

EFEKT IMUNOMODULAČNEJ LIEČBY NA KOGNITÍVNE FUNKCIE U PACIENTOV S ROZTRÚSENOU SKLERÓZOU

II. časť: Diagnostika kognitívnej poruchy u pacientov s roztrúsenou sklerózou

Effect of disease modifying treatment on cognition in patients with multiple sclerosis

Part II: Diagnosis of cognitive impairment in patients with multiple sclerosis

Bianka SUCHÁ, Stela BIATHOVÁ

I. neurologická klinika Lekárskej fakulty Univerzity Komenského a Univerzitnej nemocnice Bratislava, prednosta prof. MUDr. P. Turčáni, PhD.

Abstrakt

Úvod do problematiky. Roztrúsená skleróza (RS) je chronické, imunitne mediované, zápalové, demyelinizačné a neurodegeneratívne ochorenie centrálného nervového systému (CNS), ktoré sa typicky manifestuje v mladom veku a je jednou z najčastejších príčin invalidity v produktívnom veku. Ide o ochorenie postihujúce rôzne časti CNS, preto aj prejavy RS môžu byť rôznorodé. Jedným z prejavov ochorenia môže byť aj prítomnosť kognitívnej poruchy (KP). Tá môže byť u pacientov prítomná už v počiatočných fázach ochorenia a postupne môže progredovať až do pásma ťažkej KP.

Cieľ práce. Predkladaný článok vznikol v rámci prípravy vedecko-výskumného projektu, pri ktorom plánujeme zhodnotiť efekt imunomodulačnej liečby na kognitívne funkcie (KF) u pacientov s RS.

Materiál a metodika. V druhej časti článku predkladáme prehľad rôznych nástrojov, ktoré sa na diagnostiku a sledovanie KP u pacientov s RS najčastejšie používajú.

Výsledky. Doteraz realizované štúdie sa zaoberajú skriningovými vyšetreniami, ale aj komplexnými neuropsychologickými batériami, ktoré možno využiť na diagnostiku KP u pacientov s RS. V tomto článku predkladáme výhody, nevýhody a výpovednú hodnotu jednotlivých testov a „batérií“. Prezentujeme aj perspektívy ďalšej vedecko-výskumnej práce v tejto oblasti.

Záver. KP je jedným z prejavov RS, na ktorý sa v minulosti dostatočne nemyslelo, a to ani napriek tomu, že KP môže veľmi významne ovplyvňovať kvalitu života takto postihnutých jedincov. V súčasnosti sa už tejto problematike začína venovať dostatočná pozornosť. Nami realizovaný vedecko-výskumný projekt je toho ďalším dôkazom (tab. 1, lit. 39). *Text v PDF* www.lekarsky.herba.sk.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: roztrúsená skleróza, kognitívna porucha, neuropsychologické vyšetrenie kognitívnych funkcií.
Lek Obz 2025, 74 (3): 92-96

Abstract

Introduction. Multiple sclerosis (MS) is a chronic, autoimmune, inflammatory, demyelinating and neurodegenerative disease of the central nervous system (CNS), that typically affects young people of working age. MS impacts various parts of the CNS, leading to a broad spectrum of symptoms. One of the manifestations of MS is cognitive impairment (CI). CI can be present in people with MS (pwMS) from the early stages of the disease and can progress to severe CI.

Objective. This article was created as part of the preparation for a research project, in which we plan to assess the effect of disease-modifying treatment (DMT) on cognition in people with pwMS.

Material and methods. In the second part of the article, we present a review of the methods most commonly used to assess CI in people with pwMS.

Results. The research studies investigate screening methods as well as complex neuropsychological batteries that can be used to diagnose CI in people with pwMS. In this article, we highlight both the advantages and disadvantages of these methods, along with their informative value. Additionally, we discuss future research perspectives in this field.

