

Přesnost a rychlost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií

Accuracy and Speed in Numerosity at Individuals with Dyscalculia

Kateřina Pražáková, Klára Špačková

Abstrakt: Tento článek je zaměřen na současný stav poznání poruch matematických dovedností a předkládá poznatky studie s názvem „Přesnost a rychlost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií.“ Hlavním cílem je popsat možné příčiny těchto obtíží. Výzkum srovnával výkony jedinců s dyskalkulií a účastníků z kontrolní skupiny v řadě úloh zaměřených na zpracovávání čísel a množství. Ve skupině respondentů s dyskalkulií byly zpozorovány deficity ve zpracovávání číselných symbolů i nesymbolického vnímání množství, a to zejména v rychlosti zpracování. Došli jsme k závěru, že dyskalkulie souvisí se specifickými obtížemi ve zpracovávání čísel a množství, jež postihují schopnost nabývat základních početních a aritmetických dovedností.

Klíčová slova: Dyskalkulie, vnímání množství, aritmetické dovednosti, specifické poruchy učení

Abstract: The paper is focused on the current status of knowledge about disorders of mathematical skills and introduces the findings of the study titled „Accuracy and speed in numerosity at individuals with dyscalculia.“ The main goal is to describe possible causes of these difficulties. The research compared the performances of individuals with dyscalculia and control participants on a range of number and numerosity processing tasks. Deficits in the processing of symbolic numbers and nonsymbolic numerosities, especially in the speed of processing, were observed in the group of dyscalculic participants. We concluded that dyscalculia is related to specific disabilities in basic numerical and numerosity processing which affects the ability to acquire simple counting and arithmetical skills.

Key words: Dyscalculia, numerosity, arithmetic skills, mathematical skills, specific learning difficulties

Úvod

Dyskalkulie je známá jako specifická porucha učení (dále SPU) projevující se obtížemi v matematice. Tyto obtíže nelze vysvětlit problémy ze strany učebních metod ve škole, neadekvátní domácí přípravou a ani nízkou inteligencí jedince.

Přestože je to již několik desetiletí, co L. Košč jako jeden z prvních odborníků dyskalkulii v 70. letech minulého století popsal a vymezil (1972, 1974), jak z hlediska terminologie, tak diagnostiky, ale i reedukace, se v poznání dané problematiky postupuje velmi pomalu. Kognitivně i vývojově orientovaný psychologický výzkum matematických dovedností dosud výrazně zaostává za výzkumem rozvoje ostatních školních dovedností.

Okrajový zájem odborníků o dyskalkulii výstižně ilustruje výrok o porovnání výše financí věnovaných na výzkum dyslexie a dyskalkulie: „*Since 2000, NIH has spent \$107.2 million funding dyslexia research but only \$2.3 million on dyscalculia*“ (od roku 2000 NIH¹ utratili 107,2 milionů dolarů na financování výzkumu dyslexie, ale pouze 2,3 milionu dolarů na dyskalkulii) (Butterworth et al. 2011, s. 1049). Za možnou příčinou bývá označo-

vána všeobecná neoblíbenost matematiky jako vyučovacího předmětu (Hannell, 2013), či skutečnost, že obtíže v matematice (stejně jako tomu bylo dříve u dyslexie a čtení) bývají považovány za důsledky obecně nízkých intelektových schopností (Butterworth, 2003).

Obdobnou situaci můžeme vidět i v České republice. Na rozdíl od zahraničního pojetí jsou sice naši autoři v přístupu a identifikaci dyskalkulie do velké míry jednotní (srov. Matějček, 1993; Novák, 2004; Vágnerová, 2005; Zelinková, 2015), jednoznačná kritéria i vymezení samotného pojmu, která by byla uplatňována v poradenské praxi, však chybí. Navíc je vzhledem k velmi nízkým odhadům prevalence dyskalkulie v české odborné literatuře vysoce pravděpodobné, že mnoho případů dětí s dyskalkulií zůstane nepovšimnuto.² Velkým přínosem je v tomto ohledu nedávno vydaný test struktury matematických schopností (*DISMAS*, Traspe & Skalková, 2013). Přes nesporný význam, který test pro měření vývoje základních matematických schopností a dovedností má, se domníváme, že je třeba dále ve výzkumu pokračovat a s oporou v teoretických modelech dyskalkulie hledat doplňující úlohy a nástroje, které by mohly pomoci

¹ *National Institutes of Health.*

² Podle Vágnerové (2005) je dyskalkulie nejen vzácnější než specifické poruchy čtení a psaní, ale frekvence této poruchy dle dané autorky dosahuje „jen zlomku procenta“ (s. 84). Novák (2004) výskyt odhaduje na 3 % populace. Oproti tomu Szucs et al. (2013) či Kuhn (2015) odhadují výskyt dyskalkulie na 3–6 % populace. Podobně další zahraniční autoři (Kaufmann & von Aster, 2012; Landerl et al., 2009) považují dyskalkulii za stejně častou jako dyslexii a předpokládají relativně vyšší počty jedinců v populaci s tímto typem obtíží, než by odpovídalo běžným odhadům u nás.

zpřesnit diagnostický proces, a tím přispět jak k pochopení podstaty obtíží, tak také k nastavení potřebné intervence.

Diagnostika dyskalkulie

Při posuzování dyskalkulie se přihlíží k výkonům podávaných v oblasti matematických dovedností, k výkonům v inteligenčních testech, případně i k výkonům podávaných v dalších oblastech schopností. K nim může patřit např. pravolevá a prostorová orientace (Zelinková, 2015). Obecným předpokladem je, že intelektové schopnosti jedinců s dyskalkulií by měly být na vyšší úrovni než schopnosti matematické a dle mnoha našich i zahraničních autorů by měly odpovídat alespoň spodní hranici pásma průměru, mohou však být i vyšší (Novák, 2004; Vágnerová & Klégrová, 2008; Landerl et al., 2009; Szucs et al., 2013). Devine et al. (2013) nicméně poukazují na nejednotnost z hlediska diagnostických kritérií na základě závažnosti obtíží v matematice posuzovaných standardizovanými testy, a to od výkonů pod 3. percentilem po výkon pod 25. percentilem, tedy 2 směrodatné odchylky (dále SD) až 0,68 SD pod průměrem.

V naší literatuře se často setkáváme s tzv. diskrepantním neboli rozdílovým kritériem. Vágnerová a Klégrová (2008) považují za diagnosticky nezbytný rozdíl

alespoň 15–20 bodů, tedy 1–1,25 SD, mezi IQ a výkonem v didaktických matematických testech (MQ). Přestože někteří zahraniční autoři zmiňují jako diagnostické kritérium podstatné rozdíly mezi výkony v matematice a obecnou inteligencí (Butterworth, 2002; Devine et al., 2013), explicitně neuvádějí přesnou míru této diskrepance. Kaufmann a von Aster (2012) i Kuhn (2015) navíc upozorňují, že v DSM-5³ již ani takovéto kritérium není striktně stanoveno, a to z důvodu zohlednění heterogenity těchto poruch a jejich komorbidit s dalšími.

Určitá omezení v diagnostice přináší také samotné využití jak inteligenčních testů, tak i testů matematických schopností, zejména pokud bychom zohledňovali pouze celkový skór. Některé z běžně užívaných inteligenčních testů zahrnují mj. i subtesty zaměřené na numerické či percepčně-prostorové dovednosti (Vágnerová & Klégrová, 2008). Lze tedy předpokládat, že u dětí s dyskalkulií tak může být snížen celkový skór IQ, přestože někteří autoři (Butterworth, 2002; Kaufmann & von Aster, 2012) doporučují využití těchto testů právě i za účelem sledování diskrepancí mezi jednotlivými subtesty.

