pre	Průměr post	Medián pre	Medián post	SD pre	SD post
Stroop IF	9	7.18	7.2	5.5	8.6	5.82	8.93
TMT B	10	88.5	82.2	79.5	67.8	26.2	43.4
TMT A	10	51.5	38.8	51.3	34.8	23.7	15.7
Symboly - kódování	10	65.1	64.7	58	59	15.1	11.6
Opakování čísels	10	16	17.7	15	18	3.51	3.77

Poznámka: pre – před tréninkem, post – po tréninku, SD – směrodatná odchylka, AVL T – Paměťový test učení, AVL T I – okamžité vybavení, AVL T CV – celkový výkon, AVL T 30 – oddálené vybavení, ROKF – Rey-Osteriethova komplexní figura, BS – subtest Barevná slova, IF – Interferenční faktor, TMT A – Test cesty část A, TMT B – Test cesty část B, VF F – fonémická verbální fluence, VF S – sémantická verbální fluence.

7.7 Srovnání efektu kognitivního tréninku ve VR a online kognitivního tréninku v testu fonemické verbální fluence

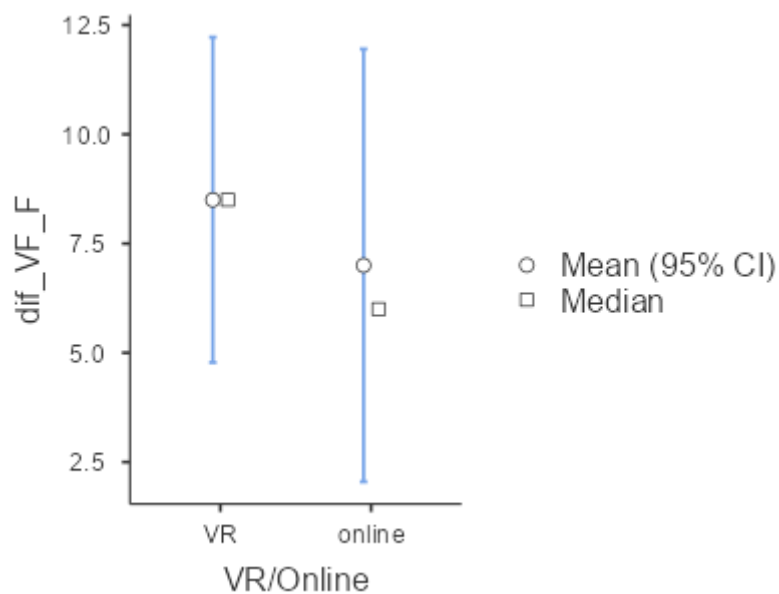
Po aplikaci Bonferroniho korekce na analýzy účinky tréninku s VR a online tréninku se původně významný výsledek v oblasti fonemické verbální fluence stal nevýznamným. Nicméně je důležité porovnat skupiny, aby bylo možné posoudit potenciální rozdíly v jejich účincích na fonémickou verbální fluenci. Nejprve byl vypočítán rozdíl ve výkonu po tréninku a před tréninkem u obou skupin, což sloužilo jako proměnná. V rámci této proměnné byly provedeny testy normality a homogenity pomocí Shapiro-Wilkova testu normality a Levenova testu shodnosti rozptylů pro kontrolu základních předpokladů. VR skupina v rámci testu dosáhla W statistiky 0,985 ($p = 0,986$), což ukazuje, že data jsou normálně distribuována. Podobně pro skupinu Online ($n = 7$) poukázal test prostřednictvím testové statistiky W 0,870 ($p = 0,187$) na pravděpodobné normální distribuci. Levenův test potvrdil předpoklad homogenity rozptylů ($F = 0,00739$, $p = 0,933$). Srovnání rozdílů bylo provedeno pomocí Mann-Whitneyho U testu. Výsledky neukázaly žádný významný rozdíl mezi skupinami ($U = 27$, $p = 0,463$). To naznačuje, že není dostatek důkazů o tom, že se efekt tréninků liší. Tabulka 15 prezentuje deskriptivní statistiku. Obrázek 3 ilustruje rozložení hodnot.

15 Tabulka 15: Deskriptivní statistika proměnné vyjadřující rozdíl mezi výsledky po tréninku a před tréninkem

	Skupina	N	Průměr	Medián	SD
Rozdíl	VR	10	8.50	8.50	6.00
	online	7	7.00	6.00	6.68

Poznámka: Rozdíl – rozdíl mezi výsledky před a po tréninku, SD – směrodatná odchylka.

Obrázek 4 Graf mapující rozložení hodnot jednotlivých rozdílů mezi výsledky v testu fonemické verbální fluence odděleně u VR skupiny a online skupiny



Poznámka: dif_VF_F – rozdíl výsledku testování fonemické verbální fluence po tréninku a před tréninkem, VR – VR skupina, online – online skupina, Mean (95% CI) – průměr (95% interval spolehlivosti), Median – medián.

8. Diskuse

Výzkum této práce porovnával výkon zdravých seniorů před a po kognitivním tréninku s využitím virtuální reality a zároveň srovnával přístup využívající virtuální realitu s přístupem bez VR. Významné rozdíly mezi vyšetřeními před tréninkem s VR a po něm byly nalezeny ve dvou proměnných souvisejících s neverbální dlouhodobou pamětí a fonémickou verbální fluencí s nízkou velikostí efektu. U ostatních proměnných nebyly pozorovány žádné významné rozdíly. U druhé skupiny byla po online tréninku bez využití virtuální reality zaznamenána významná zlepšení ve fonémické verbální fluenci, zatímco ostatní proměnné nevykazovaly žádné významné změny. Srovnání mezi skupinami pomocí Mann-Whitney U testu neukázalo žádný významný rozdíl, což naznačuje, že účinek tréninků s virtuální realitou a bez virtuální reality se významně neliší. Vlivem Bonferroniho korekce byla požadovaná hladina signifikance zpřísněna. Na základě této korekce nejsou posuny ve většině považovány za významné. Posun v oblasti dlouhodobé neverbální paměti v testu komplexní figury u VR skupiny zůstává významný, ale má však nízkou velikost efektu. Formulované alternativní hypotézy koncentrované na kognitivní domény (H1-H5A, H1-H5B) tudíž nemohly být přijaty.

Tyto výsledky nejsou v souladu s dosavadní literaturou. Gamito a kolegové (2020) zaznamenali efekt tréninku s VR u stejně charakterizované skupiny (zdraví seniori) v globální kognici, exekutivních funkcích a pozornosti. Zároveň došlo k porovnání VR tréninku s tréninkem na počítači a VR trénink měl lepší výsledky v některých proměnných se střední i vyšší velikostí efektu. Je však třeba podotknout, že studie analyzovala dohromady 43 účastníků, zatímco tento výzkum po vyřazení pracoval pouze se vzorkem 17 účastníků. Překvapivé je trvání tréninku v tomto případě, jelikož autoři referují o šesti týdnech tréninku s trénováním ve VR 30 minut dvakrát týdně, což v porovnání s osmi týdny a 90-120 minutami týdně v rámci tohoto tréninku je méně intenzivní a kratší přístup. Rozdílné jsou také použité metody zjišťování kognitivní úrovně, přičemž metody, které autoři použili, nebyly v tomto výzkumu testovány, například D2 test pro zjištění pozornosti nebo opětovné zjišťování globální kognice pomocí MoCa. Jedná se tedy o další aspekt ke zvážení.

