

---

Přečetli jsme za vás

# Vztah mezi tréninkem pracovní paměti a inteligencí

---

Vztah mezi tréninkem pracovní paměti a inteligencí PhDr. Pavel Škobrtal, Ph.D., Lei Yong

Pracovní paměť je kognitivní systém sloužící ke zpracování informací, ukládání vizuálně prostorových a verbálních podnětů, řídicí exekutivní funkce. Právě koordinace činnosti exekutivních funkcí je hlavní náplní činnosti pracovní paměti. Pracovní paměť hraje ústřední roli při procesu učení, při uvažování, a při řešení problémů (Barrouillet et al., 2008; Camos, 2008; Klingberg, 2009; Zhao, Zhou, 2010). Inteligence se dělí na dvě složky, kterými jsou tzv. krystalizovaná inteligence a fluidní inteligence (Cattell, 1971).

Krystalizovaná inteligence (Gc) je odrazem našich dovedností, získaných znalostí a zkušeností, úzce se pojí s verbálními schopnostmi, vývojem jazyka a je ovlivnitelná vzděláváním (Cattell, 1971; Kline, 1998; Deary et al., 2007). Fluidní inteligence (Gf) zahrnuje schopnost logicky uvažovat a řešit nové problémy nezávisle na dříve získaných znalostech, které jsou ovlivněny naší zkušeností v každodenním životě, a to jak v profesním tak ve školním prostředí (Klingberg, 2009; Jaeggi et al., 2008; Perrig et al., 2009; Alloway, 2009). Fluidní inteligence (Gf) je rozhodující při řešení široké škály kognitivních úkolů a je považována za jeden z nejdůležitějších faktorů při učení (Jaeggi et al., 2008). Navíc Gf úzce souvisí s tím, jak budeme úspěšní při řešení problémů, zejména ve složitých a náročných prostředích (Jaeggi et al., 2008). Na základě provedených studií lze říci, že krystalizovanou inteligenci (Gc) je možné zlepšit prostřednictvím trénování pracovní paměti, a dále byl zjištěn vztah mezi školní úspěšností a Gc (Alloway, 2009). Nicméně Gf vykazuje vyšší korelaci s pracovní pamětí než Gc. Mnoho výzkumníků se ve svých studiích zmínilo o problematické korelaci mezi tréninkem pracovní paměti a Gf, z toho důvodu tento článek pojednává o tomto fenoménu ze dvou perspektiv. První perspektivou je pozitivní vliv tréninku pracovní paměti na Gf a druhou perspektivou jsou některé doposud sporné věci, týkající se této problematiky.

## 1. Trénink pracovní paměti pozitivně ovlivňuje GF

Je prokázáno, že trénink pracovní paměti zvyšuje kapacitu pracovní paměti. Kapacita pracovní paměti přitom úzce souvisí s fluidní inteligencí (Gf), což je jeden ze zásadních poznatků. Gf je totiž hlavním limitujícím faktorem naší schopnosti plnit současně více úkolů najednou, tj. jak dobře jsme schopni omezit vnímání rozptylujících podnětů (Klingberg, 2009). Studie ukazují, že lidé s vyšší kapacitou pracovní paměti se často potýkají ve svém životě s náročnými úkoly, které vyžadují hodně pozornosti a úsilí (Kane et al., 2004). Halford et al. (2007) se domnívá, že pro pracovní paměť a inteligenci je společná určitá maximální kapacita prvků, které mohou obsáhnout. Z toho důvodu je pravděpodobné, že tréninkem určité sítě neuronů může dojít k přenosu tohoto tréninku na podobné úkoly, resp. Řečeno jinými slovy, k vzájemnému překrývání se neuronových sítí (Kane, Engle, 2002). Některé studie prokázaly, že trénink pracovní paměti může nejen zvýšit kapacitu pracovní paměti, ale má vliv i na zlepšení řešení problémů a uvažování. Dokonce se v této souvislosti můžeme setkat s generalizací, která přesahuje konkrétní tréninkový efekt (Jaeggi et al., 2008; Klingberg, 2009).

