

VYUČOVANIE V SYMBIÓZE S POTREBAMI MOZGU

Monika Máčajová

Abstrakt: Napriek mnohým celosvetovým ekonomickým problémom každá vyspelá spoločnosť kladie na popredné miesto svojho záujmu otázku vzdelávania. Nepochybne je to spôsobené tým, že si uvedomujeme, že vzdelanie je jedinou cestou napredovania spoločnosti a zvyšovania kvality života jej členov. Všetky vzdelávacie systémy sa teda v každom období snažia hľadať novšie prístupy k vzdelávaniu, ktoré by proces učenia a vyučovania zefektívnil. Predkladaná vedecká štúdia je príspevkom k súčasnému druhu prác, ktoré hľadajú nové cesty vzdelávania na základoch odhaľovania a poznávania zákonitostí fungovania mozgu. Základná orientácia príspevku smeruje k objasneniu postupov vyučovania, ktoré rešpektujú potreby mozgu. Špecificky poukazujeme na aktivitu mozgu v rôznych časových intervaloch; hodnotenie vo vzťahu k teórii mozgovokompatibilného vyučovania; potrebu štruktúry poznatkov a potrebu novosti a riešenia problémov z hľadiska optimálneho stimulovania mozgu.

Kľúčové slová: mozgovokompatibilné vyučovanie, pulzné učenie, mozog a hodnotenie, autentické hodnotenie, cvičenie mozgu, novosť, riešenie problémov

TEACHING IN SYMBIOSIS WITH THE NEEDS OF THE BRAIN

Abstract: Despite of many worldwide economic problems, every developed society focuses its interest on education. This is undoubtedly caused by the fact that the societies have realized that education is the only way to progress and life quality improvement. Therefore, all educational systems in any period of their development have been making their efforts to seek and find newer approaches to more effective learning and teaching. The present study contributes to the line of works that look for new ways of education through discovering and learning principles of the functioning of the human brain. The paper introduces and explains teaching procedures which respect the needs of the brain. A specific emphasis is put on a) brain activity in various periods; b) evaluation procedures related to the theory of braincompatible learning; c) the need to articulate new knowledge and problem solving procedures with respect to optimal stimulation of the brain.

Key words: brain-compatible learning, pulse learning, brain and evaluation, authentic evaluation, brain training, novelty, problem solving

Námaha, nie odpočinok tvorí silu mysle.

A. Pope

Záujem o mozog a najmä o jeho fungovanie je témou, ktorá fascinuje širokú odbornú i laickú verejnosť od nepamäti. V posledných rokoch sa však problematika mozgu a otázok jeho fungovania začína čoraz častejšie spájať s problematikou edukácie. Tento trend mal za následok intenzívny záujem vedcov z rôznych vedných oblastí, ktorí odhaľujú tajne fungovania mozgu v snahe využiť tieto vedecké a neurologické fakty na zefektívnenie procesu učenia (sa) a vyučovania. Výsledkom týchto snáh je množstvo vedeckých štúdií a monografií. Príkladmi sú monografie nasledovných autorov: H. Beck, V. F. Birkenbihl, A. D. Bragdon, R. N. Caine, G. Caine, W. C. Culbertson, J. Duchovičová, L. Fellows, G. Friedrich, D. Gamon, W. Gruhn, U. Hermann, P. J. Howard, E. Jensen, R. Kotulak, F. Koukolík, S. Parlette, E. Petlák, G. Preiss, D. A. Sousa, P. Schiller, M. V. Spiers, W. D. Tileston, M. Tóthová, G. L. Wenk, J. Zajacová, E. A. Zillmer a mnohí iní. Pre pedagógov odporúčam do pozornosti monografiu od kolektívu autorov s názvom Veľká kniha techník učenia, tréningu pamäti a koncentrácie, ktorá ponúka široký a komplexný pohľad nielen teoretických východísk, ale najmä praktických odporúčaní a techník.

1 Vybrané neurologické východiská vzťahujúce sa k realizácii mozgovokompatibilného vyučovania

Cieľom príspevku je objasniť niektoré možnosti realizácie mozgovokompatibilného vyučovania v súčasnej edukačnej praxi škôl. Napriek tomu, že sa primárne orientujeme na viac edukačné témy, nie je možné úplne obísť niektoré neurologické poznatky, ktoré sa priamo dotýkajú spracovávaných tém. Ide o nesmierne širokú a odborne náročnú problematiku, preto uvedieme iba základné a všeobecne známe teoretické východiská.

Základnou stavebnou bunkou nervového systému je *neurón* (nervová bunka). Odhaduje sa, že v ľudskom mozgu je asi 15 miliárd neurónov. Sústreďujú sa na príjem, vedenie a prenášanie nervových impulzov. Tento prenos sa môže realizovať na inú nervovú bunku, sval alebo žľazu. Napriek tomu, že sa nervové bunky líšia veľkosťou a tvarom, majú určité znaky spoločné: všetky majú dva typy výbežkov vystupujúcich z tela bunky. Prvým typom výbežkov sú *dendrity* – výbežky, ktoré prijímajú impulzy. Na jeden neurón väčšinou pripadá veľmi mnoho dendritov. Druhým typom výbežkov sú *axóny* – výbežky, ktoré vedú impulzy von z tela bunky. Na jeden neurón pripadá iba jeden axón. Axóny majú rôznu šírku a dĺžku. Širšie axóny vedú

impulzy rýchlejšie ako úzke, pretože sú myelinizované. *Myelín* je tuková látka, ktorá obaľuje axóny neurónu a zvyšuje rýchlosť a presnosť neuronálnej komunikácie (Love, Webb, 2009).

Synaptické zakončenia sú malé gombíkové útvary, ktoré sa nachádzajú na koncoch axonálnych vetvičiek a ktoré sú v priamom kontakte s dendritom nasledujúceho neurónu. Medzi membránou axonálneho zakončenia a membránou dendritu ďalšieho neurónu je nepatrná štrbina: synapsa alebo synaptický spoj, t. j. miesto, kde sa jeden neurón naväzuje na ďalší neurón. Jediný neurón môže mať tisíce synapsí, ktoré ho spájajú s tisíckami iných neurónov. Z hľadiska učenia sú synapsie kľúčové. Aby naša nervová sústava dobre pracovala, musia byť synapsie v dobrom stave. V tomto kontexte J. Budíková, P. Krušinová a P. Kuncová definujú učenie ako „tvorbu nových synapsí“ (2004, s. 69).

