

**Univerzita Karlova  
Filozofická fakulta**

Katedra psychologie  
Klinická psychologie

## **Teze disertační práce**

Mgr. Zuzana Frydrychová

*Trénink vizuální selektivní pozornosti u seniorů*

**Training of visual selective attention in older adults**

Vedoucí práce: PhDr. Hana Georgi, Ph.D.

2021

## **Obsah**

Východiska práce .....	3
Výzkumné otázky a hypotézy .....	4
Design .....	5
Soubor .....	6
Tréninkové úlohy .....	7
Metody měření efektu tréninku .....	9
Analýza dat .....	9
Výsledky .....	11
Diskuze .....	17
Závěr .....	19
Literatura .....	20
Publikační, akademická a pedagogická činnost .....	24

## Východiska práce

Stárnutí kognice je komplexní proces ovlivněný nejen genetickými, ale i environmentálními faktory, což podporuje myšlenku, že jeho průběh lze pozitivně ovlivnit např. prostřednictvím tréninku kognitivních funkcí (Dahlin et al., 2008; Karbach & Kray, 2009; Sandberg, 2014). Odpověď na to, do jaké míry je kognitivní trénink efektivní či prevencí poklesu kognitivních funkcí není dosud jednoznačná (A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community, 2014; Cognitive Training Data Response Letter, 2014; Committee on Preventing Dementia and Cognitive Impairment et al., 2017; Shawn Green et al., 2019; Simons et al., 2016).

U studií zaměřených na kognitivní trénink je sledován efekt *near transferu*, tedy zlepšení výkonu v úkolech, jež nebyly přímou součástí tréninku, ale měří stejný konstrukt (tj. jsou podobné) jako trénovaná úloha. Dalším zkoumaným efektem tréninku bývá tzv. *far transfer*, což znamená zlepšení výkonu v úlohách měřících konstrukt odlišný od toho intervenovaného (Karbach & Verhaeghen, 2014; Shipstead et al., 2010).

Výzkumné studie v oblasti kognitivního tréninku prostřednictvím informačních a komunikačních technologií (softwarových řešení, mobilních aplikací) nejčastěji cílí své intervence na pracovní paměť (WM, z angl. *working memory*). Existují různé přístupy pro trénink a studium WM. Jedním z těchto přístupů je *Change Detection Task* (CDT; Vogel et al., 2005). V CDT je úkolem určit, zda jsou prezentované podněty stejné či odlišné v porovnání s předchozími. CDT je běžně využíváno pro testování WM, nicméně tato úloha už není tak často využívána pro trénink WM. Existuje řada variant CDT; jednou z nich je naše mobilní aplikace Filter It inspirovaná studií Li a kol. (2017). Studie využívající CDT prokazují, že je možné výkon v této úloze ovlivnit tréninkem (Buschkuhl et al., 2017; Gaspar et al., 2013; C.-H. Li et al., 2017), a to především u jedinců s horším počátečním výkonem (C.-H. Li et al., 2017). Zjištění výše zmíněných studií (Buschkuhl et al., 2017; Gaspar et al., 2013; C.-H. Li et al., 2017) potvrzuje existenci efektu *near transferu*, a nikoli *far transferu*.

Většina výše zmiňovaných studií pracovala s mladšími dospělými a pokud je nám známo, tak pouze jedna studie užívající přístup CDT (Gaspar et al., 2013) se zaměřila na starší osoby. Bohužel ani tato studie neprokázala *far transfer* efek CDT tréninku. Soubor zahrnoval 40 starších osob ve věku 65 až 84 let ( $M = 75,4 (\pm 4,3)$ ); t.j. jak mladší seniory (tzv. *young-old*; 60-75 let), tak starší seniory (nad 75 let). Věk 75 let však bývá považován za tzv. inflexní bod v poklesu kognitivních funkcí (Schaie & Willis, 2010), a zároveň plasticita mozku je odlišná u těchto dvou věkových skupin (S.-C. Li et al., 2008; Schmiedek et al., 2010;

Singer et al., 2003). Navíc efekt transferu zejména pak ten vzdálený (*far transfer*) je u starších seniorů oproti mladším spíše omezený (Borella et al., 2013, 2014; Buschkuhl et al., 2008; Zinke et al., 2012). Z těchto zjištění jsme vycházeli při stanovování výzkumných cílů této disertační práce.

## Výzkumné otázky a hypotézy

Hlavním cílem této práce je ověřit, zda individuální trénink prostřednictvím aplikace Filter It je efektivní u starších osob ve věku 60 až 75 let. Pro tento účel byly stanoveny následující výzkumné otázky a hypotézy:

1. Dokáží senioři zlepšit svůj výkon v trénovaném úkolu Filter It - Barvy (tj. specifický efekt tréninku) bezprostředně po tréninku (post-test) a s odstupem 6 měsíců (follow-up test)?

### Hypotézy:

- Experimentální skupina bude mít v post-testu lepší výkon ve Filter It – Barvy v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
  - Experimentální skupina bude mít ve follow-up testu lepší výkon ve Filter It – Barvy v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
2. Dokáží senioři zlepšit svůj výkon v netrénovaném úkolu Filter It – Tvary (tj. *nearest transfer*) bezprostředně po tréninku a s odstupem 6 měsíců?

### Hypotézy:

- Experimentální skupina bude mít v post-testu lepší výkon ve Filter It – Tvary v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
  - Experimentální skupina bude mít ve follow-up testu lepší výkon ve Filter It – Tvary v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
3. Zlepší se senioři trénující Filter It v testech měřících kapacitu pracovní paměti (vizuální či verbální) (tj. *near transfer*) bezprostředně po tréninku a s odstupem 6 měsíců?

### Hypotézy:

- Experimentální skupina bude mít v post-testu lepší výkon v testech měřících kapacitu pracovní paměti (vizuální a verbální) v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
- Experimentální skupina bude mít ve follow-up testu lepší výkon v testech měřících kapacitu pracovní paměti (vizuální a verbální) v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.

4. Zlepší se senioři trénující Filter It v testech měřících exekutivní kontrolu (tj. *far transfer*) bezprostředně po tréninku a s odstupem 6 měsíců?

Hypotézy:

- Experimentální skupina bude mít v post-testu lepší výkon v testech měřících exekutivní kontrolu v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
- Experimentální skupina bude mít v follow-up testu lepší výkon v testech měřících exekutivní kontrolu v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.

5. Poskytne seniorům Filter It trénink subjektivní specifické přínosy v podobě méně kognitivních selhání?

Hypotézy:

- Experimentální skupina vnímá při post-testu větší specifické přínosy v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.
- Experimentální skupina nevnímá při follow-up testu větší specifické přínosy v porovnání s aktivní kontrolní skupinou.

Kromě výše popsaných výzkumných otázek jsme ověřovali přijatelnost používání tabletu pro kognitivní trénink, tréninkových aplikací a úkolů (obtížnost) v rámci zpětné vazby.

## **Design**

Pro zjištění efektu tréninku jsme zvolili design randomizované kontrolované studie s 1 experimentální skupinou a 1 aktivní kontrolní skupinou. Blokovaná randomizace do jedné ze 2 skupin proběhla na základě randomizačního schématu dle pohlaví (muži/ženy) a vzdělání zájemce o účast (nižší/vyšší úroveň vzdělání). Nebylo cílem dosáhnout stejně velkých skupin (1:1:1:1), spíše minimalizovat rozdíly mezi experimentální a aktivní kontrolní skupinou v těchto základních demografických parametrech.

Všichni účastníci byli testováni celkem 3x (pre-test: před začátkem tréninku, post-test: do 1 týdne po ukončení tréninku, a follow-up test: 6 měsíců po ukončení tréninku). Obě zkoumané skupiny prošly individuálním tréninkem ve stejné frekvenci, intenzitě a celkovém počtu tréninkových lekcí (tj. 3x týdně po dobu 6 týdnů), lišily se v typu trénované úlohy. Experimentální skupina trénovala s aplikací Filter It (Frydrychová et al., 2018), aktivní kontrolní skupina s Clouds (Jaeggi & Buschkuhl, 2017) – viz kapitola Tréninkové úlohy.

Studie byla schválena Etickou komisí Národního ústavu duševního zdraví (NUDZ) pod č.j. 232/17. Studie byla realizována v rámci grantového projektu GA UK č. 899018. Účast

ve studii byla dobrovolná, všichni účastníci podepsali Informovaný souhlas.

## Soubor

V rámci náboru se přihlásilo k účasti celkem 64 osob ve věku 60-75 let. Nábor byl prováděn prostřednictvím inzerátu v tisku určeném seniorům, letáků a snow-ball metodou. Realizace studie probíhala v letech 2019-2020.