Trénink pracovní paměti může zlepšit také samotný IQ skóre u dané osoby. Některé studie prokázaly, že zvyšování kapacity pracovní paměti může vést ke zvýšení IQ (Hessels, Schlatter, 2002; Hessels, Schlatter, 2008). Mnozí další autoři, jako např. Kvaschev (in Lazar, 1986), poukazují na fakt, že výsledky tréninku pracovní

paměti pozitivně korelují s hodnotou IQ skóru. V Kvashchevově experimentu (in Lazar, 1986) došlo např. ke zlepšení celkového IQ skóru v testované populaci o celkovou hodnotu 7,8 bodu IQ. Hallowell (2005) ve své studii dospěl k závěru, že skupina, která podstoupila trénink pracovní paměti, zlepšila svůj střední výkon v IQ testech zhruba o 10 procent. Tato kontroverzní studie ukázala, že trénink s úkolem pracovní paměti zlepšuje výkon fluidní inteligence na velmi specifickém testu u zdravých mladých dospělých. Zjištění, že kognitivní trénink může zlepšit Gf je důležitým výsledkem, protože tato forma inteligence byla považována za do značné míry neměnnou. Výsledky studií nám poskytují důkaz, že odpovídajícím tréninkem pracovní paměti je možné zlepšit potenciál Gf. Jaeggi et al. (2008) ve svém výzkumu zjistil, že v testovaných skupinách, u jedné po 17 dnech a druhé po 19 dnech tréninku pracovní paměti, došlo ke zvýšení celkového výkonu zhruba o 40 %.

Starší lidé s nižší kapacitou kognitivního výkonu také vykazují efekt blízkého a dalekého přenosu (resp. generalizace) nabitých schopností po tréninku pracovní paměti. Buschkuhl et al. (2008) uvádí, že jsou schopni blízkého přenosu v oblasti vizuální pracovní paměti a dalekého přenosu v oblasti vizuální epizodické paměti. V jeho výzkumu podstoupili 80letí lidé trénink pracovní paměti, kdy byli trénováni podobu 13 týdnů, dvakrát týdně, asi 15 minut s dvě typy úkolů zaměřenými na pracovní dané oblasti pracovní paměti. Oba úkoly byly upraveny po každém pokusu na individuální úroveň výkonu daného jedince. Tato studie přinesla důkaz, že starší pacienti s nižší kapacitou kognitivního výkonu také vykazují blízký a daleký efekt přenosu (generalizace) po tréninku pracovní paměti. Nedávná studie Liet et al. (2008) uvádí výsledky, které indikují efekty blízkého a dalekého přenosu spíše u starších dospělých (70 – 80 roků) než u mladších dospělých (20 – 30 let).

Trénink pracovní paměti může zlepšit výkon u osob s mentálním postižením. Je dobře známo, že určitá postižení jednotlivých složek pracovní paměti jsou pevně spojeny s vývojovými poruchami, jako je například Downův syndrom a Williamsův syndrom, které jsou doprovázeny specifickým narušením vývoje řeči a mentálním postižením (Gathercole, Alloway, 2006; Jarrold et al., 1999; Van der Molen et al., 2007). Malé zvýšení výkonnosti pracovní paměti může výrazně zlepšit výkon těchto jedinců obecně, což může pomoci zejména osobám s mentálním postižením, a to jak ve vzdělávacích zařízeních, tak v jejich každodenním životě (Perrig et al., 2009). O deficitu pracovní paměti se uvažuje jako o jednom ze zásadních kognitivních nedostatků u poruch způsobených alkoholem v prenatálním vývoji u dětí (Rasmussen, 2005). Loomes et al. (2008) provedl u těchto dětí trénink pracovní paměti, přičemž výsledky ukázaly, že rozsah verbální pracovní paměti u takto postižených dětí, se v experimentální skupině výrazně zvýšil, navíc děti v experimentální skupině se lépe vyrovnaly s dalšími úkoly.

Trénink pracovní paměti může jako vedlejší efekt u lidí trpících ADHD (porucha pozornosti/hyperaktivita) zlepšit výkon při čtení a prostorově vizuálních úkolech. Porucha ADHD je spojována s abnormalitami v čelním laloku (Schweitzer et al., 2000). Klingberg (2009) používá intenzivní a adaptivní trénink pracovní paměti s dětmi a dospělými trpícími ADHD. Výsledky ukazují, že trénink pracovní paměti vedl k výraznému zvýšení výkonu nejen v úkolech primárně spojovaných s pracovní pamětí, ale výrazně se zlepšil u 26 % osob v experimentální skupině i výkon v testu inteligence, kterým byly Ravenovy standardní progresivní matrice. Buschkuhl et al. (2008) provedl svou pilotní studii s ADHD dětmi, v níž prokázal, že ADHD děti, které se zlepšily během tréninku pracovní paměti, vykazovaly významně vyšší skóre v neverbálním testu inteligence než děti v kontrolní skupině, u kterých ke zlepšení pracovní paměti nedošlo.