Synapsie sú veľmi dôležité pre poznávacie funkcie. Prenos signálu medzi neurónmi nastane až vtedy, ak axonálne zakončenie jedného neurónu uvoľní do synaptickej štrbiny jeden alebo viac druhov nervových prenášačov (neurotransmitterov), ktoré slúžia ako chemickí poslovia prenosu informácie cez synaptickú štrbinu na dendrity nasledujúceho neurónu. Z nervových prenášačov má pre funkciu mozgu zásadný význam viac ako 600 ďalších látok. E. A. Zillmer, M. V. Spiers a W. C. Culbertson (2008, s. 106) uvádzajú najzákladnejšie:

Biogénne amíny	Acetylcholín Serotonín
Katecholamíny	Dopamín Norepinefrín (Noradrenalín) Epinefrín (Adrenalín)
Aminokyseliny	Gamma-aminobutyric acid (GABA) Glycín Glutamát Aspartát

2 Mozgu vyhovuje „pulzné učenie“

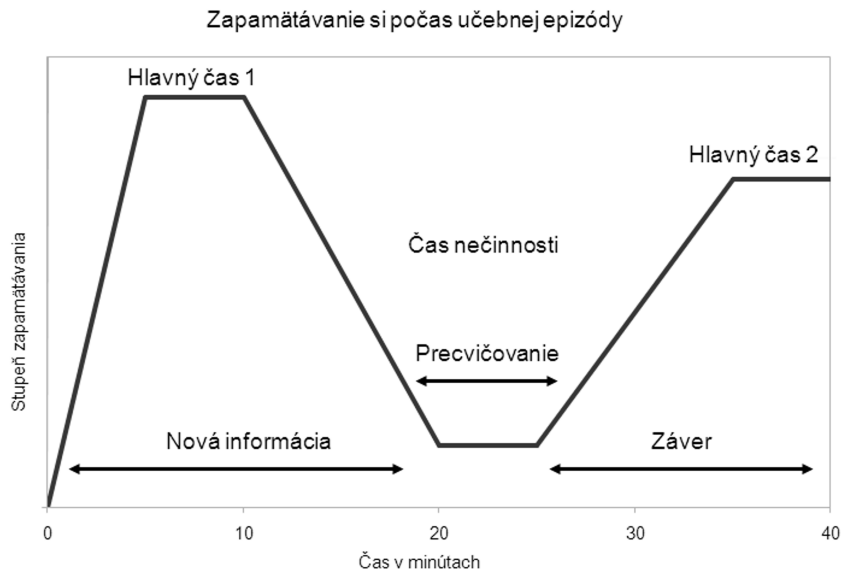
Jednou z kľúčových otázok, ktorá by mala byť zodpovedaná v procese efektívneho učenia a vyučovania, je otázka: „Ako a na akých princípoch pracuje, resp. nepracuje náš mozog?“ Mozog nepracuje spôsobom „zapnutý“ – „vypnutý“. Jeho intenzita a aktivita sa mení v rôznych časových intervaloch. Má vlastný rytmus, striedajú sa fázy, keď je aktívny a keď oddychuje (keď sa

mozog dokáže alebo nedokáže sústrediť). Je pre neho prirodzené, že strieda fázy aktivity a oddychu.

Táto charakteristika mozgu je v úzkom vzťahu k biorytmom. Biorytmus je vlastnosť ľudského organizmu charakteristická pravidelným kolísaním somatických a psychických aktivít organizmu na všetkých úrovniach v určitom rytme. O biorytmoch (biologických rytmoch, rytmoch tela) hovoríme vtedy, keď niektoré biologické procesy vykazujú v čase opakujúce sa zmeny. G. Hill (2004, s. 102) uvádza, že biorytmy sú riadené na jednej strane vnútornými, zabudovanými mechanizmami (nazývanými biologické hodiny tela alebo endogénne oscilátory – pacemakery) a na strane druhej vonkajšími podnetmi z prostredia, (označovanými ako synchronizátory, alebo prevzatým termínom zeitgeber). Toto striedanie periód rôznej úrovne aktivity a relatívneho pokoja prebieha v jednotlivých orgánoch a funkciách v rozdielnych časových intervaloch, ktoré siahajú od hodín, cez dni až po roky. Podľa dĺžky periódy rytmov rozoznávame: cirkanuálne rytmy (rytmy trvajúce približne rok), infradiánne rytmy (rytmy trvajúce dlhšie ako 24 hodín) a ultradiánne rytmy (rytmy trvajúce kratšie ako 20 hodín) a cirkadiánne (rytmy trvajúce 24 hodín), ktorý je pre fungovanie nášho organizmu najdôležitejší. Ide o akési biologické hodiny, kedy sa celý organizmus riadi tak, aby sa vhodne striedal čas aktivity a odpočinku.

Kvalita a efektivita našej práce, a tak i výkonnosť študentov počas edukácie v nemalej miere závisí nielen od našej motivácie, poznatkov, skúseností, vedomostí a zručností, ale aj od krivky našej výkonnosti. V stručnosti popíšeme denný výkonnostný rytmus, ktorý má výrazný vplyv na výsledky vyučovania a učenia.

Vstup do dennej aktivity začína okolo 6. hodiny ránej voľným vzostupom výkonnosti, ktorá sa medzi 9. a 11. hodinou stáva strmejšou s vrcholom medzi 11. a 12. hodinou. Po tomto vrchole dochádza k prvému dennému poklesu výkonnosti s najnižším bodom okolo 15. hodiny. Po tomto prvom dennom poklese dochádza k druhému vzostupu výkonnosti, ktorý má vrchol medzi 16. a 17. hodinou a je predzvesťou druhého denného a pomerne hlbšieho poklesu výkonnosti približne okolo 19. hodiny. Tretí najnižší vzostup výkonnosti má pomerne krátke trvanie s vrcholom okolo 21. hodiny. Od tohto obdobia nasleduje pokles, ktorý trvá až do 3. až 4. hodiny ránej, kedy začína znovu vzostup až do prvého denného vrcholu. Medzi deviatou a jedenástou hodinou dopoludnia je mozog o 15 % lepšie nastavený pre uchovávanie informácií v krátkodobej pamäti. Proces vstrebávania informácií do dlhodobej pamäti je všeobecne účinnejšie nastavený v popoludňajších hodinách.



Zdroj: D. A. Soussa (2003, s. 105)

Obrázok 1. Zapamätávanie si počas učebnej epizódy

Aj v zmysle vyššie uvedeného denného biorytmu je možné súhlasiť s tvrdením, že pre mozog je dobrý „pulzný“ spôsob učenia (the Pulse Style). Učenie je najúčinnnejšie vtedy, keď sa striedajú fázy sústredenia s fázami, kedy sa od nás sústredenie nevyžaduje. Tento spôsob učenia je oveľa efektívnejší ako učenie, ktoré neustále vyžaduje pozornosť. Tento rytmus má vplyv na schopnosť mozgu sústrediť sa. Toto sústredenie trvá vždy iba istý čas, a preto nie je dobré vyžadovať sústredenosť neustále. Fáza aktivácie by mala trvať od 5 do 20 minút a fáza uvoľnenia od 2 do 5 minút (časové intervaly sú závislé od veku učiaceho sa jedinca). S uvedeným tvrdením súhlasí aj kolektív autorov monografie *Velká kniha technik učení, tréninku paměti a koncentrace* (2009, s. 17), ktorí uvádzajú, že mozog potrebuje prestávky na vlastnú regeneráciu a spracovanie študijnej látky. Toto striedanie si tak nevyžaduje iba fyzická práca, ale aj činnosti, ktoré kladú nároky na nervový systém.