Všichni účastníci byli české národnosti s češtinou jako rodným jazykem, nikdo z účastníků nebyl institucionalizován (tj. bydlel samostatně) a neměl v minulosti zkušenosti se studií zaměřenou na kognitivní trénink. Exkluzivní kritéria byla závažná duševní choroba (zejm. depresivní – akutní fáze deprese, bipolární afektivní porucha, nemoci psychotického okruhu, závislost na návykových látkách, sebevražedné pokusy), závažné somatické choroby (neurologické onemocnění jako např.: poranění mozku, traumatické poranění mozku, epilepsie, demence, Parkinsonova nemoc, tremor), aktuální chemoterapie či radioterapie pro onkologické onemocnění, chronická nebo akutní bolest ovlivňující kvalitu života, zvýšená denní spavost, užívání vybraných medikací, které nejvíce ovlivňují kognitivní funkce, narušený výkon aktivit běžného života vlivem somatického onemocnění, nekorigovaná vada zraku či sluchu, barvoslepost. Obecný kognitivní status jsme hodnotili za pomoci *Mini-Mental State Examination* (MMSE; Folstein et al., 1975; Štěpánková et al., 2015). Hraniční (*cut-off*) skóre pro skrínink „normálních“ kognitivních funkcí byl stanoven MMSE 26/25 pro osoby s nižším vzděláním a MMSE 27/26 pro účastníky s vyšším vzděláním (Štěpánková et al., 2015). Dále byl proveden screening pro výskyt depresivní symptomatiky pomocí *Geriatric Depression Scale* (GDS-15; Heissler et al., 2020; Sheikh & Yesavage, 1986). Cut-off skóre pro depresivní symptomatiku byl stanoven na GDS-15 5/6. Funkční stav byl hodnocen pomocí Dotazníku funkčního stavu (FAQ; Bezdíček et al., 2011) a hraniční skóre FAQ bylo stanoveno 4/5. Skóre v GDS-15 a FAQ nebylo použito jako exkluzivní kritérium, skóre vyšší než stanované cut-off skóre byly indikující pro hlubší klinicko-psychologický rozhovor.

Pro zajištění stejných podmínek v průběhu tréninku všichni účastníci trénovali na zapůjčeném tabletu (Samsung Galaxy Tab A 7“ SM-T280, OS Android 5.1.1). V rámci pre-testu byl účastník seznámen s tabletem, instruován o jeho užívání a obdržel manuál pro užívání tabletu a spouštění aplikace. Účastníci trénovali sami doma. Pro zajištění compliance v průběhu tréninku byla se všemi účastníky domluvena forma (e-mail, telefon) a frekvence kontaktu. Zároveň jim byl nabídnut kontakt (e-mailový i telefonický) pro případ potíží s chodem tabletu či tréninkové aplikace. Data o realizovaných lekcích byla

stáhnuta z tabletů při post-testu (vyšetření po ukončení tréninku). Na závěr follow-up testu obdrželi všichni účastníci bez ohledu na jejich výsledky a výkon v tréninku odměnu 1.000,- Kč. Zároveň obdrželi krátké zhodnocení jejich výsledků, doporučení a přístup k tréninkové aplikaci.

Dva účastníci se v průběhu pre-testu rozhodli nepokračovat, proto finální soubor sestával z 62 osob (průměrný věk: 68,84 let  $\pm$ 3,85; 36 žen; 34 osob s vyšším vzděláním; MMSE 30-26); viz Tabulka 1 – demografická data obou skupin. Skupiny se díky blokobé randomizaci statisticky významně nelišily věkem, vzděláním, genderovým rozložením ani výsledky v pre-testu (včetně MMSE, FAQ, GDS-15). U jedné osoby s vyšším skóre v GDS-15 než stanovený cut-off byl proveden klinicko-psychologický rozhovor poukazující na osobnostní nastavení nikoli na přítomnost poruchy nálady; z toho důvodu nebyla z finálního souboru vyřazena.

Tabulka 1. Demografické informace (dle Frydrychova et al., b.r.; Frydrychova & Georgi, 2021)

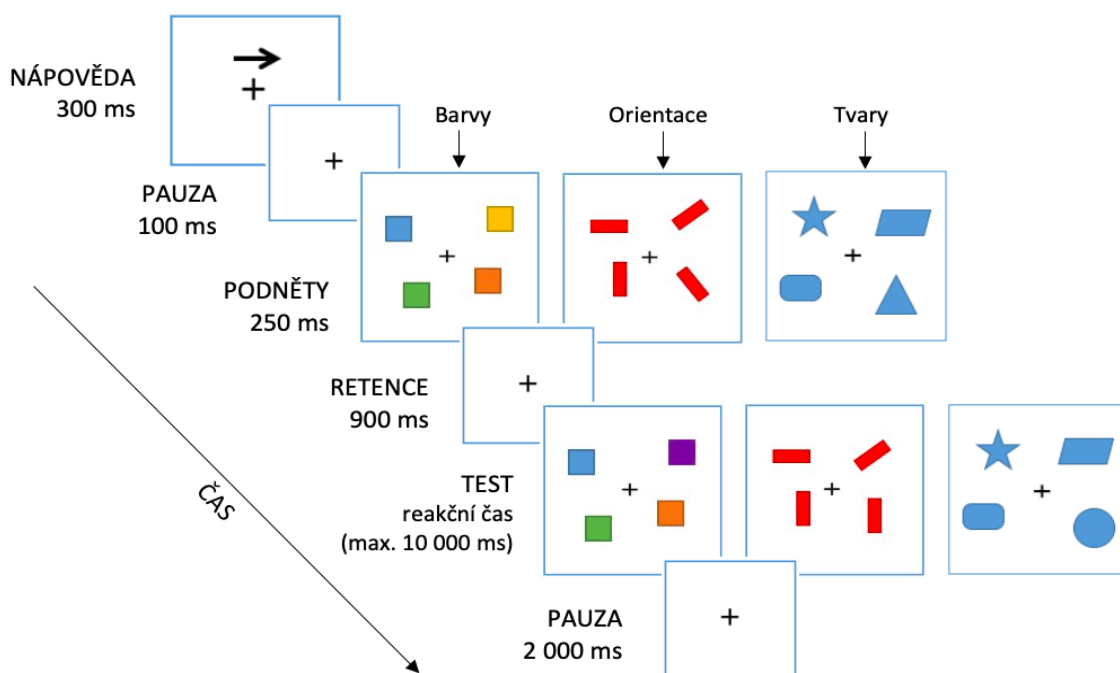
	Experimentální skupina (EX) N = 31		Aktivní kontrolní skupina (ACG) N = 31		<i>p</i>
	Průměr (SD)	Rozsah	Průměr (SD)	Rozsah	
Věk	68,61 (4,10)	62-75	69,07 (3,62)	60-75	0,606
Vzdělání (roky)	14,61 (3,29)	11-22	14,26 (3,23)	11-23	0,733
Vzdělání (úroveň)	14 nižší : 17 vyšší		14 nižší : 17 vyšší		0,899
Pohlaví	18 ženy : 13 muži		18 ženy : 13 muži		>0,999
MMSE	28,68 (1,30)	26-30	29,00 (0,95)	27-30	0,560
GDS-15	1,10 (1,17)	0-4	1,81 (2,15)	0-8	0,136
FAQ	0,32 (0,65)	0-3	0,45 (0,93)	0-4	0,731

Pozn.: nižší úroveň vzdělání = základní vzdělání, výuční list či středoškolské vzdělání bez maturity; vyšší úroveň vzdělání = dokončené středoškolské vzdělání s maturitou nebo vysokoškolské vzdělání; MMSE = Mini-Mental State Examination; GDS-15 = Geriatrická škála deprese; FAQ = Dotazník funkčního stavu. Hodnoty *p* odpovídají výsledkům  $\chi^2$  testu a nepárového t-testu.

## Tréninkové úlohy

### *Experimentální skupina – Filter It*

Experimentální skupina podstoupila adaptivní trénink vizuální pracovní paměti a selektivní pozornosti. Tréninková úloha Filter It je variantou Change Detection Task (CDT; Vogel et al., 2005). Úkolem je určit, zda jsou podněty na straně dané šipkou (nápopověda) stejné nebo se v jednom z aspektů liší (dle typu úlohy) v porovnání s podněty promítnutými na předchozí obrazovce. Po ukončení tréninku si může účastník prohlédnout své výsledky pro každý typ úlohy prostřednictvím spojnicového grafu.



Obrázek 1. Příklad jednoho pokusu – Úroveň 1 (pokus se změnou).

Pozn.: Podněty jsou prezentovány pro 3 typy úloh v pořadí: Barvy, Orientace a Tvary. NÁPOVĚDA – šipka určující stranu s cílovými podněty (náhodná distribuce – 50 % pravá, 50 % levá strana); PAUZA – prázdná obrazovka s fixačním křížem; PODNĚTY – prezentace cílových podnětů s distraktory; RETENCE – prázdná obrazovka s fixačním křížem; TEST – nová obrazovka s podněty, na které má účastník určit, zda jsou podněty na straně určené šipkou stejné (zelené tlačítko se symbolem =) nebo se liší (červené tlačítko se symbolem ≠).

#### *Aktivní kontrolní skupina – Clouds*

Trénink pro aktivní kontrolní skupinu byl cílen především na vizuální pozornost. Úloha se nazývá "Clouds - An Approximate Number System Game" a byla vytvořena laboratoří Working Memory & Plasticity Lab na University of California v Irvine (Jaeggi & Buschkuhl, 2017). Účastníkovi jsou prezentovány dva „obláčky“ s podněty (max. na 10 vteřin) a jeho úkolem je rozhodnout (třuknutím na danou stranu obrazovky), který obláček obsahuje více podnětů. Účastníci byli instruováni, aby odpovídali co nejpřesněji, instrukce ohledně rychlosti odpovědi neobdrželi. Na konci každého tréninku účastník zhodnotil vnímanou obtížnost a vložené úsilí.