Geary (2004 in Hannell, 2013) poukazuje na to, že i celkový skór získaný v testech matematických schopností může být zavádějící. Někteří žáci s dyskalkulií mohou být velmi úspěšní v některých

³ *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition: DSM-5.*

doménách matematického učiva, přestože mají značné obtíže v dalších. Silné stránky v jedné oblasti tak mohou snadno vyrušit slabiny v jiných.

Butterworth (2002) upozorňuje na rozmanitost takovýchto testů, přičemž pojetí matematických schopností se může různit, a tím i jednotlivé diagnostické metody. I při stanovení časového limitu u některých těchto metod z výsledků nepoznáme, zda testovaní jedinci zvládnou úlohu rychle a bez obtíží, nebo naopak s vypětím sil a těsně před uplynutím časového limitu (což autor považuje za typické pro jedince s dyskalkulií). Nepoznáme z nich ani příčinu obtíží - zda se např. nejedná spíše o důsledek nedostatečné domácí přípravy.

Také přihlídnutí k zmíněným vizuoprostorovým dovednostem, jak se zdá, nemusí být spolehlivým indikátorem. Výsledky výzkumu autorů Osmon et al. (2006) naznačují, že pouze část jedinců s dyskalkulií má také deficit v této oblasti, zatímco jiní ho mají spíše v oblasti exekutivních funkcí.

V následující kapitole se zaměříme na nové možnosti diagnostiky dyskalkulie, které, jak se domníváme, by mohly alespoň částečně eliminovat uvedené problémy.

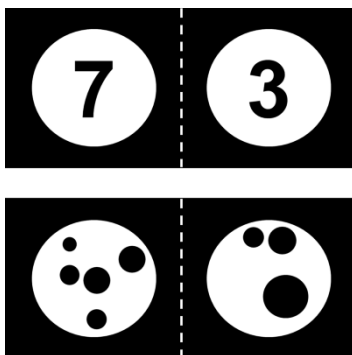
Vnímání množství a jeho využití při diagnostice dyskalkulie

Někteří autoři (Geary, 2000; von Aster & Shalev, 2007) zmiňují existenci vrobe-

ných preverbálních schopností rozpoznávat malá množství. Již během prvního roku života tak děti rozlišují mezi větším a menším počtem objektů (např. hraček) a očekávají snížení či zvýšení množství, pokud je některý z těchto objektů odebrán či přidán. Jak uvádějí také Landerl et al. (2004), tyto schopnosti tvoří základ pro porozumění numerickým symbolům i schopnost provádět jednoduché početní operace. Von Aster a Shalev (2007) představují vývojový model, v němž se děti postupně učí propojovat vnímaný počet (např. tři) objektů (•••) s jemu odpovídajícím slovním označením (tři) a později i s odpovídajícím číselným symbolem tvořeným v naší kultuře pomocí arabských číslic (3). Obtíže při tomto propojování považují za jeden z možných indikátorů dyskalkulie.

Pokud mluvíme o dyskalkulii, lze říci, že v současné době panuje mezi předními zahraničními odborníky shoda v tom, že hlavním rysem dyskalkulie jsou obtíže v učení se i zapamatování aritmetických faktů a početních postupů (např. Butterworth, 2002; Landerl et al., 2004, 2009; Gillum, 2012; Szucs et al., 2013; Kuhn, 2015; Geary, 1993 aj.). V návaznosti na pojetí dyskalkulie jako poruchy aritmetických dovedností jsou dnes velmi vlivné a zároveň respektované teorie, které za klíčovou příčinu dyskalkulie označují oslabení ve vnímání, odhadu či zpracovávání množství a čísel. Množství v tomto kontextu bývá označováno také anglickým výrazem *Numerosity* (např. *Defective Number Module Theory* autora Butterworth, 2005), zpracovávání

Obrázek 1 Úlohy na symbolické (nahore) a nesymbolické (dole) porovnávání množství (Moyer & Landauer, 1967 in Kuhn, 2015, s. 72).



množství jako *Processing of Numerosities* (Lander et al., 2009) a zpracovávání čísel jako *Number Processing* (např. Landerl et al., 2004). Zpracování čísel, jak uvádějí Traspe a Skalková (2013), zahrnuje schopnost porozumět číslům a produkovat je písemně i verbálně. Podobně se však můžeme setkat i s označením „cit pro čísla“ jakožto schopností porozumět množství a pracovat s ním (Babite & Emerson, 2018).

Vzhledem k odlišné terminologii jednotlivých autorů je tedy těžké pojem *Numerosity* jednoznačně vymezit⁴. Zatímco jedni zdůrazňují vnímání vlastností celé skupiny prvků bez návaznosti na vlastnosti jednotlivých objektů (Landerl et

al., 2004), jiní v definici akcentují schopnost přesně určit menší počet předmětů, aniž by bylo nutné počítat každý zvlášť (Geary, 2000). Počítání jakožto *Counting* je v tomto ohledu odlišováno od *Subitizing*, které zahrnuje nesymbolický (neverbální) odhad množství od 1 do 3 (Furman, Rubinsten, 2012) či do 4 (Landerl et al., 2004) objektů, a které bývá rychlejší, automatictější a více intuitivní. Termín *Counting* se týká výpočtu většího množství objektů a bývá považován za pomalejší a náročnější na paměť i pozornost.

Numerosity se dále rozlišuje na *Symbolic and Non-Symbolic Numerosity Processing* (symbolické a nesymbolické zpracovávání množství) (Gebuis et al., 2010,

⁴ Někteří autoři jako Gebuis et al. (2010) či Butterworth a Laurillard (2010) pojmem *Numerosity* označují jak odhad počtu objektů ve skupině, tak i zpracovávání numerických symbolů. Další užívají pro označení zpracování numerických symbolů jiná označení, např. *Symbolic Numbers* (symbolické množství) (Kuhn, 2015, s 72). Další autoři zahrnují pod označení *Numerosity Processing* jak *Symbolic Magnitude Comparison* (symbolické porovnávání velikosti), tak i *Nonsymbolic Magnitude Comparison* (nesymbolické porovnávání velikosti) zahrnující porovnávání počtu objektů (Landerl et al., 2009, s. 315–316).

s. 394). To znamená, že množství může být prezentováno pomocí číselných symbolů, k nimž patří např. arabské číslice, ale také nesymbolickým, tedy neverbálním způsobem, jako je např. zobrazení skupiny o určitém počtu objektů (např. puntíků). K lepšímu porozumění tomuto rozdílu nám může pomoci obrázek 1. Zatímco úloha v horní části je zaměřená na porovnávání dvou čísel dle jejich numerické hodnoty, dolní část obsahuje úlohu na nesymbolické porovnávání dle množství objektů na každé straně, kde má subjekt za úkol určit, na které straně se nachází více objektů.