Maeng a kolegové (2021) také použili své virtuální město jako hlavní trénovací nástroj a dosáhli u zdravých seniorů zlepšení v několika neuropsychologických proměnných včetně paměťových testů a Testu cesty verze A. Je třeba zmínit, že Test cesty může podléhat efektu nácviku. Vzorek byl srovnatelnější s tímto výzkumem, ačkoliv také větší ($n = 25$). Trvání tréninku však bylo překvapivě ještě kratší než v předchozí studii. Trénink trval 4 týdny. Zdá se, že efektivita kognitivního tréninku do jisté míry nezáleží na délce intervence. Autoři použili

pouze tréninkový program virtuálního města, kde se soustředili na paměť, pozornost a exekutivní funkce, což naznačuje, že trénink nemusí obsahovat další doplňkové aktivity jako výzkum této práce, aby dosáhl efektu. Maeng a kolegové (2021) také nezmiňují další korekce s ohledem na počet srovnání, tudíž není jasné, zda by dosáhli podobných výsledků v případě aplikaci tohoto přístupu.

Huang a kolegové (2020) se zaměřili specificky na exekutivní funkce, což byla jedna z trénovaných a testovaných funkcí v rámci výzkumu této práce. Intervence byla stejně jako předešlé kratší, přičemž trvala pouze 4 týdny a dosáhla signifikantních zlepšení v oblasti exekutivních funkcí dle očekávání. Ani tato studie nereportuje použití dalších forem tréninku, trénování strategií a tak podobně. Vzorek je však srovnatelný s tímto výzkumem, vzhledem k tomu, že pracovali se skupinou 15 seniorů. Szepocky a kolegové (2024) naopak v rámci výrazně většího vzorku 72 participantů náhodně rozdělených do experimentální a kontrolní skupiny prováděli trénink kognice pomocí virtuální reality po dobu 12 týdnů (12 minut alespoň třikrát týdně) a zaznamenali zlepšení v oblasti pozornosti ve srovnání s kontrolní skupinou. Tato aktivita také nebyla doplněna o další stimulaci, šlo pouze o trénování ve virtuální realitě, což je další vodítko nabádající k intenzivnějšímu využití virtuální reality ne jako jedné z částí programu kognitivního tréninku, ale jako primární náplně.

V případě tohoto výzkumu zaplnil trénink virtuální reality přesně polovinu času tréninku, což může být nedostatečné. Je otázkou, jakou roli hraje edukace o kognitivních funkcích a dalších spřízněných tématech. Participantů tohoto výzkumu při teoretických částech tréninku subjektivně vyjadřovali zájem a zaujetí, ale není jasné, jestli má tato forma stimulace význam ve zlepšení kognitivní úrovně. Tento výzkum edukaci také doplňoval o trénování tužka – papír. Kombinace VR tréninku, edukace a metod tužka – papír může být potenciálně nevhodná pro nedostatečnou intenzitu. Významné by mělo být využití strategií (Mowszowski et al, 2016). V rámci tohoto výzkumu si participantů trénovali několik strategií, například kategorizaci, strategii využívající příběh v zapamatování položek, loci a další. Zároveň byly strategie trénovány i v prostředí virtuální reality. Vzhledem ke zmíněné literatuře je možné, že v případě kognitivního tréninku s virtuální realitou je vhodnější se zaměřit na méně aktivit, aby dosáhly dostatečné intenzity a měly posilující vliv.

Literatury, která by se soustředila na kognitivní trénink ve VR u specifické skupiny zdravých seniorů není dostatek. Dosavadní zjištění ve srovnání s touto prací však naznačují, že délka intervence není v tomto případě důležitým faktorem. Významná by mohla být již zmíněná

velikost vzorku, která mohla limitovat možnost detekovat signifikantní rozdíly. S malým vzorkem zdravých seniorů mohlo být obtížné zaznamenat drobné změny a rozdíly před a po tréninku. Zároveň je nejasné, zda je vhodné kognitivní trénink ve VR kombinovat s dalšími aktivitami.

Je také otázkou, zda má přístup přísně vyřazující zdravé seniory potenciál dosáhnout lepších výsledků. Nabízí se možnost trénink aplikovat spíše u seniorů s MKP, což mělo doposud slibné výsledky a senioři s tímto typem oslabení nemají potíže s intenzitou zážitku ve virtuální realitě (Jahn et al., 2021c; Liao et al., 2020; Yun et al., 2020). Musí být také zmíněn případný vliv kognitivních testů, které byly použity.

Testy, kde byly zaznamenány změny (avšak některé podlely Bonferroniho korekci) jsou zatíženy nejasnou srovnatelností s použitými retestovými verzemi. Participanti lépe skórovali v Taylorově komplexní figuře (po tréninku) a ve verbální fluenci s písmeny NKP (po tréninku). Obě tyto metody jsou dle dosavadního zkoumání jednodušší a participanti v nich celkově dosahují lepších výsledků (Paštrnák et al., 2018). Tento fakt mohl významně ovlivnit výsledky. Vzhledem ke zmíněným studiím by bylo vhodné příště před a po tréninku mapovat také globální kognici, jelikož se jedná o často využívaný přístup u této skupiny a u skupin s různou mírou kognitivního oslabení.

Ačkoliv již zmíněná délka tréninku nejspíše závažný vliv na efektivitu intervence nemá, je možné, že dosavadní literatura pracuje s vyšší efektivitou tréninku využívajícího virtuální realitu. Zmíněné studie často nevyužívají dalších aktivit a trénink je sice kratší, ale senioři mají možnost ve virtuální realitě trénovat například dvakrát týdně po dobu 30 minut, což souvisí s dalším důležitým aspektem. Kognitivní tréninky v rámci tohoto výzkumu probíhaly skupinově včetně trénování pomocí virtuální reality a účastníci běžně ve virtuální realitě nestrávili 30 minut. Nabízí se proto otázka, zda by bylo vhodné trénink organizovat skupinově v rámci některých aktivit, ale trénink ve VR by měl být individuální s dostatečným prostorem pro každého účastníka. Inspirativní také bylo využití virtuální reality vícekrát týdně v rámci některých studií, což mohlo intervenci značně zefektivnit. Ačkoliv se v tomto výzkumu také jednalo o zdravé seniory, týdenní odstup mezi tréninky ve VR měl za následek občasnou nutnost připomínat participantům ovládání a podobně, což mohlo efektivitu snižovat.

Hlavními limitacemi tohoto výzkumu je tedy již zmíněný malý výzkumný vzorek, který mohl omezit možnosti zkoumání. Je třeba zmínit i absenci randomizace přidělení do skupin, což by potenciálně mohlo vytvořit nějakou formu zkreslení. Nebyla přítomna ani forma

zaslepení. Výzkum pracoval s vysokým počtem proměnných, což mělo za následek velmi přísnou hranici signifikance. Dalším limitem je již zmíněné použití retestových forem testů, které nejspíše nejsou stejně obtížné jako původní formy. Posledním limitem je potenciálně výběr zdravé stárnoucí populace, kde efekt kognitivního tréninku může být omezený.

Ačkoliv nebylo pozorováno významné zlepšení nebo významný rozdíl mezi VR skupinou a online skupinou, výzkum poskytuje explorační evidenci, která může dál posunout toto mladé odvětví výzkumu kognitivního tréninku ve VR. Tato evidence slouží jako námět k dalším zkoumání v rámci robustnějších vzorků. Tento výzkum také nepřímo reportuje vysokou míru spolupráce participantů v rámci prezentovaných protokolů tréninku, vzhledem k zapojení participantů celých 8 týdnů. Přestože nebyl pozorován efekt, předností tohoto výzkumu je využití multi-doménového přístupu ve zjišťování kognitivní úrovně, což sice vedlo ke korekci, ale také širšímu zmapování. Zjištění pro ostatní badatele zdůrazňují potřebu větších vzorků u této specifické populace. Jako silnou stránku tohoto výzkumu je třeba zmínit přítomnost kontrolní skupiny. Nakonec nelze opomenout fakt, že se tento výzkum zaměřil na testování nových nástrojů ať už počítačového tréninkového programu, tak samozřejmě Virtuálního města, které mohou v budoucnu sloužit jako další alternativy ke klasickým přístupům. Výzkum by bylo vhodné rozšířit, ať už o již zmíněné nedostatky, aby použití jeho výstupu bylo podepřeno nosnými zjištěními.