#### *Srovnání tréninkových aplikací*

Obě úlohy jsou vizuální, ani jedna z nich necílí na verbální doménu. Obě úlohy zároveň zapojují základní pozornostní procesy. I přes některé shodné aspekty se tréninkové úlohy liší. Tyto rozdíly je důležité určit, aby bylo možné určit účinné aspekty Filter It



(Karlsson & Bergmark, 2015); srovnání úloh je v Tabulce 2.

Tabulka 2. Základní rozdíly mezi tréninkovými aplikacemi

Aspekty	Filter It	Clouds
Adaptivnost	ano	ano
Trvání jednoho tréninku	20 min	20 min
Přítomnost podnětů na obrazovce	250 ms / reakční čas (max. 10 s)	reakční čas (max. 10 s)
Časový tlak při rozhodování	ano	minimální
Distraktory	ano	ne
Selektivní pozornost	ano	ne
Zapojení WM	ano, významně	ne

Pozn.: WM = pracovní paměť

## Metody měření efektu tréninku

Pro zjištění specifického tréninkového efektu, tj. zda se jedinci zlepšili v trénované úloze, je použito paradigma Filter It – Barvy.

*Nearest transfer effect:* paradigma Filter It – Tvary, které není součástí tréninku a je administrováno pouze při vyšetření (pre-, post- a follow-up).

*Near transfer effect:* kapacita pracovní paměti (verbální a vizuální) je měřena pomocí 2 metod: Řazení písmen a čísel (LNS; Wechsler, 1997, 2002) pro zhodnocení verbální pracovní paměti a Visual Pattern Test (VPT; Psych Lab 101, 2018) administrovaný na tabletu pro zhodnocení vizuální pracovní paměti.

*Far transfer effect:* exekutivní kontrola je měřena dvěma standardními metodami – Pražský Stroopův Test (PST; Bezdicek et al., 2015) a Test cesty (TMT A a B; Bezdicek et al., 2017).

*Kontrolní úloha:* kontrolní úloha je Bostonský test pojmenování (BNT-15; Mack et al., 1992), který se používá pro zhodnocení jazykových schopností. Zlepšení v této úloze neočekáváme.

*Subjektivní zhodnocení kognice:* Dotazník kognitivních selhání (*Cognitive Failures Questionnaire* (CFQ); Broadbent et al., 1982) měří subjektivně vnímanou frekvenci kognitivních selhání a omylů v běžném životě (vnímání, paměť a motorika) v průběhu posledních několika týdnů.

## Analýza dat

Analýza dat byla provedena prostřednictvím IBM SPSS 23, Bayesovy faktory byly vypočítány za použití JAMOVI 1.2.5.0.

Před dalšími analýzami, z důvodu vysoké šikmosti a špičatosti byly skóry PST-W, PST-C, TMT-A a BNT-15 (pro pre-test, post-test i follow-up test) logaritmičsky transformovány [nový skór =  $\ln(\text{hrubý skór})$ ]. Logaritmičsky transformované skóry byly použity pro všechny analýzy, výsledky byly poté zpětně transformovány [ $\exp(\text{nový skór})$ ] na původní škálu. Kompozitní skóry pro far transfer efekt (CS-PST a CS-TMT) byly vytvořeny tak, že jsme převedli hrubé skóry (PST-D a TMT-B) a logaritmičsky transformované skóry (PST-C a TMT-A) na z-skóry. Ty pak byly použity pro výpočet kompozitních skórů dle vzorců uvedených v kapitole 8.3.

Na počátku bylo ověřeno, zda se skupiny (EX, ACG) liší v demografických proměnných (věk, pohlaví, úroveň nejvyššího dosaženého vzdělání, počet let školní docházky), MMSE, GDS-15 a FAQ. Skupiny byly porovnány pomocí t-testu pro nezávislé výběry respektive pomocí Mann Whitney U testu. Zároveň byly porovnány pre-testové výkony obou skupin v měřítkách Filter It (nejvyšší dosažená úroveň) a transferu (*nearest, near a far*) pomocí t-testu pro nezávislé výběry.

Krátkodobá (post-test vs pre-test) a dlouhodobá (follow-up test vs pre-test) změna po Filter It tréninku byla analyzována pomocí párového t-testu. Byl porovnán pre-testový výkon s post-testovým výkonem, respektive s výkonem ve follow-up testu a pro zhodnocení síly efektu bylo použito Cohenovo  $d_z$ . Pro každé párové porovnání byly spočítány Bayesovy faktory ( $BF_{10}$ ).

Efekt transferu byl hodnocen pomocí jednofaktorové ANCOVA, ve které byly výkony v post-testu závislou proměnnou, kovariantou byla data z pre-testu a příslušnost ke skupině byla meziskupinovým faktorem. Naší hypotézou bylo, že experimentální skupina (EX) bude mít lepší výkony než aktivní kontrolní skupina (ACG). Následně byly vypočítány Bayesovy faktory ( $BF_{10}$ ) pro zhodnocení, do jaké míry jsou zjištěné výsledky ve prospěch nulové (nebo alternativní) hypotézy.

Hodnoty  $BF_{10}$  byly následně hodnoceny dle adaptované verze (Wetzels & Wagenmakers, 2012). Hodnoty  $BF_{10}$  se pohybují v rozmezí od 0 do nekonečna, přičemž hodnota 1 značí, že výsledky nejsou ve prospěch nulové ani alternativní hypotézy. Hodnoty vyšší než 1 znamenají důkazy pro alternativní hypotézu oproti nulové. Například  $BF_{10} = 5$  značí, že pravděpodobnost přítomnosti efektu je pětkrát vyšší pro alternativní hypotézu. Naopak hodnoty  $BF_{10} < 1$  upřednostňují nulovou hypotézu.

Pro účely výpočtu změny výkonu byly pro všechna měřítka (Filter It, *near a far transfer*) vypočítány standardizované skóry v jednotkách standardní odchylky (SD). Pre-testový skór každého testu byl vydělen SD, stejně tak post-testový a follow-up testový výkon byl vydělen

SD pre-testového výkonu. SD byly vypočítány pro obě skupiny dohromady. V dalším kroku byla změna výkonu vypočítána tak, že pre-testový výkon v jednotkách SD byl odečten od post-testového výkonu, respektive od follow-up testového výkonu.

Následně byla korelována změna výkonu v tréninkovém úkolu Filter It (Barvy – nejvyšší dosažená úroveň) se změnou v testech pro ověření efektu transferu (Filter It – Tvary, *near a far transfer* měřítka). Vzhledem k tomu, že jsme neočekávali linearitu vztahu, byl použit neparametrický Spearmanův koeficient korelace.

Specifické přínosy kognitivního tréninku byly zjišťovány pomocí dotazníku Dotazníku kognitivních selhání (CFQ). Celkový skóre byl získán součtem odpovědí u jednotlivých položek. Pomocí t-testu pro nezávislé výběry bylo zjišťováno, zda se skupiny liší v celkovém skóre CFQ při pre-testu, post-testu i follow-up testu. Asociace mezi CFQ a jednotlivými měřítky (Filter It, *near a far transfer*) byla ověřována pomocí neparametrického Spearmanova koeficientu korelace. Stejně tak souvislost mezi pre-testovou úrovní CFQ byla analyzována neparametrickým Spearmanovým koeficientem korelace.

Pro všechny analýzy byla použita úroveň signifikance  $p = 0,05$ . Vícečetná srovnání jsme kontrolovali pomocí Benjaminiho-Hochbergovy korekce, přičemž byla použita 5% míra pro tzv. *false discovery rate*, tedy podíl falešně pozitivních zjištění (Benjamini & Hochberg, 1995).

## Výsledky

### *Specifický efekt tréninku*

V rámci pre-testu nebyl mezi skupinami nalezen signifikantní rozdíl ve výkonu v žádném z analyzovaných měřítek Filter It – Barvy. EX signifikantně zlepšila svůj výkon v post-testu v porovnání s pre-testem v maximální dosažené úrovni, celkovém počtu správných odpovědí a reakčním čase (všechna  $p < 0,001$ ). Post-testový výkon ACG nedosáhl signifikantní změny v žádném z měřítek v porovnání s pre-testem. Průměrné hodnoty ve Filter It – Barvy obou skupin v pre-testu, post-testu i follow-up testu jsou v Tabulce 3.

Účastníci EX dosahovali vyšší úrovně ( $\eta_p^2 = 0,309$ ,  $p < 0,001$ ,  $BF_{10} = 1,00$ ), častěji odpovídali správně ( $\eta_p^2 = 0,219$ ,  $p < 0,001$ ,  $BF_{10} = 388,00$ ), měli méně falešně pozitivních odpovědí ( $\eta_p^2 = 0,226$ ,  $p < 0,001$ ,  $BF_{10} = 24,66$ ) a odpovídali rychleji ( $\eta_p^2 = 0,155$ ,  $p = 0,002$ ,  $BF_{10} = 3,13$ ). Účastníci EX však neodpovídali (po korekci pro vícečetná srovnání) častěji v pokusech se změnou ( $\eta_p^2 = 0,076$ ,  $p = 0,032$ ,  $BF_{10} = 1,00$ ). Signifikantní zlepšení EX v porovnání s ACG zůstalo i ve follow-up testu, a to u nejvyšší dosažené úrovně s malou

sílou efektu ( $\eta_p^2 = 0,131, p < 0,004, BF_{10} = 12,46$ ).