## 2. Některé nevýhody tréninku pracovní paměti

Postup tréninku pracovní paměti je zatím nejednotný. Z toho důvodu je obtížné objasnit, co je účinnou složkou tohoto tréninku (Zhao, Zhou, 2010). Různí výzkumníci používají ve svých experimentech různé metody tréninku pracovní paměti. Někdo např. upřednostňuje vizuálně prostorové úlohy při tréninku pracovní paměti,

jiný dává přednost úlohám pracujícím s číselným rozsahem, další má trénink postavený na úkolech jazykového rozsahu atd. (Klingberg, 2009). Někteří autoři provádějí nácvikovou strategii tréninku pracovní paměti spočívající na opakování a upevňování materiálu různé povahy (Lee et al., 2007; Naumann et al., 2008). Jiní používají úkoly založené na opakování např. číselných řad pozpátku coby metodu tréninku pracovní paměti (Jaeggi et al., 2008). S přihlédnutím k faktu, že pod pojmem pracovní paměť rozumíme celý komplex důležitých kognitivních funkcí, který má velmi složitou strukturu, je důležité vědět, které aspekty pracovní paměti tím kterým typem tréninku posilujeme. Právě to se za stávajících okolností může jevit jako problém.

Dalším problematickým hlediskem je to, že některé studie byly učiněny na malých vzorcích. Např. výzkumy Perrigeta (2009) ukazují, že zobecnění takovýchto výsledků získaných na malých vzorcích je mnohdy problematické.

Studie o tréninku pracovní paměti jsou zatím stále spíše ve fázi jakési sondy, mnoho experimentálních studií není po metodologické stránce adekvátně provedeno, kontrola procesu samotného tréninku je zatím nedostatečná, například vliv experimentátora na výsledek tréninku a placebo efekt nejsou zatím dobře kontrolovány (Zhao, Zhou, 2010). Shipstead et al. (2010) poukazuje na to, že doposud provedené studie tréninku paměti trpí mnohdy špatným experimentálním plánem. Většina publikovaných studií využívá tzv. bezkontaktní kontrolní skupinu, takže je nemožné určit, zda všechny změny dosažené tréninkem pracovní paměti jsou způsobeny skutečným zlepšením kognitivních funkcí nebo k nim došlo v důsledku tzv. Hawthorského efektu. Vědci došli prozatím k závěru, že výsledky studií jsou velmi rozporuplné, což je pravděpodobně zapříčiněno nedostatečnou metodologií při ověřování efektu tréninku, nebo neefektivním měřením kognitivních funkcí.

U vážných postižení intelektu je navíc velmi obtížné zlepšit jakkoli stav takto postižených lidí i jejich duševní funkce. Mnoho praktiků pracujících s osobami se středně těžkým až těžkým mentálním postižením jistě bude souhlasit, že je velmi obtížné u těchto osob jít v tréninku nad rámec jejich konkrétní úrovně a zlepšit jejich duševní funkce. Mezi vědci, kteří pracují v této oblasti, jsou mnozí, kteří se kloní na pesimistickou stranu ohledně profitu těchto lidí z tréninku kognitivních funkcí (Jensen, 1999).

Některým studiím chybí externí validita, tj. možnost prokázat proklamovaný přenos tréninkem nabitých schopností i do jiných než trénovaných oblastí je zatím poměrně problematická. Výkon v tréninkových úkolech může být tréninkem zlepšen, avšak přenos tohoto učení na jiné úkoly nebo oblasti života zůstává překvapivě vzácný (Jaeggi et al., 2008). Ve skutečnosti, když se v literatuře o tréninku pracovní paměti demonstruje působivé zlepšení v trénovaných úlohách, efekt přenosu do úloh či funkcí, které nebyly trénovány, je více méně vzácná (Healy et al., 2006).

Někteří badatelé se domnívají, že Klingbergovy výzkumy zdaleka nejsou tak nesporné, jak se může na první pohled jevit. Jeho tzv. nezaujatý článek má na jedné straně zcela jistě mnoho dobrých a podložených argumentů, nic méně je zde i druhá strana mince. Jak Klingbergův článek, tak také články dalších badatelů jsou téměř kompletně všechny před vydáním schvalovány představiteli firmy Cogmed, což je firma prodávající Klingbergův software sloužící k tréninku pracovní paměti. Nicméně je třeba na tomto místě podotknout, že již byla publikována celá řada výzkumů týkajících se tréninku pracovní paměti, které byly realizovány zcela mimo firmu Cogmed, za použití softwaru jiných stran. I tyto výzkumy potvrdily pozitivní vliv tréninku pracovní paměti na kognitivní funkce.