Budoucí výzkum by měl kromě sledování efektivity tréninku s virtuální realitou na dostatečných vzorcích s aspekty randomizace a zaslepení zmapovat i další specifika tohoto typu kognitivního tréninku. V případě zaznamenání efektu je nezbytné provést dlouhodobé sledování za účelem posouzení udržitelnosti zlepšení výkonu v rámci kognitivních funkcí. Krátkodobá zlepšení se nemusí bez kontinuálních opakovaných intervencí udržet, ačkoliv je to cílem jakékoliv podobné aktivity.

Klíčové je také zkoumat již zmíněný vliv délky, frekvence a intenzity kognitivního tréninku ve VR. V rámci tohoto výzkumu byla setkání pořádána dvakrát týdně po dobu osmi týdnů, což je v porovnání s ostatní zmíněnou literaturou více, přesto neměl ideální výsledky. Intenzitou je myšleno, jak participanté využívají čas tréninku – zda intenzivně trénují nebo je trénink prokládán dalšími aktivitami, s čímž souvisí zmíněná volba mezi individuálním a skupinovým tréninkem s VR, což je další vhodná oblast k prozkoumání. Budoucí výzkum by se měl soustředit na vytvoření protokolů s ověřenou účinností, které by specifikovaly všechny zmíněné aspekty trénování a umožňovaly uplatnění v různých prostředích nejen u zdravých seniorů, ale

také například u různé míry oslabení kognitivních funkcí. Kromě toho by budoucí studie měly zvážit zahrnutí širšího spektra kognitivních hodnocení k zachycení mnohostranné povahy kognitivního fungování. Například zahrnutí měřítek globální kognice, jako je Montreal Cognitive Assessment, spolu s testy specifickými pro doménu, může poskytnout komplexnější pochopení dopadu tréninku VR.

9. Závěr

Tato práce zkoumala efektivitu kognitivního tréninku s využitím virtuální reality v rámci zdravé stárnoucí populace. V teoretické části byla shrnuta zjištění vyplývající z literatury nedávných let. Nejprve byly stručně popsány kognitivní změny, které s sebou přináší stárnutí a následně byl popsán význam neuroplasticity. Poté již byl představen koncept kognitivního tréninku včetně jeho úskalí a různých typů. Následně byla představena virtuální realita a její vlastnosti a nakonec byl popsán dosavadně pozorovaný efekt kognitivního tréninku na různé úrovně kognitivního oslabení seniorů s důrazem na zdravé seniory, seniory s mírnou kognitivní poruchou a seniory s demencí.

Práce si kladla dva hlavní cíle: zjistit efektivitu kognitivního tréninku s virtuální realitou prostřednictvím srovnání kognitivního výkonu zdravých seniorů před tréninkem a po něm a porovnat potenciální efektivitu kognitivního tréninku s virtuální realitou s efektivitou kognitivního tréninku bez virtuální reality prostřednictvím porovnání rozdílů mezi naměřenými kognitivními výkony po tréninku a před ním.

V rámci prvního cíle byl zjištěn rozdíl mezi výkonem participantů kognitivního tréninku s VR před tréninkem a po něm v testu zaměřeném na dlouhodobou neverbální paměť, avšak síla efektu byla velmi nízká. U ostatních proměnných efekt nalezen nebyl. Stejně tak nebyl nalezen rozdíl mezi skupinami s VR tréninkem a tréninkem bez VR. Cíle tím pádem byly tímto způsobem naplněny. Je třeba zmínit, že je práce limitována nedostatečně velkým vzorkem a dalšími aspekty zmíněnými v Diskusi.

Dané poznatky mohou sloužit jako doporučení pro další zkoumání efektivity zapojení virtuální reality do kognitivního tréninku. Zdůrazňuje některé významné aspekty tohoto typu zkoumání jako je již zmíněná potřeba většího vzorku, ale také časovou náročnost podobného šetření a její význam v efektivitě tréninku.

Především však tento výzkum přináší další vhled do využití nových tréninkových nástrojů využívajících moderní technologie. Práce poukazuje na možná úskalí, ale zároveň referuje o reálném provedení tréninku, jež virtuální realitu využívá. Přispívá k dnes mírně limitované literatuře zaměřené na kognitivní trénink s virtuální realitou u zdravé stárnoucí populace.

Reference

- Agrawal, S., Simon, A., Bech, S., Bærentsen, K., & Forchhammer, S. (2019). Defining Immersion: Literature Review and Implications for Research on Immersive Audiovisual Experiences. *Journal of Audio Engineering Society*, 68(6), 404–417. <https://doi.org/10.17743/JAES.2020.0039>
- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). Author.
- Algül, A., Yengin, D., Karadag, G. H., Övür, A., & Bayrak, T. (2018). Cybersickness. *Digital Diseases*, 1–6. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_252-1
- Alves, J., Magalhães, R., Thomas, R. E., Gonçalves, Ó. F., Petrosyan, A., & Sampaio, A. (2013). Is there evidence for cognitive intervention in alzheimer disease? A systematic review of efficacy, feasibility, and cost-effectiveness. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 27(3), 195–203. <https://doi.org/10.1097/WAD.0B013E31827BDA55>
- Andtfolk, M., Nyholm, L., Eide, H., & Fagerström, L. (2022). Humanoid robots in the care of older persons: A scoping review. *Assistive Technology*, 34(5), 518–526. <https://doi.org/10.1080/10400435.2021.1880493>
- Aniwattanapong, D. (2021). Effects of cognitive rehabilitation training in elderly with mild cognitive impairment a randomized controlled trial. *European Psychiatry*, 64(S1), S424–S424. <https://doi.org/10.1192/J.EURPSY.2021.1131>
- Ba, H. M., & Kim, J. (2022). The Effects of Combined Physical and Cognitive Interventions on Direct and Indirect Fall Outcomes for the Elderly with Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Healthcare (Switzerland)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE10050862/S1>
- Bauer, A. C. M., & Andringa, G. (2020). The Potential of Immersive Virtual Reality for Cognitive Training in Elderly. *Gerontology*, 66(6), 614–623. <https://doi.org/10.1159/000509830>
- Belchior, P., Yam, A., Thomas, K. R., Bavelier, D., Ball, K. K., Mann, W. C., & Marsiske, M. (2019). Computer and Videogame Interventions for Older Adults' Cognitive and Everyday Functioning. *Games for Health Journal*, 8(2), 129–143. <https://doi.org/10.1089/G4H.2017.0092>

- Biel, D., Steiger, T. K., Volkmann, T., Jochems, N., & Bunzeck, N. (2020). The gains of a 4-week cognitive training are not modulated by novelty. *Human Brain Mapping, 41*(10), 2596–2610. <https://doi.org/10.1002/HBM.24965>
- Bogdanova, Y., Yee, M. K., Ho, V. T., & Cicerone, K. D. (2016). Computerized cognitive rehabilitation of attention and executive function in acquired brain injury: A systematic review. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 31*(6), 419–433. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000203>
- Bonnechère, B., Langley, C., & Sahakian, B. J. (2020). The use of commercial computerised cognitive games in older adults: a meta-analysis. *Scientific Reports, 10*(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-020-72281-3>
- Borella, E., Carbone, E., Pastore, M., De Beni, R., & Carretti, B. (2017). Working memory training for healthy older adults: The role of individual characteristics in explaining short- and long-term gains. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*, 237791. <https://doi.org/10.3389/FNHUM.2017.00099/BIBTEX>
- Boujut, A., Verty, L. V., Maltezos, S., Lussier, M., Mellah, S., Bherer, L., & Belleville, S. (2020). Effects of Computerized Updating and Inhibition Training in Older Adults: The ACTOP Three-Arm Randomized Double-Blind Controlled Trial. *Frontiers in Neurology, 11*. <https://doi.org/10.3389/FNEUR.2020.606873>
- Bozoki, A., Radovanovic, M., Winn, B., Heeter, C., & Anthony, J. C. (2013). Effects of a computer-based cognitive exercise program on age-related cognitive decline. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 57*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.ARCHGER.2013.02.009>
- Bruderer-Hofstetter, M., Rausch-Osthoff, A. K., Meichtry, A., Münzer, T., & Niedermann, K. (2018). Effective multicomponent interventions in comparison to active control and no interventions on physical capacity, cognitive function and instrumental activities of daily living in elderly people with and without mild impaired cognition – A systematic review and network meta-analysis. *Ageing Research Reviews, 45*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.ARR.2018.04.002>
- Chandrasiri, A., Collett, J., Fassbender, E., & De Foe, A. (2020). A virtual reality approach to mindfulness skills training. *Virtual Reality, 24*(1), 143–149. <https://doi.org/10.1007/S10055-019-00380-2>