### *Nearest transfer efekt*

Pre-testové výkony skupin se v žádném z měřítek Filter It – Tvary signifikantně nelišily. Výkon EX se v post-testu signifikantně zlepšil v porovnání s pre-testovým výkonem v maximální dosažené úrovni, celkovém počtu správných odpovědí, počtu falešně pozitivních odpovědí a reakčním čase. Počet správných odpovědí u pokusů se změnou zůstal bez signifikantní změny oproti pre-testu. U ACG byla v post-testu zjištěna signifikantní změna v maximální dosažené úrovni ( $p = 0,002$ ), přičemž oproti pre-testu došlo k mírnému zhoršení výkonu. U ostatních měřítek paradigma Tvary nebyla změna u ACG oproti pre-testu statisticky významná.

EX v porovnání s ACG zlepšila svůj výkon ve všech měřících paradigmech Barvy, tj. maximální dosažené úroveň ( $\eta_p^2 = 0,460, p < 0,001, BF_{10} = 1\,360\,000$ ), celkový počet správných odpovědí ( $\eta_p^2 = 0,274, p < 0,001, BF_{10} = 2646,85$ ), celkový počet správných odpovědí u pokusů se změnou ( $\eta_p^2 = 0,235, p < 0,001, BF_{10} = 8225,38$ ), počet falešně pozitivních odpovědí ( $\eta_p^2 = 0,278, p < 0,001, BF_{10} = 7185,28$ ) a reakční čas ( $\eta_p^2 = 0,282, p < 0,001, BF_{10} = 13,52$ ). Síla efektu se pohybovala v rozmezí střední až silné. Signifikantní zlepšení výkonu EX v porovnání s ACG přetrvalo i ve follow-up testu, a to v maximální dosažené úrovni ( $\eta_p^2 = 0,132, p = 0,004, BF_{10} = 6,58$ ), síla efektu byla slabá. Ve všech případech byla evidence ve prospěch alternativní hypotézy (tj. přítomnost efektu).

### *Near transfer efekt*

V rámci pre-testu nebyl mezi skupinami nalezen signifikantní rozdíl ve výkonu v žádném z analyzovaných měřítek *near transfer* efektu, a to ani v hrubých ani v kompozitních skórech.

Výkon v pre-testu měl signifikantní vztah k výkonu v post-testu. Skupina EX signifikantně zlepšila svůj post-testový výkon ve verbální pracovní paměti (LNS) se středním efektem ( $d = 0,565, p = 0,004, BF_{10} = 10,34$ ), který však nepřetrval do follow-up testu ( $p > 0,05$ ). Zlepšení v měřítku vizuální pracovní paměti (VPT) nebylo signifikantní (Tabulka 6). ACG signifikantně nezlepšila výkon v žádném z měřítek *near transferu* (LNS, VPT; viz Tabulka 3).

Při kontrole pre-testového výkonu nebylo zjištěno signifikantní zlepšení skupiny EX v post-testu (LNS:  $\eta_p^2 = 0,044, p = 0,105, BF_{10} = 0,32$ ; VPT:  $\eta_p^2 = 0,003, p = 0,697, BF_{10} = 0,51$ ) ani ve follow-up testu (LNS:  $\eta_p^2 = 0,070, p = 0,040, BF_{10} = 0,29$ ; VPT:  $\eta_p^2 = 0,075, p = 0,033, BF_{10} = 7,25$ ) v žádném z měřítek. Evidence svědčila spíše pro nulovou hypotézu

(BF<sub>10</sub> mezi 0,29-0,51).

### *Far transfer efekt*

V rámci pre-testu nebyl mezi skupinami nalezen signifikantní rozdíl ve výkonu v žádném z analyzovaných měřítek *far transfer* efektu, a to ani v hrubých (PST-D, -W, -C, TMT-A, -B), ani v kompozitních (CS-PST, CS-TMT) skórech.

Výkon v pre-testu měl signifikantní vztah k výkonu v post-testu. V rámci post-testu a follow-up testu nebylo zjištěno signifikantní zlepšení v žádném z měřítek *far transferu* oproti pre-testu (všechna  $p > 0,05$ , viz Tabulka 3). Nicméně u EX bylo zjištěno signifikantní zlepšení v post-testovém výkonu v PST-C oproti pre-testu se střední silou efektu ( $d = 0,521$ ,  $p = 0,007$ , BF<sub>10</sub> = 6,11) a částečnou evidencí ve prospěch alternativní hypotézy. Ve follow-up testu nebyla zjištěna signifikantní změna oproti pre-testu ( $d = 0,035$ ,  $p = 0,848$ , BF<sub>10</sub> = 0,20) a evidence byla ve prospěch nulové hypotézy.

Pomocí ANCOVA jsme nezjistili signifikantní vliv skupiny na zlepšení výkonu v post-testu u měřítek *far transferu* (CS-PST:  $\eta_p^2 = 0,192$ ,  $p = 0,029$ , BF<sub>10</sub> = 0,57; CS-TMT:  $\eta_p^2 = 0,064$ ,  $p = 0,049$ , BF<sub>10</sub> = 0,56) a evidence byla spíše ve prospěch nulové hypotézy. V souladu se výše popsaným zlepšením skupiny EX v PST-C byl u tohoto měřítka zjištěn signifikantní vliv skupiny ( $\eta_p^2 = 0,148$ ,  $p = 0,002$ , BF<sub>10</sub> = 2,98) a evidence byla spíše ve prospěch efektu. Efekt u PST-C však nepřetrval ve follow-up testu ( $\eta_p^2 = 0,007$ ,  $p = 0,523$ , BF<sub>10</sub> = 0,84). Ve follow-up testu nebyl zjištěn signifikantní vliv skupiny na výkon (CS-PST:  $\eta_p^2 = 0,004$ ,  $p = 0,625$ , BF<sub>10</sub> = 0,30; CS-TMT:  $\eta_p^2 = 0,031$ ,  $p = 0,172$ , BF<sub>10</sub> = 0,42). Celková evidence pro *far transfer* efekt svědčila spíše pro nulovou hypotézu (BF<sub>10</sub> mezi 0,27-0,99), kromě PST-C, TMT-A a TMT-B při post-testu, a PST-D, PST-W a TMT-B při follow-up testu. U těchto proměnných byla anekdotická evidence ve prospěch efektu (BF<sub>10</sub> mezi 1,16-2,33).

### *Kontrolní úloha*

Ani jedna ze zkoumaných skupin signifikantně nezlepšila svůj výkon (post-test a follow-up test) v BNT-15 v porovnání s pre-testem (Tabulka 3). Při kontrole pre-testového výkonu nebyl zjištěn ani signifikantní vliv skupiny na výkon v BNT-15 v post-testu ( $\eta_p^2 = 0,050$ ,  $p = 0,084$ , BF<sub>10</sub> = 0,26), ani follow-up testu ( $\eta_p^2 = 0,002$ ,  $p = 0,763$ , BF<sub>10</sub> = 0,29). Evidence byla spíše ve prospěch nulové hypotézy.

Tabulka 3. Deskriptivní data pro všechna měřítka transferu (pre-test, post-test a follow-up test) jako funkce skupiny (EX a ACG)