V kontexte vyššie uvedeného D. A. Soussa (2003, s. 105) uvádza graf, ktorý znázorňuje, ako čas ovplyvňuje stupeň zapamätávania v priebehu 40-minútovej učebnej epizódy.

Časy uvedené v obr. 1 sú približné. Prvý stupeň trvá od začiatku učenia sa novej informácie do 20 minút. Vrchol zapamätávania nastáva okolo 10 minúty učenia sa. D. A. Sousa túto fázu označuje ako Hlavný čas 1 (Prime-time 1) (pozn. autora: Prime-time: čas v epizodickom učení, kedy informácia alebo zručnosť je lepšie zapamätateľná). Potom prichádza 10 minút času využívaného na cvičenie a precvičovanie. Nazýva ho ako Čas nečinnosti (časový prestoj – Down-time), kedy informácia už nie je viac novou a precvičovanie dáva učiacemu sa čas zorganizovať si tú informáciu pre ďalšie spracovávanie. V tejto fáze je zapamätávanie najnižšie. Záver by mal nasledovať počas Hlavného času 2 (Prime-time 2), pretože toto je druhá najsilnejšia pozícia pamäti a významná príležitosť pre učiaceho zmysel určiť a ustáliť si zmysel a význam informácie. Nová informácia a zhrnutie sú najlepšie prezentované počas hlavného času a opakovanie a precvičovanie je vhodné medzi dvomi hlavnými časmi.

Niektoré zaujímavosti z rytmu nášho života:

- Nadychujeme sa a vydychujeme približne pätnásťkrát za minútu.
- Naše srdce bije každú sekundu.
- Mrkáme približne päťkrát až pätnásťkrát za minútu.
- Raz až dvadsaťpäťkrát za sekundu naším mozgom prejdú elektrické vlny.
- Každé dve až štyri hodiny sa do nášho krvného obehu uvoľňujú hormóny, ktoré zásadným spôsobom ovplyvňujú fungovanie mozgu. Výskumní pracovníci tvrdia, že toto uvoľňovanie hormónov má vplyv na používanie mozgových hemisfér.
- Cykly spánku a bdenia nás sprevádzajú celý deň a celú noc. Polovica nášho spánkového cyklu sa prejaví o dvanásť hodín neskôr v podobe ospalosti.

Odporúčania do pedagogickej praxe:

- Učenie podstaty, zmyslu učiva musí byť úzko prepojené na fázy mozgu, v ktorých je mozog najlepšie pripravený na pochopenie učiva.
- Vedomé zohľadňovanie výkonnostnej krivky človeka nám umožní efektívnejšie plánovať svoje úlohy.
- Spoznajte svoj denný rytmus a v tomto kontexte aj svoju výkonnostnú krivku (resp. denný rytmus svojich žiakov). V odbornej literatúre sú popisované dva typy ľudí: škovránky a sovy. Zatiaľ čo škovránok ide skoro spať a na druhý deň je skoro ráno na nohách, pre sovu platí presný opak. Lekári a psychológovia v tejto súvislosti hovoria, že každý má svoj biorytmus. Nie je vhodné tieto typy prerábať.

- Nezabúdajte na svoju výkonnostnú krivku a žite v zhode so svojim denným rytmom.
- Krátke poobedné prestávky (dokonca zdriemnutie na cca 15 minút) bude mať pozitívny vplyv na našu výkonnostnú krivku.

3 Mozog a hodnotenie

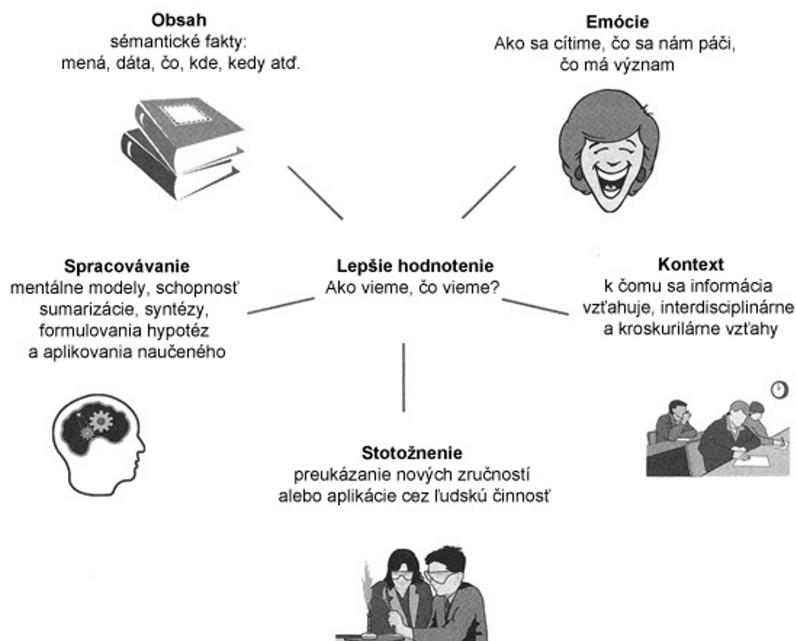
Aj keď sa všeobecná definícia učenia zdá pomerne jednoduchá – získavanie vedomostí, zručností, schopností, a to štúdiom alebo vlastnými skúsenosťami, keď sa snažíme ohodnotiť výsledky učenia, objaví sa zložitost' a náročnosť zafinovania tohto pojmu. Pri snahe realizovať hodnotenie v súlade s teóriou mozgovokompatibilného vyučovania je dôležité hľadať efektívnejšie spôsoby jeho realizácie.

Prečo je zložit' hodnotiť učenie? Uvádžeme niektoré dôvody:

1. Učenie je kontextuálne, to znamená, že sa často stáva, že výsledky učenia sú lepšie v jednom prostredí ako v druhom.
2. Učenie je dočasné. Existuje určité časové obdobie, ktoré uplynie, kým učenie prinesie výsledky. Niektoré učenie prinesie výsledky skôr ako iné.
3. Učenie sa v mozgu ukladá rozličnými a mnohonásobnými cestami. Niektoré sú asociatívne, niektoré sú presne lokalizované a niektoré sú emocionálne.