- Chuang, I. C., Chen, I. C., Su, K. H., Wu, Y. R., & Wu, C. Y. (2023). The effects of high versus low frequency of combined physical and cognitive training on cognitive function in older adults with cognitive decline: a quasi-experimental study. *BMC Geriatrics*, *23*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S12877-023-03802-8/TABLES/2>
- Clus, D., Larsen, M. E., Lemey, C., & Berrouiguet, S. (2018). The use of virtual reality in patients with eating disorders: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, *20*(4), e7898. <https://doi.org/10.2196/jmir.7898>
- Cohen, R. A., Marsiske, M. M., & Smith, G. E. (2019). Neuropsychology of aging. *Handbook of Clinical Neurology*, *167*, 149–180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804766-8.00010-8>
- Colzato, L. S., & Hommel, B. (2016). The future of cognitive training. *Cognitive Training: An Overview of Features and Applications*, 201–211. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42662-4_19
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the CAVE. *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1993*, 135–142. <https://doi.org/10.1145/166117.166134>
- Cujzek, M., & Vranic, A. (2017). Computerized tabletop games as a form of a video game training for old-old. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *24*(6), 631–648. <https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1246649>
- Drazich, B. F., McPherson, R., Gorman, E. F., Chan, T., Teleb, J., Galik, E., & Resnick, B. (2023). In too deep? A systematic literature review of fully-immersive virtual reality and cybersickness among older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *71*(12), 3906–3915. <https://doi.org/10.1111/JGS.18553>
- Eikelboom, W. S., Bertens, D., & Kessels, R. P. C. (2020). Cognitive Rehabilitation in Normal Aging and Individuals with Subjective Cognitive Decline. *Cognitive Rehabilitation and Neuroimaging: Examining the Evidence from Brain to Behavior*, 37–67. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48382-1_3
- Elektronický kognitivní trénink*. (2021). Dostupné 22. červen 2024, z <https://trekog.cz/>

- Fajnerová, I., Hejtmánek, L., Nekovářová, T., & Plechatá, A. (2022). Virtuální město pro kognitivní trénink v ekologicky validním prostředí. *Psychiatrie*, 26(3), 98-104.
- Feng, W., Li, C., Chen, Y., Cheng, Y., & Wu, W. (2014). Five-year follow-up study of multi-domain cognitive training for healthy elderly community members. *Shanghai Archives of Psychiatry*. <https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1002-0829.2014.01.005>
- Fitapelli, B., & Lindenmayer, J. P. (2022). Advances in Cognitive Remediation Training in Schizophrenia: A Review. *Brain Sciences* 2022, Vol. 12, Page 129, 12(2), 129. <https://doi.org/10.3390/BRAINSCI12020129>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189–198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Gamito, P., Oliveira, J., Alves, C., Santos, N., Coelho, C., & Brito, R. (2020). Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation to Improve Cognitive Functioning in Community Elderly: A Controlled Study. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 23(3), 150–156. <https://doi.org/10.1089/CYBER.2019.0271>
- Gates, N. J., Vernooij, R. W. M., Nisio, M. Di, Karim, S., March, E., Martínez, G., & Rutjes, A. W. S. (2019). Computerised cognitive training for preventing dementia in people with mild cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012279.PUB2>
- Ghavidel, F., Fadardi, J. S., Gatto, N. M., Sedaghat, F., & Tabibi, Z. (2020). Feasibility of using a computer-assisted working memory training program for healthy older women. *Cognitive Processing*, 21(3), 383–390. <https://doi.org/10.1007/S10339-020-00975-7/METRICS>
- Gigante, M. A. (1993). Virtual Reality: Definitions, History and Applications. *Virtual Reality Systems*, 3–14. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-227748-1.50009-3>
- Giuli, C., Papa, R., Lattanzio, F., & Postacchini, D. (2016). The Effects of Cognitive Training for Elderly: Results from My Mind Project. *Rejuvenation Research*, 19(6), 485–494. <https://doi.org/10.1089/REJ.2015.1791>

- Gobet, F., & Sala, G. (2022). Cognitive Training: A Field in Search of a Phenomenon. *Https://Doi.Org/10.1177/17456916221091830*, 18(1), 125–141. <https://doi.org/10.1177/17456916221091830>
- Gorbach, T., Pudas, S., Lundquist, A., Orädd, G., Josefsson, M., Salami, A., de Luna, X., & Nyberg, L. (2017). Longitudinal association between hippocampus atrophy and episodic-memory decline. *Neurobiology of Aging*, 51, 167–176. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROBIOLAGING.2016.12.002>
- Groth-Marnat, G., & Baker, S. (2003). Digit Span as a measure of everyday attention: a study of ecological validity. *Perceptual and Motor Skills*, 97(3 Pt 2), 1209–1218. <https://doi.org/10.2466/PMS.2003.97.3F.1209>
- Groth-Marnat, G. (Ed.). (2000). *Neuropsychological assessment in clinical practice: A guide to test interpretation and integration*. John Wiley & Sons, Inc.
- Harvey, P. D., McGurk, S. R., Mahncke, H., & Wykes, T. (2018). Controversies in Computerized Cognitive Training. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3(11), 907–915. <https://doi.org/10.1016/J.BPSC.2018.06.008>
- Hill, N. T. M., Mowszowski, L., Naismith, S. L., Chadwick, V. L., Valenzuela, M., & Lampit, A. (2017). Computerized cognitive training in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, 174(4), 329–340. <https://doi.org/10.1176/APPI.AJP.2016.16030360>
- Horigome, T., Kurokawa, S., Sawada, K., Kudo, S., Shiga, K., Mimura, M., & Kishimoto, T. (2020). Virtual reality exposure therapy for social anxiety disorder: a systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 50(15), 2487–2497. <https://doi.org/10.1017/S0033291720003785>
- Huang, K. T. (2020). Exergaming Executive Functions: An Immersive Virtual Reality-Based Cognitive Training for Adults Aged 50 and Older. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(3), 143–149. https://doi.org/10.1089/CYBER.2019.0269/ASSET/IMAGES/CYBER.2019.0269_FIGURE2.JPG
- Huckans, M., Hutson, L., Twamley, E., Jak, A., Kaye, J., & Storzbach, D. (2013). Efficacy of cognitive rehabilitation therapies for mild cognitive impairment (MCI) in older adults:

- Working toward a theoretical model and evidence-based interventions. *Neuropsychology Review*, 23(1), 63–80. <https://doi.org/10.1007/S11065-013-9230-9>
- Huygelier, H., Schraepen, B., van Ee, R., Vanden Abeele, V., & Gillebert, C. R. (2019). Acceptance of immersive head-mounted virtual reality in older adults. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-019-41200-6>
- Hwang, H. F., Chen, C. Y., Wei, L., Chen, S. J., Yu, W. Y., & Lin, M. R. (2020). Effects of Computerized Cognitive Training and Tai Chi on Cognitive Performance in Older Adults With Traumatic Brain Injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 35(3), 187–197. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000533>
- Hynes, S. M. (2016). Internet, home-based cognitive and strategy training with older adults: a study to assess gains to daily life. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(5), 1003–1008. <https://doi.org/10.1007/S40520-015-0496-Z>
- Jahn, F. S., Skovbye, M., Obenhausen, K., Jespersen, A. E., & Miskowiak, K. W. (2021a). Cognitive training with fully immersive virtual reality in patients with neurological and psychiatric disorders: A systematic review of randomized controlled trials. *Psychiatry Research*, 300, 113928. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2021.113928>
- Jahn, F. S., Skovbye, M., Obenhausen, K., Jespersen, A. E., & Miskowiak, K. W. (2021b). Cognitive training with fully immersive virtual reality in patients with neurological and psychiatric disorders: A systematic review of randomized controlled trials. *Psychiatry Research*, 300, 113928. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2021.113928>
- Jahn, F. S., Skovbye, M., Obenhausen, K., Jespersen, A. E., & Miskowiak, K. W. (2021c). Cognitive training with fully immersive virtual reality in patients with neurological and psychiatric disorders: A systematic review of randomized controlled trials. *Psychiatry Research*, 300, 113928. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2021.113928>
- The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Jang, H., Yeo, M., Cho, J., Kim, S., Chin, J., Kim, H. J., Seo, S. W., & Na, D. L. (2021). Effects of smartphone application-based cognitive training at home on cognition in community-dwelling non-demented elderly individuals: A randomized controlled trial. *Alzheimer's and Dementia: Translational Research and Clinical Interventions*, 7(1). <https://doi.org/10.1002/TRC2.12209>

- Joubert, C., & Chainay, H. (2018). Aging brain: The effect of combined cognitive and physical training on cognition as compared to cognitive and physical training alone – A systematic review. *Clinical Interventions in Aging*, *13*, 1267–1301. <https://doi.org/10.2147/CIA.S165399>
- Joy, S., Kaplan, E., & Fein, D. (2004). Speed and memory in the WAIS-III Digit Symbol—Coding subtest across the adult lifespan. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*(6), 759–767. <https://doi.org/10.1016/J.ACN.2003.09.009>
- Juhász, D., & Németh, D. (2018). [Changes of cognitive functions in healthy aging]. *Ideggyogyaszati Szemle*, *71*(3–04), 105–112. <https://doi.org/10.18071/ISZ.71.0105>
- Kajita, H., Maeda, K., Osaki, T., Kakei, Y., Kothari, K. U., & Nagai, Y. (2022). The effect of a multimodal dementia prevention program involving community-dwelling elderly. *Psychogeriatrics*, *22*(1), 113–121. <https://doi.org/10.1111/PSYG.12790>
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, *15*(1), 28–43. <https://doi.org/10.1016/J.ARR.2014.02.004>
- Keramtejad, M., Azadi, A., Taghinejad, H., & Khorshidi, A. (2019). The effectiveness of cognitive training on improving cognitive function and sleep quality in community-dwelling elderly in Iran. *Sleep Science*, *12*(2), 88–93. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20190065>
- Krebs, C., Peter, J., Wyss, P., Brem, A. K., & Klöppel, S. (2021). Transcranial electrical stimulation improves cognitive training effects in healthy elderly adults with low cognitive performance. *Clinical Neurophysiology*, *132*(6), 1254–1263. <https://doi.org/10.1016/J.CLINPH.2021.01.034>
- Kurz, A. (2019). Cognitive stimulation, training, and rehabilitation. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *21*(1), 35–41. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2019.21.1/AKURZ>
- Lampit, A., Hallock, H., & Valenzuela, M. (2014). Computerized Cognitive Training in Cognitively Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Effect Modifiers. *PLoS Medicine*, *11*(11). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.1001756>

- Liao, Y. Y., Tseng, H. Y., Lin, Y. J., Wang, C. J., & Hsu, W. C. (2020). Using virtual reality-based training to improve cognitive function, instrumental activities of daily living and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *56*(1), 47–57. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05899-4>
- López-Higes, R., Martín-Aragoneses, M. T., Rubio-Valdehita, S., Delgado-Losada, M. L., Montejo, P., Montenegro, M., Prados, J. M., de Frutos-Lucas, J., & López-Sanz, D. (2018). Efficacy of cognitive training in older adults with and without subjective cognitive decline is associated with inhibition efficiency and working memory span, not with cognitive reserve. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *10*(FEB), 330492. <https://doi.org/10.3389/FNAGI.2018.00023/BIBTEX>
- Lorents, A., Ruitenber, M. F. L., & Schomaker, J. (2023). Novelty-induced memory boosts in humans: The when and how. *Heliyon*, *9*(3), 2405–8440. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E14410>
- Luchetti, M., Terracciano, A., Stephan, Y., & Sutin, A. R. (2016). Personality and Cognitive Decline in Older Adults: Data From a Longitudinal Sample and Meta-Analysis. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, *71*(4), 591–601. <https://doi.org/10.1093/GERONB/GBU184>
- Lufi, D., Segev, S., Blum, A., Rosen, T., & Haimov, I. (2015). The Effect of Age on Attention Level. <Http://Dx.Doi.Org/10.1177/0091415015614953>, *81*(3), 176–188. <https://doi.org/10.1177/0091415015614953>
- Maeng, S., Hong, J. P., Kim, W. H., Kim, H., Cho, S. E., Kang, J. M., Na, K. S., Oh, S. H., Park, J. W., Bae, J. N., & Cho, S. J. (2021). Effects of virtual reality-based cognitive training in the elderly with and without mild cognitive impairment. *Psychiatry Investigation*, *18*(7), 619–627. <https://doi.org/10.30773/PI.2020.0446>
- Markowitz, D. M., & Bailenson, J. N. (2021). Virtual reality and the psychology of climate change. *Current Opinion in Psychology*, *42*, 60–65. <https://doi.org/10.1016/J.COPSYC.2021.03.009>
- Maseda, A., Millán-Calenti, J. C., Lorenzo-López, L., & Núñez-Naveira, L. (2013). Efficacy of a computerized cognitive training application for older adults with and without memory

- impairments. *Aging Clinical and Experimental Research*, 25(4), 411–419. <https://doi.org/10.1007/S40520-013-0070-5>
- Mazza, M., Kammler-Sücker, K., Leménager, T., Kiefer, F., & Lenz, B. (2021). Virtual reality: a powerful technology to provide novel insight into treatment mechanisms of addiction. *Translational Psychiatry* 2021 11:1, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01739-3>
- Mendonça, A. R., Loureiro, L. M., Nórte, C. E., & Landeira-Fernandez, J. (2022). Episodic memory training in elderly: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 947519. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2022.947519/BIBTEX>
- Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J. A., & Gil-Gómez, J. A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review. *Sensors* 2018, Vol. 18, Page 2486, 18(8), 2486. <https://doi.org/10.3390/S18082486>
- Millán-Calenti, J. C., Lorenzo, T., Núñez-Naveira, L., Buján, A., Rodríguez-Villamil, J. L., & Maseda, A. (2015). Efficacy of a computerized cognitive training application on cognition and depressive symptomatology in a group of healthy older adults: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 61(3), 337–343. <https://doi.org/10.1016/J.ARCHGER.2015.08.015>
- Molloy, W., Standish, T. I., & Lewis, D. L. (2005). Screening for Mild Cognitive Impairment: Comparing the SMMSE and the ABCS. *W Can J Psychiatry*, 50(1).
- Mowszowski, L., Lampit, A., Walton, C. C., & Naismith, S. L. (2016). Strategy-Based Cognitive Training for Improving Executive Functions in Older Adults: A Systematic Review. *Neuropsychology Review*, 26(3), 252-270. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9329-x>
- Murman, D. L. (2015). The Impact of Age on Cognition. *Seminars in Hearing*, 36(3), 111. <https://doi.org/10.1055/S-0035-1555115>
- Nararro-Haro, M. V., Hoffman, H. G., Garcia-Palacios, A., Sampaio, M., Alhalabi, W., Hall, K., & Linehan, M. (2016). The use of virtual reality to facilitate mindfulness skills training in dialectical behavioral therapy for borderline personality disorder: A case study. *Frontiers in Psychology*, 7(NOV), 214375. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2016.01573/BIBTEX>

- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/J.1532-5415.2005.53221.X>
- Nikolai, T., Štěpánková, H., Michalec, J., Bezdíček, O., Horáková, K., Marková, H., Růžička, E., & Kopeček, M. (2015). Testy verbální fluence, česká normativní studie pro osoby vyššího věku. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*, 78(3), 292–299. <https://doi.org/10.14735/AMCSNN2015292>
- Osterrieth P. Le test de copie d'une figure complex: contribution á l'étude de la perception et de la mémoire. *Arch Psychologie* 1944; 30: 286–356.
- Papaioannou, T., Voinescu, A., Petrini, K., & Stanton Fraser, D. (2022). Efficacy and Moderators of Virtual Reality for Cognitive Training in People with Dementia and Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Alzheimer's Disease*, 88(4), 1341–1370. <https://doi.org/10.3233/JAD-210672>
- Park, E. A., Jung, A. R., & Lee, K. A. (2021). The humanoid robot sil-bot in a cognitive training program for community-dwelling elderly people with mild cognitive impairment during the COVID-19 pandemic: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15). <https://doi.org/10.3390/IJERPH18158198>
- Paštrnák, M., Sulcová, K., Dorazilová, A., & Rodriguez, M. (2018). Alternative forms parallel to the czech versions of rey auditory verbal learning test, complex figure test and verbal fluency. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*, 81(1), 73–80. <https://doi.org/10.14735/AMCSNN201873>
- Pereira Da Cruz, G., Souza Pereira, L., & Raymundo, T. M. (n.d.). *Cognitive training for elderly people without cognitive impairment: an occupational therapy Intervention during the COVID-19 pandemic* | *Treino cognitivo para idosos sem déficit cognitivo: uma intervenção da terapia ocupacional durante a pandemia da COVID-19*. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAO22963030>
- Peretz, C., Korczyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: A

- randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91–99. <https://doi.org/10.1159/000323950>
- Petri, K., Feuerstein, K., Folster, S., Bariszlovich, F., & Witte, K. (2020). Effects of Age, Gender, Familiarity with the Content, and Exposure Time on Cybersickness in Immersive Head-mounted Display Based Virtual Reality. *American Journal of Biomedical Sciences*, 107–121. <https://doi.org/10.5099/AJ200200107>
- Pino, O., Palestra, G., Trevino, R., & De Carolis, B. (2020). The Humanoid Robot NAO as Trainer in a Memory Program for Elderly People with Mild Cognitive Impairment. *International Journal of Social Robotics*, 12(1), 21–33. <https://doi.org/10.1007/S12369-019-00533-Y/METRICS>
- Preiss, M. (1994). Paměťový test učení pro klinickou praxi. *Československá psychologie*, 38, 257- 265.
- Preiss, M. (1999). Paměťový test učení: manuál pro dospělé a děti. Brno: Psychodiagnostika.
- Preiss, M., Bartoš, A., Čermáková, R., Nondek, M., Benešová, M., Rodriguez, M., et al. (2012). Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha, Klinické vyšetření základních kognitivních funkcí (3rd ed.). Psychiatrické centrum Praha.
- Plechátá, A., Nekovářová, T., & Fajnerová, I. (2021). What is the future for immersive virtual reality in memory rehabilitation? A systematic review. *NeuroRehabilitation*, 48(4), 389–412. <https://doi.org/10.3233/NRE-201534>
- Plechátá, A., Sahula, V., Fayette, D., & Fajnerová, I. (2019). Age-related differences with immersive and non-immersive virtual reality in memory assessment. *Frontiers in Psychology*, 10(JUN). <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2019.01330>
- Pourmand, A., Davis, S., Marchak, A., Whiteside, T., & Sikka, N. (2018). Virtual Reality as a Clinical Tool for Pain Management. *Current Pain and Headache Reports*, 22(8), 1–6. <https://doi.org/10.1007/S11916-018-0708-2/METRICS>
- Primary mental abilities*. (1938). Retrieved June 20, 2024, from <https://psycnet.apa.org/record/1938-15070-000>
- Raja, D. (2019). Virtual Reality □ Opportunities and Challenges. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 7(4), 1765–1774. <https://doi.org/10.22214/IJRASET.2019.4321>

- Rebok, G. W., Huang, A., Smail, E., Brichko, R., Parisi, J. M., Marsiske, M., Roth, D. L., Thorpe, R. J., Felix, C., Jones, R. N., & Willis, S. L. (2022). Long-Term Effects of Cognitive Training on All-Cause Mortality in US Older Adults. *Https://Doi.Org/10.1177/08982643221097681*.
<https://doi.org/10.1177/08982643221097681>
- Requena, C., & Rebok, G. W. (2019). Evaluating successful aging in older people who participated in computerized or paper-and-pencil memory training: The memoria mejor program. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(2).
<https://doi.org/10.3390/IJERPH16020191>
- Reuchlin, M. (1958). 58-4-10. — L'examen clinique en psychologie ; Rey (A.). — Paris, P.U.F. *L'Orientation Scolaire et Professionnelle*, *14*(4), 266–266.
- Rey A. L'examen clinique en psychologie [the clinical psychological examination] Paris: Presses Universitaires de France. 1964.
- Rieker, J. A., Reales, J. M., Muiños, M., & Ballesteros, S. (2022). The Effects of Combined Cognitive-Physical Interventions on Cognitive Functioning in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Multilevel Meta-Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*, 838968. <https://doi.org/10.3389/FNHUM.2022.838968/BIBTEX>
- Riva, G. (2022). Virtual Reality in Clinical Psychology. *Comprehensive Clinical Psychology*, *10*, 91. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.00006-6>
- Rizkalla, M. N. (2018). Cognitive training in the elderly: a randomized trial to evaluate the efficacy of a self-administered cognitive training program. *Aging & Mental Health*, *22*(10), 1384–1394. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1118679>
- 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>
- Saeed, A., Foad, L., & Fattouh, L. (2017). Environments and System Types of Virtual Reality Technology in STEM: a Survey. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *8*(6). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2017.080610>

- Salari, N., Darvishi, N., Ahmadipanah, M., Shohaimi, S., & Mohammadi, M. (2022). Global prevalence of falls in the older adults: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/S13018-022-03222-1>
- Sayma, M., Tuijt, R., Cooper, C., Walters, K., & Heyn, P. C. (2020). Are We There Yet? Immersive Virtual Reality to Improve Cognitive Function in Dementia and Mild Cognitive Impairment. *The Gerontologist*, 60(7), e502–e512. <https://doi.org/10.1093/GERONT/GNZ132>
- Sciubba, J. D. (2020). Population Aging as a Global Issue. *Oxford Research Encyclopedia of International Studies*. <https://doi.org/10.1093/ACREFORE/9780190846626.013.559>
- Shao, Z., Janse, E., Visser, K., & Meyer, A. S. (2014). What do verbal fluency tasks measure? Predictors of verbal fluency performance in older adults. *Frontiers in Psychology*, 5(JUL). <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2014.00772>
- Sherman, D. S., Mauser, J., Nuno, M., & Sherzai, D. (2017). The Efficacy of Cognitive Intervention in Mild Cognitive Impairment (MCI): a Meta-Analysis of Outcomes on Neuropsychological Measures. *Neuropsychology Review*, 27(4), 440–484. <https://doi.org/10.1007/S11065-017-9363-3>
- Shin, M., Lee, A., Cho, A. Y., Son, M., & Kim, Y. H. (2020). Effects of Process-Based Cognitive Training on Memory in the Healthy Elderly and Patients with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Trial. *Psychiatry Investigation*, 17(8), 751–761. <https://doi.org/10.30773/PI.2019.0225>
- Simon, S. S., Tusch, E. S., Feng, N. C., Håkansson, K., Mohammed, A. H., & Daffner, K. R. (2018). Is computerized working memory training effective in healthy older adults? Evidence from a multi-site, randomized controlled trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, 65(3), 931–949. <https://doi.org/10.3233/JAD-180455>
- Song, M. S., Kwon, D. Y., Seo, W. K., Lim, K. S., & Park, M. H. (2009). The effects of cognitive training on community-dwelling elderly Koreans. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 16(10), 904–909. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2850.2009.01467.X>
- Sprague, B. N., Phillips, C. B., & Ross, L. A. (2021). Cognitive Training Attenuates Decline in Physical Function Across 10 Years. *The Journals of Gerontology: Series B*, 76(6), 1114–1124. <https://doi.org/10.1093/GERONB/GBAA072>

