



## Přehledové práce

### Vliv tréninku pracovní paměti na symptomy u ADHD Pavel Škobrtal

Pavel Škobrtal

Centrum duševního zdraví, Jeseník

Katedra školní pedagogické a školní psychologie, Pedagogická fakulta OSU, Ostrava

pavel.skobrtal@email.cz

#### Abstrakt

Pracovní paměť je teoretickým konstruktem vycházejícím z původního konceptu krátkodobé paměti, sloužící pro dočasné uložení a manipulaci s informacemi, které jsou nezbytné pro složitou kognitivní činnost, jako je myšlení, učení apod. Deficity v oblasti pracovní paměti se projevují jako poruchy paměti nebo poruchy pozornosti u četných duševních poruch, jako např. ADHD nebo schizofrenie. Výzkumy z poslední doby přinesly důkazy o tom, že pracovní paměť může být trénována. Trénink pracovní paměti začal rozpracovávat a vědecky zkoumat T. Klingberg, který se zabýval trénováním pracovní paměti u dětí s ADHD. Z výzkumů vyplývá, že trénink pracovní paměti má na kognitivní funkce a symptomy u dětí s ADHD pozitivní dopad.

#### Co je pracovní paměť

Pracovní paměť je kognitivní systém, jehož funkcí je dočasně uchovávat informace, které jedinec aktuálně používá nebo zpracovává. V pracovní paměti uchováváme dočasně nejen informace přicházející ze sensorických systémů, ale také informace vybavené z dlouhodobé paměti. Pracovní paměť je výkonná a pozornostní složka krátkodobé paměti, která v sobě zahrnuje dočasné zpracování, integraci, zapomenutí a opětovné vybavení informací (Baddeley, 2000). Pracovní paměť nám slouží k aktivnímu monitorování a manipulaci s našim chováním a informacemi. V pracovní paměti probíhá aktuální mentální aktivita. Pracovní paměť je nezbytná pro udržení pozornosti u právě prováděného úkolu, brání pronikání rušivých vlivů do vědomí a udržuje nás informované o tom, co se děje kolem nás. Pracovní paměť používáme v každodenním životě, pomáhá nám efektivně jednat ve školních, sociálních a pracovních situacích.

#### Vývoj konceptu pracovní paměti

Jako pracovní paměť dnes označujeme tu část paměti, pro kterou se dříve používalo označení krátkodobá paměť nebo operační paměť (Plháková, 2002). Účelem krátkodobé paměti bylo zapamatovat si informace po velmi krátkou dobu (řádově sekundy). Pojem pracovní paměť se začal užívat z toho důvodu, aby byla potvrzena skutečnost, že tento paměťový subsystém neslouží pouze k pasivnímu uložení informací, ale slouží současně také k manipulaci s nimi.

Po celá 50. léta 20. století pohlíželi psychologové na paměť jako na jedolitou unitární schopnost. Koncem 50. let psychologové objevili, že určité malé procento informací je bezprostředně zapomenuto, pokud jedinci neumožníme si informace zopakovat. Tyto výsledky je vedly k postulování hypotetického systému paměti, který nazvali krátkodobou pamětí (Baddeley, 2006). Krátkodobá paměť se řídí ve svém fungování jinými pravidly než paměť dlouhodobá. V 60. letech 20. století přinesla řada dalších studií, zejména z oblasti neuropsychologie, potvrzení správnosti předpokladu existence těchto dvou paměťových systémů – dlouhodobé a krátkodobé paměti (Baddeley, 2006). Pojem pracovní paměť se v psychologii začal užívat v 60. letech 20. století. V druhé

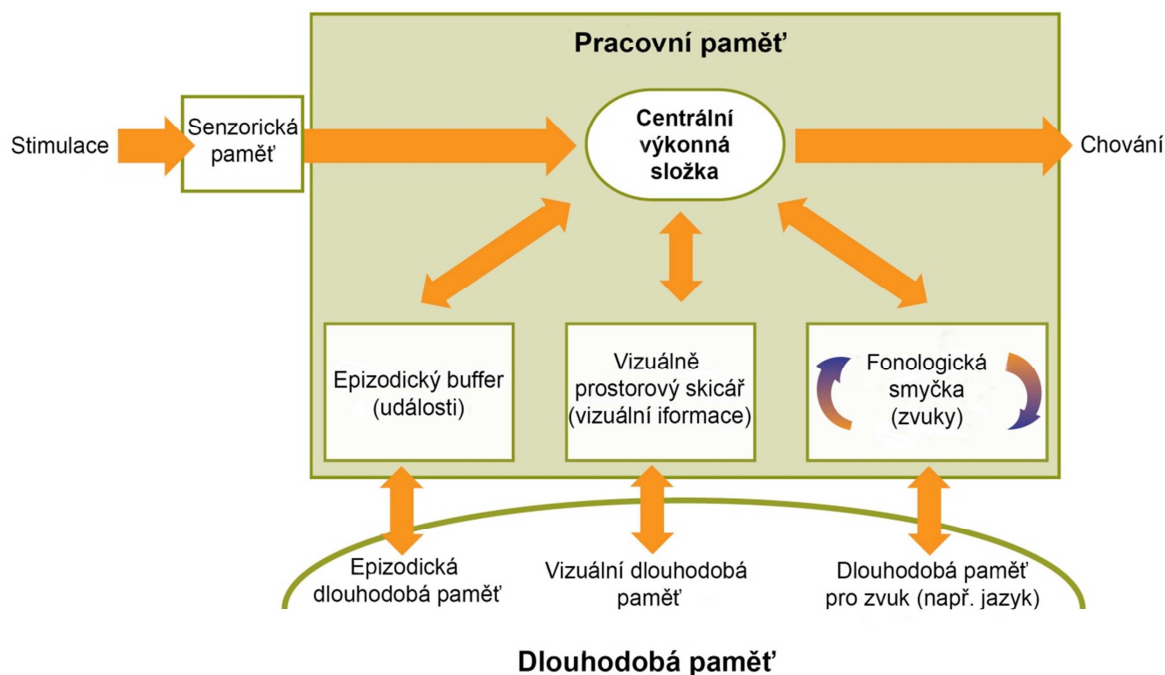


polovině 60. let 20. století začala vznikat celá řada modelů paměti. První z těchto modelů předpokládaly, že informace nejdříve vstupují do tzv. ultrakrátké sensorické paměti, která byla tehdy považována spíše za část procesu percepce. Poté jsou informace přesunuty do krátkodobé paměti o omezené kapacitě, která skladuje tyto informace po určitou krátkou dobu a umožňuje provádět s nimi různé kognitivní operace, včetně jejich přesunutí do dlouhodobé paměti a znovu vybavení z dlouhodobé paměti (Baddeley, 2006).

Tyto modely se však potýkaly s několika problémy. První problematickou oblastí, ve které tyto modely selhávaly, bylo vysvětlení procesu učení. Mnoho autorů se domnívalo a empirická zjištění tyto domněnky potvrzovaly, že pro učení je důležitější zpracování informací jedincem než jejich pouhé uložení do krátkodobé paměti. Druhým problémem bylo, že tento model neodpovídal klinickým pozorováním u pacientů neurologickým postižením krátkodobé paměti.

### Baddeleyeho model pracovní paměti

Do dnešních dnů bylo vytvořeno mnoho modelů pracovní paměti. Někteří autoři považují pracovní paměť za jeden ze subsystémů dlouhodobé paměti, viz např. Cowan (1995, 2005). Jiní autoři ztotožňují pracovní paměť s krátkodobou pamětí. V literatuře patří v současné době k nejcitovanějším modelům pracovní paměti Baddeleyeho model. Baddeley a Hitch (1974) se začali počátkem 70. let zabývat vztahem mezi krátkodobou a dlouhodobou pamětí. Na základě studie, kterou provedli, dospěli k názoru, že modely paměti tak, jak byly doposud různými autory prezentovány, jsou příliš zjednodušené a navrhli vlastní tříložkový model pracovní paměti. Tento původní model se skládal ze tří hlavních komponent: centrální výkonné složky a dvou podřízených složek - fonologické smyčky a vizuálně-prostorového skicáře. Baddeley svůj a Hitchův model pracovní paměti v roce 2000 revidoval a rozšířil jej o tzv. epizodickou vyrovnávací paměť (buffer). Začlenění Baddeleyeho modelu pracovní paměti do původního Atkinsonov a Shiffrinova modelu paměti ukazuje viz obr. 1.



Obr. 1 Baddeleyeho model pracovní paměti (Zimbardo, Johnson, McCann, 2012)



Centrální výkonná složka kontroluje a reguluje kognitivní procesy, má následující funkce:

- a) spojuje informace z různých zdrojů do souvislých epizod,
- b) koordinuje činnost podřízených složek,
- c) přepíná mezi strategiemi pro řešení úkolů a strategiemi pro získávání informací,
- d) má na starost selektivní pozornost.

Lze tedy říci, že centrální výkonná složka kontroluje kognitivní procesy a intervenuje, pokud se tyto procesy dostanou na scestí (Baddeley, 2000). Fonologická smyčka se stará o zvuk a fonologické informace. Baddeley (1974, 2000) předpokládá se, že jakákoli verbální nebo zvuková informace vstupuje automaticky do fonologické smyčky, skládající se ze dvou částí:

- 1) krátkodobé fonologické paměti – zvukové paměťové stopy zde zanikají během několika sekund,
- 2) artikulační přípravné komponenty – obnovuje paměťové stopy.

Fonologická smyčka se uplatňuje se při percepci řeči (krátkodobá fonologická paměť) a její produkci (artikulační přípravná komponenta). Psaný jazyk může být transformován do podoby fonologického kódu pomocí vnitřní řeči a poté uložen do fonologické paměti. Vizualně-prostorový skicář uchovává informace o tom, co vidíme. Jedná se o jakési dočasné úložiště, které slouží k manipulaci s vizuálními a prostorovými informacemi, jako je např. barva, tvar, rychlost objektu apod. Vizualně-prostorový skicář koreluje s výsledky v subtestu Prostorový rozsah WMS-III. Epizodickou vyrovnávací paměť (buffer) si můžeme představit jako paměťový subsystém o limitované kapacitě, který má schopnost integrovat informace pocházející z různých zdrojů (Baddeley, 2000). Tento subsystém pracovní paměti slouží k propojení napříč s ostatními subsystémy a podílí se na formování integrovaných, chronologicky uspořádaných, jednotek prostorových, vizuálních a zvukových informací. Předpokládá se, že epizodická vyrovnávací paměť je propojena s dlouhodobou pamětí (Baddeley, 2000).

### **Kapacita pracovní paměti**

Jako kapacita krátkodobé paměti se obvykle udává tzv. Millerovo magické číslo, jehož velikost je  $7 \pm 2$  (Miller, 1956). Položky mohou být buď jednoduché (slova, čísla apod.), nebo komplikované. Údaje lze slučovat do smysluplných jednotek, tzv. chunt, čímž můžeme počet zapamatovaných položek navýšit. Millerovo magické číslo platí především pro informace stejného druhu. V pracovní paměti však můžeme uchovávat paralelně řadu podnětů a významových položek. Při paralelním zpracování informací je kapacita pracovní paměti pravděpodobně vyšší než  $7 \pm 2$  (Plháková, 2002).

### **Projevy deficitu pracovní paměti u psychických poruch**

Deficity v oblasti pracovní paměti se mohou projevovat u následujících duševních poruch:

- a) schizofrenie,
- b) ADHD/ADD,
- c) traumatického poranění mozku,
- d) autismu,
- e) dysporuchy .



Kromě ADHD je právě schizofrenie jednou z poruch, u níž se předpokládá, že defekt pracovní paměti stojí v jádru celého problému. U pacientů trpících schizofrenií je uváděna špatná výkonnost pracovní paměti, a to jak ve verbální, tak prostorové sféře, viz např. studie Asarnow et al. (1994) nebo Barch, Csernansky (2002) aj. Lidé s diagnostikovanou schizofrenií taktéž selhávají v testu WCST (Wisconsin Card Sorting Test). Pacient selhává v běžné komunikaci, není si jistý tím, o čem mluví nebo o čem mluví druzí, nepamatuje si své plány, úmysly, není schopen dokončit úkol, na kterém pracuje apod.

Mnoho studií, jako např. Cain, Oakhill a Bryant (2004), nebo Smith-Spark, Fisk, Fawcett a Nicolson (2003) poukazují na skutečnost, že rovněž dyslexie je spojena s deficitem pracovní paměti. U lidí s dyslexií se předpokládá, že mají problémy zejména s fonologickou smyčkou, poněvadž selhávají v úlohách zaměřených na zapamatování si určitého rozsahu čísel a písmen, viz např. studie Cain et al. (2004) a další. Jiné studie se zaměřili na deficity v oblasti centrální výkonné složky, např. Palmer (2000) nebo Swanson (1999). U dyslektiků se setkáváme také s problémy v oblasti pozornosti, jak dokazují studie např. Cain et al (2004) a Palmer (2000). U jedinců trpících dyslalií byly zjištěny také deficity v oblasti pracovní paměti. Tyto deficity byly patrné zejména u úloh, měřících efektivitu fonologické smyčky, viz např. studie Dollaghan a Campbell (1998). Gathercoleové et al. (1999) a další ve svých výzkumech prokázali, že kapacita pracovní paměti je důležitá jak pro naučení se, tak i pro používání jazyka. Lidé s dyslalií mají obecně problémy s kapacitou fonologického subsystému pracovní paměti, jak dokládají ve svých studiích Montgomery (2003) nebo Gill et al. (2003) a řada dalších.

### **Lze pracovní paměť trénovat**

Základní otázkou je, zda lze pracovní paměť zlepšit tréninkem či nikoli. S poznatkem, že pracovní paměť může být trénována, přišel Dr. Torkel Klingberg z Karolinska Institute ve Stockholmu. Do této doby panovala mezi vědci a odborníky na oblast paměti v tomto ohledu skepse. Dokonce i Baddeley ve svém modelu pracovní paměti z roku 2000 řadí jednotlivé složky pracovní paměti mezi tzv. fluidní systémy, tj. systémy dané geneticky nepodléhající učení a tréninku.

Pilotní Klingbergova studie na dětech s ADHD byla publikována v roce 2002. Jednalo se o dvojité slepou studii za použití placeba. Klingberger si ve svém výzkumu položil dvě otázky:

- Přispěje zlepšení pracovní paměti ke zlepšení ostatních kognitivních funkcí?
- Ovlivní zlepšení pracovní paměti symptomy onemocnění?

V prvním experimentu tvořilo výzkumný soubor 14 dětí s ADHD ve věku 7 – 15 let, rozdělených do dvou skupin – kontrolní a testovou, vždy po 7 dětech. Obě tyto skupiny prodělaly trénink pracovní paměti v podobě počítačového programu. Klingberg se svými spolupracovníky se zaměřili na to, zda může být kapacita pracovní paměti navýšena pomocí kognitivního tréninku a zda může být takto redukována motorická aktivita dětí s ADHD. Počítačový trénink se řídil dvěma principy (Klingberg, 2002):

- 1) Probandi pracovali na samé hranici jejich možností, přičemž obtížnost se adaptivně měnila tak, aby klient byl maximálně zatěžován vzhledem k jeho možnostem a přitom nebyl zbytečně frustrován příliš vysokou obtížností.
- 2) Probandi absolvovali trénink v rozsahu minimálně 20 min denně, 4-6 dní v týdnu po celkovou dobu 5 týdnů.

Těchto 14 dětí trpících syndromem ADHD prodělalo trénink vizuálně-prostorového rozsahu pracovní paměti, vizuálně-prostorové verze číselného rozsahu a prostorově-verbálních úkolů. Léčba placebem spočívala v tom, že byl použit stejný program, u něhož však byla nastavena nízká obtížnost a trénink trval maximálně 10 min

denně. Se subjekty byly před a po tréninku administrovány testy na zjištění rozsahu pracovní paměti a stavu prefrontálních funkcí – Ravenovy progresivní barevné matice, impulzivita dětí byla posuzována pomocí Stroopova testu. Stupeň motorické aktivity byl měřen za použití infračervené kamery. Předchozí studie ukázaly, že takto měřená motorická aktivity koreluje s hyperaktivitou u dětí s ADHD. V druhém experimentu se Klingberg s kolektivem zaměřili na to, zda u mladých lidí bez ADHD a deficitů v oblasti pracovní paměti dojde po aplikaci tréninku pracovní paměti k navýšení její kapacity.

## Výsledky

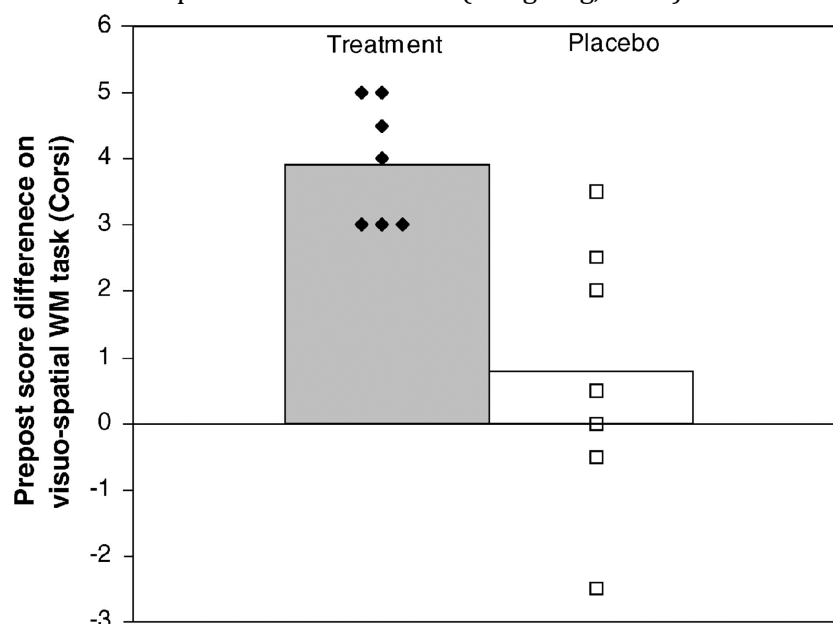
Při porovnání test-retestových změn ve skupině, která prodělala trénink oproti skupině, u které bylo aplikováno placebo, se ukázal pozitivní efekt tréninku pracovní paměti jako statisticky signifikantní. Výsledky tohoto srovnání shrnuje tab. 1.

Tabulka 1 Výkon dětí s ADHD před a po tréninku pracovní paměti (Klingberg, 2002)

|  | Control                   |                            | Treatment                  |                            | Test-retest in treatment group <sup>a</sup> | Group difference <sup>b</sup> |
|--|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|
|  | Before Mean (SEM)         | After Mean (SEM)           | Before Mean (SEM)          | After Mean (SEM)           |   |                               |
| Trained visuo-spatial WM Span board <sup>c</sup> | 5.0 (0.22)<br>4.54 (0.46) | 4.79 (0.21)<br>4.93 (0.28) | 4.71 (0.21)<br>4.36 (0.12) | 6.43 (0.41)<br>6.32 (0.25) | $P = .0007$<br>$P = .0001$                  | $P = .0006$<br>$P = .001$     |
| Stroop task                                      |                           |                            |                            |                            |   |                               |
| Accuracy (max 60)                                | 56.3 (0.8)                | 55.1 (2.6)                 | 55.4 (1.2)                 | 59.4 (0.3)                 | $P = .03$                                   | $P = .02$                     |
| Time for completion (s)                          | 80.3 (6.7)                | 86.3 (15.1)                | 101 (7.9)                  | 90.9 (7.2)                 | $P = .17$                                   | $P = .12$                     |
| Raven's progressive matrices                     | 28.7 (0.8)                | 29.3 (1.0)                 | 26.4 (1.2)                 | 33.3 (1.6)                 | $P = .001$                                  | $P = .001$                    |
| Choice reaction time task                        |                           |                            |                            |                            |   |                               |
| RT Latency (ms)                                  | 314 (18)                  | 342 (30)                   | 282 (22)                   | 296 (31)                   | $P = .20$                                   | $P = .27$                     |
| Two – One choice (ms)                            | 91 (19)                   | 79 (17)                    | 146 (24)                   | 71 (14)                    | $P = .07$                                   | $P = .05$                     |
| RT standard deviation                            | 128 (31)                  | 117 (20)                   | 106 (24)                   | 92 (17)                    | $P = .18$                                   | $P = .49$                     |
| Number of head movements                         | 1496 (579)                | 1881 (616)                 | 1001 (269)                 | 315 (148)                  | $P = .002$                                  | $P = .00008$                  |

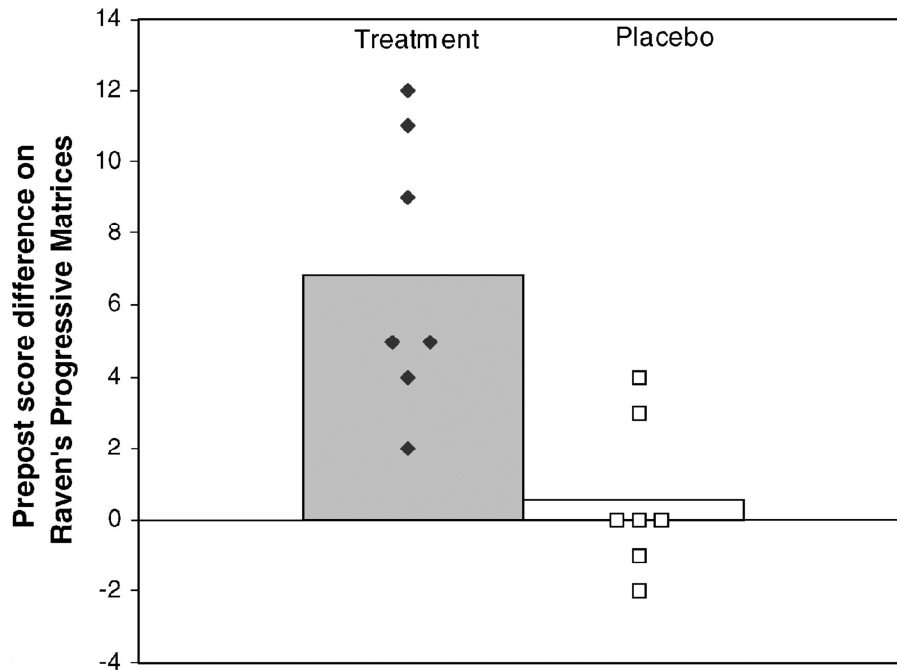
Zlepšení bylo patrné u všech dětí, které prodělali trénink. Signifikantní bylo zejména u vizuálně-prostorových úkolů, Ravenových progresivních matic a počtu pohybů hlavou, jak zobrazují následujících grafy č. 1 až 3.

Graf 1 Rozdíly ve skórech vizuálně-prostorového rozsahu (Klingberg, 2002)

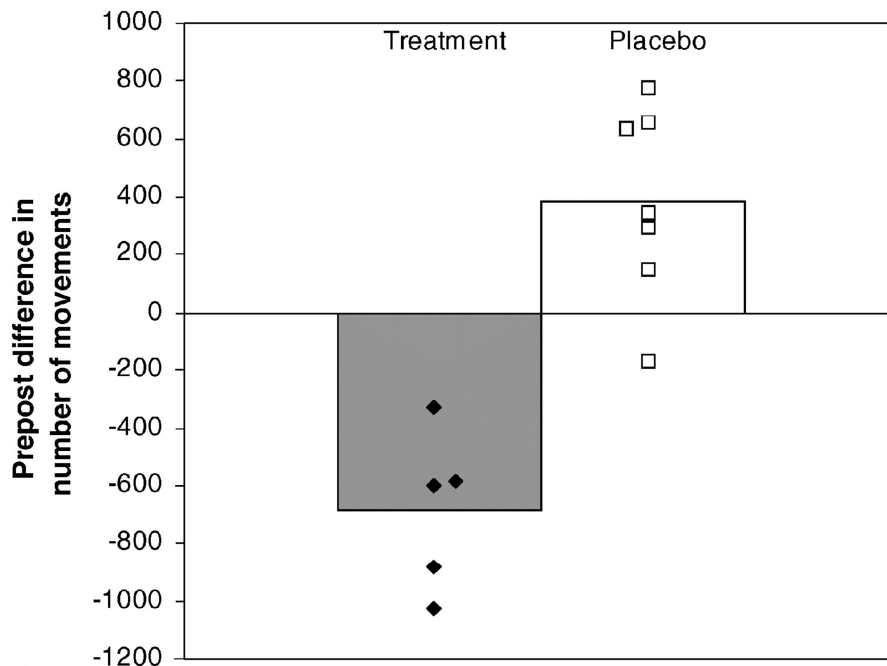




Graf 2 Rozdíly ve skórech u Ravenových progresivních matic (Klingberg, 2002)



Graf 3 Rozdíly v počtu pohybů hlavou (Klingberg, 2002)

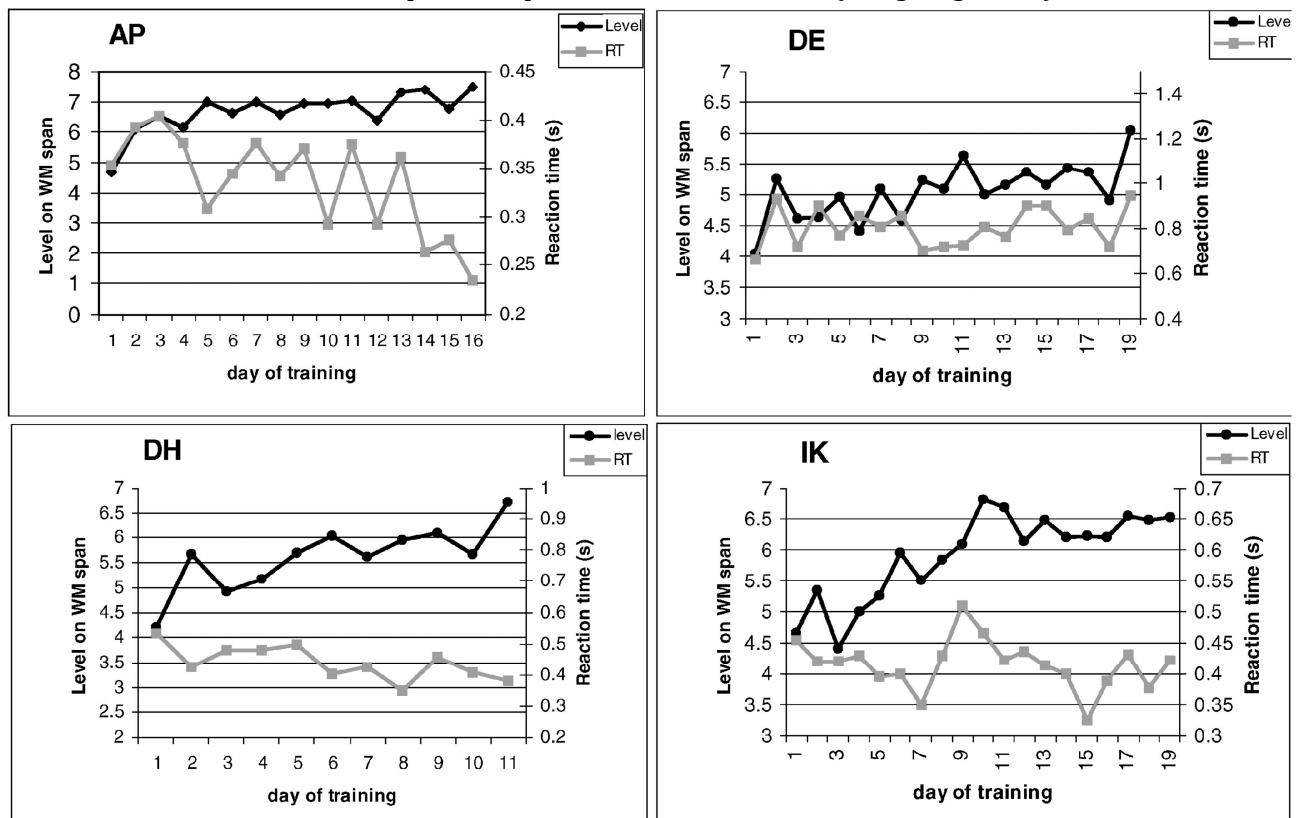


Obdobných výsledků bylo dosaženo také se skupinou mladých lidí. Výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 2. Graf č. 4 zobrazuje závislost rozsahu pracovní paměti a reakčního času. Z grafu je patrné, že s tím, jak během tréninku narůstal rozsah pracovní paměti, docházelo současně u probandů ke zkrácování reakčního času.

Tabulka 2 Výkon zdravých mladých lidí před a po tréninku (Klingberg, 2002)

|  | Before<br>Mean (SEM) | After<br>Mean (SEM) | Improvement<br>by treatment <sup>a</sup> | Group difference <sup>b</sup> |
|--|----------------------|---------------------|--|-------------------------------|
| Trained visuo-spatial WM                 | 7.12 (0.62)          | 9.0 (0.00)          | $P = .03$                                | $P = .005$                    |
| Span board <sup>c</sup>                  | 5.6 (0.39)           | 7.25 (0.48)         | $P = .02$                                | $P = .02$                     |
| Forwards (items)                         | 5.62 (0.71)          | 7.0 (0.81)          | $P = .02$                                | $P = .02$                     |
| Backwards (items)                        | 5.62 (0.24)          | 7.50 (0.35)         | $P = .01$                                | $P = .06$                     |
| Stroop task                              |                      |                     |  |                               |
| Accuracy (max 100)                       | 98.25 (0.85)         | 99.5 (0.29)         | $P = .10$                                | $P = .24$                     |
| Time for completion (s)                  | 109.7 (7.4)          | 86.7 (4.1)          | $P = .01$                                | $P = .02$                     |
| Raven's progressive matrices<br>(max 18) | 12.25 (0.25)         | 15.25 (0.85)        | $P = .01$                                | $P = .04$                     |
| Choice reaction time task                |                      |                     |  |                               |
| RT Latency (ms)                          | 248 (16)             | 220 (5)             | $P = .12$                                | $P = .06$                     |
| Two – One choice (ms)                    | 60 (25)              | 44 (3)              | $P = .30$                                | $P = .43$                     |
| RT standard deviation                    | 54 (17)              | 32 (10)             | $P = .10$                                | $P = .42$                     |

Graf 4 Časová závislost rozsahu pracovní paměti a reakčního času (Klingberg, 2002)





## Závěr

Z výzkumu vyplynulo, že pracovní paměť lze trénovat. Výzkum na obě výše položené otázky odpověděl kladně. Počínaje tímto datem bylo provedeno mnoho dalších studií, které potvrdily pozitivní vliv trénování pracovní paměti na ostatní kognitivní funkce a na zmírnění symptomů dané psychické poruchy. Další výzkumy se netýkaly již čistě jedinců, trpících syndromem ADHD, ale do studií již byly zařazeny i jiné diagnostické skupiny, např. schizofrenici, lidé trpící vaskulární demencí atd.

## Literatura

- Asarnow, R. F., Asamen J., Granholm, E., Sherman, T., Watkins, J. M., Williams, M, E. (1994). *Cognitive/neropsychological studies of children with schizophrenic disorder*. Schizophrenia Bulletin. 20, 647-669.
- Baddeley, A. D. (2000). *The episodic buffer: A new component of working memory?* Trends in cognitive science. 4, 417-423.
- Baddeley, A. D. (2006). Working Memory: An overview. In Pickering, S. J. (Ed.), *Working memory and education*. (1-31). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J. L. (1974). Working Memory. In Bower, G. A. (Ed.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*. (47-89). New York: Academic Press.
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Barch, D. M., Csernansky, J. G. (2002). *Working and long-term memory deficits in schizophrenia: Is there a common prefrontal mechanism?* Journal of Abnormal Psychology, 111, 478-494.
- Cain, K., Oakhill, J., Bryant, P. (2004). *Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and komponent skills*. Journal of Educational psychology. 96, 31-42.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. New York: Psychology Press.
- Dollaghan, C., Campbell, T. (1998). *Nonword repetition and child langure impairment*. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 41, 1136-1146.
- Gathercole, S. E., Service, E., Hitch, G. J., Adams, A., Martin, A. J. (1999). *Phonological short-term memory and vocabulary development: Further evidence on the nature of the relationship*. Applied Cognitive Psychology. 13, 65-77.
- Gill, C. B., Klecan-Aker, J., Roberts, T., Fredenburg, K. A. (2003). *Following directions: Rehearsal and vizualization strategies for children with specific langure impairment*. Child Language Teaching and Therapy. 19, 58-104.
- Klingberg, T., Forssberg, H., Westerberg, H. (2002). *Training of Working Memory in Children With ADHD*. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 24 (6), 781-791.
- Montgomery, J. W. (2003). *Working memory and comprehension in children with specific langure impairment: chat we know so far*. Journal of Comunication Disorders. 36, 221-321.
- Palmer, S. (2000). *Phonological recording deficit in working memory of dyslexic teenagers*. Journal of Research in Reading. 23, 28-40.
- Plháková, A. (2002). *Obecná psychologie*. Praha: Academia.
- Smith-Spark, J. H., Fisk, J. E., Fawcett, A. J., Nicolson, R. I. (2003). *Investigating the central executive in adult dyslexycs: Evidence from phonological and visuospatial working memory performance*. European Journal of Cognitive psychology. 15, 567-587.
- Swanson, H. L. (1999). *Reading comprehension and working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system?* Journal of Experimental Child Psychology. 72, 1-31.
- Zimbardo, P. G., Johnson, R. L., McCann, V. (2012). *Psychology: Core Concepts*. Boston: Pearson.

přijato k recenzi 12.9.2012

přijato do tisku 15.10.2012 [Horní část dokumentu](#)