	Pre-test		Post-test		Follow-up test		Změna pre- vs. post-test				Změna pre- vs. follow-up test			
	Průměr (SD)	Min-Max	Průměr (SD)	Min-Max	Průměr (SD)	Min-Max	<i>t</i>	<i>p</i>	ES	BF <sub>10</sub>	<i>t</i>	<i>p</i>	ES	BF <sub>10</sub>
<b>EX (N = 31) Specifický efekt tréninku a nearest transfer</b>														
Barvy	2,65 (0,88)	1,00-4,00	3,68 (0,98)	1,00-5,00	3,10 (0,79)	2,00-5,00	6,30	<0,001	1,132	<b>28043,52</b>	2,96	<b>0,006</b>	0,531	6,90
Tvary	2,00 (0,68)	1,00-3,00	2,94 (1,00)	1,00-6,00	2,42 (0,67)	1,00-4,00	5,05	<0,001	0,908	<b>1111,90</b>	2,89	<b>0,007</b>	0,520	6,00
<i>Near transfer</i>														
LNS	8,52 (2,57)	4,00 - 15,00	9,74 (2,18)	6,00-15,00	9,26 (1,97)	5,00-14,00	3,14	<b>0,004</b>	0,565	<b>10,34</b>	2,60	0,014	0,466	3,27
VPT	13,97 (2,69)	9,00-21,00	14,58 (3,12)	8,00-21,00	14,42 (2,19)	11,00-20,00	0,98	0,335	0,176	0,30	0,93	0,358	0,168	0,29
<i>Far transfer</i>														
CS-PST+	2,26 (1,04)	1,15-6,79	2,18 (1,00)	1,36-6,00	2,32 (1,08)	1,50-7,00	0,26	0,795	0,047	0,20	-0,89	0,379	0,160	0,28
PST-D	13,03 (2,01)	9,00-20,00	12,77 (2,04)	10,00-19,00	12,74 (2,16)	9,00-21,00	-0,98	0,333	0,177	0,30	-1,36	0,184	0,244	0,44
PST-W+	15,87 (3,96)	12,00-32,00	15,55 (4,21)	11,00-33,00	15,48 (3,90)	11,00-31,00	-1,27	0,216	0,227	0,40	-1,41	0,170	0,252	0,47
PST-C+	29,81 (16,12)	14,00-95,00	28,03 (14,85)	15,00-84,00	29,74 (15,57)	16,00-91,00	-2,90	0,007	0,521	6,11	0,19	0,848	0,035	0,20
CS-TMT+	2,30 (0,70)	1,25-4,36	2,56 (0,86)	0,92-4,62	2,22 (0,64)	1,10-3,56	-2,15	0,040	0,386	1,42	-1,69	0,101	0,304	0,68
TMT-A+	38,58 (15,31)	23,00-84,00	31,74 (11,11)	19,00-66,00	36,10 (9,75)	21,00-62,00	-2,31	0,028	0,414	1,87	-0,86	0,395	0,155	0,27
TMT-B	84,48 (28,83)	41,00-170,00	76,54 (23,84)	40,00-134,00	78,65 (24,64)	43,00-132,00	-1,41	0,170	0,252	0,47	-2,54	0,016	0,457	2,95
<i>Kontrolní úloha</i>														
BNT-15+	14,19 (1,20)	10,00-15,00	13,94 (1,15)	10,00-15,00	14,13 (0,72)	13,00-15,00	-1,60	0,120	0,287	0,60	-0,15	0,886	0,026	0,19
<b>ACG (N = 31) Specifický efekt tréninku a nearest transfer</b>														
Barvy	2,45 (0,81)	1,00-4,00	2,58 (0,77)	1,00-4,00	2,48 (0,77)	1,00-4,00	0,94	0,354	0,169	0,29	0,22	0,831	0,039	0,20
Tvary	2,03 (0,75)	1,00-4,00	1,58 (0,50)	1,00-2,00	1,94 (0,68)	1,00-3,00	-3,48	<b>0,002</b>	0,625	<b>22,14</b>	-0,65	0,522	0,117	0,23
<i>Near transfer</i>														
LNS	9,13 (2,06)	6,00-15,00	9,39 (1,82)	6,00-14,00	9,03 (1,72)	5,00-13,00	0,86	0,397	0,154	0,27	-0,44	0,662	0,079	0,21
VPT	12,77 (2,65)	9,00-19,00	13,65 (2,65)	9,00-19,00	12,84 (2,16)	10,00-17,00	3,11	0,005	0,542	7,84	0,30	0,768	0,053	0,20
<i>Far transfer</i>														
CS-PST+	2,42 (0,86)	1,28-6,00	2,42 (0,73)	1,42-5,06	2,41 (0,79)	1,36-5,11	-0,91	0,371	0,163	0,28	-1,10	0,281	0,197	0,33
PST-D	13,68 (2,09)	10,00-18,00	13,77 (2,33)	10,00-19,00	13,81 (2,01)	9,00-17,00	0,46	0,647	0,083	0,21	0,49	0,630	0,087	0,21
PST-W+	16,94 (3,29)	11,00-22,00	16,71 (2,92)	13,00-22,00	16,87 (2,87)	12,00-23,00	-0,48	0,638	0,085	0,21	0,08	0,936	0,014	0,19
PST-C+	32,81 (12,11)	19,00-84,00	33,00 (11,24)	20,00-81,00	32,94 (10,58)	19,00-72,00	0,76	0,452	0,137	0,25	0,44	0,667	0,078	0,21
CS-TMT+	2,49 (0,60)	1,60-3,97	2,51 (0,61)	1,50-3,86	2,53 (0,62)	1,60-3,93	1,24	0,224	0,223	0,39	0,85	0,403	0,152	0,27
TMT-A+	39,07 (8,87)	24,00-60,00	35,65 (8,89)	20,00-52,00	37,71 (8,84)	25,00-57,00	-2,07	0,047	0,372	1,24	-0,96	0,347	0,172	0,29
TMT-B	96,42 (29,34)	48,00-170,00	90,81 (27,68)	34,00-143,00	93,90 (27,35)	56,00-165,00	-1,84	0,075	0,331	0,86	-1,23	0,227	0,222	0,38
<i>Kontrolní úloha</i>														
BNT-15+	13,87 (1,15)	11,00-15,00	13,97 (1,11)	11,00-15,00	14,03 (0,95)	12,00-15,00	1,34	0,191	0,240	0,43	1,63	0,115	0,292	0,62

Pozn.: Hodnoty uvedené v tabulce jsou ve standardních netransformovaných jednotkách kromě + skóre, které byly pro účely analýz logaritmičsky transformovány (ln) a poté zpětně transformovány; EX = Experimentální skupina; ACG = Aktivní kontrolní skupina; LNS = celkový počet správně zopakovaných řad; VPT = *Visual Patterns Test*; CS-PST = poměr PST C / D; CS-TMT = poměr TMT B / A; BNT-15 = počet spontánně správně pojmenovaných položek; Srovnání, která dosáhla po korekci pomocí 5% “*false discovery rate*” statistické významnosti jsou označena tučným písmem; BF<sub>10</sub> = Bayesův faktor značící evidence pro nulovou či alternativní hypotézu; ES = síla efektu (Cohenovo *d*) pro porovnání výkonu v pre-testu a post-testu nebo v pre-testu a follow-up testu.

### *Korelace změn ve výkonu*

Spearmanovou korelací byl zkoumán vztah mezi zlepšením ve Filter It (Barvy – nejvyšší dosažená úroveň) a zlepšením v měřících *near* (LNS, VPT) a *far* (CS-PST, CS-TMT) *transfer*.

**Post-test:** Zjistili jsme, že post-testové zlepšení ve Filter It – Barvy signifikantně korelovalo se zlepšením v post-testu ve Filter It – Tvary (Spearman  $\rho = 0,57$ ;  $p < 0,001$ ), LNS (Spearman  $\rho = 0,26$ ;  $p = 0,039$ ) a PST-C (Spearman  $\rho = -0,36$ ;  $p = 0,004$ ). Ostatní korelace mezi proměnnými nebyly statisticky významné (všechna  $p > 0,05$ ).

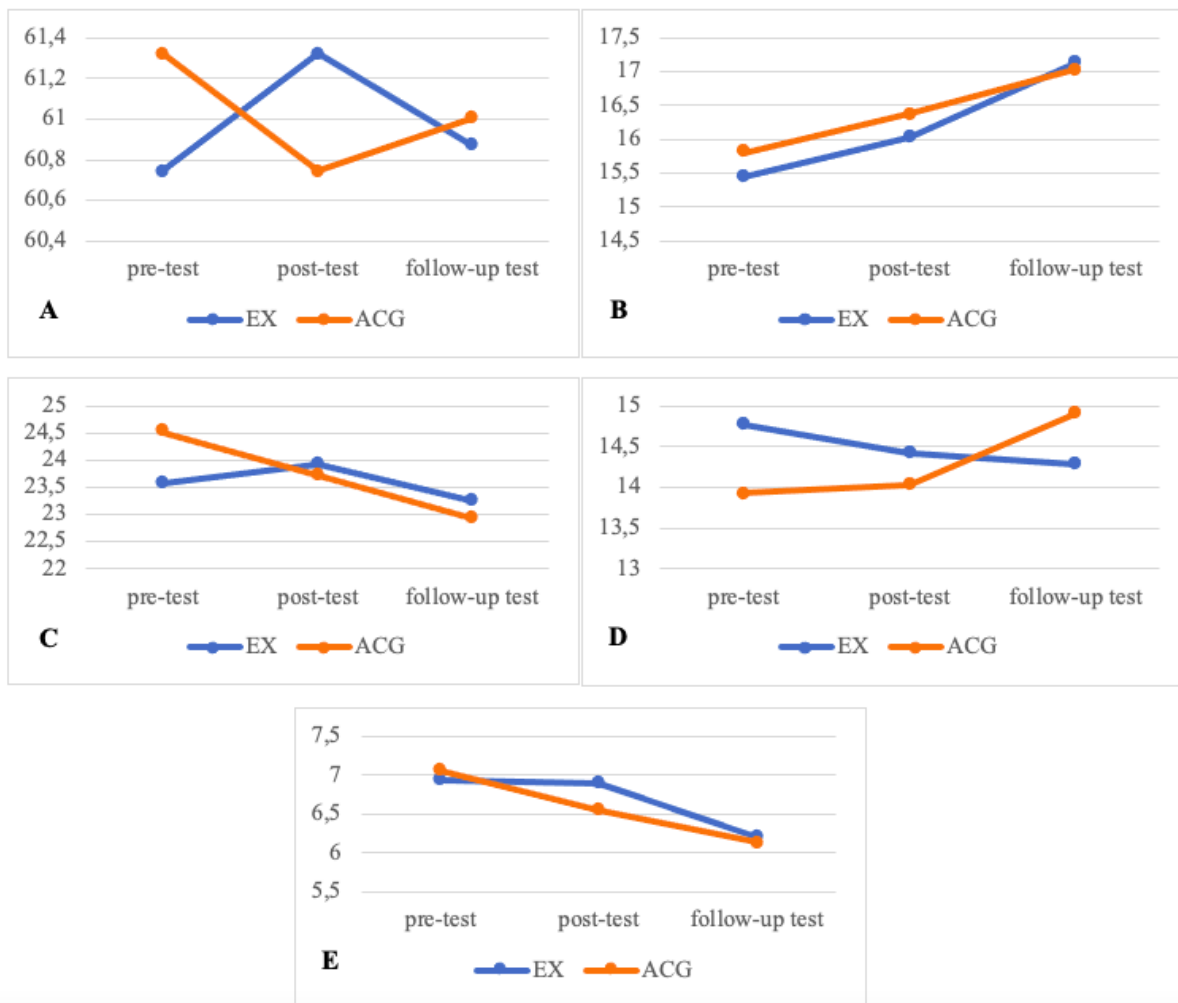
**Follow-up test:** Ve follow-up testu jsme zjistili, že zlepšení ve Filter It – Barvy bylo signifikantně asociováno se zlepšením v TMT-B (Spearman  $\rho = -0,34$ ;  $p = 0,007$ ). Změna výkonu ve follow-up testu v ostatních testech signifikantně nekorelovala se změnou výkonu ve Filter-It – Barvy (všechna  $p > 0,05$ ).