V některých zahraničních studiích výzkumníci hledali souvislost mezi vnímáním množství a početními dovednostmi. V úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství (Landerl et al., 2004, 2009; Szucs et al., 2013) podali respondenti s dyskalkulií horší výkony než respondenti z kontrolních skupin. U nesymbolického vnímání množství, jak se zdá, je tato souvislost méně průkazná (Furman & Rubinsten, 2012). Přestože v některých studiích (Landerl et al., 2009; Szucs et al., 2013) podali respondenti s dyskalkulií horší výkony oproti respondentům z kontrolních skupin, výsledky jiné studie (Furman & Rubinsten, 2012) potvrdily tuto souvislost spíše v rozsahu *Couting* než v rozsahu *Subitizing*. O něco horších výsledků dosáhly děti s dyskalkulií také v metodě *Animal Stroop*, kde jim byly prezentovány fotografie zvířat a respondenti měli určit, které zvíře je větší v reálném světě bez ohledu na fyzickou velikost prezentovaných obrazů

(Szucs et al., 2013).

Výsledky uvedených výzkumů tedy podporují možnou souvislost mezi schopností zpracovávat množství (zejména je-li prezentováno pomocí numerických symbolů) a početními dovednostmi (Landerl et al., 2004, 2009; Szucs et al., 2013).

Ve Velké Británii vznikla screeningová metoda *The Dyscalculia Screener* (Butterworth, 2003), jejíž cílem je zajistit jednoduchý, rychlý a reliabilní způsob identifikace dyskalkulie. Tento přístup zahrnuje úlohy zaměřené na vnímání množství, a tedy spíše předpoklady pro rozvoj početních dovedností než dovednosti již získané, čímž minimalizuje efekt dosaženého vzdělávání. Metoda je administrována na počítači (PC) a měří nejen počet správných odpovědí, ale také reakční čas u jednotlivých úloh, což napoví, kolik času testovaný jedinec potřeboval na jejich vyřešení. Autor předpokládá, že i jedinci s dyskalkulií zvládnou vyřešit většinu úloh správně, potřebují k tomu však více času (totéž může platit i o dosažených početních dovednostech samotných).

Baterie zahrnuje testy zaměřené na porovnávání čísel dle numerické hodnoty, na určení počtu prezentovaných objektů, na dosažené početní dovednosti i kontrolní subtest zaměřený na prostý reakční čas, jenž má pomoci rozlišit, zda je testovaný jedinec pomalý pouze v úkolech souvisejících s početními dovednostmi nebo i v úkolech s numericky neutrálními podněty, tedy takových, kde dítě nemusí žádným způsobem určovat množství ani jeho symbolizaci.

I tento způsob diagnostiky dyskalkulie má svá omezení. Sám autor (Butterworth, 2003) připouští, že identifikuje spíše předpoklady pro rozvoj aritmetických dovedností než pro další odvětví matematiky jako je např. geometrie či algebra a z výsledků nepoznáme, zda žák zvládne řešit některé početní úlohy s použitím kalkulačky. Gillum (2012, s. 292) si klade otázku: „*If a child has good numerosity, does it mean that they do not have dyscalculia?*“ (Pokud má dítě dobré vnímání množství, znamená to, že nemá dyskalkulii?) Upozorňuje také, že ačkoliv panuje všeobecná shoda v tom, že oslabení ve vnímání množství patří k hlavním příčinám dyskalkulie, nemáme dostatečné důkazy pro to považovat tuto příčinu za jedinou možnou. Dále uvádí, že výsledky testu mohou být ovlivněny dalšími osobnostními nebo situačními faktory, jako je zvýšená úzkostnost nebo nedostatečná motivace dítěte plnit úkoly.

U nás doposud není k dispozici žádný diagnostický nástroj, který by s pomocí počítačové administrace mapoval úroveň vnímání množství. I přes určitá omezení takovýchto metod se domníváme, že by mohly být dobrým doplňkem těch, které jsou u nás již využívány k určení struktury dosažených matematických, vizuo-prostorových a dalších dovedností. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli ověřit zahraniční poznatky v našich podmínkách.

V průběhu školního roku 2016/2017 byl proto v rámci diplomové práce s názvem *Přesnost a rychlost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií* (Pražáko-

vá, 2017) realizován výzkum jedinců s dyskalkulií, v němž bylo poprvé v České republice pro měření vnímání množství využito testových metod administrovaných na počítači. Výzkumné šetření bylo inspirováno zahraničními výzkumy (Landerl et al., 2004, 2009; Furman, Rubinsten, 2012; Szucs et al., 2013) a částečně také již existující testovou baterií *The Dyscalculia Screener* (Butterworth, 2003) uvedenou výše.

V tomto výzkumu jsme porovnávali výsledky respondentů s dyskalkulií s výsledky respondentů bez výrazných obtíží v matematice. Část výsledků získaných v tomto výzkumu byla uvedena ve zmíněné diplomové práci (Pražáková, 2017), kde jsme se zabývali výsledky experimentální a kontrolní skupiny dětí i experimentální a kontrolní skupiny dospělých. V tomto článku se však zaměříme zejména výsledky dospělých respondentů. Důvodem je především skutečnost, že z 26 dětí s diagnostikovanou dyskalkulií pouze u jednoho účastníka nebyla zjištěna jiná SPU než dyskalkulie. Oproti tomu experimentální skupinu dospělých tvořilo pouze devět účastníků, avšak další SPU byly zjištěny pouze u tří z nich, u většiny účastníků z této skupiny se tedy jednalo o „čistou“ formu dyskalkulie.

V diplomové práci byly porovnány výsledky z hlediska počtu správných odpovědí i z hlediska celkové rychlosti odpovědí respondentů v každém z administrovaných testů. Tím však mohlo dojít k určitému zkreslení výsledků. Pokud měl např. některý z respondentů delší

reakční čas v jediné testové položce, byl tím ovlivněn jeho celkový výsledek subtestu, přestože ostatní položky mohl řešit výrazně rychleji. Další respondenti mohli mít velmi dobré výsledky z hlediska rychlosti odpovědi, tyto výsledky však nijak nerozlišovaly, zda tohoto výsledku nebylo dosaženo na úkor správnosti odpovědi. Zde jsme se rozhodli získaná data využít také k analýze mediánových hodnot správných odpovědí, které byly vypočítány pro každého z účastníků experimentální i kontrolní skupiny dospělých, a tím zpřesnit výsledky výzkumu.

Cíle studie a výzkumné otázky

Hlavním cílem bylo zmapovat rychlost a přesnost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií i u jedinců z kontrolní skupiny, a to jak nesymbolického zpracovávání množství, tak i symbolického. Dalším cílem bylo v obou těchto skupinách zmapovat rychlost a přesnost ve vnímání velikosti i v základních početních dovednostech.

Položili jsme si následující výzkumné otázky:

- 1) Jaká je úroveň vnímání množství u respondentů s dyskalkulií ve srovnání s respondenty z kontrolní skupiny?
- 2) Jakých výsledků dosáhnou respondenti s dyskalkulií v úkolech zaměřených na symbolické zpracovávání množství ve srovnání s respondenty z kontrolní skupiny?

- 3) Jakých výsledků dosáhnou respondenti s dyskalkulií v úkolech zaměřených na nesymbolické zpracovávání množství ve srovnání s respondenty z kontrolní skupiny?
- 4) Jakých výsledků dosáhnou respondenti s dyskalkulií v úkolech zaměřených na vnímání velikosti ve srovnání s respondenty z kontrolní skupiny?
- 5) Jakých výsledků dosáhnou respondenti s dyskalkulií v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti ve srovnání s respondenty z kontrolní skupiny?

Předpokládali jsme horší výsledky jedinců s dyskalkulií oproti kontrolní skupině ve všech testech s výjimkou testu *Běžný reakční čas* (viz níže).