Mozgovokompatibilné vyučovanie preferuje tzv. „autentické hodnotenie“ (Jensen, 2008, s. 230). Autentické hodnotenie odráža prísľub odklonu od doterajšieho učenia sa založeného na kvantite vzdelávania (poznatok) k učeniu založenému na kvalite vzdelávania. Väčšina vzdelávacích programov v tomto smere zaostáva. Učiteľia sú pripravovaní na to, že najlepším spôsobom hodnotenia vzdelávania je testovanie študentov s použitím kvantifikovateľných nástrojov, ktoré si môžeme ľahko obhájiť. Autentické hodnotenie vyžaduje viac. Odmieťa pojem, že kvalita naučeného môže byť presne hodnotená jednoduchým pozorovaním alebo testovaním. Autentické hodnotenie si kladie otázku „prečo?“ v prípade, že študent nedosahuje požadované výsledky.

V zahraničných literatúrach, napr. D. A. Sousa (2003, s. 115–116) sa autentické hodnotenie uvádza ako alternatívne hodnotenie. Toto hodnotenie zahŕňa techniky pozorovania a hodnotenie založené na výkone, hodnotenie portfólio a sebahodnotenie študenta. Tieto formy hodnotenia sú autentickými indikátormi študentovho výkonu, pretože sa najviac podobajú tomu, čo by sa od študentov mohlo očakávať v triede alebo v reálnych životných situáciách. Keď tieto formy hodnotenia, predovšetkým hodnotenie výkonu,



Zdroj: E. Jensen (2008, s. 231)

Obrázok 2. Lepšie hodnotenie: Ako vieme, čo vieme?

sú dobre zostavené, vhodne implementované a zosúladené s kurikulumom a vyučovaním, nastáva konštruovanie poznania a riešenia problémov v autentických kontextoch.

Nasledujúcich 5 oblastí poukazuje na základy autentického hodnotenia:

1. Obsah – aké majú žiaci vedomosti.
2. Emócie – ako ich vnímajú.
3. Kontext – ako si ich spájajú do reálneho života.
4. Spracovávanie – ako žiaci pracujú s informáciami.
5. Stotožnenie – ako dôkladne si učivo osvojili; ako ho žiaci dokážu aplikovať.

D. C. Clark a S. N. Clark (in Sousa, 2003, s. 119) pri hodnotení výkonu popisujú nasledovné odporúčania (do pedagogickej praxe):

- Radšej viesť ako posudzovať. Dáva to učiteľom možnosť objavovať, či si žiaci vedia vybrať ich vlastné učebné aktivity a vytvárať ich vlastné odpovede.
- Poskytovať dokumenty, z ktorých sa žiaci učia počas zvolenej časovej periódy.
- Zadávať autentické úlohy, ktorým budú čeliť v reálnom svete.
- Toto hodnotenie má slúžiť potrebám žiakov.
- Hodnotiť vedomosti v zmysle užitočnosti pri konštruovaní budúceho učenia.
- Toto hodnotenie požaduje od žiakov preukázanie zvládnutia učebných cieľov, a to tým, že sa monitoruje ich vlastný progres, posudzujú sa kvality ich práce a zostávajú sa stratégie nápravy chýb v učení.
- Viesť žiakov k riešeniu divergentných problémov tak, aby zbierali dôkazy a na základe nich sa rozhodovali.

Do súčasnej edukačnej praxe sa na Slovensku postupne v čoraz väčšej miere implementujú spôsoby uplatňovania autentického, resp. alternatívneho hodnotenia. Tieto spôsoby hodnotenia so sebou nesú príznaky novosti a status inovácii, ktoré sú vysoko hodnotené. Ak však reálne zhodnotíme význam výsledkov takéhoto hodnotenia v porovnaní s klasickými testami, písomnými skúškami, resp. hodnotením prostredníctvom čísel a percent, autentickému hodnoteniu nie je prikladaný patričný význam. Číselné hodnotenie je stále viac preferované, a to tak učiteľmi, ako aj rodičmi, žiakmi i nadriadenými pracovníkmi. Zdá sa, že národné tlaky na vyššie štandardy a budovanie systému založeného na normovanom testovaní má oveľa viac priaznivcov ako alternatívne formy hodnotenia. Ukázalo sa to napr. pri zavádzaní slovného hodnotenia, ktoré v čoraz väčšej miere je opätovne nahrádzané už v 1. ročníku ZŠ klasifikáciou. Dôvodom je nepochybne skutočnosť, že časová náročnosť alternatívneho hodnotenia je nepomerne vyššia ako v prípade štandardizovaného testovania. Ďalším dôvodom je nižšia výpočtová hodnota týchto výsledkov pre potreby porovnávania žiackych výkonov a ich priradovania k istým formálnym stupňom.

4 Mozog má rád štruktúru

V každej sekunde súperí o našu pozornosť nespočetné mnoho vplyvov a vnemov. Všetky sa hromadia v mozgu, ktorý sa ich v čo najkratšom čase snaží horúčkovo ukladať, hoci sa tomu mozog bráni. Z toho dôvodu je dôležité mať na pamäti nasledujúce úlohy: Rozlišovanie dôležitého a nedôležitého a tvorba kategórií.

Mozgu prospieva vytváranie a vyhľadávanie vzorcov. Ľudský mozog nie je uspošobovaný pre lineárne, jednosmerné myslenie, ale pre myslenie, ktoré beží mnohými rôznymi cestami súčasne. Neustále zbiera informácie z mnohých zdrojov a v procese utvárania významu zo zmyslových dát sa mozog nachádza v zmätku. Akonáhle sa zmysel a význam ustáli, mozog je pripravený na ďalšie úlohy (Schiller, 2004). E. Jensen (1998 in Tileston, 2005, s. 35) uvádza, že mozog prosperuje z významu a nie z náhodných informácií. Najskôr musíme zistiť, čo študenti vedia, aké dezinformácie majú o predmete, kde neexistujú štruktúry, a následne vytvárať štruktúry pre nové informácie. Ak budeme v pedagogickej praxi realizovať tento postup, pomôžeme naštartovať myslenie žiakov. Hoci tento proces trvá nejaký čas, z dlhodobého hľadiska je to časovo efektívne, pretože sa ušetrí čas, ktorý by bol potrebný na znovuučenie vedomostí, ktoré už boli v predchádzajúcom období osvojené.