### *Subjektivní zhodnocení výkonu*

Skupiny (EX, ACG) se v rámci pre-testu signifikantně nelišily v celkovém skóre CFQ ( $p > 0,05$ ) ani v jednotlivých subškálách – Paměť, Roztržitost, Omyly a Jména (všechna  $p > 0,05$ ). Zároveň se skupiny signifikantně nelišily v celkovém skóre CFQ ani v jednotlivých subškálách (Paměť, Roztržitost, Omyly a Jména) při post-testu (všechna  $p > 0,05$ ) i follow-up testu (všechna  $p > 0,05$ ). Průměrné hodnoty CFQ a jednotlivých subškál jsou zobrazeny v Grafu 1.

**Korelace CFQ a výkonu v post-testu a follow-up testu:** V post-testu byl celkový skóre CFQ signifikantně asociován se zlepšením výkonu v CS-PST (Spearman  $\rho = -0,26$ ,  $p = 0,043$ ), což po Benjaminiho-Hochberg korekci nedosahuje signifikance. Při follow-up testu celkový skóre CFQ signifikantně koreloval s výkonem ve Filter It – Barvy (Spearman  $\rho = -0,29$ ,  $p = 0,022$ ). Výkon v post-testu a follow-up testu v ostatních měřících specifického efektu tréninku a efektu transferu signifikantně nekoreloval s CFQ (všechna  $p > 0,05$ ).

**Korelace CFQ (pre-test) se změnou výkonu:** Pre-testová úroveň CFQ byla signifikantně asociována se zlepšením výkonu v PST-C v post-testu (Spearman  $\rho = 0,37$ ,  $p = 0,003$ ) i follow-up testu (Spearman  $\rho = 0,29$ ,  $p = 0,025$ ). Ostatní měřítka (post-test i follow-up test) signifikantně nekorelovala s mírou subjektivních stížností dle CFQ při pre-testu (všechna  $p > 0,05$ ).



Graf 1. Cognitive Failures Questionnaire – průměrné hodnoty obou skupin (EX, ACG)

Pozn.: A – Celkový skór, B – subškála Paměť, C – subškála Roztržitost, D – subškála Omyly, E – subškála Jména

### Zpětná vazba

Při post-testu byla od účastníků zjišťována zpětná vazba (Příloha 5). Všichni účastníci udávali, že byli motivovaní dosáhnout v průběhu tréninku co nejlepších výsledků („docela ano“: 59 %, „velmi“: 41 %) a zároveň byli schopni udržet plnou pozornost v průběhu tréninku („spíše ano“: 33 %, „úplně bez obtíží“: 67 %). Pro většinu účastníků (EX: 58 % a ACG: 65 %) byl trénink „docela zábavný“, žádný z účastníků nehodnotil tréninky jako nezábavné.

Většina účastníků z EX (96 %) preferovala paradigma „Barvy“ před „Orientace“ a pro nejvíce jedinců z EX byla nejpohodlnější/nejpříjemnější úroveň 2-3 (tj. 3-4 podněty na každé straně obrazovky). Podněty byly podle jejich názoru prezentovány přijatelně rychle (72 %) nebo trochu rychleji (28 %). Časové omezení pro odpověď jim příliš nevadilo (89 %), někteří účastníci uvedli, že je trochu stresovalo (11 %). Počet sekvencí hodnotili jako adekvátní (83 %) či jako „příliš mnoho“ (17 %). Délku jedné tréninkové *session* hodnotili jako adekvátní



(90 % účastníků), někteří jako příliš dlouhou (10 % účastníků).

Jedinci z ACG udávali jako nejpohodlnější úrovně 60-70. Všichni jedinci z ACG vnímali rychlost prezentace podnětů jako přijatelnou. Časové omezení pro odpověď jim příliš nevadilo (23 %) či vůbec nevadilo (77 %). Počet sekvencí vnímali jako adekvátní (100 %). Dobu trvání jedné tréninkové *session* považovali za adekvátní (95 %) či příliš krátkou (5 %).

Většina účastníků (bez ohledu na tréninkovou skupinu) uvedla, že vnímá přínos tréninku v běžném životě („spíše ano“: 66 %, „rozhodně ano“: 29 %), 5 % uvedlo, že přínosy spíše nevnímá. Někteří účastníci popsali „*zlepšení udržované pozornosti*“ či „*lepší zaměření na detail*“. Nicméně většina (54 %) uvedla, že spíše nezamýšlí v tréninku pokračovat i nadále.

Uživatelskou přijatelnost aplikace zhodnotilo 47 % účastníků jako „docela dobrou“ a 53 % jako „velmi dobrou“, žádný ji nehodnotil jako špatnou. Tablet již vlastnilo 71 % účastníků a 15 % zkušenost v průběhu tréninku přiměla k tomu, aby uvažovali o pořízení tabletu.

## Diskuze

Cílem předkládané studie bylo ověřit krátkodobý a dlouhodobý efekt tréninku vizuální selektivní pozornosti prostřednictvím aplikace Filter It (naše verze kanonického CDT) u starších osob ve věku 60-75 let.

Zjistili jsme, že senioři z experimentální skupiny (EX) signifikantně zlepšili svůj výkon v trénovaném úkolu Filter It – Barvy (specifický efekt tréninku) v porovnání s ACG (Frydrychova & Georgi, 2021). Naše zjištění jsou tak v souladu s předchozími studiemi zaměřenými na trénink prostřednictvím CDT, které prokázaly, že je možné zlepšit výkon v trénované úloze (Buschkuehl et al., 2017; Gaspar et al., 2013; C.-H. Li et al., 2017), a to i u starších osob (Gaspar et al., 2013). Důležitou roli ve zlepšení výkonu hraje adaptivita, tedy upravení obtížnosti dle výkonu účastníka (např.: Jaeggi et al., 2014; von Bastian & Eschen, 2016).

Dalším významným zjištěním bylo, že se EX zlepšila i v úloze Filter It – Tvary, což byl netrénovaný úkol a měřítko *nearest transfer* efektu (Frydrychova et al., b.r.). Toto paradigma stejně jako trénované (Barvy) obsahovalo snadno pojmenovatelné podněty, oproti tomu paradigma Orientace zahrnovalo obtížněji pojmenovatelné podněty. Gaspar a kol. (2013) naopak nezjistili zlepšení v netrénované CDT úloze, přičemž podněty v testových byly obtížněji pojmenovatelné. Přírozenou tendencí jedince je pojmenovávat vizuální podněty (Randell & Remington, 1999). Proto obtížněji pojmenovatelné podněty mohou být v úkolech

typu CDT, ve kterých je čas prezentace podnětů omezený a v řádu milisekund, hůře zapamatovatelné. To může být důvodem pro rozdíl mezi našimi výsledky a těmi od Gaspar a kol. (2013).

U EX nedošlo k signifikantnímu zlepšení v měřících kapacitě pracovní paměti (VPT, LNS) oproti aktivní kontrolní skupině, tzv. *near transfer* efekt nebyl prokázán (Frydrychova et al., b.r.), což je v souladu i s jinými studiemi (Buschkuehl et al., 2017). Použili jsme měřítka WM zatěžující kapacitu (VPT), ale i zpracování informací (LNS). Vzhledem k tomu, že nebylo zjištěno zlepšení v těchto úlohách, tak je patrné, že při tréninku CDT jsou zatěžovány jiné aspekty WM. Nicméně Li a kol. (2017) zjistili zlepšení v úlohách verbální paměti vlivem tréninku CDT. Na druhou stranu, tato studie nezahrnovala adekvátní kontrolní skupinu (Shawn Green et al., 2019; Simons et al., 2016), a proto je otázkou, zda by tento efekt byl zjištěn i při jejím použití.