- Stebbins, G. T. (2007). Neuropsychological Testing. *Textbook of Clinical Neurology: Third Edition*, 539–557. <https://doi.org/10.1016/B978-141603618-0.10027-X>
- Stieger, M., & Lachman, M. E. (2021). Increases in Cognitive Activity Reduce Aging-Related Declines in Executive Functioning. *Frontiers in Psychiatry*, 12. <https://doi.org/10.3389/FPSYT.2021.708974>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/H0054651>
- Szczepocka, E., Mokros, Ł., Kaźmierski, J., Nowakowska, K., Łucka, A., Antoszczyk, A., Oltra-Cucarella, J., Werzowa, W., Hellevik, M., Skouras, S., & Bagger, K. (2024). Virtual reality-based training may improve visual memory and some aspects of sustained attention among healthy older adults – preliminary results of a randomized controlled study. *BMC Psychiatry*, 24(347). <https://doi.org/10.1186/s12888-024-0402-x>
- Tagliabue, C. F., Guzzetti, S., Gualco, G., Boccolieri, G., Boccolieri, A., Smith, S., & Daini, R. (2018). A group study on the effects of a short multi-domain cognitive training in healthy elderly Italian people. *BMC Geriatrics*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S12877-018-1014-X>
- Tetlow, A. M., & Edwards, J. D. (2017). Systematic Literature Review and Meta-Analysis of Commercially Available Computerized Cognitive Training Among Older Adults. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 559–575. <https://doi.org/10.1007/S41465-017-0051-2>
- The new Army individual test of general mental ability. (1944). *Psychological Bulletin*, 41(8), 532–538. <https://doi.org/10.1037/H0063394>
- Tortora, C., Di Crosta, A., La Malva, P., Prete, G., Ceccato, I., Mammarella, N., Di Domenico, A., & Palumbo, R. (2024). Virtual reality and cognitive rehabilitation for older adults with mild cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Research Reviews*, 93. <https://doi.org/10.1016/J.ARR.2023.102146>
- Trommer, B. L., Hoepfner, J. B., Lorber, R., & Armstrong, K. J. (1988). The go-no-go paradigm in attention deficit disorder. *Annals of Neurology*, 24(5), 610–614. <https://doi.org/10.1002/ANA.410240504>
- Van Der Willik, K. D., Licher, S., Vinke, E. J., Knol, M. J., Darweesh, S. K. L., Van Der Geest, J. N., Schagen, S. B., Ikram, M. K., Luik, A. I., & Ikram, M. A. (2021). Trajectories of

- cognitive and motor function between ages 45 and 90 Years: A population-based study. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 76(2), 297–306. <https://doi.org/10.1093/GERONA/GLAA187>
- Vasser, M., & Aru, J. (2020). Guidelines for immersive virtual reality in psychological research. *Current Opinion in Psychology*, 36, 71–76. <https://doi.org/10.1016/J.COPSYC.2020.04.010>
- Wechsler, D. (1997). Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition (WAIS-III). The Psychological Corporation.
- West, R. K., Rabin, L. A., Silverman, J. M., Moshier, E., Sano, M., & Beeri, M. S. (2020). Short-term computerized cognitive training does not improve cognition compared to an active control in non-demented adults aged 80 years and above. *International Psychogeriatrics*, 32(1), 65–73. <https://doi.org/10.1017/S1041610219000267>
- Yeo, P. S., Nguyen, T. N., Ng, M. P. E., Choo, R. W. M., Yap, P. L. K., Ng, T. P., & Wee, S. L. (2021). Evaluation of the implementation and effectiveness of community-based brain-computer interface cognitive group training in healthy community-dwelling older adults: Randomized controlled implementation trial. *JMIR Formative Research*, 5(4). <https://doi.org/10.2196/25462>
- Yildirim, C. (2020). Don't make me sick: investigating the incidence of cybersickness in commercial virtual reality headsets. *Virtual Reality*, 24(2), 231. <https://doi.org/10.1007/S10055-019-00401-0>
- Yuan, F., Klavon, E., Liu, Z., Lopez, R. P., & Zhao, X. (2021). A Systematic Review of Robotic Rehabilitation for Cognitive Training. *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 605715. <https://doi.org/10.3389/FROBT.2021.605715/BIBTEX>
- Yun, S. J., Kang, M.-G., Yang, D., Choi, Y., Kim, H., Oh, B.-M., & Seo, H. G. (2020). Cognitive Training Using Fully Immersive, Enriched Environment Virtual Reality for Patients With Mild Cognitive Impairment and Mild Dementia: Feasibility and Usability Study. *JMIR Serious Games*, 8(4), e18127. <https://doi.org/10.2196/18127>
- Zajac-Lamparska, L., Wiłkość-Dębczyńska, M., Wojciechowski, A., Podhorecka, M., Polak-Szabela, A., Warchoł, Ł., Kędziora-Kornatowska, K., Araszkiewicz, A., & Izdebski, P. (2019). Effects of virtual reality-based cognitive training in older adults living without and

with mild dementia: A pretest-posttest design pilot study. *BMC Research Notes*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/S13104-019-4810-2>

Zeleníková, R., Bužgová, R., Kozáková, R., Hosáková, J., & Bobčíková, K. (2022). The effect of computerized cognitive training on the improvement of cognitive functions of cognitively healthy elderly. *Ceska a Slovenska Neurologie a Neurochirurgie*, 85(2), 147–154. <https://doi.org/10.48095/CCCSNN2022147>

Zimmermann, K., Von Bastian, C. C., Röcke, C., Martin, M., & Eschen, A. (2016). Transfer after process-based object-location memory training in healthy older adults. *Psychology and Aging*, 31(7), 798–814. <https://doi.org/10.1037/PAG0000123>

Seznam tabulek

1 Tabulka 1: Demografické údaje výzkumného souboru.....	39
2 Tabulka 2: Rozdíl mezi skupinami v demografických proměnných.....	52
3 Tabulka 3: Deskriptivní statistika demografie VR skupiny a online skupiny.....	52
4 Tabulka 4: Test normality rozložení proměnných VR skupiny	53
5 Tabulka 5: Test normality rozložení proměnných online skupiny.....	54
6 Tabulka 6: Test homogenity rozptylů u proměnných prvního a druhého vyšetření VR skupiny	56
7 Tabulka 7: Test homogenity rozptylů u proměnných prvního a druhého vyšetření online ..	56
8 Tabulka 8: Test homogenity rozptylů mezi skupinami v rámci proměnných prvního vyšetření	57
9 Tabulka 9: Rozdíly mezi skupinami ve výkonu v prvním vyšetření.....	58
10 Tabulka 10: Deskriptivní statistika v rámci porovnání výkonu VR skupiny a online skupiny	59
11 Tabulka 11: Souhrnná tabulka výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření VR skupiny	60
12 Tabulka 12: Deskriptivní statistika výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření VR skupiny	62
13 Tabulka 13 Souhrnná tabulka výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření online skupiny	63
14 Tabulka Tabulka 14: Deskriptivní statistika výsledků srovnání prvního a druhého vyšetření online skupiny	64
15 Tabulka 15: Deskriptivní statistika proměnné vyjadřující rozdíl mezi výsledky po tréninku a před tréninkem.....	66