Z úvah o konštruktivizme vyvodzuje Y. Bertrand (1998, s. 87) celoplošný záver: „Učitelia musia počítať s procesmi učenia a s doterajšími poznatkami učiaceho sa jedinca. Je obzvlášť potrebné objaviť, aké sú poznatky, ktoré žiak má, aké sú jeho modely, reprezentácie, spôsoby spracovania informácií, či je jeho chápanie naivné, či spontánne. (...) Je nutné žiakovi pomôcť prejsť z jedného štádia poznania do druhého, skôr vedeckejšieho.“ Pre učenie je dôležité vedieť, že poznatky začlenené do mozgu prešli „zakotvovacím“ procesom a každá nová informácia musela prijať zmysluplné miesto v už existujúcich poznatkoch a vhodne sa tam „zosieťovať“. Ľudský mozog neustále hľadá nové spojenia. Hocikedy, keď mu dáme novú informáciu, je tu úsilie v rámci štruktúry mozgu pripojiť túto novú informáciu k vedomostiam, alebo skúsenostiam, už vytvoreným. Tak môžeme pomáhať študentom vytvárať spojenia medzi tým, čo už vedia a novou vedomosťou (novým poznáním), a tak sme viac schopní (spôsobilí) poskytovať pozitívne učebné skúsenosti (Tileston, 2005, s. 27).

Pri vytváraní spojení medzi starým a novým učením má veľký význam transfer, t. j. vplyv (efekt) skoršieho učenia na učenie, ktoré mu časovo nasleduje. D. Sousa (2001) však uvádza ešte ďalší faktor, ktorý má vplyv na vytváranie spojení medzi starým a novým učením. Definuje ho ako „úroveň, do ktorej bude nové učenie použiteľné v budúcnosti“. Keď je nová informácia uvedená do pracovnej pamäti, nastáva hľadanie predchádzajúcej vedomosti v dlhodobej pamäti, ktorá sa spája s novým učením. Lepší výkon sa dosiahne práve vtedy, ak sú tieto spojenia úspešne vytvorené. D. Sousa to nazýva pozitívnym transferom. V našich literatúrach je pozitívny transfer chápaný v zmysle „pozitívneho vplyvu predchádzajúceho učenia na to, ktoré mu nasleduje“. Negatívny transfer sa vyskytuje vtedy, keď prechádzajúce učenie

je v rozpore s novým učením. Tento rozpor spôsobuje to, že „nové učenie negatívne vplyva na to, čo mu časovo nasleduje“.

D. Sousa (2001) identifikuje 4 faktory, ktoré ovplyvňujú rýchlosť a stupeň získania spojenia medzi starou a novou informáciou:

1. *Podobnosť* – proces transferu vygenerovaného podobnosťou situácie, v ktorej niečo bolo naučené, a situácie, do ktorej môže byť toto učenie prenesené.
2. *Kritické atribúcie* – sú to charakteristiky, ktoré robia myšlienku jedinečnou od všetkých ostatných. Pokiaľ si mozog uchoval z predchádzajúceho učenia nejaké vzory a štruktúry, učiteľia budujú na týchto vzorcoch podobných informácií nové informácie. Táto technika spôsobuje, že mozog hľadá nové vzory pre chápanie. Tieto vzorce môžu byť kategóriami, ako napr. tie, ktoré sú dané príkladmi na rýmovačky, slovné hry, ako aj na mnemotechnické pomôcky. Grafické modely môžu byť dobrým nástrojom, ktorý pomáha študentom s vizuálnym štýlom učenia.
3. *Asociácie*.
4. *Obsah a stupeň originálneho učenia* – keď bolo toto originálne učenie dobre naučené, nové učenie bude omnoho silnejšie. Tento faktor je veľkým argumentom pre učenie, ktoré rešpektuje individuálne možnosti žiakov a je pre nich zvládnuteľné. U nás je toto učenie známe pod termínom „dokonalé osvojenie učiva“, alebo ako koncepcia „Mastery learning“.

Viaceré aktivity na tréning mozgu čitateľ nájde v publikáciách nasledovných autorov (viď zoznam použitej literatúry): P. J. Carter a K. A. Russell (2012); V. F. Birkenbihl (2002); G. Hüther (2011); S. Parlette (2003) a mnohých iných.

5 Mozog má rád cvičenie

Cvičenie je dobré pre telo i pre mozog. Žiaci v našich triedach príliš veľa sedia. Keď sedíme viac ako 20 minút, naša krv sa dostane do sedacej časti a nôh. Tým, že sa zdvihneme a hýbeme, naša krv cirkuluje. V rámci jednej minúty sa zvýši objem krvi v mozgu asi o 15 %. Lepšie tak myslíme v stoji ako pri sedení. Neurológ a psychológ Pierce J. Howard si celé roky tvorí zoznam položiek, ktoré je možné nazvať ako prekážky tvorivosti. Za jednu z nich v knihe Príručka pre užívateľov mozgu (Howard, 2002, s. 326) označil „zlú telesnú kondíciu“. „Nemusíte byť maratónskym bežcom, ale musíte byť dostatočne aktívni a zdraví, aby ste si uchovali nabudenie, ktoré si tvorivosť vyžaduje“.

Odporúčania pre pedagogickú prax:

- Cvičenie zrýchľuje prúdenie krvi a okysličuje mozog. Akákoľvek telesná aktivita zlepšuje prietok krvi do časti mozgu, ktorá je zodpovedná za našu pamäť, za schopnosť učiť sa a za tvorbu nových mozgových buniek. Ľudia, ktorí pravidelne cvičia, majú lepšiu krátkodobú pamäť, rýchlejšie reagujú a sú tvorivejší.
- Zvýšte úroveň žiackych aktivít, či už pohybom na čerstvom vzduchu, doma, alebo v telocvični. Chôdza, turistika, prechádzky v prírode, šport (beh, plávanie, aerobik...) a pohyb sú činnosti, pri ktorých sa mozog prekrví a okysličí.

Ďalšou výhodou fyzického cvičenia je skutočnosť, že pri ňom rýchle stúpa a klesá adrenalín, čo zodpovedá i stúpaniu a klesaniu hladiny adrenalínu v krízových situáciách a pri problémoch. Adrenalín zbystruje naše zmysly, zrýchľuje srdcový tep a pripravuje telo na útok alebo útek.

Znie to banálne a príliš jednoducho, ale každá telesná činnosť vynikajúco podporuje aktivitu mozgu. Jean P. Changeux z Pasteurovho inštitútu v Paríži spolu s Christopherom Hendersonom zistili, že svalové pohyby podnecujú rast axónov prenášajúcich informácie medzi neurónmi. Počet axónov má priamy vzťah k inteligencii a ľuďom, ktorí sa viac pohybujú. Deťom, rovnako ako dospelým, väčší vývoj axónov prospieva. Menej pohybu rovná sa menej axónov. Syndróm povalača súvisí s nižšou inteligenciou (Howard, 2002, s. 124). Cenné poznatky o vzťahu mozgu a pohybu čitateľ nájde v monografii H. Gardnera (1992) *Dimenze myslenia*.

6 Strava a výživa je pre mozog dôležitá

Jedlo pre telo, palivo pre mozog. V posledných 40. rokoch sa preukázal vzťah medzi diétou a mozgom. Čím ďalej je jasnejšie, že náš mozog je ovplyvňovaný ako zložením, tak spôsobom stravovania. To, čo a ako jeme, má vplyv na naše myslenie a cítenie. Dobrá výživa je základom dobrého fungovania mozgu. Zdá sa, že mozog funguje lepšie, ak naša strava obsahuje bielkoviny, uhlohydráty s bielkovinami, selén, bór, kyselinu listovú, zinok a vitamín B (bližšie Howard, 2002, s. 82).

Takmer všetko, čo si vyberieme na konzumáciu priamo alebo nepriamo ovplyvňuje náš mozog. Samozrejme, že niektoré veci, ktoré konzumujeme nás ovplyvnia viac ako iné. Zaujímavý príspevok k rozdeleniu stravy do kategórií publikoval G. L. Wenk (2010), profesor psychológie, neurologických vied, imunológie a genetiky na štátnej univerzite v Ohio. V závislosti od toho, ako strava ovplyvňuje mozog, ju rozdelil do troch kategórií.

Do prvej kategórie zaradil stravu, ktorú konzumujeme vo veľkých dávkach, napríklad káva, cukor, alkohol, nikotín, heroín, marihuana, niektoré korenia a pár psychoaktívnych rastlín a hriby. Ich efekt je takmer okamžitý a závisí na tom, ako veľmi zasiahne mozog. V tejto kategórii potravín je najdôležitejšie získať dosť chemických látok z potravy na to, aby spôsobila v mozgu produkciu nejakého druhu efektu, ktorý môžeme zaznamenať a asociovať s konzumáciou tej ktorej stravy. Vo väčšine času sa to nedeje. Napríklad muškátový orech, malá dávka v koláčoch spôsobí, že väčšina z nás nezaznamená, že obsahuje dve látky, ktoré naše telo mení na populárnu drogu ulice – extázu.

Do druhej kategórie zaradil stravu, ktorá ovplyvňuje náš mozog pomaly, v rozpätí pár dní až týždňov. Zahŕňajú mnoho rôznych aminokyselín (tryptofan, lyzín), karbohydráty, ktoré majú vysoký glykemický index, ako napr. zemiaky, ryža, fazuľa, minerály ako železo, čiastočne magnézium, lecitín obsiahnutý v šiškách, koláčoch, vajciach, čokoláde, vitamínoch rozpustných vo vode. Ich účelom je posunúť funkciu špecifického transmitterského systému, obvykle zlepšiť, zvýšiť jeho funkciu v mozgu. Príliš málo cukru a vitamínov rozpustných vo vode (B, C) spôsobuje zmeny vo funkcii mozgu, ktoré zaznamenáme po pár dňoch deprivácie. Strava v tejto kategórii si vyžaduje omnoho viac času, aby ovplyvnila náš mozog ako strava v prvej kategórii.

Tretia kategória zahŕňa pomaly reagujúcu, dlhodobu dávkovanú výživu, ktorá je v súčasnosti zaujímavou témou. Táto kategória zahŕňa stravu bohatú na antioxidanty, ako napr. ovocie, zelenina, ryby, olivový olej, ovocné džúsy, škorica, ale aj lieky ako aspirín, steroidy, či nikotín, kofeín a čokoláda, vitamíny rozpustné v tukoch, orechy, strukoviny, pivo, červené víno. Ľudia, ktorí konzumujú takúto stravu, nezaznamenali ihneď zmeny v ich myšlienkach alebo náladách (v závislosti od množstva), ale istý benefit z pravidelnej konzumácie sa časom dostavil. Vo všeobecnosti benefit vychádza z faktu, že takáto strava poskytuje mozgu istú formu ochrany pred najsmrteľnejšou vecou, ktorej sme každodenne vystavení – kyslíku. Keďže konzumujeme stravu, konzumujeme kyslík, tým starneme. Ľudia, ktorí sa dožívajú vysokého veku, konzumujú stravu bohatú na antioxidanty, alebo jednoducho menej jedia. Súčasné štúdie naznačujú, že nikotín a kofeín môžu predchádzať toxickému pôsobeniu kyslíka v našom mozgu, to je dôvod, prečo ich zaradil do tejto kategórie.

Je smutné, že náš mozog nás odmeňuje vtedy, keď jeme cukor, tuk a soľ, tak prichádza epidémia obezity a s tým spojené choroby. Strava má oboje: negatívne aj pozitívne efekty. Všetko závisí na tom, čo jeme, ako veľa jeme a aký dlhý čas.

Základnými a hlavnými zdrojmi energie pre mozog sú: glukóza a kyslík. Glukózu si mozgové bunky nevedia uložiť do zásoby a nevytvárajú si ani žiadnu rezervu. Len čo hladiny cukru v krvi poklesnú, začneme byť unavení, ospalí a nedokážeme sa sústrediť. Najcitlivejšou životnou funkciou na nedostatok kyslíka je práve mozog a mozgové bunky. Ak je mozog neokysličený čo i len desať sekúnd, môžeme upadnúť do bezvedomia, následne sa poškodzujú mozgové bunky a po 3–5 minútach po zástave dýchania alebo krvného obehu mozgová bunka odumiera. Dostatočné okysličenie mozgu si treba zabezpečovať pravidelným pohybom (o telesnej aktivite sme písali vyššie) a hlbokým dýchaním.

7 Mozog má rád novosť a riešenie problémov

Pri mozgovokompatibilnom vyučovaní treba mať na zreteli nasledujúci základný princíp: mozog je vytvorený na prežitie, ale je slabo prispôsobený na prijímanie formálnych inštrukcií. Je napriek tejto skutočnosti možné, aby sa mozog naučil tieto formálne inštrukcie? Samozrejme, že áno a naučí sa ich v optimálnych podmienkach.

V tomto kontexte je potrebné sa sústrediť vo vyučovaní na to, čo nezodpovedá zavedeným vzorcom, na veci, ktoré sú nové a iné. To, na čo sme zvyknutí, sa stáva rutinou a mozog časom reaguje na rutinné záležitosti zníženou mierou aktivácie. Akákoľvek nová vec vyvoláva uvoľňovanie adrenalínu, ktorý spevňuje pamäť. Neznáme aktivity sú najlepším priateľom mozgu. Riešenie problémov je ďalšou z obľúbených aktivít mozgu. Vedie k vytváraniu synapsí, aktivácii chemických látok a k zvýšenému prísunu krvi.