Metodologie

Výzkumný vzorek

Pro účely této studie jsme se snažili složení respondentů vyladit z hlediska věku, nejvyššího dosaženého vzdělání i pohlaví. Výzkumu se zúčastnili respondenti ve věku 20–30 let.

Experimentální skupina. Do experimentální skupiny bylo zařazeno devět jedinců s dyskalkulií, z toho osm žen a jeden muž. U tří z těchto respondentů byly zjištěny další SPU kromě dyskalkulie. U šesti respondentů, kteří tvořili větší část této skupiny, se tedy jednalo o „čistou“ dyskalkulii. U tří z těchto šesti respondentů byla navíc identifikována

až v době, kdy studovali střední či vysokou školu, ne tedy v průběhu povinné školní docházky. Všechny devět členů této skupiny v minulosti navštěvovalo běžnou ZŠ. Tři z těchto respondentů měli v době výzkumu nejvyšší dosažené vzdělání středoškolské, jeden z respondentů vyšší odborné, čtyři respondenti bakalářské a jeden z respondentů magisterské. (Celkem šest respondentů bylo v době sběru dat studenty některé z vysokých škol). Součástí výběru do této skupiny byla analýza zpráv z pedagogicko-psychologických poraden, případně ze speciálně-pedagogického centra (u jednoho respondenta), které nám dali účastníci k dispozici. U šesti respondentů jsme za účelem kontroly diagnózy získali aktuální výsledky z metody Amthauerův *Test struktury inteligence I-S-T 2000 R* (Plháková, 2005), kde všichni tito respondenti dosáhli výkonů minimálně 1 SD pod průměrem v části zaměřené na matematické dovednosti a v ostatních částech testu alespoň průměrných výsledků, které byly zároveň vyšší alespoň o 15 bodů oproti výsledkům v matematické části testu, čímž bylo také splněno diskrepantní kritérium.

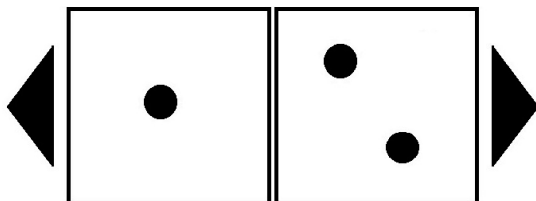
Kontrolní skupina. Kontrolní skupina byla sestavena z celkového počtu 21 respondentů, z toho 19 žen a dvou mužů. Sedm těchto respondentů mělo v době výzkumu nejvyšší dosažené vzdělání středoškolské (z toho celkem pět uvedlo, že jsou studenty některé vysoké školy), 12 bakalářské a dva respondenti magisterské. Nikdo z těchto responden-

tů neměl v minulosti diagnostikovanou žádnou SPU a neuváděli závažné obtíže v matematice v době povinné školní docházky.

Metody

Respondenti plnili úlohy administrované na PC zaměřené na nesymbolické porovnávání množství, na porovnávání numerických symbolů dle množství, které označují (symbolické vnímání množství), na porovnávání velikosti i na dosažené aritmetické dovednosti (sčítání, odečítání, násobení). Testová baterie vznikla pro účely tohoto výzkumu. Administrováno bylo celkem sedm substestů. Každý test obsahoval 30 testových položek, jimiž v každém testu předcházely instrukce i tři zácvičné položky. Součástí instrukcí byly také informace, které klávesy použít k odpovědím, a to s verbálním popisem i s názorným zobrazením pomocí obrázků prezentovaných na obrazovce PC. Pokud respondent zadal chybnou odpověď v zácvičné položce, byl programem na chybu upozorněn. Měření času plnění úloh i počítání správných odpovědí se v každém testu spustilo až s první testovou položkou. Správnou odpověď respondenti volili vždy ze dvou možností, a to pomocí stisknutí tlačítka na klávesnici označující buď levou (šipka ukazující vlevo) nebo pravou (šipka ukazující vpravo) stranu.

Podobně jako v zahraničních studiích uvedených výše (Landerl et al., 2004, 2009; Furman, Rubinsten, 2012;

Obrázek 2. Ukázka zácvičné úlohy v testu *Porovnávání množství*.

Szucs et al., 2013), i zde bylo v některých položkách využito Stroopova efektu.

Nyní si jednotlivé testy popíšeme podrobněji.

Běžný reakční čas. V každé úloze tohoto testu byla respondentům zobrazena současně dvě pole obsahující prázdné bílé kruhy s černým ohraničením a v jednom z těchto polí se vždy nacházel také kruh vyplněný černou barvou. Úkolem respondentů bylo rychle označit stranu, na níž se nacházel tento černý bod. Test byl zamýšlen jako kontrolní – předpokládali jsme, že by zde respondenti s obtížemi v matematice nemuseli dosáhnout horších výsledků než kontrolní skupina, zatímco horší výkon v tomto testu by mohl odpovídat obecně pomalejšímu pracovnímu tempu či obecně vyšší chybivostí, ne tedy pouze v úkolech přímo souvisejících s matematickými schopnostmi.

Porovnávání množství. Test je zaměřen na nesymbolické vnímání neboli odhad množství. Úkolem respondentů bylo ze dvou možností vybrat a označit pole obsahující větší počet objektů (bodů) bez

ohledu na jejich fyzickou velikost a rozmístění v poli. Jednotlivá pole obsahovala objekty v počtu od jednoho do sedmi.

Reprezentace velikosti. Respondentům byly zobrazovány dvojice černobílých obrázků různých předmětů z běžného života. Úkolem respondentů bylo určit, který ze zobrazených objektů by měl být větší v reálném světě bez ohledu na velikost jejich zobrazení ve vyznačeném poli. Na rozdíl od metody *Animal Stroop* (Szucs et al., 2013) se zde nejednalo výlučně o obrazy zvířat. Podobně jako v uvedené metodě, i zde jsme využili Stroopova efektu (pokud by byl např. vedle obrázku židle prezentován obrázek stolu, úkolem respondenta by bylo označit stůl i v případě, že by byl obraz stolu fyzicky menší než obraz židle). Test byl zaměřen na vnímání velikosti, ačkoliv spíše nepřímou. Šlo spíše o jakési mentální reprezentace velikosti zobrazovaných předmětů ve skutečném světě.

Porovnávání čísel. Úkolem respondentů bylo určit číslo s větší numerickou hodnotou bez ohledu na velikost zobrazení těchto čísel, využili jsme tu tedy

Stroopova efektu. Porovnávána tu byla jednociferná i dvouciferná čísla. Test byl zaměřen na porovnávání číselných symbolů.

Porovnávání velikosti. Zde bylo úkolem respondentů rychle označit větší ze dvou prezentovaných obrázků. Společně prezentované objekty se zde lišily pouze fyzickou velikostí. Zatímco Landerl et al. (2004), kteří nechali respondenty porovnávat čísla dle velikosti zobrazení, uvedli, že velikost fyzicky menších čísel odpovídala rozměrům 0,3 x 0,5 cm a u větších čísel 0,6 x 1 cm, zde jsme se snažili, aby rozdíly mezi prezentovanými objekty byly méně patrné a rozdíly mezi některými prezentovanými položkami tak činily pouze 5 %.