Conclusions. In the past, CI as a symptom of MS was not thoroughly investigated, despite its significant impact on the quality of life of people with pwMS. Currently, CI in MS is an objective of many research studies, including our own research project (Tab. 1, Ref. 39). *Text in PDF* www.lekarsky.herba.sk.

KEY WORDS: Multiple sclerosis, cognitive impairment, neuropsychological assessment of cognitive impairment.

Lek Obz 2025, 74 (3): 92-96

Úvod

Ako sme už uviedli v predchádzajúcej časti, motiváciou k tvorbe tejto série prác bol pre nás dlhodobý výskumný záujem nášho pracoviska orientovaný na prob-

lematiku roztrúsenej sklerózy (RS). V tejto, II. časti našej práce sa budeme bližšie venovať diagnostike KP u pacientov s RS z pohľadu psychológa.

Kritériá pre diagnostiku kognitívnej poruchy

Na základe výsledkov vyšetrenia KF u pacienta s RS možno KP konštatovať vtedy, ak je splnené aspoň jedno z týchto kritérií:

1. Výkon na úrovni viac ako 1,5 – 2 smerodajné odchýlky pod populačným priemerom, a to v 20 – 30 % testov zahrnutých v testovej batérii.
2. Výkon na úrovni viac ako 1,5 – 2 smerodajné odchýlky pod populačným priemerom, a to aspoň v 2 testovaných kognitívnych doménach (1).

Niektoré špecializované diagnostické nástroje pracujú s empiricky stanovenými „cut-off“ skóre, ktoré preukazujú dostatočnú senzitivitu a špecifickosť na diagnostiku KP pri RS. V tejto časti budú bližšie charakterizované práve tie diagnostické nástroje, ktoré sa v súčasnosti v klinickej praxi používajú najčastejšie, pričom budú priblížené ich výhody, no zároveň aj limity.

The Brief Repeatable Battery of Neuropsychological Tests (BRBN-T)

BRBN-T je skríningová batéria obsahujúca 5 neuropsychologických testov, ktoré sa ukázali najviac senzitivne na určenie prítomnosti KP u pacientov s RS. Jednotlivé testy sú zamerané na: verbálne učenie a pamäť (the selective reminding test – SRT), vizuo-priestorovú pamäť a učenie (the 10/36 spatial recall test – SPART), vizuálne spracovanie informácií (Symbol Digit Modalities Test – SDMT), auditívne spracovanie informácií, pozornosť a pracovnú pamäť (Paced Auditory Serial Addition Test – PASAT) a verbálnu fluenciu (Word list generation test – WLG). Celkový čas administrácie je približne 20 minút, pričom senzitivita je na úrovni 71 % a špecifickosť na úrovni 94 % (2).

V batérii BRBN-T však nie je zahrnutý test zameraný na žiadnu z exekutívnych funkcií (EF). Z toho dôvodu môže byť vyšetrenie KF za použitia BRBN-T doplnené aj o test zameraný na niektoré z EF. Vhodné môže byť použitie tých testov, ktoré sú štandardne používané v klinickej praxi a štúdiách, ako je napríklad Stroopov test (3). Ten je však u pacientov s RS predovšetkým indikátorom vizuálneho spracovania informácií (4). Inou alternatívou môže byť napríklad použitie Testu cesty (Trail making test – TMT) (5), Londýnskej veže (Tower of London – ToL) (6), Wisconsinského testu triedenia kariet (Wisconsin Card Sorting Test – WCST) (7) alebo aj Delis-Kaplan Executive Functioning System – Sorting Test (DKEFS sorting), ktorý je tiež súčasťou batérie MACFIMS, ktorú bližšie charakterizujeme nižšie.

KP môže byť na základe výsledkov konštatovaná u toho pacienta, ktorý získa skóre na úrovni 1,5 smerodajnej odchýlky pod populačným priemerom, a to v 2 alebo vo viacerých testoch batérie BRBN-T (2).

Minimal Assessment of Cognitive Function in Multiple Sclerosis (MACFIMS)

Batéria MACFIMS obsahuje 7 neuropsychologických testov zameraných na: vizuálne spracovanie informácií (SDMT); auditívne spracovanie informácií, pozor-

nosť a pracovnú pamäť (PASAT); auditívnu verbálnu pamäť (California Verbal Learning Test – Second Edition – CVLT-II); exekutívne funkcie – uvažovanie, schopnosť kategorizácie, riešenie problémov, mentálna flexibilita a abstrakcia (DKEFS sorting) (8); vizuo-priestorovú pamäť (Brief Visuospatial Memory Test – Revised – BVMT-R); verbálnu fluenciu (Controlled Oral Word Association Test – COWAT); a priestorové spracovanie informácie (Judgement of Line Orientation Test – JLO) (9, 10). Pre administráciu batérie MACFIMS je však potrebný vyškolený psychológ, pričom jej administrácia trvá minimálne 90 minút. Tieto podmienky nie vždy možno v bežnej klinickej praxi splniť. Aj napriek tomu má batéria MACFIMS pri diagnostike KP u pacientov s RS nezastupiteľné miesto (11).

Podobne ako pri BRBN-T môže byť KP na základe výsledkov konštatovaná u toho pacienta, ktorý získa skóre na úrovni 1,5 smerodajnej odchýlky pod populačným priemerom, a to v 2 alebo viacerých testoch batérie MACFIMS (12).

Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis (BICAMS)

Na diagnostiku KP u pacientov s RS bola vyvinutá aj batéria BICAMS v praxi používaná na skríningové vyšetrenie KF (13, 14). Do batérie BICAMS boli zaradené tie diagnostické testy, ktoré patria aj do batérie MACFIMS. Prvým testom je SDMT, ktorému sa vo väčšej miere budeme venovať nižšie. Ďalej je to skrátená verzia testu CVLT-II, v tomto prípade iba okamžitá reprodukcia zapamätaného materiálu, čím sa minimalizuje aj efekt únavy na výkon pacienta (15). Zahrnutá je aj skrátená verzia testu BVMT-R, a to tiež iba okamžitá reprodukcia zapamätaného materiálu. BICAMS je časovo nenáročná skríningová batéria, ktorú nemusí administrovať špeciálne vyškolený psychológ, pričom ako celok nestráca na senzitivite (14). BICAMS sa používa aj u pediatrických pacientov (16). Pri tejto batérii existujú aj optimálne „cut-off“ hodnoty, na základe ktorých možno zistiť, či je u pacienta prítomná KP (17, 18). Jedným z limitov batérie BICAMS je však absencia neuropsychologického testu, ktorý sa používa na diagnostiku KP v oblasti EF (19). Podobne ako pri batérii BRBN-T, aj v tomto prípade by mohlo byť mimoriadne vhodné spolu s batériou BICAMS pacientovi administrovať aj test zameraný na niektoré oblasti EF.

KP môže byť na základe výsledkov konštatovaná u toho pacienta, ktorý získa skóre na úrovni 1,5 smerodajnej odchýlky pod populačným priemerom, a to v aspoň 1 z testov batérie BICAMS. Pri použití tohto kritéria je senzitivita na úrovni 94 % a špecifickosť na úrovni 86 % (20).

Skrátená verzia batérie Minimal Assessment of Cognitive Function in Multiple Sclerosis (aMACFIMS)

Relevantné informácie môžu poskytnúť aj výsledky skrátených verzií niektorých psychologických testov (21). Z toho dôvodu bola vytvorená skrátená verzia ba-

térie MACFIMS (abbreviated MACFIMS – aMACFIMS) obsahujúca skrátené verzie testov SDMT, BVMT-R, DKEFS sorting a tiež fonemickú fluenciu (z testu COWAT). Pri fonemickej fluencii bolo postačujúce, ak pacient menoval slová začínajúce na 1 písmeno po dobu 1 minúty, nemusela byť použitá plná verzia testu. Autori vychádzali z predpokladu, že do aMACFIMS je potrebné zahrnúť práve tie testy, ktoré sú na skrining KP u pacientov s RS najvhodnejšie, no zároveň nie je nevyhnutné použiť ich plné verzie. Do aMACFIMS bola doplnená aj kratšia verzia testu CVLT-II, ktorého validita bola overená v inej, skôr realizovanej štúdiu (22). Následne prebehla štúdia, ktorej cieľom bolo porovnať aMACFIMS s batériou BICAMS. Výsledky ukázali, že BICAMS má vyššiu senzitivitu, čo značí vyššiu pravdepodobnosť identifikovania KP u pacienta s RS. Na druhej strane, aMACFIMS má vyššiu špecifitu, a teda nižšiu pravdepodobnosť, že u pacienta bude chybné identifikovaná KP. Dôležité však je, že aj senzitivita aMACFIMS je na uspokojivej úrovni (19).

Zároveň je potrebné uviesť, že skrátené verzie testov SDMT, CVLT-II a BVMT-R majú inú podobu v batérii BICAMS ako v batérii aMACFIMS. SDMT je pri BICAMS administrovaný 90 sekúnd, pri aMACFIMS 30 sekúnd. Okamžitá reprodukcia pri CVLT-II pozostáva z prečítania zoznamu slov, ktorý pacient následne spamäti reprodukuje; pri BICAMS sa tento proces zopakuje päťkrát, pri aMACFIMS dvakrát. Okamžitá reprodukcia pri BVMT-R pozostáva z prezentácie podnetového materiálu, ktorý si pacient prezerá po dobu 10 sekúnd, predloha sa zakryje a pacient následne podnetový materiál kreslí spamäti; pri BICAMS sa tento proces zopakuje trikrát, pri aMACFIMS iba jedenkrát.

Štatistická analýza preukázala, že DKEFS sorting významne neprispel k detekcii KP prostredníctvom aMACFIMS, a do výslednej batérie nakoniec nebol zahrnutý (19). Ukazuje sa však (23), že zahrnutie nielen fonemickej, ale aj sémantickej fluencie z testu COWAT zvyšuje senzitivitu aMACFIMS. Použitie fonemickej a zároveň aj sémantickej fluencie tiež výrazne nepredlžuje dobu administrácie. Pri sémantickej fluencii bolo postačujúce, ak pacient menoval slová patriace do 1 sémantickej kategórie po dobu 1 minúty, nemusela byť použitá plná verzia testu. Ako uvádzajú títo autori, najefektívnejšie je teda pravdepodobne použitie batérie aMACFIMS, ak je zložená z týchto testov: skrátená verzia testov SDMT, BVMT-R, CVLT-II, fonemická fluencia (COWAT) a sémantická fluencia (COWAT).

Boli identifikované „cut-off“ hodnoty, na základe ktorých možno u pacienta predpokladať prítomnosť KP a indikovať komplexné neuropsychologické vyšetrenie (21). Subnormné skóre však musí byť zaznamenané aspoň v 2 testoch batérie aMACFIMS. Za použitia tohto kritéria je senzitivita na úrovni 71 % a špecifita na úrovni 87 % (19).

Symbol Digit Modalities Test (SDMT)

SDMT je pri diagnostike KP u pacientov s RS používaný pomerne často (24, 25). Zároveň je súčasťou

niekoľkých komplexných aj skriningových neuropsychologických batérií (BRBN-T, MACFIMS, BICAMS, aMACFIMS), ktoré sú celosvetovo používané (20, 26). Existuje aj počítačová verzia tohto testu (27), dokonca aj aplikácia (28), pričom pre použitie aplikácie pri administrácii testu nie je potrebné, aby bol pri pacientovi prítomný psychológ či iný zdravotnícky pracovník. SDMT je starší test, pretože sa však pri pacientoch s RS používa často, tak je mimoriadne vhodné neustále aktualizovať jeho normy (29). U pacientov s RS sa odporúča pravidelné monitorovanie KF (30). V mnohých prípadoch pri administrácii testu SDMT chyba následného posúdenia dynamiky KP. Preto je aj po opakovanom vyšetrení potrebné vedieť, či zmena v hrubom skóre, v porovnaní s predchádzajúcim vyšetrením, predstavuje významné zhoršenie v danom teste, aby bolo možné dynamiku KP posúdiť (31). Pri alternatívnych verziách bola preukázaná ich vzájomná kompatibilita, je teda mimoriadne vhodné a odporúča sa ich u jednotlivých pacientov systematicky obmieňať, aby sa predišlo efektu učenia (32).

Pri SDMT sa uvádza, že ide o test zameraný na rýchlosť spracovania informácií (RSI) (33). RSI je dôležitá pre správnu funkciu kognitívnych procesov, medzi ktoré patria aj pamäť a EF (34). RSI možno definovať ako porozumenie či správanie sa na základe vonkajších podnetov. Táto doména KF teda zahŕňa integráciu toho, čo vnímame, a zároveň aj vyšších kognitívnych procesov, ako napríklad pamäť, a tiež rýchlosť, akou vieme na podnety reagovať (35). V praxi sa môže RSI posudzovať na základe výkonu v úlohách, v ktorých je potrebné na podnety reagovať čo najrýchlejšie, alebo v testoch, v ktorých je potrebné úlohu dokončiť za istý čas (36).

Pri interpretácii výsledkov tohto testu je teda potrebné zamyslieť sa nad tým, čo nám výsledky testu konkrétneho pacienta hovoria. Dvaja pacienti s rovnakým celkovým skóre môžu mať iný kognitívny profil, a to z rôznych dôvodov. Jedným z dôvodov môže byť to, že RSI je komplexná kognitívna doména. Zároveň rôzni autori (37, 38) konštatujú, že SDMT nie je iba ukazovateľom RSI. SDMT je okrem RSI zameraný aj na vizuálne vyhľadávanie a selektívnu pozornosť (39). Aj preto je potrebné mať na pamäti, že subnormné skóre v tomto teste môže svedčiť aj o KP v inej kognitívnej doméne.

Ako sme priblížili aj v tejto podkapitole, existuje niekoľko testových batérií, prostredníctvom ktorých možno KP u pacientov s RS diagnostikovať. Pri RS je však veľmi dôležité KF monitorovať kontinuálne a nie iba jednorazovo. Keďže môže byť KP prítomná v rôznych kognitívnych doménach, tak najvhodnejšie je realizovať práve komplexné neuropsychologické vyšetrenie, a to minimálne pri diagnostikovaní ochorenia. Pravidelné monitorovanie KF by následne mohlo byť realizované prostredníctvom skriningových batérií. Stále je však potrebné myslieť na to, že komplexné vyšetrenie je po istom čase potrebné zopakovať, pretože s postupnou progresiou ochorenia sa môže KP objaviť v iných doménach, čo skrining nemusí zachytiť. Ak je pre vyšetrenie KF zvolen

ná skriningová batéria, tá by mala pozostávať z testov zameraných práve na tie KF, ktoré pri RS bývajú postihnuté najčastejšie.

Záver

KP môže byť u pacientov s RS prítomná už v počiatočných fázach ochorenia a postupne môže progredovať až do pásma ťažkej KP. Práve preto je dôležité u týchto pacientov realizovať pravidelné vyšetrenie KF, len tak totiž možno progresiu KP zachytiť. Je však potrebné podotknúť, že pri RS môžu byť demyelinizačné lézie a cerebrálna atrofia lokalizované v rôznych oblastiach mozgu a existencia dvoch pacientov s identickým počtom a lokalizáciou lézií, ale zároveň aj s rovnakým súborom symptómov je veľmi nepravdepodobná. Preto sa aj KP u každého pacienta môže manifestovať iným spôsobom, a to v rôznych kognitívnych doménach. Aj preto je dôležité mať k dispozícii aj kratšie vyšetrenie kognície za použitia jedného testu. Domnienka, že použitie jedného testu nám dá komplexnú informáciu o kognitívnom profile pacienta, ba že dokonca nahrádza použitie komplexnej neuropsychologickej batérie, nie je však samozrejme správna. V tomto prípade je omnoho lepšou alternatívou použitie skriningových batérií, ktorých výsledky nám môžu poskytnúť presnejšiu informáciu o kognitívnom profile daného pacienta. Najvhodnejším riešením je však stále komplexné neuropsychologické vyšetrenie, ktorého administráciu by mal viesť vyškolený psychológ.*

***Poďakovanie:** Táto publikácia bola podporená grantmi APVV-15-0228 a APVV-21-0261.

Vyhlasenie o ľudských právach: Autorky vyhlasujú, že všetky použité postupy boli v súlade s etickými normami príslušnej etickej komisie pre klinickú prácu s ľuďmi a práca bola realizovaná v súlade s Helsinskou deklaráciou.

Informovaný súhlas: Autorky publikácie vyhlasujú, že od všetkých účastníkov klinickej štúdie bol získaný informovaný súhlas.

Tabuľka 1. Stručná charakteristika jednotlivých testových batérií.

Batéria	BRBN-T	MACFIMS	BICAMS	aMACFIMS
Dĺžka administrácie	Približne 20 minút	Približne 90 minút	Približne 15 minút	Približne 10 minút
Použité testy	SRT (verbálne učenie a pamäť) SPART (vizuo-priestorová pamäť a učenie) SDMT (vizuálne spracovanie informácií; plná verzia – 90 sekúnd) PASAT (auditívne spracovanie informácií, pozornosť a pracovná pamäť) WLG (verbálna fluencia)	SDMT (plná verzia – 90 sekúnd) PASAT CVLT-II (auditívna verbálna pamäť) DKEFS sorting (exekutívne funkcie) BVMT-R (vizuo-priestorová pamäť) COWAT (verbálna fluencia) JLO (priestorové spracovanie informácie)	SDMT (plná verzia – 90 sekúnd) CVLT-II (skrátaná verzia – okamžitá reprodukcia, 5 opakovaní) BVMT-R (skrátaná verzia – okamžitá reprodukcia, 3 reprodukcie)	SDMT (skrátaná verzia – 30 sekúnd) CVLT-II (skrátaná verzia – okamžitá reprodukcia, 2 opakovania) BVMT-R (skrátaná verzia – okamžitá reprodukcia, 1. reprodukcia) COWAT (fonemická a sémantická fluencia)
Komentáre	Prvá zostavená skriningová batéria zameraná špecificky na KP pri RS. Vyšetrenie za použitia BRBN-T je však potrebné doplniť aj o test zameraný na EF. Medzi jej výhody patrí krátky čas administrácie.	Prostredníctvom tejto komplexnej batérie je možné detailne vyšetriť všetky KF, ktoré môžu byť pri RS postihnuté. Limitom môže byť relatívne dlhá administrácia, na čo nie je vždy v klinickej praxi priestor.	Skriningová batéria, odvodená od MACFIMS. Je možné vyšetrenie tých KF, ktoré zvyknú byť pri RS najčastejšie postihnuté, chýba však test zameraný na EF. Medzi jej výhody patrí krátky čas administrácie.	Skriningová batéria, odvodená od MACFIMS. Sú tu zahrnuté tie najcitlivejšie testy na zistenie KP pri RS, avšak v skrátenej verzii. Medzi výhody patrí krátky čas administrácie (cca 10 min) a dôkladne vypracovaný metodický postup administrácie a hodnotenia výsledkov testov.

Konflikt záujmov: Autorky práce Bianka SUCHÁ a Stela BIATHOVÁ vyhlasujú, že nemajú žiaden konflikt záujmov.

Literatúra

- FISCHER M, et al. How reliable is the classification of cognitive impairment across different criteria in early and late stages of multiple sclerosis? *Journal of the Neurological Sciences* 2014, 343 (1 – 2): 91 – 99.
- RAO SM, et al. Cognitive dysfunction in multiple sclerosis. I. Frequency, patterns, and prediction. *Neurology* 1991, 41 (5): 685 – 691.
- AMATO MP, et al. The Rao's Brief Repeatable Battery and Stroop test: normative values with age, education and gender corrections in an Italian population. *Multiple Sclerosis Journal* 2006, 12 (6): 787 – 793.
- MACNIVEN JAB, et al. Stroop performance in multiple sclerosis: Information processing, selective attention, or executive functioning? *Journal of the International Neuropsychological Society* 2008, 14 (5): 805 – 814.
- ALTIERI M, et al. Cognitive Performance in Relapsing-Remitting Multiple Sclerosis: At Risk or Impaired? *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 2020, 49 (6): 539 – 543.
- DENNEY DR, et al. Deficits in Planning Time but not Performance in Patients with Multiple Sclerosis. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2012, 27 (1): 11 – 21.
- PARMENTER BA, et al. Validity of the Wisconsin Card Sorting and Delis – Kaplan Executive Function System (DKEFS) Sorting Tests in multiple sclerosis. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2007, 29 (2): 215 – 223.
- MATTIOLI F, et al. Assessing executive function with the D-KEFS sorting test: normative data for a sample of the Italian adult population. *Neurological Sciences*. 2014, 35 (12): 1895 – 1902.
- BENEDICT RHB, et al. Minimal Neuropsychological Assessment of MS Patients: A Consensus Approach. *The Clinical Neuropsychologist* 2002, 16 (3): 381 – 397.
- BENEDICT RHB, ZIVADINOV R. Risk factors for and management of cognitive dysfunction in multiple sclerosis. *Nature Reviews Neurology* 2011, 7 (6): 332 – 342.

11. SUMOWSKI JF, et al. Cognition in multiple sclerosis. *Neurology* 2018, 90 (6): 278 – 288.
12. BENEDICT RHB, et al. Validity of the minimal assessment of cognitive function in multiple sclerosis (MACFIMS). *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS* 2006, 12 (4): 549 – 558.
13. CORFIELD F, LANGDON D. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Brief Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis (BICAMS). *Neurology and Therapy* 2018, 7 (2): 287 – 306.
14. LANGDON D, et al. Recommendations for a Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis (BICAMS). *Multiple Sclerosis Journal* 2012, 18 (6): 891 – 898.
15. MECA-LALLANA V, et al. Cognitive impairment in multiple sclerosis: diagnosis and monitoring. *Neurological Sciences* 2021, 42 (12): 5183 – 5193.
16. CHARVET LE, et al. Cognitive impairment in pediatric-onset multiple sclerosis is detected by the Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis and computerized cognitive testing. *Multiple Sclerosis Journal* 2018, 24 (4): 512 – 519.
17. ARTEMIADIS A, et al. Brief international cognitive assessment for multiple sclerosis (BICAMS) cut-off scores for detecting cognitive impairment in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2021, 49: 102751.
18. BEIER M, et al. Proposed cut scores for tests of the Brief International Cognitive Assessment of Multiple Sclerosis (BICAMS). *Journal of the Neurological Sciences* 2017, 381: 110 – 116.
19. GROMISCH ES, et al. Comparison of the abbreviated minimal assessment of cognitive function in multiple sclerosis (aMACFIMS) and the brief international cognitive assessment for multiple sclerosis (BICAMS). *Journal of the Neurological Sciences* 2018, 388: 70 – 75.
20. DUSANKOVA JB, et al. Cross Cultural Validation of The Minimal Assessment of Cognitive Function in Multiple Sclerosis (MACFIMS) and The Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis (BICAMS). *The Clinical Neuropsychologist* 2012, 26 (7): 1186 – 1200.
21. GROMISCH ES, et al. Assessing the criterion validity of four highly abbreviated measures from the Minimal Assessment of Cognitive Function in Multiple Sclerosis (MACFIMS). *The Clinical Neuropsychologist* 2016, 30 (7): 1032 – 1049.
22. GROMISCH ES, et al. Using a highly abbreviated California Verbal Learning Test-II to detect verbal memory deficits. *Multiple Sclerosis Journal* 2013, 19 (4): 498 – 501.
23. GROMISCH ES. Can semantic fluency be used as an alternative or additional measure in the abbreviated Minimal Assessment of Cognitive Function in Multiple Sclerosis (aMACFIMS)? *Journal of the Neurological Sciences* 2020, 415: 7 – 14.
24. JACOBSEN C, et al. Brain atrophy and clinical characteristics predicting SDMT performance in multiple sclerosis: A 10-year follow-up study. *Multiple Sclerosis Journal - Experimental, Translational and Clinical* 2021, 7 (1): 205521732199239.
25. SONDER JM, et al. Comparing long-term results of PASAT and SDMT scores in relation to neuropsychological testing in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* 2014, 20 (4): 481 – 488.
26. MAUBEUGE N, et al. French validation of the Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis. *Revue Neurologique* 2021, 177 (1 – 2): 73 – 79.
27. PATEL VP, et al. Taking the tester out of the SDMT: A proof of concept fully automated approach to assessing processing speed in people with MS. *Multiple Sclerosis Journal* 2019, 25 (11): 1506 – 1513.
28. LAM K, et al. Reliability, construct and concurrent validity of a smart-phone-based cognition test in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* 2022, 28 (2): 300 – 308.
29. STROBER LB, et al. A new look at an old test: Normative data of the symbol digit modalities test – Oral version. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2020, 43: 102154.
30. KALB R, et al. Recommendations for cognitive screening and management in multiple sclerosis care. *Multiple Sclerosis Journal* 2018, 24 (13): 1665 – 1680.
31. STROBER LB, et al. A much needed metric: Defining reliable and statistically meaningful change of the oral version Symbol Digit Modalities Test (SDMT). *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2022, 57: 103405.
32. BENEDICT RH, et al. Reliability and equivalence of alternate forms for the Symbol Digit Modalities Test: implications for multiple sclerosis clinical trials. *Multiple Sclerosis Journal* 2012, 18 (9): 1320 – 1325.
33. AYOObi F, et al. Effects of tactile stimulation on the sensory, motor and cognitive function in people with multiple sclerosis. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 2021, 205: 106643.
34. COSTA SL, et al. Information processing speed in multiple sclerosis: Past, present, and future. *Multiple Sclerosis Journal* 2017, 23 (6): 772 – 779.
35. EIZAGUIRRE MB, et al. The Role of Information Processing Speed in Clinical and Social Support Variables of Patients with Multiple Sclerosis. *Journal of Clinical Neurology* 2018, 14 (4): 472 – 478.
36. SWEET LH. Information Processing Speed. In: KREUTZER JS, et al., eds. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology* [online]. New York, NY: Springer New York; 2011: 1317 – 1318. ISBN 978-0-387-79947-6. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-79948-3_1321.
37. LEAVITT VM. The SDMT is not information processing speed. *Multiple Sclerosis Journal* 2021, 27 (11): 1806 – 1807.
38. SANDRY, J., et al. The Symbol Digit Modalities Test (SDMT) is sensitive but non-specific in MS: Lexical access speed, memory, and information processing speed independently contribute to SDMT performance. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2021, 51: 102950.
39. ARANGO-LASPRILLA, J.C., et al. Symbol Digit Modalities Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. In: ARANGO-LASPRILLA, J.C., ed. *NeuroRehabilitation* 2015, 37 (4): 625 – 638.

Do redakcie došlo 20. 11. 2024.

Adresa pre korešpondenciu:

Mgr. Bianka Suchá

I. neurologická klinika LF UK a UNB

Mickiewiczova 13

813 69 Bratislava

E-mail: sucha50@uniba.sk