- Žiadne zbavovanie odvahy pri pokuse niečo zdolať, resp. riešiť problém. Je potrebné, aby bol každý pocit sprevádzaný pozitívnymi pocitmi. Neúspech je v akomkoľvek snažení prirodzený a takto ho treba i interpretovať. Pretože chyby sú šancou na učenie.
- Praktická výzva, ktorá je zdolatelná (realizovateľná) a má pre jedinca subjektívny zmysel (význam);
- Nepresycovať deti množstvom faktov, ale umožniť im vlastné bádanie a riešenie problémov (Beck, 2003);
- Riešeniu problémov napomáhajú hry, hádanky, hlavolamy a pod. Riešenie týchto typov úloh nám pomáha zachovať duševnú pružnosť.

Novosť je efektívnym nástrojom na vzbudenie a udržanie záujmu. Študenti sa rýchle aklimatizujú na zvyky a stereotypy v učiteľovej práci. Študenti prichádzajú každý deň do triedy s predstavou, aký bude priebeh vyučovacej hodiny. Keď sa priebeh vyučovacej hodiny odkláňa od študentovej predstavy,

vtedy sa objavuje novosť. Študentova pozornosť sa automaticky aktivizuje a narastá, pretože sa udialo niečo, čo neočakával. Mladší učitelia oceňujú silu novosti, ale obávajú sa, že budú kritizovaní nadriadenými. Naopak, učitelia s dlhšou pedagogickou praxou sú menej entuziastickí pri používaní novosti. Táto skutočnosť sa prejavuje v zníženej záujme žiakov o učenie (Sousa, 2003, s. 104). Vhodnými prostriedkami na zavádzanie novosti do vyučovania je využívanie nových technológií, anagramov, hádaniek, tvorivých metód, problémových úloh, organizovanie výletov a exkurzií súvisiacich s obsahom vyučovania a mnohých ďalších aktivizujúcich metód a postupov.

E. Jensen (2008, s. 224) uvádza učebné prístupy, ktoré sú v zhode s výskumom zaoberajúcim sa tým, ako funguje mozog pri učení. Uvádza, že mnohé školy, ktoré skombinovali kurikulum a hodnotiace štandardy s mozgovokompatibilným vyučovaním, dosiahli zlepšenie výsledkov učenia, a to tak v procese, ako aj vo výsledkoch vzdelávania.

Odporúčania do pedagogickej praxe:

1. *Poskytovať rôzne inštrukcie.* Jedinečnosť je pokiaľ ide o mozog pravidlom, nie výnimkou. Existuje široké spektrum genetických a environmentálnych premenných, ktoré ovplyvňujú mozog každý deň. Tieto premenné menia filtrovanie, spracovanie a výsledky činnosti mozgu.
2. *Denne opravovať chyby.* Mozog sa zriedka niečo naučí hneď na prvýkrát. Kvôli snahe „naučiť sa“ často obetuje presnosť učenia. Účinnosť je zvyčajne dôležitejšia než presnosť.
3. *Používať krátke inštruktážne segmenty.* Ľudská pozornosť a množstvo vstupných informácií majú svoje limity. Je ťažké udržať pozornosť počas dlhšej časovej periódy. Príliš veľa vstupov preťažuje naše kognitívne a emočné systémy. Väčšina vstupov je implicitná.
4. *Pri každej príležitosti obohacujte prostredie.* Prostredie ovplyvňuje mozog. Sociálne, fyzické, akademické a kultúrne prostredie má schopnosť meniť mozog. Čím dlhšie je mozog v nejakom prostredí, tým viac sa danému prostrediu prispôsobí.
5. *Prispôbujte to, čo robíte.* Mozog človeka je vysoko adaptívny a neustále sa mení. Štruktúry a systémy mozgu sú ovplyvňované cez vzdelávanie, výživu a stres.
6. *Riadenie emočných stavov.* U ľudí sú myseľ, telo a emócie úzko prepojené. Tieto chemické a neurónové zostavy (skladačky), ako napríklad stres, ovplyvňujú našu pozornosť, pamäť, učenie, myslenie a správanie.
7. *Posilňovať pozitívne a obmedzovať príliš silné negatívne vplyvy.* Často si vytvoríme závislosť od rôznych druhov odmien. Túžime po pozitívnych

veciach a snažíme sa vyhnúť negatívnym. Mozog sa veľmi ľahko stáva závislým na predvídateľných odmenách (napr. TV, hazardné hry, drogy, adrenalín). Veľké pozitívne veci a veľa malých negatívnych vecí ovplyvňujú mozog pozitívne.

8. *Formujte a proaktívne ovplyvňujte myslenie.* Mozog hľadá a vytvára zmysel vecí. Preto by sme veľkú pozornosť mali venovať ovplyvňovaniu a formovaniu toho, čo je dôležité.
9. *Ovplyvňujte vnímanie, nie realitu.* Naším zážitkom je vnímanie, nie realita. Vedomosť je ovplyvnená tým, ako mozog organizuje učenie. Zmeňte preto spôsob, akým vnímate svet, a tým zmeníte aj svoju skúsenosť. Pamätajte, skúsenosť mení mozog.
10. *Manažujte a organizujte pamäť študentov, pretože spomienky sú poddajné.* Pamäť je výsledkom učenia a základom predvídania. Niektoré spomienky sú však zakódované slabo, zdeformované, nie sú zašifrované alebo uchované. Spomienky nikdy nie sú fixné, môžu sa meniť náhodne alebo cielene. Zapojte viacero systémov učenia sa a zapamätávania. Učíme sa a pamätáme si minimálne 12 rôznymi spôsobmi.
11. *Používajte inovované opakovanie.* Potrebujeme opakovanie, ale náš mozog si žiada aj novosť. Používajte 3–4 opakovania na prvej hodine, ale až po oprave chýb. Opakovať si majú študenti, nie učiteľ.
12. *Denne učte zručnosti odhadovania a predvídania.* Predvídanie je našou najsilnejšou zručnosťou pre prežitie, ale školy ju málokedy posilňujú.
13. *Žiadajte od študentov vstupné informácie a potom ich použite.* V každej štúdií študenti žiadajú príťažlivejšie kurikulum, menej nudné metódy, častejšie hodnotenie a silnejšiu interakciu učiteľ – žiak. Tieto faktory významne ovplyvňujú motiváciu a výsledky žiakov.
14. *Sociálne štruktúry.* Mozog je silne ovplyvnený sociálnymi podmienkami. Posilňujte prosociálny kontakt. Implementujte techniky ako rovesnícky poradca, mentorský program, kluby, spolubývajúce skupiny a ďalšie programy na budovanie pozitívnych kontaktov.
15. *Umenie a telesná výchova.* Urobte z nich kľúčovú súčasť školy. Zabezpečte, aby sa každému z nich žiaci venovali aspoň 30 minút denne pod vedením kvalifikovaných učiteľov.
16. *Spolupráca.* Vytvorte sieť spolupracujúcich učiteľov, ktorí si vymieňajú skúsenosti, správy a námety na riešenie problémov.