Přiřazování čísel. Zde byla respondentům zobrazována tři různá pole v každé úloze. Jedno z polí obsahovalo určitý počet bodů a další dvě pole po jednom čísle. Respondenti měli za úkol určit, které ze zobrazených čísel odpovídalo zobrazenému počtu bodů. Pokud by tedy bylo respondentovi prezentováno pole obsahující 4 body, úkolem respondenta by bylo ze dvou čísel zvolit právě 4. Podobný subtest již využívá metoda *The Dyscalculia Screener* (Butterworth, 2003), testy se však liší způsobem výběru odpovědi.

Počtení operace. V tomto testu byly účastníkům prezentovány početní příklady v jednom poli a další dvě pole obsahovala čísla. Úkolem respondentů bylo určit,

které ze dvou čísel odpovídá výsledku početního příkladu. Test byl zaměřen na dosažené početní dovednosti.

Výsledky

Za účelem zhodnotit, zda experimentální skupina dosahuje statisticky významně horších výsledků v jednotlivých testech oproti skupině kontrolní, jsme se vzhledem k poměrně nízkému počtu respondentů rozhodli porovnat výsledky v jednotlivých skupinách pomocí neparametrického Mann-Whitneyova U-testu. Pozorovaná hladina významnosti p byla vypočítána pro jednostranný test a jako kritérium pro potvrzení statisticky významných rozdílů mezi skupinami jsme stanovili hladinu významnosti 5 % ($p < 0,05$).

Výsledky testů byly dále doplněny výpočtem rozměrového efektu (*Effect Size*) pro korelační koeficient r , kde se rozdíly mezi soubory pokládají za malé pro hodnoty $r = 0,1$, za střední pro $r = 0,3$ a za velké pro $r = 0,5$ (Cohen, 1988). Účelem tohoto měření bylo zhodnotit rozdíly mezi skupinami zejména v těch testech, kde rozdíly dosáhly statistické významnosti. Pro větší přehlednost jsou tabulky s výsledky (viz níže) doplněny hodnotou rozměrového efektu i u těch výsledků, kde nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinami, v takových případech se však výsledky podrobněji nezabýváme.

Výsledky jsou níže popsány z několika hledisek: z hlediska přesnosti odpově-

Tabulka 1. Celková rychlost odpovědí

Celková rychlost odpovědí										
Test	Kontrolní skupina (N = 21)					Dyskalkulie (N = 9)				
	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Běžný reakční č.	19,80	18,19	5,83	14,99	43,43	24,56	22,62	4,97	19,92	35,26
Porovnávání mn.	54,01	53,39	12,45	34,23	77,99	76,64	70,80	23,49	48,12	121,19
Reprez. velikosti	42,98	40,42	9,66	32,66	65,51	51,23	48,23	12,23	36,34	74,08
Porovnávání č.	29,99	29,10	3,35	24,94	39,09	39,15	37,11	8,16	33,07	58,56
Porovnávání vel.	34,04	32,79	7,90	23,82	55,58	39,15	37,72	8,49	29,31	60,40
Přiřazování č.	69,18	68,81	13,64	48,13	92,09	93,17	92,25	25,63	66,03	144,64
Početní operace	65,07	62,10	14,34	42,71	95,42	105,90	96,71	38,16	57,00	162,05
Celkem	315,06	304,43	49,80	239,35	415,96	429,81	388,88	92,66	339,92	593,98

dí vyjádřené počtem správně řešených položek v každém jednotlivém testu; z hlediska celkové rychlosti odpovědí respondentů v jednotlivých testech, tedy součtu reakčních časů respondentů v každé jednotlivé položce testu, bez ohledu na správnost odpovědí; z hlediska mediánových hodnot rychlosti ve správně řešených položkách v každém testu.

Popisná statistika výsledků respondentů v jednotlivých testech

Tabulka 1 popisuje výsledky respondentů v jednotlivých testech z hlediska celkové rychlosti odpovědí. Jak zde můžeme vidět, experimentální skupina vykazovala v průměru pomalejší reakční čas ve všech testech oproti skupině kontrolní. Pro jedince s dyskalkulií byl časově nej-

náročnějším testem test *Početní operace* (105,90 s.), dále pak test *Přiřazování čísel* (93,17 s.). Pro kontrolní skupinu byl oproti tomu časově nejnáročnějším testem test *Přiřazování čísel* (69,18 s.), dále pak *Početní operace* (65,07 s.). Pro obě skupiny byl časově nejméně náročným testem *Běžný reakční čas* (19,80 s. pro kontrolní a 24,56 s. pro experimentální skupinu).

Tabulka 2 popisuje výsledky respondentů v jednotlivých testech z hlediska správnosti odpovědí, přičemž každý respondent mohl získat maximálně 30 bodů v každém testu, pokud v každé testové úloze zvolil správnou odpověď. Jak zde můžeme vidět, ve většině testů s výjimkou *Přiřazování čísel* vykazovala experimentální skupina v průměru vyšší chybovost oproti skupině kontrolní, a to bez ohledu na to, zda tyto rozdíly mezi skupinami dosáhly statistické významnosti či nikoliv.

Tabulka 2. Správnost odpovědí

Správnost odpovědí										
Test	Kontrolní skupina (N = 21)					Dyskalkulie (N = 9)				
	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Běžný reakční č.	29,62	30	0,67	28	30	29,33	30	2	24	30
Porovnávání mn.	29,1	29	1,04	27	30	28,78	30	1,99	24	30
Reprez. velikosti	29,52	30	0,81	27	30	29,22	29	0,97	27	30
Porovnávání č.	29,52	30	0,6	28	30	28,89	29	1,45	26	30
Porovnávání vel.	29,81	30	0,4	29	30	29	29	1,32	26	30
Přifažování č.	28,05	29	2,29	20	30	28,11	29	1,62	26	30
Početní operace	28,95	29	0,8	27	30	28	29	1,66	25	30
Celkem	204,57	206	4,02	191	209	201,33	203	6,18	191	209

Tabulka 3. Mediánové hodnoty rychlosti ve správných odpovědích

Mediánové hodnoty rychlosti ve správných odpovědích										
Subtest	Kontrolní skupina (N = 21)					Dyskalkulie (N = 9)				
	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Běžný reakční č.	0,60	0,57	0,08	0,48	0,81	0,76	0,69	0,17	0,63	1,15
Porovnávání mn.	1,50	1,48	0,35	0,92	2,32	2,03	1,99	0,59	1,28	3,09
Reprez. velikosti	1,28	1,21	0,24	0,98	1,83	1,51	1,42	0,30	1,22	2,02
Porovnávání č.	0,97	0,94	0,08	0,86	1,14	1,24	1,15	0,20	1,10	1,67
Porovnávání vel.	0,97	0,93	0,20	0,65	1,59	1,05	1,05	0,15	0,80	1,29
Přifažování č.	2,05	1,95	0,44	1,36	2,92	2,74	2,48	0,67	2,05	3,97
Početní operace	1,77	1,78	0,36	1,14	2,69	2,69	2,39	0,86	1,53	4,08
Celkem	9,13	8,87	1,75	6,39	13,30	12,03	11,18	2,93	8,60	17,26

Tabulka 3 popisuje mediánové hodnoty správných odpovědí v jednotlivých skupinách. I zde je patrné, že jedinci s dyskalkulií vykazovali v průměru delší reakční čas ve srovnání s kontrolní skupinou respondentů.

Běžný reakční čas. Jak lze vyčíst z tabulky 4, v testu *Běžný reakční čas* dosáhli jedinci s dyskalkulií statisticky významně horších výsledků oproti kontrolní skupině respondentů z hlediska celkové rychlosti odpovědí ($p = 0,02$) i dle medi-

Tabulka 4. Výsledky testu *Běžný reakční čas*

Běžný reakční čas								
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	U	Z	p	r
Rychlost	19,80	5,83	24,56	4,97	27,00	-3,03	0,02	0,56
Správnost	29,62	0,67	29,33	2,00	81,00	-0,59	0,20	0,10
Medián	0,60	0,08	0,76	0,17	164,00	3,16	0,00	0,58

Tabulka 5. Výsledky testu *Porovnávání množství*

Porovnávání množství								
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	U	Z	p	r
Rychlost	54,01	12,45	76,64	23,49	36,00	-2,62	0,00	0,48
Správnost	29,10	1,04	28,78	1,99	92,50	-0,07	0,50	0,01
Medián	1,50	0,35	2,03	0,59	149,50	2,49	0,01	0,45

ánových hodnot rychlosti ve správně řešených odpovědích ($p = 0,00$), zatímco z hlediska správnosti odpovědi nikoliv ($p = 0,20$). K přesnějším zhodnocení rozdílů mezi skupinami v rychlosti odpovědi bylo dále získáno Mann-Whitneyovo r , které odpovídá vysokým hodnotám rozměrového efektu ($r = 0,56$ pro celkovou rychlost odpovědi a $0,58$ pro mediánové hodnoty rychlosti správných odpovědi).

Porovnávání množství. Jak lze vyčíst z tabulky 5, v tomto testu zaměřeném na nesymbolické vnímání množství dosáhli jedinci s dyskalkulií statisticky významně horších výsledků v celkové rychlosti odpovědi ($p = 0,00$) i dle mediánových

hodnot rychlosti ve správných odpovědích ($p = 0,01$), zatímco nebyly prokázány statisticky významné rozdíly z hlediska správnosti ($p = 0,50$). Velikost rozměrového efektu r vypočítaná pro zhodnocení rozdílů v rychlosti odpovědi dosahuje poměrně vysokých hodnot (blíží se hodnotě $0,5$).

Reprezentace velikosti. Jak můžeme vyčíst z tabulky číslo 6, respondenti s dyskalkulií dosáhli v testu *Reprezentace velikosti* statisticky významně horších výsledků z hlediska celkové rychlosti odpovědi ($p = 0,03$) i dle mediánových hodnot rychlosti ve správných odpovědích ($p = 0,01$) oproti respondentům

Tabulka 6. Výsledky testu *Reprezentace velikosti*

Reprezentace velikosti								
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	U	Z	p	r
Rychlost	42,98	9,66	51,23	12,22	52,00	-1,90	0,03	0,35
Správnost	29,52	0,81	29,22	0,97	74,50	0,88	0,15	0,16
Medián	1,28	0,24	1,51	0,30	143,50	2,22	0,01	0,40

Tabulka 7. Výsledky testu *Porovnávání čísel*

Porovnávání čísel								
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	U	Z	p	r
Rychlost	29,99	3,35	39,15	8,16	13,00	-3,67	0,00	0,67
Správnost	29,52	0,60	28,89	1,45	75,00	0,86	0,16	0,16
Medián	0,97	0,08	1,24	0,20	185,00	4,10	0,00	0,75

z kontrolní skupiny, zatímco nebyly prokázány významné rozdíly mezi skupinami z hlediska správnosti odpovědí ($p = 0,15$). Velikost rozměrového efektu r vypočítaná pro rozdíly mezi skupinami v rychlosti odpovědí dosahuje středně vysokých hodnot ($r = 0,35$), u mediánových hodnot rychlosti správných odpovědí hodnot středně vysokých až vyšších ($r = 0,40$).

Porovnávání čísel. Jak lze vyčíst z tabulky 7, v testu *Porovnávání čísel* dosáhli jedinci s dyskalkulií statisticky významně horších výsledků oproti respondentům kontrolní skupiny z hlediska celkové rychlosti odpovědí ($p = 0,00$) i dle medi-

ánových hodnot rychlosti ve správných odpovědích ($p = 0,00$), zatímco nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinami z hlediska správnosti odpovědí ($p = 0,16$). Velikost rozměrového efektu r vypočítaná pro rozdíly mezi skupinami v rychlosti odpovědí dosahuje velmi vysokých hodnot pro celkovou rychlost odpovědí ($r = 0,67$) i pro mediánové hodnoty rychlosti ve správných odpovědích ($r = 0,75$).

Porovnávání velikosti. Tabulka 8 nám popisuje výsledky v testu *Porovnávání velikosti*. Jak z ní lze vyčíst, na 5 % hladině významnosti byly prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinami

Tabulka 8. Výsledky testu *Porovnávání velikosti*

Porovnávání velikosti								
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		U	Z	p	U-test r
	Průměr	SD	Průměr	SD				
Rychlost	34,04	7,90	39,15	8,49	53,00	-1,86	0,03	0,34
Správnost	29,81	0,40	29,00	1,32	56,00	1,72	0,02	0,31
Medián	0,97	0,20	1,05	0,15	126,50	1,45	0,07	0,26

Tabulka 9. Výsledky testu *Přirázování čísel*

Přirázování čísel								
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		U	Z	P	U-test r
	Průměr	SD	Průměr	SD				
Rychlost	69,18	13,64	93,17	25,63	34,00	-2,72	0,00	0,50
Správnost	28,05	2,29	28,11	1,62	87,50	0,29	0,37	0,05
Medián	2,05	0,44	2,74	0,67	153,50	2,67	0,00	0,49

z hlediska celkové rychlosti ($p = 0,03$) i správnosti ($p = 0,02$) odpovědí, přestože při porovnání mediánových hodnot rychlosti ve správných odpovědích se tyto rozdíly mezi skupinami nepodařilo potvrdit ($p = 0,07$). Výpočty rozměrového efektu r naznačují středně vysoké hodnoty z hlediska celkové rychlosti i přesnosti odpovědí.

Přirázování čísel. Jak lze vyčíst z tabulky 9, v testu *Přirázování čísel* dosáhli respondenti s dyskalkulií statisticky významně horších výsledků oproti respondentům z kontrolní skupiny z hlediska celkové rychlosti odpovědí ($p = 0,00$) i dle mediánových hodnot rychlosti ve správných

odpovědích ($p = 0,00$). Statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami z hlediska správnosti odpovědí však nebyly prokázány ($p = 0,37$). Velikost rozměrového efektu r vypočítaná pro celkovou rychlost odpovědí ($r = 0,50$) i pro mediánové hodnoty rychlosti správných odpovědí ($r = 0,49$) dosahuje vysokých hodnot.

Počtení operace. Test *Počtení operace* byl zaměřen na samotné aritmetické dovednosti (sčítání, odečítání, násobení). Jak je možné vyčíst z tabulky 10, jedinci s dyskalkulií zde prokázali statisticky významně horší výsledky z hlediska celkové rychlosti odpovědí ($p = 0,00$) i dle

Tabulka 10. Výsledky testu *Početní operace*

	Početní operace							
	Kontrolní skupina		Dyskalkulie				U-test	
	Průměr	SD	Průměr	SD	U	Z	P	r
Rychlost	65,07	14,34	105,90	38,16	28,00	-2,99	0,00	0,55
Správnost	28,95	0,80	28,00	1,66	64,00	1,36	0,07	0,25
Medián	1,77	0,36	2,69	0,86	160,00	2,97	0,00	0,54

mediánových hodnot rychlosti ve správných odpovědích ($p = 0,00$), nikoliv však z hlediska správnosti odpovědí ($0,07$). Velikost rozměrového efektu r vypočítaná pro celkovou rychlost odpovědí ($r = 0,55$) i pro mediánové hodnoty rychlosti správných odpovědí ($r = 0,54$) dosahuje vysokých hodnot.

Zhodnocení výsledků

Jak jsme si ukázali výše, v tomto výzkumném souboru se experimentální skupina liší od kontrolní skupiny více v rychlosti než v počtu správných odpovědí, což je v souladu s předpoklady některých zahraničních autorů (např. Butterworth, 2003). Ve všech užitých testech byly na 5 % hladině významnosti prokázány statisticky významné rozdíly z hlediska celkové rychlosti odpovědí, kdy skupina jedinců s dyskalkulií vykazovala signifikantně delší reakční čas oproti skupině kontrolní, a s výjimkou testu *Porovnávání velikosti* také z hlediska mediánových hodnot rychlosti v řešených položkách.

Jediným testem, v němž experimentální skupina vykazovala signifikantně vyšší

chybovost oproti kontrolní skupině, byl test *Porovnávání velikosti* spočívající v porovnávání obrázků dle fyzické velikosti. Tyto rozdíly však nebyly příliš velké, a to ani z hlediska rychlosti odpovědí.

Jak naznačují také výpočty rozměrového efektu, experimentální skupina se od skupiny kontrolní liší zejména v testech *Porovnávání čísel*, *Početní operace* a *Přirazení čísel*, tedy v testech vyžadujících práci s numerickými symboly, méně pak v úlohách zaměřených na nesymbolické porovnávání (odhad) množství i na porovnávání velikosti.

Diskuse a závěry

Pilotní výzkum uvedený v tomto článku přinesl podobné výsledky jako dřívější zahraniční výzkumy (Landerl et al., 2004, 2009; Furman, Rubinsten, 2012; Szucs et al., 2013). Skupina tvořená jedinci s dyskalkulií (experimentální skupina) se od skupiny kontrolní lišila zejména v úlohách zaměřených na zpracovávání numerických symbolů (symbolické zpracovávání množství) i v testu zaměřeném

přímo na dosažené početní dovednosti, méně pak v testech zaměřených na neverbální odhad množství (nesymbolické zpracovávání množství) či velikosti. Zdá se tedy, že u uvedených úkolů činí jedincům s dyskalkulií obtíže zejména práce s číselnými symboly, a to i v případech, kdy nepotřebují znát žádné početní postupy (jako např. při řešení slovních úloh). Kromě toho se experimentální skupina od kontrolní lišila spíše v rychlosti odpovědi než v jejich správnosti. Domníváme se proto, že výsledky těchto studií poukazují na diagnostickou významnost měření schopnosti vnímat množství nejen z hlediska přesnosti odpovědi, ale také z hlediska měření přesného reakčního času.

Porovnáme-li výsledky dětí a dospělých uvedené v diplomové práci zmíněné výše (Pražáková, 2017), výzkum přinesl podobné výsledky, ačkoliv zde lze pozorovat určité rozdíly. Zatímco u dětí byly prokázány významné rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou ve více testech než u dospělých z hlediska správnosti odpovědi (*Porovnávání velikosti, Porovnávání čísel, Početní operace*) (mediánové hodnoty rychlosti ve správných odpovědi zde porovnávány nebyly), ve všech testech s výjimkou *Početních operací* se experimentální a kontrolní

skupina dětí lišily méně než experimentální a kontrolní skupina dospělých. Výsledky dětí a dospělých je ale třeba porovnávat s velkou opatrností⁵.

Překvapivým zjištěním pro nás bylo, že se určité rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou projevily i v testu *Běžný reakční čas*, který nebyl zaměřen na zpracovávání velikosti ani množství. Vzhledem k tomu, že zde měli respondenti určit, na které ze dvou stran je zobrazen černý bod, který se navíc mohl objevit v různých částech pole, nabízí se možnost, že by výsledky v tomto testu mohly souviset s pravolevou či vizuo-prostorovou orientací, která, jak se ukazuje, má určitou souvislost s početními dovednostmi (Lander et al., 2009; Osmon et al., 2006; Vágnerová & Klégrová, 2008; Szucs et al., 2013; Zelinková, 2015). Nelze zde však vyloučit ani možnost, že zde experimentální skupinu tvořili jedinci s obecně pomalejším pracovním tempem, čímž bychom si mohli klást otázku, zda u nás není dyskalkulie častěji identifikována právě u takových jedinců. Abychom si na takové otázky dokázali snáze odpovědět, budoucí výzkum by měl respondentům zadat takový kontrolní test, v němž by bylo možné minimalizovat efekt pravolevé i vizuo-prostorové orientace.

⁵ Experimentální skupina dětí a dospělých se však lišily nejen věkem. U dětí ji tvořilo 26 respondentů, z nichž pouze u jednoho nebyla zjištěna jiná SPU než dyskalkulie. Kromě toho 19 těchto dětí navštěvovalo školy pro děti SPU. Oproti tomu u 6 z 9 respondentů z experimentální skupiny dospělých se jednalo o „čistou“ dyskalkulii. U 3 z těchto 6 respondentů byla navíc identifikována až v době, kdy studovali střední či vysokou školu, ne tedy v průběhu povinné školní docházky. Je tedy možné, že se v minulosti potýkali s obtížemi v méně oblastech než respondenti z experimentální skupiny dětí, u nichž se častěji projevily obtíže i v dalších školních předmětech, ne tedy pouze v matematice.

Domníváme se také, že právě souvislost početních dovedností, zpracovávání množství (symbolického i nesymbolického), exekutivních funkcí a vizuo-prostorových dovedností by mohla být zajímavým cílem dalšího zkoumání. Např. ve studii autorů Lander et al. (2009) dosáhli jedinci s dyskalkulií statisticky významně horších výsledků v subtestu WISC-III *Kostky*, přestože celkové výsledky této skupiny stále odpovídaly pásmu dolního průměru a ve výzkumu autorů Szucs et al. (2013) dosáhla skupina dětí s dyskalkulií výsledků celkově odpovídajících hranici průměru a podprůměru. Nicméně jak naznačují výsledky další studie získané pomocí shlukové analýzy (Osmon et al., 2006), dyskalkulii lze členit na subtypy dle zakládajících deficitů, kam patří deficit v prostorových funkcích, deficit v exekutivních funkcích a tzv. dvojí (smíšený) deficit obou těchto funkcí. Souvislost vizuo-prostorových a početních dovedností lze tedy očekávat spíše u jedinců s deficitem v prostorových funkcích než u jedinců s deficitem v exekutivních funkcích. Nabízí se tak otázka, zda je možné najít podobný vztah např. mezi výsledky testů zaměřených na nesymbolické zpracovávání množství (porovnávání množství) či na mentální reprezentace velikosti (reprezentace velikosti) a testů zaměřených na percepčně-prostorové dovednosti (např. kostky), které by mohly hypoteticky souviset spíše s deficitem v oblasti prostorových než exekutivních funkcí.

Za omezení této studie lze považovat způsob výběru respondentů, který

zohledňoval především formální diagnózu dyskalkulie získanou v některém z poradenských zařízení. Způsoby identifikace SPU se však v rámci různých pracovišť mohou lišit a kritéria přidělení diagnózy dyskalkulie tak nejsou zcela jednotná. Doložené zprávy z vyšetření navíc neobsahovaly zmínky o konkrétních metodách užitých při diagnostice SPU a ani podrobnou analýzu výsledků a nebylo tak možné postupy a kritéria ověřit. Budoucí výzkum by měl tedy rozřadit respondenty do skupin pečlivěji dle jednotných kritérií, k nimž patří zhodnocení intelektových, matematických, případně i čtenářských schopností či dovedností. Experimentální a kontrolní skupina by se tak měly prokazatelněji lišit v početních dovednostech a nikoliv v obecných intelektových schopnostech.

Budoucí výzkum by se měl také zaměřit na skupiny jedinců s izolovanými typy SPU, a to jak dyskalkulie, tak i dyslexie. Protože se tohoto pilotního výzkumu nezúčastnily dostatečně velké skupiny respondentů s izolovanými typy SPU, nepodařilo se zde přesněji rozlišit, do jaké míry jsou výsledky v jednotlivých testech ovlivněny specifickými předpoklady pro rozvoj aritmetických dovedností a do jaké míry obecnějšími předpoklady souvisejícími s dalšími dovednostmi, jako je např. čtení. Předpoklad, že deficity ve zpracovávání množství souvisí spíše s početními než s jinými dovednostmi tak prozatím můžeme podpořit pouze výzkumy, které proběhly v zahraničí (Landerl et al., 2004, 2009).

Domníváme se, že i navzdory určitým omezením tohoto přístupu by mohlo být přínosné, aby testy zaměřené na zpracování množství v budoucnu získaly své místo mezi diagnostickými nástroji i v České republice. Zejména při počítačové administraci považujeme za jejich výhodu vedle zhodnocení správnosti odpovědí také citlivější rozlišení rychlosti odpovědí ve srovnání s metodami, kde examinátor měří čas ručně. Jako další výhodu vidíme také poměrně malou časovou náročnost užití těchto metod. Jejich výsledky by navíc neměly být příliš ovlivněny dosaženým vzděláním, tedy školní docházkou a ani domácí přípravou.

Jsme si vědomi toho, že výsledky

v takto zaměřených testech mohou být ovlivněny i osobnostními faktory jedinců, k nimž lze řadit např. motivaci pro řešení tohoto typu úloh (Gillum, 2012). Víme také, že samotným použitím těchto metod nezískáme podrobnější profil dosažených matematických schopností testovaného jedince, což umožňují jiné diagnostické nástroje jako *DISMAS* (Traspe & Skalková, 2013). Přesto však vidíme potenciální přínos metod zaměřených na zpracování množství jako metod screeningových i jako vhodný doplněk dalších diagnostických nástrojů, k nimž patří mj. právě testy zaměřené na strukturu matematických schopností, inteligenční testy i další.

Literatura

- Babite, P., & Emerson, J. (2018). *Dítě s dyskalkulií ve škole*. Praha: Portál.
- Butterworth, B. (2002) Screening for Dyscalculia: A New Approach SEN Presentation. Summary. *Mathematical Difficulties: Psychology, Neuroscience and Interventions*. Dostupné z: <http://www.mathematicalbrain.com/pdf/SENAPPT.PDF> [cit. 2018-06-11].
- Butterworth, B. *Dyscalculia Screener*. London: nferNelson, 2003
- Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (455–467). Hove: Psychology Press.
- Butterworth, B., & Laurillard, D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *ZDM Mathematics Education*, 42(6), 527–539.
- Butterworth, B. Varma, S. Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 332(6033), 1049–1053.
- Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Social Sciences*. Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum, 1988.
- Devine, A. Soltesz, F. Nobes, A. Goswami, U. Szucs, D. (2013). Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction*, 27, 31–39.
- DSM-V [online]. Dostupné z: <https://psicovalero.files.wordpress.com/2014/11/dsm-v-ingles-manual-diagn3b3stico-y-estadc3adstico-de-los-trastornos-mentales.pdf> [cit. 2016-08-29].
- Furman, T. & Rubinsten, O. (2012). Symbolic and non symbolic numerical representation in adults with and without developmental dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 8, 55–69.

- Geary, D. (2000). From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. *European Child & Adolesc Psychiatry*, 9 (2), 11–16.
- Gebuis, T., Kenemansa, J. L., de Haanb, E. H. F., & van der Smagta, M. J. (2010). Conflict processing of symbolic and non-symbolic numerosity. *Neuropsychologia*, 48 (2), 394–401
- Gillum, J. (2012) Dyscalculia: issues for practice in educational psychology. *Educational Psychology in Practice*, 28(3), 287–297.
- Hannel, G. (2013). *Dyscalculia. Action plans for successful learning in mathematics*. New York: Routledge.
- MKN-10, 2018 [online]. [cit. 2018-06-02]. Dostupné z: https://www.uzis.cz/system/files/mkn-tabelarni-cast_1-1-2018.pdf
- Kaufmann, L., & von Aster, M. (2012). *The diagnosis and management of dyscalculia*. *Dtsch Arztebl Int*, 109(45), 767–78. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0767
- Košč, L. (1972). *Psychológia matematických schopností*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Košč, L. Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 165–171.
- Kuhn, J. (2015) Developmental Dyscalculia: Neurobiological, Cognitive, and Developmental Perspectives. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(2), 69–82. DOI: 10.1027/2151-2604/a000205
- Landerl, K. Bevan, & A. Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students. *Cognition* 93 (2), 99–125.
- Landerl, K. Fussenegger, B. Moll, & K. Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103 (3), 309–324.
- Matějček, Z. (1993). *Dyslexie: specifické poruchy čtení*. Jinočany: H&H.
- Novák, J. (2004). *Dyskalkulie: specifické poruchy počítání: metodika rozvoje základních početních dovedností*. Havlíčkův Brod: Tobiáš.
- Osmon, D.C., Smerz, J.M., Braun, M.M., Plambeck, E (2006). Processing Abilities Associated with Math Skills in Adult Learning Disability. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28 (1), 84–95.
- Plháková, A. (2005). *Test struktury inteligence I-S-T 2000 R*. Praha: Hogrefe – Testcentrum.
- Pražáková, K. (2017). *Přesnost a rychlost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií* (Diplomová práce). Praha: PedF UK.
- Simon, H. (2006). *Dyskalkulie: jak pomáhat dětem, které mají potíže s početními úlohami*. Praha: Portál.
- Szucs, D., Devine, A., Nobes, A., Gabriel, F., & Soltesz, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex* 49 (10), 2674–2688.
- Traspe, P., & Skalková, I. (2013). *Dismas: Diagnostika struktury matematických schopností*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání.
- Vágnerová, M. (2005). *Školní poradenská psychologie pro pedagogy*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M., & Klégrová, J. (2008). *Poradenská psychologická diagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Karolinum.

PŘESNOST A RYCHLOST VE VNÍMÁNÍ MNOŽSTVÍ U JEDINCŮ S DYSKALKULÍÍ

Von Aster, M.G., & Shalev (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007, 49: 868-873

Zelinková, O. (2015). *Poruchy učení: dyslexie, dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie, dyspraxie, ADHD*. Praha: Portál.

Mgr. Bc. Kateřina Pražáková

PhDr. Klára Špačková, Ph.D.

Pedagogická fakulta, Katedra psychologie

Karlova Univerzita

katerina.prazakova@mensa.cz

klara.spackova@pedf.cuni.cz