*Far transfer* efekt (CS-PST, CS-TMT) nebyl rovněž prokázán (Frydrychova et al., b.r.), což je v souladu i s předchozími studiemi (Adam & Vogel, 2018; C.-H. Li et al., 2017). Avšak na úrovni *far transfer* měřítek jsme zjistili zlepšení v úloze PST-C, což je interferenční úloha, ve které kratší čas potřebný k dokončení značí lepší odolnost vůči interferenci, kognitivní flexibilitu či pracovní paměť (Bezďicek et al., 2015; Lezak et al., 2012; Strauss et al., 2006). Stejně tak v tréninkové úloze je úkolem potlačit irelevantní podněty a selektivně sledovat a reagovat na podněty pouze z té strany obrazovky určené náповědou (viz Obrázek 1). Naproti tomu v Clouds je potřeba sledovat celý prostor obrazovky a není zapotřebí selektivně vybírat na co bude pozornost zaměřena. Tento rozdíl mohl vést ke zlepšení výkonu v PST-C u EX oproti ACG. Zároveň to může být i důvodem, proč nebylo zjištěno zlepšení v TMT-B jelikož v této úloze na rozdíl od PST-C není potřeba v takové míře selektivně inhibovat informace, které k nám přichází. Nutno podotknout, že v průměru došlo v PST-C ke zlepšení o necelé 2 vteřiny. Zároveň toto zlepšení v PST-C bylo zjištěno pouze v post-testu, nikoliv ve follow-up testu (6 měsíců po ukončení tréninku) (Frydrychova et al., b.r.). Inhibiční kontrola tedy může částečně profitovat z tréninku vizuální selektivní pozornosti, nicméně tento efekt je pouze krátkodobý a bez dlouhodobého tréninku má tendenci vrátit se na původní úroveň (v našem případě pre-test).

Ani jedna skupina nezlepšila svůj výkon v kontrolní úloze (BNT-15), což je v souladu s našimi očekáváními, nicméně výkon obou skupin byl vysoký již při pre-testu proto je otázkou, zda bylo toto měřítko vhodně zvoleno.

S odstupem 6 měsíců po absolvování tréninku bylo zjištěno přetrvání efektu u Filter It – Barvy i Tvary. U ostatních měřítek nebyla zjištěna signifikantní změna oproti

pre-testu. Li a kol. (2017) prokázali přetrvání efektu tréninku (specifický i *near transfer* efekt) s odstupem 3 měsíců. Závěry ohledně dlouhodobého přetrvávání efektu tréninku jsou nejednoznačné (např.: Borella et al., 2014, 2017; Buschkuhl et al., 2008). Nabízí se vysvětlení, že pro udržení efektu je zapotřebí dlouhodobého a pravidelného tréninku (Lövdén et al., 2010).

Stejně tak se ani u jedné skupiny signifikantně neproměnilo subjektivní zhodnocení kognice (CFQ), je tedy patrné, že to je nezávislé na absolvování individuální kognitivního tréninku Filter It.

Tato studie má určitá omezení jako například vyšší počet žen než mužů a vyšší počet osob s vyšším vzděláním oproti těm s nižším, což může do určité míry vést k omezené zobecnitelnosti poznatků. Větší zájem žen a osob s vyšším vzděláním o výzkum a kognitivní trénink je celosvětovým fenoménem (Lezak et al., 2012), který se potvrdil i v našem případě. Z časových důvodů realizace projektu byl nábor ukončen i přes tuto nerovnost v zastoupení pohlaví a úrovně vzdělání. Nicméně nebyl prokázán signifikantní vliv demografických proměnných na výkon v pre-testových měřících. Dalším limitem se může jevit volba tabletu jako média pro realizaci kognitivního tréninku s (pro seniory) relativně malou obrazovkou, což může zapříčinit určitá omezení pro srovnání našich výsledků s předchozími studiemi. Na druhou stranu, účastníci si na vizuální a hmatový komfort v průběhu tréninku nestěžovali.

Diskuze je podrobněji rozvedena v samotné disertační práci.

## **Závěr**

Tato práce i přes svá omezení přispívá k důkazům, které svědčí pro to, že starší jedinci jsou schopni na základě tréninku zlepšit svůj výkon v trénované úloze (v našem případě: Filter It – Barvy). Stejně tak jsou schopni zlepšit svůj výkon i v netrénované úloze (Filter It – Tvary). Oba tyto efekty pak přetrvaly i s odstupem 6 měsíců. To podporuje platnost předpokladu, že schopnost učit se novým dovednostem je zachována i ve starším věku.

Přestože nebyly efekty transferu (*near* ani *far*) prokázány, byl patrný trend zlepšení výkonu v úloze PST-C měřící inhibiční kontrolu. Tímto výsledkem tato studie podporuje ty dosavadní, které rovněž prezentovaly pouze omezený efekt transferu u tréninku CDT.

Zároveň tato studie ukázala, že starší osoby přijímají tablet jako prostředek pro trénování kognitivních funkcí pozitivně. Přesto v současné chvíli nelze aplikaci Filter It bez výhrad doporučit, jelikož efektivita tréninku je do určité míry omezená. Budoucí studie by se mohly zaměřit na zkoumání ekologicky validního efektu (např.: schopnost řízení).

## Literatura

- A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community.* (2014). Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity. <http://longevity.stanford.edu/a-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community-2/>
- Adam, K. C. S., & Vogel, E. K. (2018). Improvements to visual working memory performance with practice and feedback. *PLOS ONE*, *13*(8), e0203279. doi: 10.1371/journal.pone.0203279
- Bezdicek, O., Lukavsky, J., Stepankova, H., Nikolai, T., Axelrod, B. N., Michalec, J., Růžička, E., & Kopecek, M. (2015). The Prague Stroop Test: Normative standards in older Czech adults and discriminative validity for mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *37*(8), 794–807. doi: 10.1080/13803395.2015.1057106
- Bezdicek, O., Stepankova, H., Axelrod, B. N., Nikolai, T., Sulc, Z., Jech, R., Růžička, E., & Kopecek, M. (2017). Clinimetric validity of the Trail Making Test Czech version in Parkinson's disease and normative data for older adults. *The Clinical Neuropsychologist*, *31*(S1), 42–60. doi: 10.1080/13854046.2017.1324045
- Bezdíček, O., Lukavský, J., & Preiss, M. (2011). Validizační studie české verze dotazníku FAQ. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, *74/107*(1), 36–42.
- 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*. doi: 10.3389/fnhum.2017.00099
- Borella, E., Carretti, B., Cantarella, A., Riboldi, F., Zavagnin, M., & De Beni, R. (2014). Benefits of training visuospatial working memory in young-old and old-old. *Developmental Psychology*, *50*(3), 714–727. doi: 10.1037/a0034293
- Borella, E., Carretti, B., Zanoni, G., Zavagnin, M., & De Beni, R. (2013). Working memory training in old age: An examination of transfer and maintenance effects. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *28*(4), 331–347. doi: 10.1093/arclin/act020
- Broadbent, D. E., Cooper, P. F., FitzGerald, P., & Parkes, K. R. (1982). The Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) and its correlates. *British Journal of Clinical Psychology*, *21*(1), 1–16. doi: 10.1111/j.2044-8260.1982.tb01421.x
- Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Däpp, C., Müller, M., Breil, F., Hoppeler, H., & Perrig, W. J. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and Aging*, *23*(4), 743–753. doi: 10.1037/a0014342
- Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Mueller, S. T., Shah, P., & Jonides, J. (2017). Training change detection leads to substantial task-specific improvement. *Journal of Cognitive Enhancement*, *1*(4), 419–433. doi: 10.1007/s41465-017-0055-y
- Cognitive Training Data Response Letter.* (2014). Cognitive Training Data. <https://www.cognitivetrainingdata.org/the-controversy-does-brain-training-work/response-letter/>
- Committee on Preventing Dementia and Cognitive Impairment, Board on Health Sciences

- Policy, Health and Medicine Division, & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Preventing Cognitive Decline and Dementia: A Way Forward* (A. I. Leshner, S. Landis, C. Stroud, & A. Downey, Ed.). National Academies Press. doi: 10.17226/24782
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging, 23*(4), 720–730. doi: 10.1037/a0014296
- 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. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6
- Frydrychova, Z., & Georgi, H. (2021). Visual selective attention training gains in older adults. In H. Georgi (Ed.), *Ageing 2021: Proceedings of the 5th Gerontological Interdisciplinary Conference* (s. 42–54). Prague College of Psychosocial Studies. [https://www.konferencestarnuti.cz/files/Starnuti\\_2021\\_sbornik.pdf](https://www.konferencestarnuti.cz/files/Starnuti_2021_sbornik.pdf)
- Frydrychova, Z., Lukavsky, J., Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., & Georgi, H. (b.r.). Filter It! Older adults can improve ability to ignore visual distractors through targeted training. *in preparation*.
- Frydrychová, Z., Štěpánková Georgi, H., & Lukavský, J. (2018). *Filter It* (1.0) [Čeština; Mobile application software]. Univerzita Karlova.
- Gaspar, J. G., Neider, M. B., Simons, D. J., McCarley, J. S., & Kramer, A. F. (2013). Change detection: Training and transfer. *PLoS ONE, 8*(6), e67781. doi: 10.1371/journal.pone.0067781
- Heissler, R., Červenková, M., Kopeček, M., & Georgi, H. (2020). Geriatrická škála deprese (GDS-15): Česká normativní studie. *Československá psychologie, 64*(1), 49–65.
- Jaeggi, S. M., & Buschkuehl, M. (2017). *Clouds* (0.9) [Computer software]. University of California, Irvine.
- Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2014). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory & Cognition, 42*(3), 464–480. doi: 10.3758/s13421-013-0364-z
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training: Transfer of task-switching training. *Developmental Science, 12*(6), 978–990. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00846.x
- Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making working memory work: A meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychological Science, 25*(11), 2027–2037. doi: 10.1177/0956797614548725
- Karlsson, P., & Bergmark, A. (2015). Compared with what? An analysis of control-group types in Cochrane and Campbell reviews of psychosocial treatment efficacy with substance use disorders: Compared with what? *Addiction, 110*(3), 420–428. doi: 10.1111/add.12799
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment* (5. vyd.). Oxford University Press.
- Li, C.-H., He, X., Wang, Y.-J., Hu, Z., & Guo, C.-Y. (2017). Visual working memory capacity can be increased by training on distractor filtering efficiency. *Frontiers in Psychology, 8*. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00196
- Li, S.-C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Röcke, C., Smith, J., & Lindenberger, U. (2008).

- Working memory plasticity in old age: Practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 731–742. doi: 10.1037/a0014343
- Lövdén, M., Bäckman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychological Bulletin*, 136(4), 659–676. doi: 10.1037/a0020080
- Mack, W. J., Freed, D. M., Williams, B. W., & Henderson, V. W. (1992). Boston Naming Test: Shortened Versions for Use in Alzheimer’s Disease. *Journal of Gerontology*, 47(3), 154–158. doi: 10.1093/geronj/47.3.P154
- Psych Lab 101* (2.0.7). (2018). [Computer software]. Neurobehavioral Systems, Inc.
- Randell, T., & Remington, B. (1999). Equivalence relations between visual stimuli: the functional role of naming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71(3), 395–415. doi: 10.1901/jeab.1999.71-395
- Sandberg, P. (2014). *Cognitive training in young and old adults: Transfer, long-term effects, and predictors of gain*. Institutionen för psykologi, Umeå universitet.
- Shawn Green, C., Bavelier, D., Kramer, A. F., Vinogradov, S., Ansorge, U., Ball, K. K., Bingel, U., Chein, J. M., Colzato, L. S., Edwards, J. D., Facoetti, A., Gazzaley, A., Gathercole, S. E., Ghisletta, P., Gori, S., Granic, I., Hillman, C. H., Hommel, B., Jaeggi, S. M., ... Witt, C. M. (2019). Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(1), 2–29. doi: 10.1007/s41465-018-0115-y
- Sheikh, J. I., & Yesavage, J. A. (1986). Geriatric Depression Scale (GDS): Recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontologist*, 5(1–2), 165–173. doi: 10.1300/J018v05n01\_09
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does working memory training generalize? *Psychologica Belgica*, 50(3–4), 245. doi: 10.5334/pb-50-3-4-245
- Schaie, K. W., & Willis, S. L. (2010). The Seattle Longitudinal Study of Adult Cognitive Development. *ISSBD Bull*, 57(1), 24–29.
- Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2(27). doi: 10.3389/fnagi.2010.00027
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do “Brain-Training” Programs Work? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186. doi: 10.1177/1529100616661983
- Singer, T., Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (2003). Plasticity of memory for new learning in very old age: A story of major loss? *Psychology and Aging*, 18(2), 306–317. doi: 10.1037/0882-7974.18.2.306
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., Spreen, O., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd ed). Oxford University Press.
- Štěpánková, H., Nikolai, T., Lukavský, J., Bezdiček, O., Vrajová, M., & Kopeček, M. (2015). Mini-Mental State Examination – Česká normativní studie. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 78/111(1), 57–63.
- Vogel, E. K., McCollough, A. W., & Machizawa, M. G. (2005). Neural measures reveal individual differences in controlling access to working memory. *Nature*, 438(7067), 500–

503. doi: 10.1038/nature04171

- von Bastian, C. C., & Eschen, A. (2016). Does working memory training have to be adaptive? *Psychological Research*, 80(2), 181–194. doi: 10.1007/s00426-015-0655-z
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale—Third Edition* (3. vyd.). The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2002). *Wechsler Memory Scale—Third Edition Abbreviated Manual* (3rd Abbreviated edition). The Psychological Corporation.
- Zinke, K., Zeintl, M., Eschen, A., Herzog, C., & Kliegel, M. (2012). Potentials and limits of plasticity induced by working memory training in old-old age. *Gerontology*, 58(1), 79–87. doi: 10.1159/000324240

## Publikační činnost

### Publikace v impaktovaném periodiku:

- Stepankova Georgi, H., **Frydrychova, Z.**, Horakova Vlckova, K., Vidovicova, L., Sulc, Z., & Lukavsky, J. (2019). Young-Old City-Dwellers Outperform Village Counterparts in Attention and Verbal Control Tasks. *Frontiers in Psychology*, 10. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01224
- **Frydrychová, Z.**, Kopeček, M., Bezdíček, O., & Štěpánková Georgi, H. (2018). České normy pro revidovaný Reyův auditorně-verbální test učení (RAVLT) pro populaci starších osob. *Československá psychologie*, 62(4), 330-349.

### Publikace v recenzovaném periodiku:

- Kopeček, M., **Frydrychová, Z.**, Heissler, R., & Georgi, H. (2020). Kognitivně svěží osmdesátníci aneb kognitivní superagers [Cognitive superagers]. *Psychiatrie pro praxi*, 21(1), 13–15. doi: 10.36290/psy.2020.002
- Georgi, H., & **Frydrychová, Z.** (2020). SuperAging – společnost a lidé: úvod do problematiky. *E-psychologie*, 14(1), 55-69. doi: 10.29364/epsy.366
- **Frydrychová, Z.**, & Georgi, H. (2019). Historie a současnost Reyova Auditorně-verbálního testu učení (RAVLT) v Česku. *E-psychologie*, 13(1), 48–59. doi: 10.29364/epsy.338

### Software:

- **Frydrychová, Z.**, Štěpánková Georgi, H., & Lukavský, J. (2018). Filter It (1.0) [Čeština; Mobile application software]. Univerzita Karlova.
- Štěpánková Georgi, H., **Frydrychová, Z.**, Horáková Vlčková, K., Šulc, Z., & Kopeček, M. (2018). KoKa – Kognitivní kalkulátor (2.0) [Computer software]. Klecany: Národní ústav duševního zdraví. Dostupné z <https://www.nudz.cz/files/pdf/kokav2-rodny-list.pdf>

### Příspěvky v recenzovaném sborníku:

- **Frydrychova, Z.**, & Georgi, H. (2021). Visual selective attention training gains in older adults. In H. Georgi (Ed.), *Stárnutí 2021: Sborník příspěvků ze 5. Gerontologické mezioborové konference* (s. 42-54). Pražská vysoká škola psychosociálních studií. ISBN 978-80-906237-4-3
- **Frydrychova, Z.**, Jaeggi, S. M., Lukavsky, J., Buschkuhl, M., & Georgi, H. (2018). Training of visual selective attention in older adults: Study design. In H. Georgi & R. Šlamberová (Ed.), *Stárnutí 2018: Sborník příspěvků ze 4. Gerontologické mezioborové konference* (s. 26–43). ISBN 978-80-87878-36-1.
- **Frydrychova, Z.**, Lukavsky, J., & Georgi, H. (2018). Relationship between education, leisure activities and cognitive performance in persons in old-age pension. In H. Georgi & R. Šlamberová (Ed.), *Stárnutí 2018: Sborník příspěvků ze 4. Gerontologické mezioborové konference* (s. 44–55). ISBN 978-80-87878-36-1.
- Georgi H., **Frydrychova Z.**, & Vlckova K. (2018). Personal impediments and cognition in older age. In: Georgi H & Šlamberová R, eds. *Stárnutí 2018: Sborník příspěvků ze 4. Gerontologické mezioborové konference, Third faculty of Medicine* (s. 56-71). ISBN 978-80-87878-36-1.
- **Frydrychova, Z.**, Horakova, K., Vidovicova, L., & Stepankova, H. (2017). Perception Of Life Pace In The City And Countryside Among Older People. In *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences* (s. 117–128). doi: 10.15405/epsbs.2017.11.12



## **Granty**

- hlavní řešitel – Trénink vizuální selektivní pozornosti u senior, Program: Grantová agentura UK, Nositel: UK, Poskytovatel: Univerzita Karlova, Trvání projektu: 1.1.2018 – 31.12.2020
- člen řešitelského týmu – Kognitivní SuperAging, Nositel: Národní ústav duševního zdraví, Poskytovatel: Grantová agentura České republiky, Trvání projektu: 1.1.2018 - 31.12.2020
- člen řešitelského týmu – Vliv urbanizace na kognitivní výkon u starších osob, Nositel: Národní ústav duševního zdraví, Poskytovatel: Grantová agentura České republiky, Trvání projektu: 1.1.2017 - 31.12.2018