Záver

Pedagogická teória a prax neustále hľadá efektívnejšie a optimálnejšie metódy, postupy a stratégie na riadenie a organizovanie edukačného procesu. Teória mozgovokompatibilného vyučovania poskytuje solídny teoretický rámec pre jej praktickú aplikáciu v učení a vyučovaní. Vedecká štúdia prezentovala iba niektoré teoretické východiská, ktoré poukazovali na vzťah fungovania mozgu a tvorbu podmienok zefektívňujúcich proces učenia a vyučovania. Podrobnejším štúdiom a prienikom do problematiky je možné jednoznačne definovať zákonitosti fungovania mozgu, z ktorých možno priamo formulovať odporúčania pre pedagogickú prax. Toto je poslaním a zároveň i zmyslom teórie mozgovokompatibilného vyučovania, ktorá sa na Slovensku a v Čechách teší čím ďalej väčšej pozornosti vedeckých i pedagogických pracovníkov.

Literatúra

- BECK, H. 2003. *Neurodidaktik oder: Wie lernen wir?* [online]. c2003, poslední revize 7. 10. 2003 [cit. 2013-08-25]. WWW: http://www.schule-bw.de/unterricht/paedagogik/didaktik/neurodidaktik/neurodidaktik_beck.pdf
- BERTRAND, Y. 1998. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál. 247 s. ISBN 80-7178-216-5.
- BIRKENBIHL, V. F. 2002. *Nebojte se myslet hlavou*. Praha: Portál. 280 s. ISBN 80-7178-620-9.
- BRAGDON, A. D., FELLOWS, L. 2009. *Trénink obou polovin mozku*. 3. Vyd. Praha: Portál. 127 s. ISBN 978-80-7367-631-5.
- BUDÍKOVÁ, J., KRUŠINOVÁ, P., KUNCOVÁ, P. 2004. *Je vaše dítě připraveno do první třídy?* Brno: Computer Press. 157 s. ISBN 80-722-6637-3.
- CALVIN, W. H. 2000. *Ako myslí mozog*. Bratislava: Kalligram. 208 s. ISBN 80-7149-368-6.
- CARTER, P. J., RUSSELL, K. A. 2012. *Trénujte si mozek*. Praha: Portál. 271 s. ISBN 978-80-7367-863-0.
- DUCHOVIČOVÁ, J. 2010. *Neurodidaktický a psychodidaktický kontext edukácie*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. 93 s. ISBN 978-80-8094-783-5.
- GARDNER, H. 1999. *Dimenze myšlení: teorie rozmanitých inteligencí*. Praha: Portál. 398 s. ISBN 80-7178-279-3.
- GREENFIELDOVÁ, S. A. 2001. *Ludský mozog*. Bratislava: Kalligram. 144 s. ISBN 80-7149-367-8.
- HILL, G. 2004. *Moderní psychologie: hlavní oblasti současného studia lidské psychiky*. Praha: Portál. 280 s. ISBN 80-7178-641-1.
- HOWARD, P. J. 2002. *Příručka pro uživatele mozku: praktické informace a návody pro každodenní život*. Praha: Portál. 397 s. ISBN 80-7178-661-6.

- HÜTHER, G. 2011. *Návod na používání lidského mozku*. Brno: Millennium Publishing. 196 s. ISBN 978-80-86201-75-7.
- JENSEN, E. 2008. *Brain-Based Learning: The New Paradigm of Teaching*. Thousand Oaks, California: Corwin Press. 288 p. ISBN 978-1-4129-6256-8.
- KOUKOLÍK, F. 2002. *Lidský mozek: funkční systémy: norma a poruchy*. Praha: Portál. 451 s. ISBN 80-7178-632-2.
- KOUKOLÍK, F. 2006. *Sociální mozek*. Praha: Karolinum. 269 s. ISBN 978-80-246-1242-3.
- LOVE, R. J., WEBB, W. G. 2009. *Mozek a řeč: neurologie nejen pro logopedy*. Praha: Portál. 372 s. ISBN 978-80-7367-464-9.
- MRAVEC, B., ET AL. 2007. *Neurotransmitery*. Bratislava: SAP. 284 s. ISBN 80-8095-005-9.
- PARLETTE, S. 2003. *Tipy, triky a techniky pro trénink mozku*. Praha: Portál. 168 s. ISBN 80-7178-709-4.
- PETLÁK, E., ET AL. 2010. *Neuropedagogika a vyučovanie*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. 80 s. ISBN 978-80-8094-744-6.
- SCHILLER, P. B. 2004. *Hry pro rozvoj dětského mozku: pro děti od 1 do 5 let*. Praha: Portál. 136 s. ISBN 80-7178-905-4.
- SOUSA, D. 2011. *How the Brain Learns*. Thousand Oaks: Sage Publications. 336 p. ISBN 978-1-4129-9797-3.
- SOUSA, D. A. 2003. *The Leadership Brain: How to Lead Today's Schools More Effectively*. Thousand Oaks: Corwin Press. 309 p. ISBN 0-7619-3910-5.
- TILESTON, W. D. 2005. *Ten Best Teaching Practices*. Thousand Oaks: Corwin Press. 152 p. ISBN 978-1-4129-1472-7.
- Time management: mějte svůj čas pod kontrolou*. Praha: Grada, 2012. 206 s. ISBN 978-80-247-4431-5.
- TÓTHOVÁ, M. 2010. *Mozog-reč-učenie*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. ISBN 978-80-8094-794-1.
- TÓTHOVÁ, M., GROFČÍKOVÁ, S. 2010. Jazyk a řeč z anatomického, ontogenetického a edukačního pohledu. In *Pedagogická veda a školská prax v historickom kontexte*. Trnava: Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, s. 293-304. ISBN 978-80-8105-182-1.
- Velká kniha technik učení, tréninku paměti a koncentrace*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3023-3.
- WENK, G. L. 2010. *Your Brain on Food: How Chemicals Control Your Thoughts and Feelings* [online] c2010, poslední revize 25. 10. 2010 [cit. 2013-08-25]. WWW: <http://www.psychologytoday.com/blog/your-brain-food/201010/how-does-food-affect-our-brain>
- ZILLMER, E. A., SPIERS, M. V., CULBERTSON, W. C. 2008. *Principles of Neuropsychology*. Belmont: Thomson Wadsworth. 608 p. ISBN 978-0-495-00376-2.

Vedecký príspevok je spracovaný ako čiastkový výstup riešenia vedecko-výskumnej úlohy: KEGA 003UKF-4/2012 Edukácia akcentujúce docenenie mozgu.

Autorka

PaedDr. Monika Máčajová, PhD., Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre,
Pedagogická fakulta, Katedra pedagogiky, Drážovska 4, 949 01 Nitra,
Slovenská republika, e-mail: mmacajova@ukf.sk