Na závěr lze konstatovat, že trénink pracovní paměti je pro člověka užitečný. Avšak vzhledem k tomu, že studium dopadu tréninku pracovní paměti na jednotlivé kognitivní funkce je teprve v počátcích, je zapotřebí

mnohé problémy analyzovat a řešit. Některé metody tréninku pracovní paměti musí být znovu přezkoumány, zejména je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost použití vhodné metodologie pro ověřování výsledku tréninku pracovní paměti.

## Literatura

- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2009). The efficacy of working memory training in improving crystallized intelligence. *Nature Precedings*. Retrieved December, 2009, from <http://precedings.nature.com/documents/3697/version/1/files/npre20093697-1.pdf>
- Barrouillet, P., Mignon, M., & Thevenot, C. (2008). Strategies in subtraction problem solving in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 233–251.
- Burgess, G. C., Gray, J. R., Conway, A. R. A., & Braver, T. S. (2011). Neural mechanisms of interference control underlie the relationship between fluid intelligence and working memory span. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(4), 674–692.
- Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Däpp, C., Müller, M., et al. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and Aging*, 23 (4), 743–53.
- Camos, V. (2008). Low working memory capacity impedes both efficiency and learning of number transcoding in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 37–57.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: their structure, growth, and action*. New York: Houghton Mifflin.
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P. & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13–21.
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2006). Practitioner review: Short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: Diagnosis and remedial support. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 47, 4–15.
- Halford, G. S., Cowan, N., & Andrews, G. (2007). Separating cognitive capacity from knowledge: A new hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 236–42.
- Hallowell, E. (2005, January). Overloaded circuits: why smart people underperform. *Harvard Business Review*, 1. Retrieved from <http://hbr.org/2005/01/overloaded-circuits-why-smart-people-underperform.html>
- Healy, A. F., Wohldmann, E. L., Sutton, E. M., & Bourne, L. E. (2006). Specificity effects in training and transfer of speeded responses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 534–546.
- Hessels-Schlatter, C. (2002). A dynamic test to assess learning capacity in people with severe impairments. *American Journal on Mental Retardation*, 107, 340–351.
- Hessels, M. G. P., & Hessels-Schlatter, C. (2008). Pedagogical principles favouring the development of reasoning in people with severe learning difficulties. *Educational and Child Psychology*, 25, 66–73.
- Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 6829–6833.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Hewes, A. K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Downs and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37, 637–651.

- Jensen, A. R. (1969). How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Harvard Educational Review*, 39, 1–123.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 637–71.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 133 (2), 189–217.
- Klingberg, T. (2009). *The overflowing brain: information overload and the limits of working*. New York: Oxford University Press.
- Kline, P. (1998). *The new psychometrics: science, psychology and measurement*. London: Routledge.
- Lazar, S. (1986). Kvashchev's Experiment: Can We Boost Intelligence? *Intelligence*, 10 (3), 209–30.
- Lee, Y. S., Lu, M. J., & Ko, H. P. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*, 17, 336–344.
- 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), 731–42.
- Loomes, C., Rasmussen, C., Pei, J., Manji, S., & Andrew, G. (2008). The effect of rehearsal training on working memory span of children with fetal alcohol spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 29, 113–24.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, Ch. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270–291.
- Naumann, J., Richter, T., Christmann, U., & Groeben, N. (2008). Working memory capacity and reading skill moderate the effectiveness of strategy training in learning from hypertext. *Learning and Individual Differences*, 18, 197–213.
- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F., & Turkheimer, E. (2012). Intelligence: New findings and theoretical developments. *American Psychologist*, 67(2), 130–159.
- Perrig, W., Hollenstein, M., & Oelhafen, M. (2009). Can we improve fluid intelligence with training on working memory in persons with intellectual disabilities? *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 8 (2), 148–63.
- Rasmussen, C. (2005). Executive functioning and working memory in fetal alcohol spectrum disorder. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 29, 1359–67.
- Richmond, L. L., Morrison, A. B., Chein, J. M., & Olson, I. R. (2011). Working memory training and transfer in older adults. *Psychology and Aging*, 26(4), 813–822.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does working memory training generalize? *Psychologica Belgica*, 50 (3), 245–276.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, 138(4), 628–654.



---

Schweitzer, J. B., Faber, T. L., Grafton, S. T., Tune, L. E., Hoffman, J. M., & Kilts, C. D. (2000). Alterations in the functional anatomy of working memory in adult attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 157, 278–80.

Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51, 162–69.

Zhao, X., & Zhou, R. (2010). Training on working memory: a valuable research field (in Chinese). *Advances in Psychological Science*, 18(5), 711-117.

PhDr. Pavel Škobrtal, Ph.D.

Pedagogická fakulta, UP

pavel.skobrtal@email.cz

**Doručeno redakční radě 10.6.2013**

**Přijato po recenzi 12.8.2013**