Seznam obrázků

Obrázek 1 Graf Box-plot zobrazující rozložení výsledků testu fonémické verbální fluence testované před a po tréninku u VR skupiny	61
Obrázek 2 Graf Box-plot zobrazující rozložení výsledků v oddáleném vybavení komplexní figury před a po tréninku u VR skupiny	62
Obrázek 3: Graf Box-plot zobrazující rozložení výsledků fonémické verbální fluence testované před a po tréninku u online skupiny	64
Obrázek 4 Graf mapující rozložení hodnot jednotlivých rozdílů mezi výsledky v testu fonémické verbální fluence odděleně u VR skupiny a online skupiny	66

Seznam příloh

Příloha 1 – Informovaný souhlas

Přílohy

Příloha 1

INFORMACE A INFORMOVANÝ SOUHLAS PRO ÚČASTNÍKY STUDIE

Před tím, než se rozhodnete, zda se zúčastníte následujícího výzkumu, přečtěte si prosím následující informace.

Název studie: *DigiWell - Kognitivní trénink seniorů prostřednictvím virtuální reality a online nástrojů*

Odborný garant: Mgr. Mgr. Iveta Fajnerová PhD. (Národní ústav duševního zdraví)

Proč studii děláme?

Deficit v oblasti poznávacích funkcí (paměť, pozornost, plánování apod.) je považován za významný faktor ovlivňující každodenní fungování člověka. O jeho rozvoji v průběhu stárnutí nebo v důsledku neurodegenerativních procesů není již v dnešní době pochyb. Nefarmakologické intervence v této oblasti jsou ve většině případů prováděny pomocí tzv. metod tužka-papír či jednoduchých počítačových programů. Tyto nástroje, ačkoliv do jisté míry efektivní, postrádají ekologickou validitu a přenos takto nabytých schopností do reálného života je často zpochybňován. Virtuální realita (VR) umožňuje simulaci reálného prostředí a naprostou kontrolu nad prezentovanými stimuly. VR tudíž představuje potenciální alternativu ke klasickým neuropsychologickým diagnostickým i remediačním nástrojům. Záměrem této studie je otestovat potenciál a efektivitu kognitivního tréninku s prvky VR v podobě kognitivních úloh implementovaných ve Virtuálním městě a srovnat ho s jinou formou tréninku s pomocí online her prezentovaných na obrazovce počítače.

Jak bude studie probíhat?

V rámci studie můžete být zařazeni do jedné z výzkumných skupin zahrnujících opakovaná setkání za účelem kognitivního tréninku, který proběhne formou:

A) osobních setkání s programem VRcity,

B) online setkání s programem Trekog.

V obou případech proběhne následující procedura:

Absolvujete vstupní a výstupní vyšetření kognitivních funkcí trvající 60 minut. Následně budete vyzváni k vyplnění několika elektronických dotazníků. Vyplnění trvá přibližně 30 minut.

Samotný kognitivní trénink probíhá po dobu 8 týdnů a to dvakrát týdně. Setkání budou trvat 60 - 120 minut. Náplní tréninku bude představení základních kognitivních funkcí pomocí prezentací a následné trénování metodami tužka - papír. Zároveň budou představeny různé strategie, pomůcky a metody zapamatování. Tato setkání budou mít skupinový charakter.

Druhá setkání budou věnována trénování pomocí různých her zahrnujících prvky VR nebo PC her.

V případě zařazení do **skupiny A**, kde trénink probíhá ve formě osobních setkání, absolvujete jednou týdně trénink kognitivních funkcí ve virtuální realitě pomocí virtuálních brýlí. Využity budou hry z program VRcity.

V případě zařazení do **skupiny B**, kde trénink probíhá ve formě online setkání, absolvujete jednou týdně trénink kognitivních funkcí pomocí počítače za využití programu Trekog.

Bezpečnost, důvěrnost údajů a Vaše práva

V případě, že se studie účastníte, budou veškeré Vámi poskytnuté údaje považovány za důvěrné. Data získaná během studie (také výsledky psychologického vyšetření) budou užita výhradně pro výzkumné účely. V celé studii budete vystupovat pouze pod kódem a jeho spojení s Vaší osobou budou znát pouze vybraní členové výzkumného týmu (viz jmenování členové výše) a Etická komise NUDZ. Pokud budete mít zájem se dozvědět o Vašich výsledcích podrobnější informace, rádi Vám další informace sdělíme (část výsledků Vám bude prezentována v průběhu vyšetření). Budou-li výsledky studie publikovány v odborném tisku, bude tak učiněno způsobem, aby nebylo možné určit žádné informace o konkrétním účastníku studie.

Rizika pojící se s využíváním VR a expoziční terapie

Využívání VR může vést u některých osob ke stavu nevolnosti spojeným s pobytem ve virtuálním prostředí (tzv. *simulator sickness*). K tomuto stavu může dojít během nebo po úloze administrované ve VR v důsledku možného konfliktu mezi zrakovou informací a vlastním pohybem těla. Kromě nevolnosti se mohou objevit také bolesti hlavy nebo únava či pálení očí. Trvání těchto symptomů většinou odeznívá krátce po ukončení pobytu ve VR prostředí (do několika minut). Častějším pobytem ve VR prostředí se navíc jejich výskyt většinou snižuje, popř. mizí úplně. Pokud by se u Vás tyto či jiné symptomy v průběhu tréninku objevily, upozorněte na to terapeuta či výzkumného pracovníka, který s Vámi trénink prochází. V případě výskytu podobných příznaků můžete kdykoliv během vyšetření jednoduše zavřít oči anebo si sundat VR brýle, tím zdroj těchto příznaků rychle eliminujete.

Využíváním VR (podobně jako sledováním TV nebo hraním počítačových her) se také vystavujete minimálnímu riziku epileptického záchvatu (1:4000) i v případě, že netrpíte a v minulosti jste netrpěl/a epilepsií nebo jiným záchvatovitým onemocněním.

Pokud se chcete studie zúčastnit

Do studie **nemůžete** být zařazen/a, pokud trpíte (nebo jste v minulosti prodělal/a) závažným neurologickým (např. epilepsie, demence) či psychiatrickým onemocněním, prodělal/a jste v poslední době vážnější úraz hlavy nebo operaci mozku.

Dobrovolná účast ve studii a podmínky k odstoupení

Vaše účast v této studii je zcela dobrovolná. Můžete odmítnout účast nebo můžete účast kdykoliv přerušit bez udání důvodu. V takovém případě budou získaná data smazána a nebudou dále analyzována. Výzkumná studie byla schválena etickou komisí NUDZ.

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Podpisem tohoto informovaného souhlasu stvrzujete, že během Vaší účasti ve studii budete spolupracovat dle pokynů výzkumníků studie. Potvrzujete, že Vám byly členem výzkumného týmu vysvětleny všechny výrazy, kterým jste nerozuměl/a.

Kdykoli během studie můžete klást otázky členům výzkumného týmu. Kontakt na zodpovědnou osobu: email: iveta.fajnerova@nudz.cz, tel: 283 088 478.

Kontakt na Etickou komisi Národního ústavu duševního zdraví, která studii schválila: Etická komise NUDZ, Topolová 748, 250 67 Klecany, EK@nudz.cz.

Já, _____ jsem si přečetl/a výše uvedené informace, těmto informacím rozumím a dobrovolně souhlasím se svou účastí ve studii. Zároveň převezmu podepsaný stejnopis tohoto formuláře.

Datum podpisu:

Podpis dobrovolníka:

Podpis výzkumníka: