

Pražská vysoká škola psychosociálních studií



Analýza chyb v subtestu Prostorový rozsah z WMS-III (Wechslerova škála paměti, třetí vydání)

Monika Librová

Diplomová práce

Studijní program: Psychologie

Vedoucí práce:

doc. Mgr. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

Praha 2022

Prague College of Psychosocial Studies



Error Analysis of Spatial Span from the Wechsler Memory Scale, Third Edition

Monika Librová

Diploma's Thesis

Study Program: Psychology

Diploma's Thesis Supervisor:

Associate Professor Ondřej Bezdíček, Ph.D.

Prague 2022

Prohlášení

1. Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.
2. Prohlašuji, že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.
3. Souhlasím s tím, aby práce byla zpřístupněna pro studijní a výzkumné účely.

V Praze dne

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu doc. Mgr. Ondřeji Bezdíčkovi, Ph.D. za vstřícnost, trpělivost a pečlivost při vedení mé diplomové práce.

Anotace

Cílem diplomové práce je analyzovat zrakově-prostorovou pracovní paměť u pacientů s Parkinsonovou nemocí prostřednictvím subtestu Prostorový rozsah z Wechslerovy paměťové škály – třetího vydání a porovnat výkony pacientů se zdravými jedinci, kteří splnili kritéria pro zařazení do studie. Mezi hlavní kritéria pro zařazení zdravých jedinců patřila nepřítomnost významných neurologických či psychiatrických onemocnění v anamnéze. Výzkumný soubor tvořilo 63 pacientů s Parkinsonovou nemocí a 32 zdravých jedinců. Teoretická část popisuje multi-komponentový model pracovní paměti a zabývá se výhodami počítačových verzí Corsiho testu. Subtest Prostorový rozsah je pro svou snadnou a rychlou administraci v experimentální a klinické praxi široce využíván. Participanti v subtestu Prostorový rozsah reprodukují sekvence kostek ve stejném pořadí, v jakém se jich dotkl examinator, dokud neudělají chybu ve dvou pokusech stejné délky. Na základě statistické analýzy výkonů participantů byli testovány psychometrické vlastnosti subtestu Prostorový rozsah. Mezi pacienty s diagnózou Parkinsonovy nemoci a zdravými jedinci nebyly zjištěny významné rozdíly v kognitivních schopnostech měřených subtestem Prostorový rozsah. Závěrečná analýza chyb ukázala typy chyb, které se ve výkonech participantů vyskytovaly – zjednodušení, transpozice, vynechání, přidání, substituce a permutace podle toho, jak se v pokusech měnila délka sekvence.

Klíčová slova: zrakově-prostorová pracovní paměť, počítačová verze Corsiho testu, prostorový rozsah, chyby

Abstract

The main purpose of the diploma thesis is to analyse visuo-spatial working memory in Parkinson's disease patients through the subtest Spatial Span from the Wechsler Memory Scale–Third Edition and to compare performances of patients with healthy individuals that fulfilled the inclusion criteria. Among main inclusion criteria of healthy individuals was the absence of neurological or psychiatric diagnosis. The research group was consisted of $n = 63$ Parkinson's disease patients and $n = 32$ healthy individuals. The theoretical part describes multi-component model of working memory and deals with advantages of computerized versions of Corsi Block Tapping Task. The Spatial Span is widely used in experimental and clinical practise for its easy and fast administration. Participants in the Spatial Span reproduce sequences of blocks in the order touched by examiner until two trials are missed at the same sequence length. Based on statistical analysis of participants performance, we tested the psychometric properties of the Spatial Span. Significant differences were not found between patients diagnosed with Parkinson's disease and healthy individuals in the cognitive abilities measured by the Spatial Span. Final error analysis showed the types of errors that occurred in performances – simplification, transposition errors, omission errors, addition errors, substitution errors and permutation errors as the length of sequence changed in trials.

Keywords: visuo-spatial working memory, computerized version of Corsi Block Tapping Task, Spatial Span, errors

Obsah

Anotace	5
Abstract.....	6
Úvod.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	11
1 Model pracovní paměti Baddeleyho a Hitcha.....	11
2 Zrakově-prostorová pracovní paměť	15
3 Test prostorový rozsah z WMS–III	16
3.1 Popis testu prostorový rozsah ve WMS-III.....	16
3.2 Administrace a vyhodnocení testu prostorový rozsah z WMS-III	18
4 Varianty Corsiho testu	21
4.1 Vlastnosti zobrazení (display characteristics).....	22
4.2 Administrace	26
4.3 Reprodukce pořadí popředu/pozpátku	27
4.4 Techniky skórování.....	28
5 Digitalizace Corsiho testu	30
5.1 Počítačové verze Corsiho testu	31
5.2 Výhody počítačového zpracování Corsiho testu.....	35
6 Výzkumné studie využívající Corsiho test	37
EMPIRICKÁ ČÁST	44
7 Výzkumný záměr studie	44
7.1 Výzkumné otázky	44
7.2 Hypotéza	45
7.3 Dílčí hypotézy	45
7.4 Operacionalizace hypotéz	45
8 Metodika výzkumu	46
8.1 Statistická analýza dat.....	46
8.2 Výzkumný soubor.....	47
8.3 Nábor do kontrolního souboru	48

8.4 Demografické charakteristiky kontrolního souboru	49
8.5 Klinický soubor pacientů s Parkinsonovou nemocí.....	50
8.6 Demografické charakteristiky klinického souboru	50
9 Výsledky v testu prostorový rozsah ve WMS-III	52
9.1 Výsledné hrubé skóry	52
9.2 Grafické znázornění výsledků v testu PR	53
9.3 Shapirův-Wilkův test normality dat.....	55
9.4 Mannův-Whitneyův test pro porovnání výsledků souborů.....	56
9.5 Maximální rozsah v testu prostorového rozsahu z WMS-III.....	57
9.6 Porovnání maximálního rozsahu mezi klinickým a kontrolním souborem	58
10 Analýza chyb v testu prostorový rozsah z WMS-III	61
11 Limity studie	63
12 Diskuse.....	64
Závěr	67
Seznam použitých zkratk	69
Zdroje.....	70
PŘÍLOHY	I
Příloha 1: zdravotní dotazník – 1. strana	I
Příloha 2: zdravotní dotazník – 2. strana	II
Příloha 3: obrázky typů chyb	III
Příloha 4: prostorový rozsah v reálné velikosti	IV
Příloha 5: grafy správných pokusů v prostorovém rozsahu.....	V
Příloha 6: grafy počtu pokusů a chyb v klinickém souboru	VI
Příloha 7: grafy počtu pokusů a chyb v kontrolním souboru.....	VII
Příloha 8: grafy zastoupení mužů a žen v jednotlivých souborech.....	VII

Úvod

Parkinsonova nemoc je pomalu progredující neurodegenerativní onemocnění, při kterém dochází k degeneraci buněk produkujících dopamin ve středním mozku. Ztráta těchto neuronů způsobuje nedostatek dopaminu, což vede ke vzniku charakteristických klinických motorických příznaků. Kromě motorických příznaků je Parkinsonova nemoc spojena také s řadou kognitivních deficitů, mezi něž se v rámci exekutivních funkcí řadí i zhoršení pracovní paměti.

Subtest prostorový rozsah z Wechslerovy paměťové škály, třetího vydání (PR) je poměrně často využíván k ověření dostatečné funkce pracovní paměti, konkrétně její zrakově-prostorové složky jako neverbální test. Pro svou jednoduchou administraci a rychlé vyhodnocování je test velmi oblíben jak v klinické, tak v experimentální praxi. Subtest prostorový rozsah z WMS-III vznikl adaptací původního Corsiho testu, který se v současnosti stále více objevuje v různých formách počítačového zpracování. Administrace obou uvedených testů je téměř totožná. Vyznačuje se tím, že testovaný v průběhu vyšetření poklepává na kostky připevněné na dřevěné desce ve stejném pořadí, v jakém na ně poklepává administrátor. Nejvýznamnější rozdíl v obou testech je především v počtu kostek na podnětové desce, která v subtestu prostorový rozsah obsahuje 10 pseudonáhodně rozmístěných kostek namísto původních devíti v originální verzi Corsiho testu.

První kapitola teoretické části diplomové práce popisuje jeden z nevlivnějších současných modelů pracovní paměti Baddeleyho a Hitcha, jehož součástí je vedle centrální exekutivy a fonologické smyčky i zrakově-prostorový náčrtník. Druhá kapitola je zaměřena přímo na zrakově-prostorovou složku pracovní paměti na zrakově-prostorový náčrtník, který Logie rozděluje v analogii s fonologickou smyčkou neboli verbální složkou pracovní paměti, na vyrovnávací paměť a vnitřního zapisovatele. Třetí kapitola podrobně představuje subtest prostorový rozsah z WMS-III, jeho vývoj, administraci a následné vyhodnocování. Protože subtest prostorový rozsah z WMS-III je upravenou verzí Corsiho testu, jsou další kapitoly věnovány rozličným variantám Corsiho testu, který od svého prvního použití v 70. letech minulého století doznal nespočtu podob, ať už v podobě tradiční, manuální či digitální. Pátá kapitola ukazuje postupný vývoj počítačových verzí, od prvotních, jednodušších až po složitější v současnosti. V závěru páté kapitoly jsou představeny výhody digitálního zpracování testu, které se neustále

rychlým tempem zdokonalují a zavádějí do praxe. V šesté kapitole jsou podrobněji zachyceny studie využívající Corsiho testu, ve kterých se badatelé aktivně zamýšlí nad otázkou – jakým způsobem odhalit a adekvátně zachytit nejčastějšími faktory obtížnosti v prostorové cestě, které do výkonu testovaných participantů bezesporu vstupují.

Cílem empirické části předložené diplomové práce je analyzovat zrakově-prostorovou pracovní paměť u pacientů s Parkinsonovou nemocí (PN) pomocí testu PR z WMS-III a porovnat výsledky pacientů s PN v testu PR s výsledky zdravých osob podobného věku. Analýza chyb je zaměřena především na identifikaci typů chyb v souvislosti s postupným narůstáním obtížnosti v důsledku prodlužující se sekvence v jednotlivých úrovních a na kvantifikaci nejfrekventovanějších chyb, které se v průběhu testování u participantů objevily. V závěrečné části diplomové práce jsou uvedeny limity práce společně s diskusí o výsledcích výzkumného šetření.

Kapitoly *Model pracovní paměti Baddeleyho a Hitcha, Zrakově-prostorová pracovní paměť a podkapitoly Popis testu prostorový rozsah ve WMS-III a Administrace a vyhodnocení testu prostorový rozsah z WMS-III* jsou částečně s drobnými úpravami převzaty z teoretické části bakalářské práce *Prostorový rozsah z Wechslerovy škály paměti, třetího vydání – validační studie na české populaci*, na kterou předložená diplomová práce navazuje.

TEORETICKÁ ČÁST

Test prostorový rozsah ve WMS-III (Wechslerova paměťová škála, třetí vydání, Wechsler, 1997) měřící kapacitu zrakově-prostorové pracovní paměti byl původně do Wechslerových škál začleněn na základě tříložkového modelu pracovní paměti Baddeleyho a Hitche (1974), který byl následně po několika letech Baddeleyem (1986) rozpracován a na základě jeho mnohaletých výzkumů doplněn o další významnou složku epizodického zásobníku.

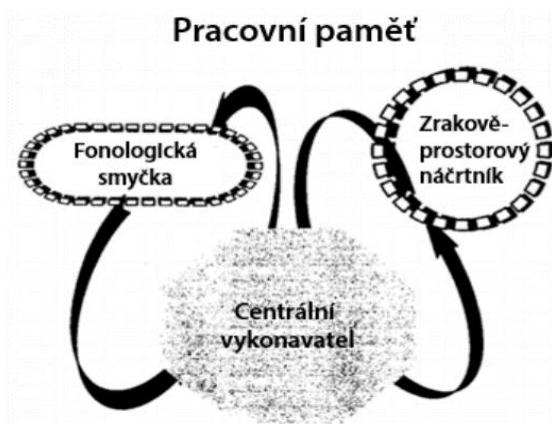
1 Model pracovní paměti Baddeleyho a Hitche

V roce 1974 navrhli Baddeley a Hitch multi-komponentový model pracovní paměti, který měl nahradit tehdejší koncepci nečleněné krátkodobé paměti ve dvousložkovém modelu Atkinsona a Shiffrina (1968) novým komplexnějším systémem. Pro krátkodobou paměť zvolili výraz „pracovní paměť“, aby v rámci fungování kognitivních procesů zdůraznili význam této důležité psychické funkce (viz obrázek 1).

Nová koncepce **pracovní paměti** (*working memory*) Baddeleyho a Hitche (1974) zahrnovala tři komponenty: hlavní, řídicí systém – centrálního vykonavatele (*central executive*) a dva vedlejší, pomocné systémy: fonologickou smyčku (*phonological loop*) a zrakově-prostorový náčrtník (*visuo-spatial sketch pad*).

Obrázek 1

Multi-komponentový model pracovní paměti Baddeleyho a Hitche



Pozn. Pracovní paměť: multi-komponentový model. Fonologická smyčka uchovává verbální informace, zatímco zrakově-prostorový náčrtník je zodpovědný za udržení neverbálních informací. Centrální vykonavatel je řídicí složkou celého systému pracovní paměti, který je zodpovědný za koordinaci pozornosti (upraveno: Baddeley & Hitch, 1974).

Fonologická smyčka (*phonological loop*) je první z pomocných systémů. Představuje paměťový sklad pro slova a pro pořadí, v němž jsou slova prezentována. Paměťové stopy jsou zde uchovány po dobu několika sekund (přibližně 2–3 s). Baddeley (1983) posléze ve svých výzkumech zjistil, že je fonologický okruh složitější než původně s Hitchem (1974) předpokládali. Proto navrhl rozlišovat v rámci fonologické smyčky mezi pasivním fonologickým skladem a artikulačním procesem. Fonologický sklad je založený na percepci řeči, zatímco řídicí artikulační proces je přímo spojený s řečovou produkcí a zároveň umožňuje přístup k fonologickému skladu. Podle uvedeného modelu jsou například slova, jež jsou prezentována zrakově, zpracovávána jinak než materiál, který je prezentován sluchově.

V případě vizuální prezentace je přístup k fonologickému skladu zajišťován prostřednictvím subvokální artikulace, zatímco sluchová prezentace slov artikulační procesy nevyužívá, protože má přístup k fonologickému skladu přímo (Baddeley, & Hitch, 1974).

Kapacita fonologického skladu je podle Baddeleyho determinována nejen časem, ale i rychlostí subvokálního opakování, které zajišťuje udržení jednotlivých položek v paměti. Uvedená schopnost udržovat položky v paměti pomocí subvokálního opakování může být navíc využita k transformaci vizuálně prezentovaných podnětů, jako jsou písmena nebo slova do fonologického kódu, do řeči (Baddeley, Kopelman, & Wilson, 2003). Na rozsah fonologického skladu mají vliv následující efekty, snižující účinnost subvokálního opakování (Baddeley, 1983):

- * *efekt fonologické podobnosti* (podobně znějící hlásky se pamatují hůře),
- * *efekt slovní délky* (kratší slova se pamatují lépe),
- * *efekt narušení řeči* (současné prezentování mluveného materiálu při prezentování vizuálního podnětu-čísla zhoršuje kódování),
- * *efekt artikulačního potlačení* (subvokální opakování je narušováno opakováním irelevantních slabik).

Zrakově-prostorový náčrtník (*visuo-spatial sketchpad*) je druhým pomocným systémem pracovní paměti, který je zodpovědný za zrakově-prostorovou pracovní paměť. Integruje zrakové a prostorové informace do mentální reprezentace, kterou lze dočasně uložit a manipulovat s ní. Uvedený mechanismus se podílí například při čtení, což je činnost, která vyžaduje udržení mentální reprezentace stránky a jejího uspořádání, které

zůstane po určitou chvíli stabilní, aby mohl plynule proběhnout pohyb očí, které putují z konce jednoho řádku na začátek řádku dalšího (Baddeley, 2003). Podobně jako v případě fonologické smyčky může být funkce zrakově-prostorového náčrtníku narušena jinou zrakově-prostorovou aktivitou, probíhající souběžně. Zrakové funkce a prostorové funkce pracují pravděpodobně odděleně, protože jejich činnost v mozku byla pomocí pozitronové emisní tomografie lokalizována na různých místech (Baddeley et al., 2003).

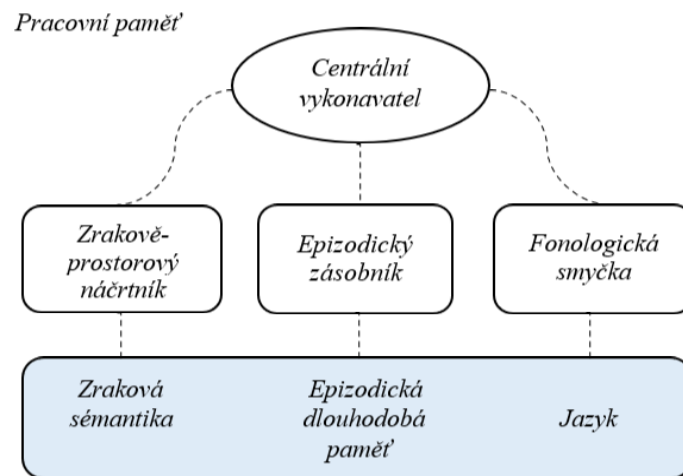
Centrální vykonavatel (*central executive*) je hlavním, řídicím systémem pracovní paměti. Svou funkcí připomíná systém pozornosti, protože není podobně jako pozornost vybaven žádnou skladovací kapacitou. Centrální vykonavatel je nadřazen dvěma subsystémům, kterými jsou fonologická smyčka a zrakově-prostorový náčrtník a je tedy nejdůležitější součástí pracovní paměti. Zajišťuje mechanismy řídicích procesů, jakými jsou koordinace subsystémů, kódování nových informací, vybavování uchovaných informací, zaměřování pozornosti nebo mentální manipulace s informacemi v paměti apod. Vybírá a rozhoduje, které informace budou do fonologické smyčky nebo zrakově-prostorového náčrtníku kódovány a jaké operace budou s nimi následně provedeny (Baddeley et al., 2003).

Epizodický zásobník (*episodic buffer*) je čtvrtou komponentou pracovní paměti, kterou Baddeley (2001) do modelu později doplnil. Předpokládá se, že se jedná o multimodální dočasné úložiště s omezenou kapacitou, jehož funkcí je integrovat informace z pomocných systémů s informacemi získanými z dlouhodobé paměti. Epizodický zásobník je tedy důležitý pro shromažďování informací v krátkodobé paměti (Baddeley, 2001). Zajišťuje proces, který využívá předchozích (epizodických) znalostí a vědomostí k účinnějšímu „zaobalení“ nové informace a tím zlepšuje její ukládání, ale i následné jednodušší vybavování (Baddeley et al., 2003).

Nejnovější Baddeleyho multi-komponentový model pracovní paměti vyobrazený dále (viz obrázek 2) zahrnuje již celkem 4 složky paměti, které byly výše podrobně popsány: centrální exekutivu, fonologickou smyčku, zrakově-prostorový náčrtník a nově zařazený epizodický zásobník, který naznačuje spojitost pracovní paměti s pamětí dlouhodobou.

Obrázek 2

Baddeleyho model pracovní paměti



Pozn. Současný vícesložkový model pracovní paměti, který reprezentuje „fluidní“ systémy (jako je pozornost a dočasná uložení – bílá barva), které se učení nemění a navržené vztahy ke „krystalickým“ systémům (modrá barva), určeným ke shromažďování dlouhodobých znalostí (upraveno: Repovš, & Baddeley, 2006).

2 Zrakově-prostorová pracovní paměť

Společně s rostoucím počtem studií zaměřených na zrakově-prostorový systém se mezi vědci rozpoutala debata, zda zrakově-prostorový náčrtník nabízí dočasné uložení pouze takových vizuálních informací jako je barva a tvar nebo i prostorových informací jako je poloha objektu nebo pohybová sekvence (Logie & Pearson, 1997).

Logie a Pearson (1997) uvádějí, že se zvětšujícím se množstvím dat z výzkumů zaměřených na zrakově prostorovou paměť vyplývá, že uchovávání vizuálních a prostorových informací probíhá v různých kognitivních systémech, které jsou však zároveň doplňkové. Některé z těchto důkazů pocházejí ze studií potvrzující neuropsychologické dvojité disociace u dospělých s poškozeným mozkem (např. De Renzi & Nichelli, 1975; Milner, 1971). Zatímco studie u zdravých dospělých osob zase ukazují, že dočasné ukládání pozorovaných pohybů, takových, jaké jsou například vykonávány v případě Corsiho testu, jsou využívány stejnou částí kognitivního systému, která je zodpovědná i za generování opakovaných cílených pohybů (např. Baddeley & Lieberman, 1980).

Logie (1995) svými četnými výzkumy poukazoval na složitost zrakově-prostorové komponenty v modelu pracovní paměti Baddeleyho a Hitcheho (1974). Jejich model sice členil fonologickou smyčku podle funkce na dvě subkomponenty: na pasivní fonologický sklad a na aktivní artikulační okruh, naproti tomu však složitost a možné další dělení zrakově-prostorové složky opomíjel. Proto Logie (1995) navrhl rozdělit zrakově-prostorový náčrtník podobně na dvě složky aktivní a pasivní. Pasivní složka zvaná *vyrovnávací paměť* (*visual cache*) ukládá zrakové informace o barvě a tvaru předmětů a objektů. Složka aktivní, kterou nazval *vnitřní zapisovatel* (*inner scribe*), zaznamenává informace o prostoru a pohybu, které pro vyrovnávací paměť opakuje. Na rozdíl od fonologické smyčky, není ve vyrovnávací paměti pro uchování zrakové informace nutnou podmínkou její opakování. Vnitřní zapisovatel pak získané zrakové a prostorové informace přesunuje z vyrovnávací paměti k centrálnímu vykonavateli. Další funkcí vyrovnávací paměti je také skutečnost, že se aktivně podílí na plánování a provádění nejen snadných, ale především i náročnějších motorických pohybů (Logie, 1995).

3 Test prostorový rozsah z WMS–III

Současná verze testu prostorový rozsah ve WMS-III (Wechslerova paměťová škála, třetí vydání, Wechsler, 1997) byla převzata z revidované Wechslerovy inteligenční škály pro dospělé jako psychologický nástroj (WAIS-R NI; Kaplan, Fein, Morris, & Delis, 1991) jako adaptace Corsiho testu (Corsi, 1972). Kaplanová et al. (1991) ve WAIS-R NI přiřadila k původnímu WAIS-R (Wechsler, 1987) následující tři subtesty: uspořádání vět (*Sentence Arrangement*), kopírování symbolů (*Symbol Copy*) a prostorový rozsah (*Spatial Span*).

3.1 Popis testu prostorový rozsah ve WMS-III

Test prostorový rozsah ve WMS-III (PR) měří stále se prodlužující délku sekvencí, která je examinátorem prezentována poklepáním na kostky. Délka sekvence odpovídá množství podnětů, které si je participant schopen udržet v paměti a následně vybavit. Podobně jako test číselný rozsah (*Digit Span*) ve WMS je i test prostorový rozsah (*Spatial Span*) administrován oběma směry, jak popředu, tak pozpátku (Kaplan et al., 1991).

Test prostorový rozsah (*Spatial Span*) je jedním ze dvou subtestů, který vytváří Index pracovní paměti ve WMS-III. Druhým subtestem hodnotícím pracovní paměť ve WMS-III je sekvence písmen a čísel (*LNS – Letter Number Sequencing*). Pracovní paměť je ve WMS-III určována pomocí Indexu pracovní paměti, která je charakterizována jako: „měřítko komplexních pozornostních úloh s vysokou obtížností, které zdůrazňují schopnost získat, uchovat a zpracovat v paměti informace a na jejich základě formulovat odpověď.“ (The Psychological Corporation, 2002, str. 208)

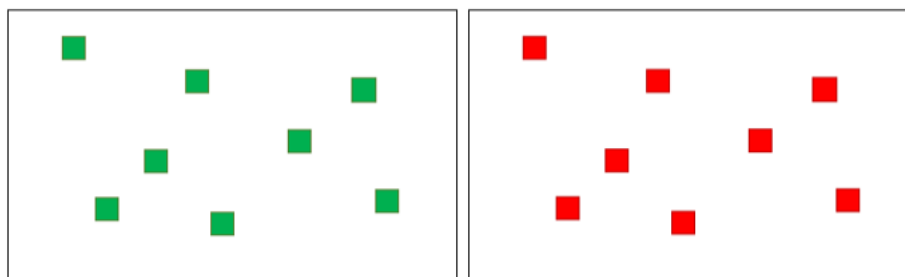
Test PR byl původně do revidované Wechslerovy paměťové škály (WMS-R; Wechsler, 1987) přidán v souladu s multi-komponentovým modelem pracovní paměti popsaným v předchozí kapitole (Baddeley 1986; Baddeley & Hitch, 1974) jako vizuální test analogický k verbálnímu testu číselného rozsahu (*Digit Span*) a pojmenován jako *Visual Memory Span* ve WMS-R (Wechsler, 1987) či *Spatial Span* – prostorový rozsah ve WMS-III (Wechsler, 1997).

Významná změna v testu PR ve WMS-III oproti WMS-R je především ve stavbě stimulů. Podněťový materiál k testu ve WMS-R je tvořen dvěma kartami (viz obrázek 3), na kterých je vždy vytištěno osm nepravidelně rozmístěných čtverců stejné barvy buď

červené pro administraci testu popředu anebo zelené pro odlišení administrace pozpátku (Tulsky et al., 2003).

Obrázek 3

Podnětové karty k testu ve WMS-R (Visual memory span)

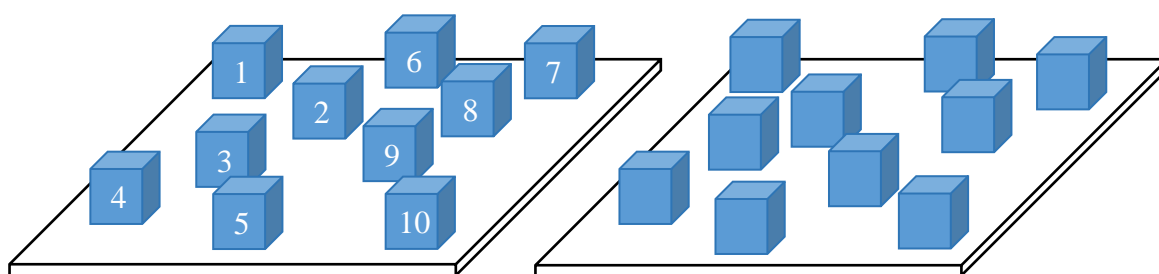


Pozn. Dvě podnětové karty s osmi vytištěnými čtverci v zelené a červené barvě pro rozlišení administrace popředu (červená) a pozpátku (zelená).

Podnětový materiál pro měření PR ve WMS-III se na rozdíl od karet ve WMS-R, které jsou dvoudimenzionální, sestává již z desky třídimenzionální, na níž je rozmístěno deset pevně fixovaných modrých kostek s čísly. Třetím rozměrem je výška, která je získána nahrazením čtverců kostkami (viz obrázek 4). Čísla kostek jsou viditelná pouze z pohledu zkoušejícího, a díky tomu nemají na zkoušeného při testování žádný vliv. Uvedená významná změna byla provedena z důvodu usnadnění administrace a rychlejšímu skórování výsledků testu (Tulsky et al., 2003).

Obrázek 4

Prostorový rozsah ve WMS-III



Deska z pohledu administrátora

Deska z pohledu testovaného

Pozn. Na obrázku 4 je vyobrazena podnětová deska používaná v testu prostorového rozsahu ve WMS-III nejen z pohledu administrátora, ale i z méně známého pohledu testovaného.

Administrace testu PR ve WMS-III je v podstatě s administrací testu ve WMS-R identická. Testovaný je požádán, aby přesně zopakoval postupně se prodlužující sekvenci

vizuálně prezentovaného prostorového umístění buď poťukáním na kostky ve WMS-III nebo ukázáním na čtverce ve WMS-R. Pokaždé zkoušející vyťukává předem určené sekvence a testovaný je vzápětí opakuje. Druhá část testu požaduje opakování administrované sekvence pozpátku směrem od poslední kostky, případně od posledního čtverce, ke kostce první (Tulsky et al., 2003).

Test PR ve WMS-III je koncipován tak, že examinátor sedí naproti testovanému, před kterého položí bílou dřevěnou desku, na níž jsou pevně rozmístěny modré kostky stejné velikosti. Examinátor prstem poklepává na jednotlivé kostky v předem určených sekvencích, které má testovaný následně opakovat ve stejném a poté v opačném pořadí, přičemž se pro zvýšení obtížnosti s každým druhým pokusem sekvence o jednu kostku prodlužuje (Tulsky et al., 2003).

3.2 Administrace a vyhodnocení testu prostorový rozsah z WMS-III

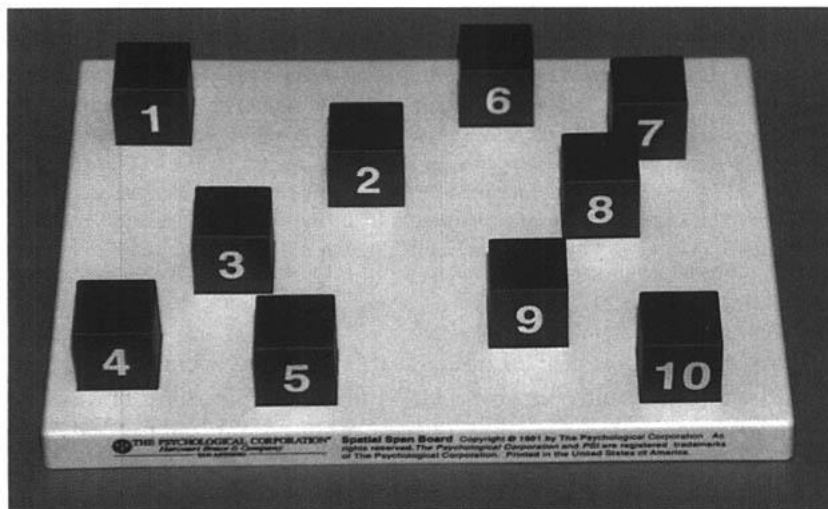
Test PR je, jak již bylo uvedeno, vizuální obdobou testu číselného rozsahu (Hebb, 1961), který je součástí všech verzí WMS (Wechslerovy škály paměti). Podobně jako test číselného rozsahu obsahuje i test prostorového rozsahu ve WMS-III jak sekvence popředu, tak sekvence pozpátku (Tulsky et al., 2003).

Pro administraci testu jsou zapotřebí následující pomůcky: podnětová deska s pevně připevněnými kostkami a záznamový arch, do kterého se zapisují získané skóry a na kterém jsou uvedeny předem určené číselné sekvence, jež bude examinátor prezentovat. Na bílé podnětové desce je rozmístěno 10 stejně velkých modrých kostek označených čísly (1–10) vytištěnými na předních stranách kostek, které jsou natočeny směrem k examinátorovi, a jsou tedy viditelné pouze z jeho pohledu (viz obrázek 5).

Test prostorový rozsah ve WMS-III se skládá ze dvou částí: PR popředu (*Spatial span forward*) a PR pozpátku (*Spatial span backward*). V každé části zkoušející poklepává na kostky v jednotlivých sekvencích rychlostí přibližně jedna sekunda na každou kostku. Proband po prezentaci opakuje sekvenci poklepáním na kostky ve stejném pořadí (popředu) anebo v pořadí obráceném (pozpátku). Vždy se dotýká stejných kostek, ale v různém pořadí. Test začíná na sérii dvou kostek a s rostoucí obtížností je možné dosáhnout až 8 spojení tedy 9 kostek (Myerson, Emery, White, & Hale, 2003).

Obrázek 5

Prostorový rozsah ve WMS-III



Pozn. Fotografie podnětové desky Prostorového rozsahu ve WMS-III. Čísla jsou viditelná pouze z pohledu examinátora (převzato: Tulsy et al., 2003).

V PR popředu se administrátor dotýká kostek v přesně určeném pořadí a potom požádá testovaného, aby se jich dotýkal ve stejném pořadí. V PR pozpátku se administrátor dotýká také kostek ve stejném pořadí jako v PR popředu, ale potom požádá testovaného, aby se jich dotýkal v opačném pořadí, kdy testovaný začne poklepem na poslední prezentovanou kostku. V každé úrovni, která je charakteristická stejným počtem kostek, se administrují dva pokusy různých sekvencí (viz tabulka 1).

Tabulka 1

Administrace první úrovně prostorového rozsahu ve WMS-III

	PR popředu		PR pozpátku
2a	3–10	2B	7–4 (4–7)
2b	7–4	2A	3–10 (10–3)

Pozn. V záznamovém archu je první úroveň označená číslem 2, což odpovídá počtu kostek v dané sekvenci. Čísla v závorkách označují správnou odpověď. 2a – první pokus v PR popředu, 2B – první pokus v PR pozpátku

Např. v prvním pokusu 2a v PR popředu (označované na záznamovém archu číslem 2 podle počtu kostek) je potřeba se dotknout kostek 3 a 10. Ve druhém pokusu 2b je třeba poklepat na kostky 7 a 4 (Wechsler, 1997). Na uvedeném příkladě situace vypadá následovně – v prvním pokusu 2B v PR pozpátku se administrátor dotýká kostek 7 a 4 a testovaný se dotýká stejných kostek, ale v opačném pořadí, tedy 4 a 7. V druhém pokusu

označeném 2A administrátor pořádkává na kostky 3 a 10 a testovaný pořádkává nejdříve na kostku 10 a poté na kostku s číslem 3. V PR pozpátku jsou sekvence čísel stejné jako v prostorovém rozsahu popředu, jen je zaměněno pořadí pokusů. První pokus z PR popředu je administrován v PR pozpátku jako druhý v dané úrovni a naopak. Tomu odpovídá označení písmeny, kdy b a B jsou dvě stejné sekvence, které mají pouze jiný směr reprodukování.

Oba pokusy téže úrovně se administrují vždy, přestože byl testovaný úspěšný už v prvním pokuse. Za každý správný pokus se započítává jeden bod (Wechsler, 1997), který je následně sečten do výsledného skóru. Test pokračuje až do doby, kdy je testovaný v obou pokusech dané úrovně neúspěšný. Maximální počet bodů v testu PR je 32 bodů, což znamená, že 16 bodů je maximum pro PR popředu a 16 pro PR pozpátku (Myerson et al., 2003).

Výsledky hrubých skóru jsou pro porovnání dvou souborů zásadní a pro posouzení výkonu jednotlivých participantů nenahraditelné. Nevýhodou však je, že z nich není patrné, jaké nejvyšší úrovně jednotliví participanté v testu dosáhli, protože v každé úrovni bylo možné získat minimálně 1 nebo maximálně 2 body.

Nejnižší úroveň v PR popředu je označena 2a, 2b a nejvyšší 9a, 9b, z čehož vyplývá, že participant, který např. v testu PR popředu získal 8 bodů, mohl dosáhnout maximální úrovně od sekvence se 4 kostkami, v případě, že by získal v každé úrovni 2 body, až po úroveň se sekvencemi s 9 kostkami, v případě, že by v každé úrovni získal právě jeden bod. Stejná nejasnost se vyskytuje i v PR pozpátku a tudíž v PR celkem.

Z uvedeného důvodu zavedl Woods et al. (2016) pojem tzv. reálný rozsah (*True Span*), který odpovídá maximální délce sekvence, ve které byli participanté v 50 % odpovědích úspěšní. Woods et al. (2016) ve své studii s počítačovou verzí prostorového rozsahu C-SST (*Computerized Spatial Span Test*) využívá měřítko maximální rozsah, které definuje jako maximální délku posledního správně zodpovězeného pokusu předtím, než byly dva po sobě jdoucí pokusy stejné délky ukázány nesprávně (neboli délka posledního správného pokusu v úrovni, která předcházela poslední úrovni, ve které byly oba pokusy nesprávné). Pravidlo pro ukončení testu v každé části popředu či pozpátku souviselo se dvěma neúspěšnými pokusy v jedné úrovni, které ukončovaly test (Woods et al, 2016).

4 Varianty Corsiho testu

Corsiho test (Corsi, 1972) je široce vyžívaný test pro měření zrakově-prostorové pracovní paměti v klinické a experimentální praxi. Pro svoji snadnost administrace a rychlost vyhodnocování se stal oblíbeným testem, který je často používán jak klinickými neuropsychology, tak vývojovými a kognitivními psychology. Jeho využití má i mezinárodní rozměr, se specifickým zájmem v Itálii, ve Velké Británii nebo ve Spojených státech amerických.

Corsiho test je z hlediska administrace jednoduchým testem, ale zároveň účinným z hlediska výsledků získaných z vyšetření. V současné době je důležitým neverbálním testem, který zaujímá v neuropsychologickém výzkumu své místo (Berch, Krikorian, & Huha, 1998). V jednotlivých experimentálních studiích využívajících Corsiho test se však vyskytují značné nejednotnosti týkající se především administrace, skórování a vyhodnocování uvedeného testu, ale také fyzické podoby podnětového materiálu. Odlišnosti ve fyzické podobě aparatury často spočívají například v rozdílném uspořádání kostek na podnětové desce anebo v rozdílném počtu pevně připevněných kostek.

Berch et al. (1998) ve svém článku poskytuje podrobný metodologický přehled a teoretickou analýzu Corsiho testu, který je pro hodnocení zrakově-prostorové pracovní paměti specifický. Z původního Corsiho testu vychází bezpočet jeho variací a podob a tomu také odpovídá množství různých pojmenování testů. Proto byly studie využívající Corsiho test nebo jeho obdobu vyhledávány pomocí většího počtu kombinací klíčových slov postupně v databázích Psychlit (1974–1996) a v databázi Medline s použitím následujících výrazů: „block span“, „block tapping test“, „Corsi“, „Corsi block tapping test“, „paměť a kostky“, „prostorový rozsah“ a „vizuální rozsah“.

Berch et al. (1998) tak provedl důkladnou rešerši, jejímž cílem bylo prozkoumat varianty v parametrech testu u výzkumníků, kteří v člancích uváděli, že ve své studii využili Corsiho test. Autoři poté srovnali široké spektrum studií za předchozích 25 let a podrobně zhodnotili rozmanité metodologické variace. V popsáných studiích byly použity varianty téměř všech parametrů testu, mezi nimi například uspořádání kostek a způsob skórování. Autoři uvádějí, že údajů o spolehlivosti Corsiho testu je nedostatek, protože uvedený stav poznání v odborné literatuře znemožňuje pečlivé posouzení takových konvenčních psychometrických vlastností Corsiho testu jako jsou koeficienty reliability a validity.

Po podrobném přezkoumání jednotlivých parametrů testu v empirických studiích byly zjištěné vlastnosti klasifikovány do čtyř hlavních kategorií: (1) vlastnosti zobrazení, (2) administrace, (3) reprodukce pořadí a (4) techniky skórování (Berch et al., 1998).

4.1 Vlastnosti zobrazení (display characteristics)

Vlastnosti zobrazení zahrnují charakteristické prvky jakékoliv zrakově-prostorové úlohy. Mezi charakteristiky zobrazení je možné zařadit barevné provedení kostek a podnětové desky, počet kostek, velikost kostek, uspořádání kostek a velikost podnětové desky. Padesát procent studií používalo devět černých kostek rozmístěných na černé základní desce o rozměrech 20 x 25 cm v původním Corsiho/Milnerové uspořádání (Corsi, 1972, Milner, 1971). V uvedených jednotlivých parametrech existují další četné varianty (Berch et al., 1998).

Barevné provedení. Nejméně čtyři studie používaly bílé kostky na bílé desce, jedna používala modré kostky na žluté desce a v dalších byly použity bílé čtverce na obrazovce počítače, které se po dotyku ve správném pořadí změnily na čtverce černé (Berch et al., 1998). V Itálii je černá barva spojována s truchlením a smutkem, proto Orsini et al (2001) ve své studii pozměnil původní černou barvu na bílou. Podnětová deska k testu prostorový rozsah z WMS-III (Wechslerova paměťová škála, třetí vydání, Wechsler, 1997) je v bílém provedení s modrými kostkami a Kempsová (2001) využila kostky v původní černé barvě.

Počet kostek. Téměř všechny zkoumané studie, obsahovaly celkem devět kostek (Berch et al., 1998). Zajímavostí je, že v baterii WAIS-R NI (revidovaná Wechslerova inteligenční škála pro dospělé jako neuropsychologický instrument, Kaplan et al., 1991) stejně jako v prostorovém rozsahu z WMS-III (Wechsler, 1997) se využívá 10 kostek, přičemž na každé polovině podnětové desky je rozmístěno vždy po pěti kostkách, aby bylo možné jednoznačně posoudit, zda proband netrpí jednostranným opomenutím zorného pole (*neglect*). Kempsová (1999) ve svém experimentu zkoumá souvislost počtu kostek rozložených na desce s výkonem v testu, kde srovnává desky s 9, 16 nebo 25 kostkami rozmístěnými na desce buď pravidelně anebo pseudonáhodně (Kemps, 1999).

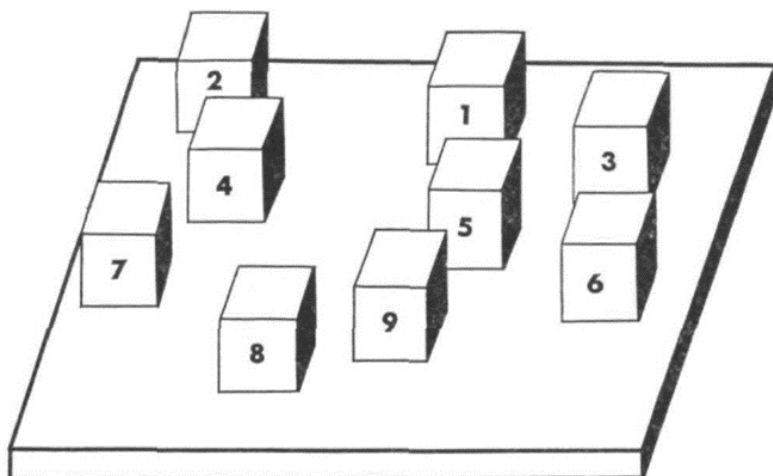
Velikost kostek. Největší rozdíly v charakteristikách zobrazení byly jednoznačně ve velikosti kostek. Původní Corsiho kostky měly hrany o délce 3 cm. Ačkoli se v deseti

studiích uvádělo, že výzkumníci využili kostky stejné velikosti, šest dalších studií využilo kostky nepatrně menší, jejichž hrana byla 2,5 cm, zatímco dalších šest studií použilo kostky větší o délce hrany 4,4 cm nebo 4,5 cm (Berch et al., 1998). Orsini et al. (2001) ve své studii uvádí velikost kostek o hraně 4 cm (Orsini et al., 2001).

Uspořádání kostek. Žádný z badatelů, včetně samotného Corsiho (1972; Milner, 1971), neuvedl konkrétní vzdálenosti mezi jednotlivými kostkami, a většina z nich ani neposkytla žádnou ilustraci uspořádání kostek na podnětové desce, které v testu použili. Výzkumníci, kteří neznázornili rozmístění kostek anebo se o rozložení kostek vůbec nezmínili, zřejmě použili uspořádání, jež se lišilo jen nepatrně od toho, které původně ve své disertační práci Corsi navrhl (viz obrázek 6).

Obrázek 6

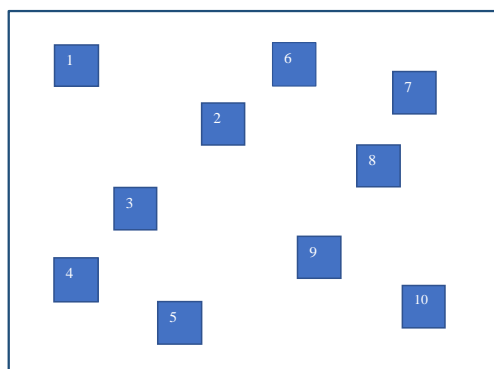
Původní Corsiho podnětová deska



Pozn. Examinátorův pohled (převzato: Milner, 1971)

Obrázek 7

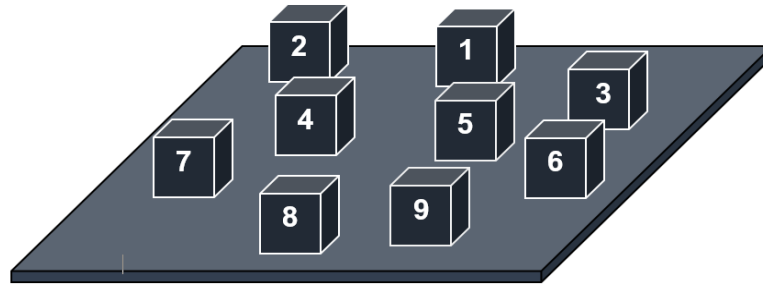
Prostorový rozsah ve WMS-III (Spatial span) (1997)



Pozn. Znázornění z letecké perspektivy (upraveno: Berch et al., 1998)

Obrázek 8

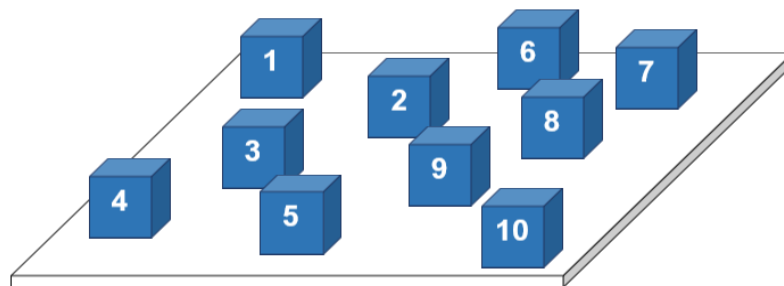
Corsiho test (1972)



Pozn. Podněťová deska v černém provedení s devíti kostkami

Obrázek 9

Prostorový rozsah ve WMS-III (Spatial span) (1997)



Pozn. Bílá podněťová deska s deseti modrými kostkami

Obrázky 7 a 9 ukazují rozmístění kostek, které se liší od původního uspořádání (viz obrázek 6) a ostatních obvyklých (viz obrázek 9) v následujících oblastech: místo 9 kostek je na desce zafixováno kostek 10, rozmístění kostek je na rozdíl od původní desky jiné, odlišné je i číslování a barevné provedení (Berch et al., 1998).

Je třeba zdůraznit, že rozdíly v jednom nebo obou posledně jmenovaných parametrech (velikost kostek a jejich rozmístění) mohou vést ke značným rozdílům v konfiguraci cesty, přestože se použijí stejné sekvence číselného rozsahu (*Digit Span*) z WAIS-III (Wechslerova inteligenční škála pro dospělé, třetí vydání, Wechsler, 1997). Jak bude uvedeno dále, bylo prokázáno, že výkon v testu může souviset nejen s délkou sekvence neboli počtem prezentovaných kostek, ale i se složitostí konfigurace cesty. Například skutečnosti, že se imaginární linie spojující kostky navzájem kříží nebo že konfigurace cesty vytváří snadno zapamatovatelný obrazec anebo rozdílnost v celkové vzdálenosti cest určených první a poslední kostkou apod., mohou přímo ovlivňovat obtížnost sekvence dané úrovně (Smirni, Villardita, & Zappalá, 1983).

Na tomto místě je vhodné také zmínit fakt, že s nástupem počítačově zpracovaných dvourozměrných variant Corsiho testů, které jsou obvykle k dispozici v neuropsychologických softwarových bateriích (e.g., Davis, Bajszar, & Squire, 1993), má zkoušející možnost snadno sestavit ve velmi krátkém čase více kombinací náhodného rozmístění kostek, a to pomocí jediného stisknutí klávesy na počítači.

Velikost podnětové desky. Přestože je velikost podnětové desky důležitým parametrem, většina studií informace o její velikosti neuvádí. Badatelé, kteří tak učinili, obvykle použili desku o rozměrech 20 x 25 cm, kterou lze považovat za standardní. Nicméně byly zaznamenány i některé jiné varianty, včetně desky o rozměrech 22 x 28 cm a 26 x 31 cm. Původní deska, kterou Corsi popisoval ve své disertační práci má rozměry 22 x 28 cm (Corsi, 1972). Milnerová (1971) se odkazuje na podobné údaje, tedy na rozměry desky o velikosti 20 x 25 cm, zatímco například Orsini et al. (2001) ve své studii rozměry desky zvětšil na velikost 32 x 26 cm, protože si probandi vyššího věku stěžovali na její celkovou nepřehlednost. Naproti tomu je v experimentální studii Kempsově (1999) velikost podnětové desky dána většími rozměry 40 x 40 cm, zatímco Siddi et al. (2020) využil desku ve tvaru obdélníku o velikosti 23 x 28 cm.

Na první pohled by se mohlo zdát, že rozdílnost ve velikosti a tvaru základové desky je zanedbatelná, ale tato charakteristika by neměla být přehlížena. Změna v rozměrech základové desky, která určuje velikost desky, může dále způsobit změnu ve vzdálenosti kostek, a tedy i v jejich uspořádání. Jednak by kratší vzdálenosti mezi kostkami mohly zkoušeným osobám usnadnit mentální znázornění částí desky. Nebo by složitost zobrazení mohla také ovlivnit změna v rozmístění kostek na desce, zda je pravidelné či náhodné a tím i ovlivnit konfiguraci cest vytvářených poklepáním na jednotlivé kostky (Smyth & Scholey, 1994b).

Vlastnosti zobrazení se také stávají obzvláště důležitými v počítačových verzích Corsiho testu, protože se v nich mění jak prostorové uspořádání (rozmístění kostek na desce), tak způsob zobrazení (Arce, & McMullen, 2021; Woods, Wyma, Herron, & Yund, 2016). Původní trojrozměrný model je nahrazen modelem dvourozměrným s odlišnou velikostí, tvarem a zobrazením displeje. Jinými slovy, výkon probanda může být ovlivněn například zmenšením velikosti zobrazení z důvodu zmenšení displeje (v důsledku používání relativně malých počítačových obrazovek) anebo změnou rozmístění kostek, čímž se celkově mění konfigurace cest (Berch, et al, 1998; Claessen, van der Ham, & van Zandvoort, 2014).

4.2 Administrace

Pojem administrace obecně zahrnuje unifikovaný a standardizovaný postup, vyplývající z hodnotících kritérií Corsiho testu. Hlavní znaky administrace Corsiho testu jsou následující: způsob, jakým zkoušející ukazuje na jednotlivé kostky, rychlost poklepání na kostky, délka počáteční sekvence, počet pokusů, které mají být v každé úrovni provedeny, kritérium pro ukončení testu, konfigurace cesty, která je dána sekvencí čísel označující polohu kostek následujících po sobě.

Způsob ukazování. Jen sporadický počet výzkumníků uvedl způsob, jakým zkoušející na jednotlivé kostky ukazovali. Berch et al. (1998) uvádí, že z neformálních diskusí s několika výzkumníky, kteří Corsiho úlohu používali v klinických podmínkách, vyplynulo, že někteří používají ukazováček k poklepání na kostku a zvedají ruku přímo nahoru těsně před tím, než ji přesunou k další kostce, a jiní místo poklepání na kostky jen ukazují prstem, aniž by v průběhu ukazování ruku zvedali. Jiní výzkumníci zase poklepávali na kostky tužkou nebo tyčinkou, což je původní metoda, kterou ve svých prvních experimentech Corsi aplikoval (Corsi, 1972; Milner, 1971).

Rychlost poklepání na jednotlivé kostky. Ze 38 zkoumaných studií, pouze 18 uvádějí rychlost s jakou se zkoušející přesunuje od jedné kostky ke druhé. 11 zkoušejících zvolilo poklepávání rychlostí jedna kostka za jednu sekundu, jiní zvolili rychlost 1,5 sekundy nebo 3 sekundy na každou kostku (Berch et al., 1998).

Délka počáteční sekvence. Zatímco výchozí úroveň úlohy začínala sekvencemi se dvěma kostkami v 18 zkoumaných studiích, ostatní začínaly s jednou kostkou (čtyři studie), se třemi kostkami (tři studie) anebo se čtyřmi kostkami (dvě studie) v počáteční sekvenci (Berch et al., 1998). Počáteční úroveň ve studii Kempsová et al. (2000) zahrnovala také pouze jednu kostku (Kemps, De Rammelaere, & Desmet, 2000).

Pokusy v jednotlivých úrovních. Studie se také lišily počtem administrovaných pokusů určených sekvencemi o stejné délce v každé úrovni. Ve většině z nich absolvovali probandi 2 pokusy v každé úrovni. Mezi studii však existovaly velké rozdíly. Jeden zkoušející administroval pouze 1 pokus v jedné úrovni, zatímco osm zkoušejících prezentovalo 3 pokusy v každé úrovni (e.g., Morris et al., 1988) anebo sedm zkoušejících poskytlo v každé úrovni 5 pokusů. Kromě toho jedna studie použila kritérium „maximálně 10“, kdy pokusné osoby obdržely až 10 pokusů v jedné úrovni (Berch et al.,

1998). Kempsová et al. (2000) využila ve své studii v jedné úrovni také tři pokusy, čemuž následně přizpůsobila i skórování.

Kritérium ukončení. Kritérium, podle kterého bylo provádění testu ukončeno, se v jednotlivých studiích také lišilo (Berch et al., 1998). U studií, které realizovaly dva pokusy v jedné úrovni, stačilo pokusným osobám na postup do vyšší úrovně správně reprodukovat alespoň jednu ze dvou prezentovaných sekvencí (Kaplanová et al., 1991). Zkoušející, kteří zadávali maximálně pět pokusů v jedné úrovni, ukončovali testování s pokusnými osobami, když se jim nepodařilo správně zopakovat tři z pěti pokusů v dané úrovni (Orsini, Chiacchio, Cinque, Cocchiaro, Schiappa, & Grossi, 1986). Ve studii s kritériem „maximálně 10“ pokusů v jedné úrovni se test ukončoval v momentě, když pokusné osoby chybovaly v jedné z prvních šesti prezentovaných sekvencí. Nezbytnou podmínkou pro to, aby bylo realizováno všech 10 pokusů v jedné úrovni, bylo správně reprodukovat prvních šest sekvencí, aby mohly pokusné osoby postoupit do vyšší úrovně. Jinými slovy, další čtyři rozdílné sekvence stejné délky v dané úrovni jim byly prezentovány až poté, co prvních šest sekvencí reprodukovaly správně (Berch et al., 1998). Ve studii Kempsové et. al (2000) postupovaly pokusné osoby do vyšší úrovně v případě, že ukázaly správně dvě ze tří prezentovaných sekvencí.

Na rozdíl od výše uvedených tzv. samoukončovacích postupů, které ukončují testování v případě, že pokusná osoba opakovaně selhává, a tedy nepostupuje dále do vyšší úrovně, využili badatelé Cornoldi a Mammarellová (2008) ve výzkumu postup, který vyžaduje prezentaci všech různých délek sekvencí, a navíc ve dvou formátech (vzestupně – délka sekvencí se prodlužovala a sestupně – délka sekvence se zkracovala). Participanti jak s vysokou, tak s nízkou prostorovou schopností byli testováni oběma směry reprodukce pořadí (popředu a pozpátku), což umožňovalo porovnat podíl správných odpovědí s různými délkami sekvencí jak pro oba formáty prezentace, tak pro oba směry reprodukce (Cornoldi, & Mammarella, 2008).

4.3 Reprodukce pořadí popředu/pozpátku

Reprodukce pořadí se vztahuje ke směru opakování poklepání na kostky, které zkoušející prezentuje. Zda je probandovým úkolem opakovat sekvenci poklepáním na kostky v přímém směru – popředu (*forward*) anebo reverzně – pozpátku (*backward serial*

recall), kdy proband ukazuje na poslední prezentovanou kostku jako první (Kahana, 2014).

Z celkového počtu 38 přezkoumaných studií vyhodnocovaly reprodukce pořadí popředu všechny, ale pouze tři z nich vyhodnocovaly oba směry, jak reprodukci pořadí popředu, tak pozpátku (Berch et al., 1998). Jedna z těchto studií srovnání mezi reprodukcemi popředu a pozpátku neuvádí (Daum et al., 1993), druhá studie zabývající se vývojem kognitivních schopností u zdravých dětí nezjistila rozdíl mezi oběma reprodukcemi pořadí (Isaacs & Vargha-Khadem, 1989) podobně jako studie třetí (Berch & Foley, 1998).

Uvedený fakt není v souladu se zjištěním, že výkon při vybavování čísel popředu bývá obvykle vyšší než výkon při opakování čísel pozpátku (např. Gardner, 1981). Nejvhodnějším vysvětlením se nabízí názor, že nutnost reprodukovat čísla ve zpětném pořadí vyžaduje větší pozornost, a tedy větší náročnost na pracovní paměť než při zapamatování si čísel v přímém pořadí (Kaplanová et al., 1991). Předpokládá se, že pro správné vybavení čísel pozpátku je nezbytný určitý druh transformace čísel prezentovaných popředu (Case, 1978). Naproti tomu se v Corsiho úloze popředu předpokládá, že konfigurace cesty je významným zrakově-prostorovým faktorem, z čehož vyplývá, že reprodukce pořadí pozpátku by nemusela být obtížnější než reprodukce pořadí popředu (Corsi, 1972; Milner, 1971). To znamená, že zkoumaná osoba může být schopna jednoduše „vyčíst“ sekvenci ze skryté zrakově-prostorové reprezentace pomocí zapamatování si polohy kostek vytvářejících konfiguraci cesty (Smirni et al., 1983).

4.4 Techniky skórování

Pro vyhodnocení výkonu v psychologických měřeních jsou techniky skórování zásadní. Varianty technik skórování zahrnovaly v jednotlivých studiích např. procento správných odpovědí, procento správných odpovědí podle polohy, podle velikosti rozsahu anebo kombinaci skóre za rozsah popředu a pozpátku (Berch et al., 1998). Corsi (1972) ve své první studii zavedl průměrné skupinové procentní skóre založené na procentu správných odpovědí pro každého účastníka. Navrhované skóre bylo odvozeno z podílu počtu správně reprodukováných sekvencí k celkovému počtu sekvencí, které bylo třeba si

zapamatovat. Ve všech ostatních studiích, které zkoumaly opakující se sekvence, bylo průměrné procento správnosti bráno také jako výsledné měřítko (Berch et al., 1998).

Většina studií zkoumající krátkodobou paměť používala jako výsledné měřítko rozsah paměti (Berch et al., 1998). Délka sekvence neboli rozsah krátkodobé paměti představovalo měřítko kapacity probanda uchovávat psychické obsahy po omezenou dobu a označovalo tak úroveň, ve které byl participant při reprodukci sekvence ještě úspěšný (Owen et al., 1990; Owen et al., 1992; Woods et al., 2016). V tomto smyslu byla dosažená úroveň definována počtem poklepání na kostky. Například ve studii zkoumající prostorovou pracovní paměť u pacientů s Alzheimerovou nemocí je maximální dosažené výsledné skóre devět bodů, protože nejdelší sekvence obsahuje 9 kostek, přičemž zkoušející začíná testování prezentací dvou kostek a s každým správným pokusem navyšuje délku sekvence vždy o jednu kostku (Guariglia, 2007).

Obvykle se však při testování prezentuje v určité úrovni více různých sekvencí podle toho, jaký postup v konkrétních případech badatelé zvolili. V každé úrovni je tak administrováno několik pokusů. Jedním z důvodů tohoto postupu bylo zjištění Smirniho et al. (1983), které naznačilo, že sekvence o stejné délce, tedy tvořené stejným počtem kostek, nemusí představovat stejnou obtížnost v rámci jedné úrovně. Což znamená, že konfigurace cesty určená specifickými čísly v sekvenci mnohdy představuje důležitější informaci než informace o počtu a rozmístění kostek na desce. Sekvence o stejné délce se tedy mohou lišit ve své obtížnosti, a to může mít v důsledku souvislost také s výsledným výkonem v Corsiho testu (Smirni et al., 1983).

S ohledem na uvedenou skutečnost, že se ve studii mohou vyskytovat v jedné úrovni například tři pokusy (Kemps et al., 2000), byla za každý správný pokus započítána jedna třetina a následně byl celkový počet třetin sečten, čímž se získal výsledný skór. Ukázalo se, že navržený způsob výpočtu je citlivější než jednodušší alternativa, kdy se za rozsah paměti považoval skór představující počet kostek nejdelší správně reprodukované sekvence, s přihlédnutím k podmínce, že minimálně dvě ze tří sekvencí musely být v poslední úrovni vybaveny bezchybně (Smyth & Scholey, 1992).

Cornoldi a Mammarellová (2008) ve studii srovnávající prostorový rozsah pozpátku s prostorovým rozsahem popředu pomocí počítačového zpracování Corsiho testu navrhli jako výsledné měřítko skór, který je založený na průměrných procentech správně zapamatovaných podnětů z hlediska pořadí pro každou délku a tím zajistili

měřítka citlivější, než je typický rozsah (viz Fischer, 2001). Když například pro prezentovanou sekvenci čísel „9–7–3–1–5–8“ obdrželi odpověď „9–7–4–1–2–8“ byl skór vypočítán jako $4/6 \times 100$, což je 66,67 procent (Cornoldi & Mammarella, 2008).

Z uvedeného výše je zřejmé, že se konkrétní kritéria pro určení rozsahu prostorové pracovní paměti v jednotlivých studiích velmi často od sebe odlišovala. Berch et al. (1998) uvádí, že pro to, aby bylo možné úspěšně provést podrobnou studii zahrnující pečlivý přehled rozhodujících parametrů Corsiho testu, by bylo nejvhodnější použít přesnější počítačovou verzi programu. Obzvláště s ohledem k rostoucí pravděpodobnosti, že právě počítačové verze Corsiho testu povedou již v nedaleké budoucnosti k nahrazení původní aparatury i v klinických podmínkách (Arce et al., 2021).

5 Digitalizace Corsiho testu

Podobně jako v mnoha jiných vědních oborech, tak i v oblasti neuropsychologie, mohou současné technologické inovace nabídnout širokou škálu možností. Konkrétněji se jedná o četné snahy o vytvoření počítačových verzí standardních neuropsychologických testů, které usnadňují psychologům nejen administraci, ale i skórování.

Zdaleka ne všichni odborníci však přijímají zavádění počítačových zpracování testů v neuropsychologickém výzkumu s nadšením. Někteří nahlízejí na využití počítače při vyšetření jako na způsob, jak nahradit klinického psychologa, což by mohlo, podle jejich názoru, vést k nepřesným nebo zavádějícím výsledkům v důsledku absence cenných údajů získávaných z pozorování a rozhovorů (Claessen et al., 2014). Na druhou stranu by mohla počítačová administrace významně přispět ke snadnější standardizaci neuropsychologických testů a tím i jejich rychlejšímu zavádění do neuropsychologické praxe (Bauer et al., 2012).

Test PR z WMS-III, který měří kapacitu zrakově-prostorové pracovní paměti neboli neverbální složku pracovní paměti (Wechsler, 1997), je standardní neuropsychologický test upravený z původního Corsiho testu (Corsi, 1971; Milner, 1972). Corsiho test je specifická neuropsychologická úloha a jako taková má k využití praktických výhod počítačového zpracování vysoký potenciál (viz Berch, Krikorian, & Huha, 1998).

Nejnápadnějším rozdílem, ve kterém se většina testů na prostorový rozsah zpracovávaných počítačem podstatně odlišuje od tradiční Corsiho úlohy, je skutečnost, že využívají dvourozměrný podnětový materiál (display) namísto tradičního trojrozměrného modelu (kostky připevněné na desce). Navíc je podnětový materiál obvykle prezentován na rozdíl od tradiční Corsiho desky ve vertikální poloze na ploše obrazovky či tabletu. Aktuální sekvence určující cestu v digitální verzi, které mají být prezentovány, bývají většinou označovány změnou jasu nebo jiným zabarvením čtverců různě rozmístěných na ploše obrazovky. Jejich postupné rozsvěcování tak nahrazuje původní ukazování na kostky rukou nebo poklepáním tužkou či prstem (Berch et al., 1998).

V následujícím textu budou podrobněji popsány vybrané počítačové verze Corsiho testu, které byly vyvinuty mezi prvními a využity ve výzkumných studiích (např. Jones, Farrand, Stuart, & Morris, 1995; Morris, Downes, Sahakian, Evenden, Heald, & Robbins, 1988; Owen, Downes, Sahakian, Polkey & Robbins, 1990; Owen, James, Leigh, Summers, Marsden, Quinn, Lange, & Robbins, 1992; Smyth & Scholey, 1994a apod.).

5.1 Počítačové verze Corsiho testu

V jedné z prvních počítačových verzí Corsiho testu (Morris et al., 1988), která využívala pro administraci sekvence Smirniho et al. (1983), je zobrazeno devět bílých čtverců rozmístěných ve stejném pseudonáhodném uspořádání jako je v původní verzi. Každý pokus zahajuje participant dotykem červeného pole v pravém dolním rohu obrazovky. Počítač zvýrazní sekvenci čtverců tím, že změní jejich barvu z původní bílé na modrou. Každý čtverec svítí modře po dobu 1–5 sekund, poté se barva čtverce vrátí na bílou a následně se modře rozsvítí další čtverec v sekvenci. Po dokončení prezentace celé sekvence je úkolem participanta dotknout se čtverců ve stejném pořadí v jakém postupně měnily barvu. Ve chvíli, kdy se participant dotkne správného čtverce, změní se jeho barva na původní jako byla v prezentované sekvenci a počítač současně vydá krátký tón. Participant reprodukuje sekvence, jejichž délka se zvyšuje od jedné do osmi, přičemž v každé úrovni jsou povoleny tři pokusy. Participant dosáhne na vyšší úroveň tehdy, pokud správně zopakuje alespoň jednu ze tří prezentovaných sekvencí. Tři chyby ve kterékoli úrovni tedy ukončují postup testování (Morris et al., 1988).

V počítačové verzi Corsiho testu, kterou využil Owen et al. (1990, 1992) ve svých studiích s pacienty s Parkinsonovou nemocí, byla kapacita prostorové krátkodobé paměti určena podobně na základě schopnosti participantů zapamatovat si sekvenci čtverců na obrazovce. Každý pokus začínal zobrazením devíti bílých čtverců o velikosti strany 3 cm, které byly na obrazovce prezentovány ve stejném pseudonáhodném uspořádání. Úkolem participantů bylo zapamatovat si umístění čtverců, jejichž barva se postupně měnila. Během každé sekvence se barva jednoho čtverce změnila na 3 sekundy a poté se opět změnila na barvu bílou vždy dříve, než změnil svoji barvu další čtverec v pořadí. Po zaznění tónu, měl participant dotykem reprodukovat sekvenci čtverců ve stejném pořadí. Také během reprodukce sekvence změnil každý čtverec na 1 sekundu svou barvu a současně zazněl tón (Owen et al., 1990; Owen et al., 1992).

Experimentátor zahájil po jedné demonstraci úlohu v úrovni s nejjednodušší obtížností, v tomto případě se dvěma čtverci. Po každém úspěšném pokusu byl počet měnících se čtverců v další sekvenci navýšen o jeden čtverec až na maximálně devět čtverců v sekvenci. Po nesprávném pokusu v určité úrovni byla předložena alternativní sekvence stejné délky. Test se ukončoval v momentě, kdy participant udělal chybu ve třech po sobě jdoucích pokusech v dané úrovni. Během každého pokusu se v levém dolním rohu obrazovky objevovalo číslo, které označovalo délku aktuální sekvence. V rámci jedné sekvence se všechny čtverce měnily na stejnou barvu. U dvou sousedních sekvencí byly použity různé barvy, aby se minimalizoval vliv interference. Na závěr byl rozsah prostorové krátkodobé paměti vypočítán jako číslo, které odpovídalo nejvyšší úrovni, ve které participant úspěšně reprodukoval alespoň jednu z prezentovaných sekvencí (Owen et al., 1990; Owen et al., 1992).

Ve studii Smythové a Scholeyové (1992), která se v odborné literatuře také řadí k jedné z prvních studií s počítačově zpracovanou Corsiho úlohou, byly podněty a odpovědi participantů zaznamenávány na počítači, který byl vybaven 21palcovým monitorem s dotykovou obrazovkou. K prezentaci prostorového rozsahu bylo použito uspořádání devíti čtverců podle upraveného Corsiho testu uvedeného ve studii De Renziho a Nichelliho (1975), která nevyužívala symetrické rozmístění pole. Kostky zde byly znázorněny jako bílé obdélníky, obkreslené černou barvou, které kompletně měnily svou barvu na černou vždy, když je participant dotykem na obrazovce v rámci sekvence správně vybral (Smyth, & Scholey, 1992).

Ve své další studii využívající digitální verzi Corsiho testu se autorky Smythová a Scholeyová (1994a) zabývaly otázkou, zda je složitost rozmístění podnětů v prostoru významnou charakteristikou zrakově-prostorové pracovní paměti. Autorky porovnávaly zrakově-prostorový rozsah na obrazovce s 9 kostkami (znázorněnými čtverci) s výkonem na displeji s 27 kostkami uspořádanými do 9 skupin po 3. V druhém případě, byla v každém pokusu prezentována pouze jedna kostka ze skupiny tří kostek. Výsledky prostorového rozsahu byly u displeje s 27 kostkami horší než u obrazovky s 9 kostkami. Když se hodnotilo zapamatování napříč devíti skupinami, byly výkony stále podstatně nižší než u zobrazení pouze devíti kostek. Autorky z těchto výsledků vyvodily závěr, že kódování a opakování zaměnitelných položek snižuje rozsah paměti (v tomto případě z důvodu blízkosti podnětů). Na displeji s devíti kostkami není nutné kódovat přesnou polohu kostky, protože v blízkosti se nevyskytují žádné jiné kostky, se kterými by se mohla poměrně snadno splést. V tomto případě tedy stačí, když bude pro podporu zapamatování opakována pouze přibližná poloha kostky. Když je ale potřeba zapamatovat si devět sad po třech kostkách, tak strategie opakování přibližné polohy kostky už není účinná, protože je třeba kódovat přesnou polohu kostky, aby se odlišila od ostatních dvou kostek v sadě. Zapamatování si konkrétní polohy kostky již vyžaduje přesnější proces opakování, a proto je tato úloha obtížnější (Smyth, & Scholey, 1994a).

Stoffers et al. (2003) využil tzv. vídeňskou adaptaci Corsiho testu, která byla na rozdíl od předchozí počítačové verze Corsiho testu v popisované studii Owena (1992) citlivá již v raných fázích Parkinsonovy nemoci. Účastníci seděli před 17palcovým monitorem, na kterém bylo nepravidelně rozmístěno devět kostek. Na zobrazené kostky postupně ťukalo ukazovátko, čímž se krátce rozsvítily. Po akustickém signálu se měl participant, který držel v ruce pero, dotknout kostek ve stejném pořadí, v jakém na ně kleplo ukazovátko. Když se participant dotkl kostky perem, změnila svou barvu na bílou do té doby, dokud se pero přestalo dotýkat obrazovky a vzdálilo se. Počítač zaznamenával každý dotyk s obrazovkou. Každý participant měl možnost dvou zácvičných pokusů, aby si vyzkoušel uvedený testovací postup. V zácviku se zobrazovalo pouze 5 kostek na monitoru se sekvencemi o délce 3 kostek. Bezprostředně po zácviku byl administrován reálný test. Aktuální testování začínalo sekvencí tvořenou třemi kostkami zobrazenými na obrazovce, přičemž se po každých třech pokusech délka sekvence navýšila o jednu kostku. Test se ukončoval v momentě, když participant nesprávně odpověděl ve třech po sobě jdoucích sekvencích. Maximální počet kostek, které se mohly postupně po sobě

rozsvítit, bylo osm a maximální doba trvání testu byla přibližně deset minut (Stoffers, Berendse, Deijen, J, & Wolters, 2003).

Mezi aktuálnější studie je možné zařadit studii Brunettiho et al. (2014), který se svými kolegy testoval celkem 107 účastníků za pomoci různých variant Corsiho testu, které byly implementovány do digitálního systému eCorsi. Konečné výsledky participantů ukázaly, že rozsah a chybovost byly v podstatě podobné těm, které byly získány v hlavních standardizačních studiích (e.g., Farrell Pagulayan, Busch, Medina, Bartok, & Krikorian, 2006; Kessels, Van den Berg, Ruis, & Brands, 2008; Kessels, Van Zandvoort, Postma, Kappelle, & De Haan, 2000) využívajících původní fyzickou verzi Corsiho testu. Navíc dospěli ke zjištění, že výsledky měření času při výkonu v testu poskytují nové poznatky o mechanismech, které jsou základem zpracování prostorových informací a tím rozšiřují teorii o zapojení jednotlivých složek pracovní paměti při provádění Corsiho testu. Získané údaje totiž překvapivě naznačují, že participant v testu eCorsi neplánovali reakci v průběhu prezentace sekvence, jak by se dalo předpokládat, ale až v časovém intervalu, který následoval po skončení prezentace sekvence, tedy těsně před začátkem reakce participantů. Uvedená skutečnost tak otvírá cestu k dalšímu zkoumání (Brunetti, Del Gatto, & Delogu, 2014).

Ve studii Siddiho et al. (2020), která srovnává tradiční Corsiho test s 9 kostkami nepravidelně rozmístěnými na desce o rozměrech 23x28 cm s digitální verzí Corsiho testu, popisuje autor digitální verzi Corsiho testu (d-Corsi) následovně. Rámečky čtverců na obrazovce tabletu postupně mění svou barvu na červenou při prezentaci popředu, přičemž doba, po kterou čtverce mění svoji barvu byla nastavena na 1000 ms. Pokud participant začínají ťukat na čtverce dříve, než je prezentování sekvence ukončeno, d-Corsi je vizuálně informuje, aby počkali, dokud neskončí prezentování sekvence. Délka sekvencí se postupně zvyšuje stejně jako v tradiční verzi, kde se začíná se sekvencí o 2 kostkách až se postupně dosáhne sekvence o 9 kostkách. Na rozdíl od tradičního Corsiho testu nabízí d-Corsi až 10 stupňů obtížnosti, přičemž je možné dosáhnout sekvence až o délce 10 čtverců. Autor uvádí, že přestože je maximální možná úroveň 10 čtverců, v jeho popisované studii se nikomu z participantů nepodařilo této úrovni dosáhnout. Úspěšně si zapamatovali maximálně 9. úroveň, tj. 9 čtverců (Siddi et al., 2020).

5.2 Výhody počítačového zpracování Corsiho testu

Počítačová administrace je spojena se zvýšením přesnosti měření především v případě testů citlivých na čas. Mezi další důležité výhody počítačového zpracování je možné uvést možnost účelněji řídit prezentaci podnětů, automaticky vyhodnocovat správné a nesprávné odpovědi anebo přesněji určovat a zaznamenávat dobu odpovědi participanta a určit tak latenci v jeho odpovědích, což bývá při neuropsychologických vyšetřeních často nezastupitelnou předností (Bauer et al., 2012).

Počet digitálně zpracovávaných neuropsychologických testů se v posledních letech výrazně navýšil. Digitální nástroje nabízejí pro kognitivní vyšetření mimo jiné několik výhod jako jsou například automatické standardizované postupy nebo možnost sledovat zdravotní stav vyšetřovaného v přirozeném a pro pacienty pohodlném prostředí. Uvedený postup umožňuje získávat informace o zdravotním stavu testovaného v reálném čase a v reálném prostředí (Guariglia, 2007).

Počítačové verze Corsiho testu byly využity nejen k měření pracovní paměti (Berch et al., 1998) nebo prostorové pozornosti (Smyth & Scholey, 1994b), ale také k zachycení kognitivního deficitu způsobeným narušením prostorové pracovní paměti u pacientů s Alzheimerovou nemocí (Guariglia, 2007), dále u pacientů s Parkinsonovou nemocí již v jejích raných stádiích (Stoffers, Berendse, Deijen, & Wolters, 2003) a také u pacientů s psychózou (Siddi et al., 2020).

Podle Bercha et al. (1998) se k případným výhodám počítačové verze Corsiho testu řadí zejména: (1) automatické skórování, které může zajistit větší přesnost než ruční skórování, navíc umožňuje zaznamenávat latence mezi jednotlivými poklepy, a nakonec celkové trvání odpovědi; (2) oproštění se od manuální prezentace podnětů a skórování, což pomáhá zkoušejícímu usnadnit pozorovat další charakteristiky chování zkoušeného, které mohou být nápomocné při interpretaci výkonu (např. nesoustředěnost nebo fyzické pohyby probanda během prezentace podnětů, které mohou poukazovat na možné motorické kódování anebo opakování právě prezentované sekvence, kterou si zkoušený snaží zapamatovat); (3) počet kostek (čtverců), velikost a jejich rozmístění kostek lze pro experimentální účely snadno měnit, aby se mohly zjistily faktory, které by mohly ovlivnit obtížnost sekvence prezentovaných kostek nezávisle na její délce; (4) již v průběhu intervalu zpoždění anebo v jinou vhodnou chvíli mohou být přidány tzv. distraktory (rušiče pozornosti); (5) mohou být vymyšleny další varianty úlohy jako např. ve studii

Jonese et al. (1995), kde se postupně objevovaly osvětlené kostky anebo se žádná další kostka nezobrazovala, dokud od zkoušeného nepřišla nějaká reakce.

Vzhledem k výhodám počítačové administrace a z toho plynoucího přesnějšího skórování bývá Corsiho test v současné době stále častěji převáděn do počítačové podoby (např.; Claessen et al., 2014; Brunetti, Del Gatto, & Delogu, 2014; Woods et al., 2016) a výhledově je možné tento trend s vysokou pravděpodobností očekávat (Arce et al., 2021).

Brunetti et al. (2014) ve svém článku následovně popsal vlastnosti zkoumané digitalizované verze Corsiho testu (eCorsi): eCorsi se snadno instaluje, přizpůsobuje a používá, protože umožňuje intuitivní kontrolu výsledků účastníků. Ve srovnání s tradičním Corsiho testem vykazuje eCorsi řadu výhod, včetně zvýšené přesnosti při časování prezentace, automatického měření reakční doby participantů a dosaženého rozsahu paměti, možnosti vytvoření sekvencí přesně podle aktuálního požadavku administrátora, implementace funkce monitoru, která umožňuje zkoušejícímu sledovat výkony účastníků na dálku a mnoho dalších drobných funkcí. Autor se domnívá, že ve srovnání s ostatními digitalizovanými verzemi Corsiho testu se eCorsi jeví jako komplexnější a univerzálnější. Navíc je přístupnější a uživatelsky přívětivější než jiné automatizované verze Corsiho testu, protože je založen na standardizované technologii v podobě tabletů, které jsou v dnešní době široce dostupné (Brunetti et al., 2014).

Všechny popsané funkce digitalizované verze eCorsi ukazují podle Brunettiho et al. (2014) skutečnost, že test eCorsi je užitečný nejen pro diagnostiku, ale může být velmi užitečný i v oblasti výzkumu, protože umožňuje analyzovat mechanismy prostorové pracovní paměti, které je jinak obtížné a někdy dokonce nemožné zkoumat tradičními metodami. Jsou jimi např. časové aspekty, jak ve fázi prezentace, tak ve fázi odpovědi, izolace proměnných anebo analýza souborů záznamů pro podrobné studium chyb apod. (Brunetti et al, 2014).

Siddi et al. (2020) v nedávné studii srovnával tradiční verzi Corsiho testu s verzí digitální (d-Corsi), která využívala dotykovou obrazovku, u pacientů s psychózou a u zdravých osob. Autor uvádí některé nedostatky tradiční verze v následujícím výčtu: administrátor může neúmyslně změnit prezentaci tím, že například použije jiný prst k poklepání na kostky nebo změnou rychlosti poklepávání, zejména při delších sekvencích nebo zakrytím některých kostek v průběhu prezentace sekvence při poklepávání na

kostky. Dále při prezentaci delších sekvencí (tj. 8, 9 kostek) musí administrátor vynaložit větší úsilí, aby si zapamatoval sekvenci, kterou bude následně prezentovat (Siddi et al., 2020), což paradoxně může v některých případech klást na administrátora vyšší nároky než na samotného testovaného.

K přednostem počítačové verze d-Corsi řadí mimo jiné Siddi et al. (2020) výhodu, že je kompletně celý d-Corsi test řízený softwarem, který vytváří rozmanité sekvence a současně umožňuje záznam výsledků v podobě nahrávání dat jako jsou dosažená úroveň, celkové skóre pro postup popředu i pozpátku nebo kumulativní reakční časy. V případě, že participant nezopakuje prezentovanou sekvenci správně, systém okamžitě zobrazí pomocí vizuálního upozornění na obrazovce zpětnou vazbu o nesprávné odpovědi, jež může participantům pomoci zlepšit jejich výkon jak v přesnosti, tak v rychlosti. Mezi další výhody d-Corsi patří automatické ukončení testování v momentě, jakmile jsou zobrazeny všechny sekvence, protože participant dosáhl nejvyšší možné úrovně anebo v případě dvou nesprávných odpovědí v rámci jedné úrovně (Siddi et al., 2020).

6 Výzkumné studie využívající Corsiho test

Test prostorový rozsah z WMS-III je upravenou formou Corsiho testu (*Corsi Block Task*) (Corsi, 1972; Milner, 1971), který je složený ze stejně velkých a zároveň náhodně rozmístěných kostek, pevně fixovaných na dřevěné desce. Corsiho test byl vytvořen jako neverbální analogie k testu číselného rozsahu (*Digit Span*), ve kterém proband nahlas opakuje sekvence čísel. Náročnost testu číselného rozsahu se postupně zvyšuje s nárůstem počtu prezentovaných čísel (Hebb, 1961) tím, že se v další úrovni přidává jedno číslo.

Výzkumníci, kteří Corsiho test ve svých studiích využívali a různě upravovali původně předpokládali, že sekvence se stejným počtem číslic budou stejně obtížné podobně jako je tomu v testu číselného rozsahu (*Digit Span*) a že čím vyšší bude počet vytřukávaných kostek (delší sekvence), tím bude obtížnost navrhované sekvence větší.

Proti tomuto předpokladu o shodné obtížnosti sekvencí se stejným počtem kostek argumentovali Smirni, Villardita a Zappalá (1983) a dokázali, že je možné získat se stejným počtem kostek (číslí) sekvence rozdílné obtížnosti. Výzkumníci pro definování prostorového rozsahu navrhli sekvence homogenní obtížnosti a zjistili, že výkon

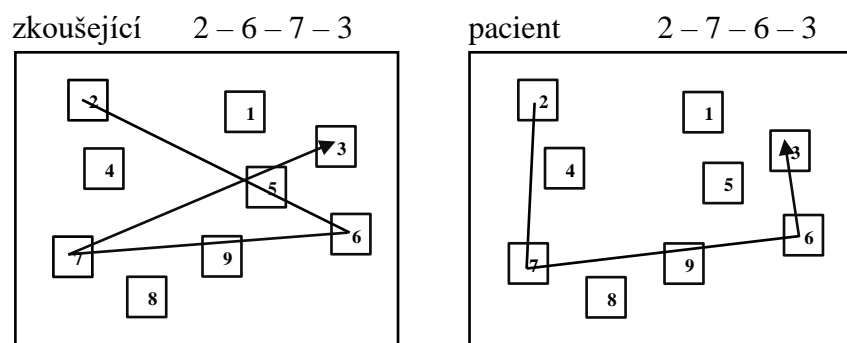
v prostorové paměti v Corsiho testu závisí nejen na délce cesty, ale také na číselné sekvenci, která pro danou délku cesty generuje různé prostorové konfigurace. Jinými slovy cesty se stejným počtem kostek, ale s různými čísly nebo se stejnými čísly, ale ve změněném pořadí, mohou mít odlišnou složitost (např. 1,6,5,3 a 3,7,6,2 nebo 3,7,6,2 a 2,7,6,3). Svou studií poukázali na fakt, že obtížnost cesty může souviset i s její konfigurací (Smirni, Villardita, & Zappalá, 1983).

Konfigurace cesty a další podobné faktory vztahující se k obtížnosti sekvence jako je délka sekvence a počet křížení byly poprvé identifikovány pomocí analýzy chyb vzniklých u pacientů s demencí (Grossi, Orsini, & Ridente, 1977; Cantone, Orsini, Grossi, & De Michele, 1978; in Orsini et al., 2001).

Grossi, Orsini a Ridente (1977) zaznamenali zvláštní typ chyby, kterého se během provádění Corsiho testu pacienti dopouštěli. Testovaní pacienti se sice dotýkali stejných kostek, které zkoušející prezentoval, ale v jiném pořadí, přičemž ukazovali jednodušší prostorovou cestu, která neobsahovala křížení. Uvedený typ odpovědi je znázorněn na obrázku 10. Autoři označili tento typ chyby jako „zjednodušení“ (*simplification*) prostorové cesty, kdy se původní prostorová cesta změnila na nejkratší linii spojující kostky, kterých se pacienti postupně dotýkali (Grossi et al., 1977, in Orsini et al., 2001).

Obrázek 10

Ukázka chyby typu *simplifikace* – zjednodušení cesty



Pozn. Cesta prezentovaná zkoušejícím 2673 a cesta zjednodušená pacientem 2763 bez křížení (upraveno: Grossi et al., 1977, in Orsini et al., 2001)

Orsini et al. (2001), který vycházel ze studie Smirniho et al. (1983), analyzoval obtížnost prostorové cesty na základě počtu kostek, na které zkoušející poklepal a současně na základě počtu křížení, která se v prostorové cestě vyskytla. Orsini et al. (2001) definuje prostorovou cestu jako ideální linii spojující kostky, na které zkoušející

během testování poklepává a proband ji reprodukuje. Křížení definuje jako místo, kde se ideální linie určující cestu v prostoru nad vyťukávanými kostkami protínají (Orsini et al., 2001). Ve své studii s kolegy vytvořili 24 sekvencí, které se lišily délkou sekvence a počtem křížení. Použili sekvence o 6 a 7 číslicích, s 0, 2 a 4 kříženími a pro každou variantu číslic několik křížení, přičemž čtyři řady byli neměnné. Všechny sekvence byly sestaveny tak, aby se v žádné z nich nevyskytlo nějaké číslo dvakrát neboli na určité kostce se poklepalo maximálně jednou v dané sekvenci. Pořadí, v jakém bylo každému participantovi předkládáno 24 sekvencí, bylo náhodné. Závěry studie byly následující:

- (1) zvýšení počtu číslic (kostek) zvyšuje obtížnost řady a
- (2) zvyšování počtu křížení zvyšuje obtížnost série a také
- (3) je možné vytvořit řadu s minimálním počtem číslic, ale s velkým počtem křížení tak, že sekvence jsou obtížnější anebo mají obtížnost stejnou jako sekvence s velkým počtem číslic, ale s minimálním počtem křížení (Orsini et al., 2001).

Délka sekvence neboli počet kostek není ani podle Kempsově (1999) jediným faktorem ovlivňujícím obtížnost jednotlivých sekvencí. Kempsová (1999) uvádí, že existují minimálně dva významné efekty určující složitost Corsiho testu:

- (1) efekt kvantitativní – zohledňující počet kostek v pokusu a
- (2) efekt strukturální – odrážející pravidelnost nebo náhodnost rozmístění kostek na desce (Kemps, 1999), ke kterým později přiřazuje faktor další
- (3) efekt křížení – křížení imaginárních linií vedoucích nad kostkami (Kemps, De Rammelaere, & Desmet, 2000).

Kempsová (1999) ve výzkumné studii popisuje čtyři experimenty, ve kterých byl zkoumán vliv složitosti prostorové cesty na krátkodobé uchování zrakově-prostorového materiálu. Determinanty obtížnosti rozděluje na kvantitativní faktor, který stanoví horní hranici složitosti a na strukturální faktor, který obtížnost snižuje. V jednotlivých experimentech byly použity různé varianty Corsiho testu. Kvantitativní složitost byla upravována počtem kostek na černé dřevěné desce a strukturální složitost pak byla určena různými rozmístěními kostek. Kempsová (1999) zjistila, že zrakově-prostorové rozpětí je citlivé k oběma měřítkům obtížnosti. Výkon byl nepřímo úměrný počtu kostek neboli délce sekvence. Lepší výkon byl zaznamenán, když byly kostky rozmístěny pravidelně v matici než, když byly kostky rozloženy náhodně. Kromě toho se ukázalo, že vliv složitosti je zmírněn interakcí mezi strukturou a množstvím prezentovaných podnětů.

Výsledky tak potvrdily, že složitost je důležitou charakteristikou zrakově-prostorové pracovní paměti (Kemps, 1999).

Kempsová (2001) využila uvedený jev k dalšímu zkoumání vlastností zrakově-prostorového náčrtníku, aby přispěla k jeho teoretickému rozvoji. Následující experimenty (Kemps, 2001) poskytly další informace o procesech usnadňujících uchování informací ve zrakově-prostorové krátkodobé paměti mezi něž patří složitost prostorové cesty. V experimentech bylo využito upraveného tradičního Corsiho testu. Celkem 25 černých kostek o velikosti hrany 4 cm byly rozmístěny po černé dřevěné desce ve tvaru čtverce o rozměrech (40 x 40 cm) v pravidelné matici 5 x 5 kostek. Kostky byly očíslovány od 1 do 25 tak, aby čísla viděl pouze experimentátor. Složitost cesty byla určena třemi gestaltskými principy:

- (1) *symetrie*: opis prostorové cesty vytvořený cílenými pohyby mezi kostkami je pouze symetrický (vodorovný, kolmý či svírá úhel 45 stupňů s osami zobrazené matice);
- (2) *opakování*: jedna část sekvence se může v podobných pozicích opakovat, buď stejně nebo může být transformována (tj. je zrcadlově nebo je pootočena);
- (3) *pokračování*: cílové pozice kostek v sekvenci vytvářejí souvislou prostorovou cestu, v níž nejsou žádná křížení.

Strukturované cesty zahrnovaly alespoň jeden z uvedených principů, zatímco komplexní cesty žádný z jmenovaných principů neobsahovaly. Strukturované cesty usnadňovaly výkon v paměti, což potvrzuje zjištění Kempsová (1999) o strukturálním efektu jako faktoru obtížnosti prostorové cesty. Kódování a uchování strukturované cesty v paměti spotřebuje méně kapacity zrakově-prostorového skladu pracovní paměti, protože u strukturované cesty je potřeba si zapamatovat méně informací než u cesty složité. Zapamatování si rozložení kostek na desce je vnější podpora, když je pravidelné, ale zapamatování si trasování cesty už vyžaduje aktivní zpracování této informace. Podle Logieho (1995) dvousložkové teorie zrakově-prostorové komponenty pracovní paměti – může být mentální reprezentace desky uložena v pasivní vyrovnávací paměti (*visual cache*), zatímco mentální reprezentace cesty může být opakována ve vnitřním zapisovateli (*inner scribe*) (Logie, 1995). Na objasnění této spekulativní spojitosti mezi efekty složitosti prostorové cesty a rozlišením mezi vyrovnávací pamětí a vnitřním zapisovatelem zrakově-prostorového náčrtníku navrhuje Kempsová (2001) zaměřit další výzkum.

Badatelé De Lillo, Kirby a Poole (2016) měřili v pěti experimentech schopnost uchovat ve zrakově-prostorové pracovní paměti sekvence míst. Uvedenou schopnost testovali tak, že participanti reprodukovali sekvence pohybů zobrazených na monitoru anebo prováděných experimentátorem. Došli ke zjištění, že existují různé organizační faktory, které výrazně ovlivňují kapacitu zrakově-prostorové paměti, ale často nejsou tyto faktory blíže specifikované. Autoři se domnívají, že jejich určení je pro charakterizaci modelů pracovní paměti a pro stanovení vlivu struktury na kapacitu prostorové paměti zásadní, a proto uvádí pět experimentů, ve kterých hodnotí relativní roli a nezávislost následujících faktorů dosud popisovaných v literatuře. Mezi faktory ovlivňující obtížnost cesty zahrnuli existenci strukturovaných či nestrukturovaných sekvencí (tj. po sobě jdoucí položky nebyly ve stejném řádku, sloupci nebo diagonále), dále délka cesty, která byla definována z hlediska celkového počtu čtverců protnutých v sekvenci, kdy dlouhé sekvence protnuly nejméně 10 čtverců a krátké sekvence protínaly maximálně 6 čtverců a posledním faktorem bylo křížení cest, které odkazovalo na přechody v sekvenci překračující imaginární linii dříve dokončené sekvence (Kemps, 2001). Výsledkem bylo zjištění, že přesnost zapamatování byla lepší pro sekvence, které byly strukturované nebo s krátkou cestou anebo bez křížení. Experimentální účinek každého ze tří faktorů ilustrovala hodnota η^2 , která udávala podíl rozptylu, který každý z faktorů vysvětluje. Křížení cest vysvětlovalo větší část rozptylu než délka cesty. Důležitým zjištěním ale bylo, že největší část rozptylu byla vysvětlena zbytkovými efekty struktury, které nelze vysvětlit ani křížením ani délkou cesty. Výsledky tedy naznačují, že efekt související se strukturou hrál větší roli než efekt související s charakteristikami cesty. Navíc účinky struktury se ukázaly jako ty, které vysvětlují většinu rozptylu v datech, následované účinky křížení cest, a nakonec délkou cesty (De Lillo, Kirby, & Poole, 2016).

Ginsbergová et al. (2017) ve svém výzkumu popisuje další možné faktory ovlivňující obtížnost prostorové cesty – vzdálenost mezi kostkami a rozdílnost v úhlech, které svírají jednotlivé linie trajektorie. Odhad obtížnosti různých úrovní charakterizuje pomocí 5 proměnných:

- (1) rozsah (*span*) – počet kostek v sekvenci,
- (2) úhlovost (*angularity*) – součet všech úhlů, které svírají linie mezi jednotlivými kostkami v prostorové cestě [ve stupních],
- (3) rušení (*clutter*) – součet všech rušivých událostí v trase jako je existence jiných kostek, nad kterými linie od jedné kostky ke druhé vede,

- (4) křížení (*crossings*) – součet všech křížení v sekvenci kromě poslední a
- (5) vzdálenost mezi první a poslední kostkou (*DFL – distance between first and last block*) v sekvenci [v mm] (Ginsberg et al., 2017).

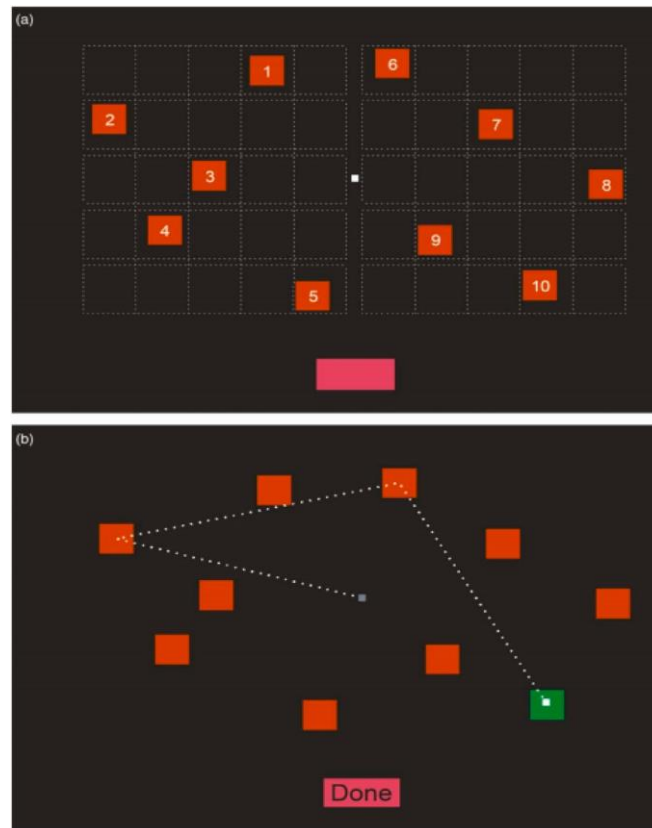
Woods et al. (2016) ve své studii využívající digitální formu Corsiho testu (viz obrázek 11) vedle analýzy faktorů ovlivňujících výkon v testu – věk, vzdělání, pohlaví nebo používání počítače, zkoumá také faktory ovlivňující obtížnost testu, jakými jsou: vzdálenost kostek, konfigurace a křížení linií. Woods et al. (2016) uvádí, že se v jednotlivých sekvencích vyskytují následující typy chyb: transpozice – záměna pořadí správných kostek, vynechání kostky, přidání kostky, substituce – výběr náhradní kostky nebo permutace – složité přeskupení pořadí kostek a že uvedené chyby mají v každé úrovni různou četnost (Woods, Wyma, Herron, & Yund, 2016).

Ginsbergová et al. (2017) také charakterizuje typy chyb, které se při odpovědích participantů v jednotlivých sekvencích Corsiho testu (*Corsi Block Task*) vyskytují. Pro přehlednost analyzované chyby člení do následujících tří kategorií podle jejich charakteru:

- T – časové chyby (*temporal errors*), které se týkaly pouze záměny pořadí správných kostek,
- S – prostorové chyby (*spatial errors*), které obsahovaly záměnu v jiných kostkách, včetně jejich opakování, což způsobilo změnu trajektorie a
- N – numerické chyby (*numerical errors*), které zahrnovaly buď více anebo méně kostek, než bylo v prezentované sekvenci ukázáno (Ginsberg, Rinehart, & Fielding, 2017).

Obrázek 11

Zobrazení displeje (a) a ukázka sekvence (b)



Pozn. (a) Zobrazení displeje (C-SST). Na předem určených, ale současně náhodně vybraných pozicích v rámci matice je zobrazeno deset čtverců, přičemž se jejich pozice v každém pokusu měnily. Každý čtverec se mohl objevit v kterémkoli z pěti políček každého řádku na každé polovině plochy s tím, že obě poloviny plochy obsahovaly v každém řádku a v každém sloupci právě jeden čtverec. Čtverce 1–5 se nacházely na levé polovině plochy a čtverce 6–10 na pravé polovině plochy. Čísla a přerušované čáry jsou pouze ilustrační a pro účastníky neviditelné.

(b) Testovací sekvence o délce tři. Zobrazení sekvence „2–6–10“. Sekvence byla zobrazena pohyblivým kurzorem (bílý čtvereček), přičemž každý čtverec blikal zeleně, když byl vybrán (vpravo dole). Po dokončení sekvence se rozsvítilo červené políčko „Done“ a kurzor se opět vrátil do polohy do středu obrazovky. Přerušovaná čára znázorňuje posun kurzoru, kterou účastník také nevidí (převzato: Woods, Wyma, Herron, & Yund, 2016).

EMPIRICKÁ ČÁST

Jedním z nejužívanějších a nejkompexnějších testů paměti je kompletní verze WMS-III (Wechslerova paměťová škála – třetí vydání, 1997), jejíž příručka vyšla v roce 1999 v českém jazyce v bratislavské Psychodiagnostice. V rámci této Wechslerovy paměťové škály je pro měření kapacity prostorové pracovní paměti určen test prostorový rozsah (PR) vytvořený na základě původního Corsiho testu (1972), který je pro svoji snadnost administrace a rychlost vyhodnocování v klinické i výzkumné praxi často využíván.

7 Výzkumný záměr studie

Předpokládaným výzkumným záměrem diplomové práce je zjistit, zda je kapacita prostorové pracovní paměti měřená pomocí testu PR z WMS-III u pacientů s Parkinsonovou nemocí významně snížena oproti kontrolnímu souboru tvořeného zdravými dospělými.

Dalším cílem studie je analýza následujících typů chyb (viz příloha 3):

- ❖ transpozice – záměna pořadí dvou kostek, které byly součástí sekvence,
- ❖ substituce – výběr náhradní kostky, která nebyla součástí sekvence,
- ❖ permutace – složitě přeskupení pořadí kostek, které byly součástí sekvence,
- ❖ přidání kostky do sekvence,
- ❖ vynechání kostky v sekvenci a
- ❖ simplifikace – zjednodušení cesty tvořené kostkami, které byly součástí sekvence, kdy dochází ke zkrácení cesty v důsledku vynechání křížení a cesta tak opisuje větší či menší polygon.

7.1 Výzkumné otázky

VO: Dosahují zdraví lidé v testu prostorový rozsah z WMS-III (PR) zaměřeného na kapacitu zrakově-prostorové pracovní paměti lepších výsledků než pacienti s PN?

VO: Jaké druhy chyb se v odpovědích v testu PR objevují?

7.2 Hypotéza

H₀: Výsledky v testu prostorový rozsah z WMS-III u zdravých osob se neliší od výsledků pacientů s diagnózou PN.

7.3 Dílčí hypotézy

H₀: Maximální rozsah v PR popředu u zdravých osob se neliší od maximálního rozsahu v PR popředu u pacientů s PN.

H₀: Maximální rozsah v PR pozpátku u zdravých osob se neliší od maximálního rozsahu v PR pozpátku u pacientů s PN.

7.4 Operacionalizace hypotéz

Proměnná „výsledky v testu prostorového rozsahu z WMS-III“ je operacionalizována jako celkový hrubý skór dosažený v tomto testu (WMS-III, Wechsler, 1997).

Proměnná „maximální rozsah“ je operacionalizována jako nejdelší dosažená sekvence, ve které bylo 50 % úspěšných pokusů (Woods, et al. 2016, viz podkapitola 3.2 *Administrace a vyhodnocování testu PR z WMS-III*).

Maximální rozsah je definován také jako počet kostek posledního správně zodpovězeného pokusu předtím, než byly oba pokusy v další úrovni ukázány nesprávně (Woods et al., 2016).

8 Metodika výzkumu

Statistické metody ve studii byly použity s cílem zjistit výkon v testu PR z WMS-III, který měří kapacitu zrakově-prostorové pracovní paměti u pacientů s PN a u zdravých osob podobného věku. Získané výsledky obou souborů mezi sebou porovnat a dále popsat nejčastější typy chyb, kterých se participanti v jednotlivých úrovních testu PR dopouštěli.

8.1 Statistická analýza dat

Data byla sbírána v souladu s manuálem pro test prostorový rozsah z WMS-III (Wechsler, 1997). Hrubé skóry obou částí testu PR popředu, PR pozpátku a celkový skór PR celkem byly zaneseny do excelových tabulek, kde byl navíc u každého participanta zaznamenán tzv. maximální rozsah (tj. nejvyšší dosažená úroveň) pro obě části testu PR popředu a PR pozpátku. Pomocí Excelu byly vytvořeny grafy umístěné v přílohách.

Nejdříve byla zpracována popisná statistika výzkumného souboru VS, složeného z kontrolního KS a klinického PN. Pro zhodnocení normální distribuce dat byl využit Shapirův-Wilkův (S-W) test, případně pro určení normality výsledků v testu PR přísnější Kolmogorovův-Smirnovův (K-S) test. Dále byla provedena korelační analýza z důvodu neparametrického rozložení dat v testu PR a demografických proměnných věku a vzdělání pomocí ρ – Spearmanova korelačního koeficientu. Pro zjišťování rozdílu mezi pohlavími a výsledky v testu PR byl ve skupinách využit Mannův-Whitneyův U (M-W U) test pro identifikaci rozdílů. Neparametrický M-W U test pro dva nezávislé soubory pro rozlišení rozdílů dvou skupin byl dále použit pro potvrzení či zamítnutí nulové hypotézy studie. M-W U test nevyžaduje žádné předem známé rozdělení proměnné, protože může místo průměrů porovnávat mediány ve dvou skupinách. V testu se srovnávala průměrná pořadí (*mean ranks*) vytvořená z pořadí participantů podle jejich hodnot proměnné (výkon v testu PR). Signifikance menší než 0,05 znamená, že zamítneme nulovou hypotézu o shodnosti (mediánů nebo průměrů) a přijmeme hypotézu alternativní o tom, že rozdíly mezi soubory KS a PN nevznikly náhodou, výběrovou chybou, ale že podobné výsledky můžeme očekávat téměř s jistotou i u základního souboru (Rabušic et al., 2019, str. 228).

Veškerá data v průběhu studie byla zpracovávána počítačovými programy JASP verze 0.14.1, Excel Microsoft Office verze 2206 a pro podrobnější analýzu dat byl využit statistický software IBM SPSS Statistics verze 22.

8.2 Výzkumný soubor

Do výzkumu bylo zařazeno celkem 95 dospělých osob, z toho v kontrolní skupině (KS) bylo 32 zdravých dospělých osob a ve skupině klinické (PN) složené z pacientů s diagnózou Parkinsonovy nemoci bylo 63 osob. Deskriptivní statistiky demografických charakteristik výzkumného souboru (VS) jsou uvedeny v následující tabulce 2.

Tabulka 2

Demografické charakteristiky všech participantů studie (výzkumný soubor)

Celkem osob <i>n</i> = 95	PN <i>n</i> = 63	KS <i>n</i> = 32
Věk v letech (průměr ± SD)	59,00 ± 8,30	62,44 ± 9,04
Vzdělání v letech (průměr ± SD)	14,00 ± 3,07	14,75 ± 3,40
Pohlaví (% mužů a podíl muži/ženy)	62 39/24	47 15/17

Pozn. PN – soubor pacientů s Parkinsonovou nemocí, KS – kontrolní soubor, *n* – počet participantů, SD – směrodatná odchylka

Skupiny PN a KS se mezi sebou vzděláním ani zastoupením pohlaví statisticky významně nelišily, statisticky významně se skupiny od sebe odlišovaly pouze věkem podle M-W U testu ($U = 720,5$; $p = 0,024$), kdy průměrný věk je u KS vyšší než u PN, k čemuž by se při interpretaci výsledků mělo přihlídnout.

Podrobnější přehled demografických charakteristik věku, vzdělání, pohlaví včetně preference horní končetiny participantů v jednotlivých souborech – klinickém PN a kontrolním KS shrnuje tabulka 3 umístěná na další straně.

V následujícím textu dále bude o jednotlivých skupinách výzkumného souboru VS (PN a KS) pojednáno samostatně, protože výběr pro zařazení participantů do každé skupiny zohledňoval rozdílná kritéria.

Tabulka 3

Demografické charakteristiky účastníků studie

Celkem osob	<i>n</i> = 95	PN		KS	
Charakteristika	Popisná statistika	<i>n</i> = 63		<i>n</i> = 32	
Věk v letech	průměr ± SD	59,00 ± 8,30		62,44 ± 9,04	
	medián	59		63,50	
	rozpětí	38–75		33–83	
Vzdělání v letech	průměr ± SD	14,00 ± 3,07		14,75 ± 3,40	
	medián	12		14	
	rozpětí	9–24		10–25	
Pohlaví	% mužů a muži/ženy	62	39/24	47	15/17
Lateralita	% praváků	94		100	
	% leváků	3		0	
	% ambidextrů	3		0	

Pozn. PN – soubor pacientů s Parkinsonovou nemocí, KS – kontrolní soubor, *n* – počet účastníků, SD – směrodatná odchylka

8.3 Nábör do kontrolního souboru

Potenciální účastníci z řad kognitivně zdravých osob byli osloveni osobně či telefonicky na základě osobní známosti s examínátorem nebo s osobou, která již byla do výzkumu zařazena, případně na doporučení třetí osobou. Jejich účast ve výzkumu byla ve všech případech čistě dobrovolná. Jednalo se o nenáhodný typ výběru z populace. Vzhledem k plánovanému porovnávání zdravých osob s pacienty s Parkinsonovou nemocí (PN) bylo prvotním kritériem při volbě oslovených i věkové rozmezí odpovídající výskytu PN. Orientační dolní hranicí byl věk kolem 30 let, ale spíše byly preferovány osoby vyššího věku.

Při osobním kontaktu bylo každému účastníkovi podrobně vysvětleno zaměření a účel výzkumu. V případě trvalého zájmu byl s účastníky podepsán Informovaný souhlas s psychologickým vyšetřením, kde bylo mimo jiné uvedeno, že veškerá data týkající se jednotlivých osob budou použita pouze pro vědecké účely a že budou zpracovávána anonymně a v žádném případě kromě jejich výslovného souhlasu nebudou poskytnuta dalším osobám.

Pro zařazení do kontrolní skupiny (KS) bylo potřeba, aby osoby vyhovovaly ve dvou oblastech kritérií. Jako první kritérium byl zjišťován zdravotní stav participantů podle anamnestického dotazníku Dotazník na zdravotní stav (viz příloha 1 a 2), který se vyplňoval při setkání a přímo předcházel testování. Z vyšetření byli vyloučeni všichni participanté, v jejichž anamnéze se vyskytovalo neurologické či závažné psychiatrické onemocnění nebo jiné vážné somatické onemocnění vyžadující dlouhodobé užívání předepsaných léků. Do KS také nebyly zařazeny osoby po těžkých úrazech hlavy spojených se ztrátou vědomí, osoby s otřesem mozku nebo s poruchami spánku, které dlouhodobě užívají medikaci, dále osoby po opakovaných celkových anesteziích absolvovaných během posledních dvou let, osoby závislé na alkoholu či psychotropních látkách a také osoby s výraznějším postižením senzoryckého vnímání.

Druhým, následujícím kritériem pak byl výkon v neuropsychologické screeningové zkoušce Mini-Mental State Examination (MMSE; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) k ověření míry kognitivního deficitu. Administrace MMSE trvala přibližně 5 až 10 minut. Test zahrnoval oblasti kognitivních funkcí včetně orientace, koncentrace pozornosti, paměti, jazykových a konstrukčních schopností. Zvolený cut-off skóre MMSE testu k rozpoznání pacientů s mírnou kognitivní poruchou od zdravých osob měl obvyklou hodnotu <26 bodů.

8.4 Demografické charakteristiky kontrolního souboru

Kontrolní soubor se skládal ze 32 participantů. Zastoupení mužů a žen bylo v KS téměř rovnocenné, s nepatrným převisem počtu žen nad počtem mužů (žen bylo o dvě více než mužů, viz příloha 8 graf 13). Ze souhrnného počtu 32 participantů KS bylo testováno 17 žen, což představuje 53 % podíl a 15 mužů, což je 47 % podíl z celkového počtu testovaných v KS, jak bylo uvedeno v předchozí tabulce 3.

Průměrný věk osob v KS byl přibližně 62 let a 5 měsíců a věkové rozpětí participantů se pohybovalo v rozmezí od 33 let do 83 let.

Vzdělání bylo další proměnnou, která byla také operacionalizována počtem let, které participanté strávili studiem k dosažení nejvyššího ukončeného vzdělání. Základní škola je započítávána 8 nebo 9 lety, k čemuž se připočítávalo buď 3leté odborné vyučení či 4letá střední škola s maturitou a na závěr případné ukončené ročníky na VŠ. Doba formálního studia se u KS pohybovala v rozmezí od 10 let do 25 let.

Další doplňující charakteristikou KS byla preference laterality, kdy v KS byli všichni participanti osobami s dominantní pravou horní končetinou.

Pro následnou analýzu dat bylo potřeba ověřit u KS, zda dosažené hrubé skóry v testu PR souvisí s demografickými proměnnými věku a vzděláním. Z důvodu nenormální distribuce demografických proměnných (ověřeno pomocí S-W testu), byly ke korelacím využity neparametrické Spearmanovy korelace ρ srovnávající pořadí, jejichž výsledkem bylo zjištění, že ani jedna z proměnných (věk, vzdělání) nemá významný vliv na výkon v testu PR. Byla pouze zjištěna míra asociace mezi pohlavím participantů a výsledky v testu PR pomocí Spearmanovy korelace ($\rho = 0,501$; $p = 0,004$). Po rozdělení proměnné pohlaví do dvou kategorií (1= ženy, 2=muži) byl pomocí M-W U testu ($U = 54,5$; $p = 0,006$) identifikován rozdíl ve výkonu mezi pohlavími, což koresponduje s podobnými výsledky bakalářské práce.

8.5 Klinický soubor pacientů s Parkinsonovou nemocí

Data klinického souboru pocházejí od pacientů Neurologické kliniky 1. Lékařské fakulty a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, léčících se s diagnózou PN. Oslovení pacienti byli obeznámeni se záměrem výzkumu a dobrovolně souhlasili se zařazením do studie. Mezi vylučující kritéria patřily závažné motorické symptomy PN, psychiatrická, cévně-mozková a jiná závažná somatická onemocnění v anamnéze pacienta. Podobně jako u osob v KS bylo vylučujícím kritériem také závislost na alkoholu či psychotropních látkách anebo výraznější postižení sensorického vnímání či neurologická a psychiatrická onemocnění zpochybňující diagnózu PN.

8.6 Demografické charakteristiky klinického souboru

Klinický soubor (PN) byl složen ze 63 pacientů s diagnostikovanou Parkinsonovou nemocí. Zastoupení mužů a žen bylo poněkud odlišné od souboru kontrolního, který měl přibližně stejný počet mužů a žen. V PN je nadpoloviční většina mužů, která převažuje nad ženami (viz příloha 8 graf 14). Muži představují 62 % z celkového počtu testovaných pacientů, což je 39 mužů oproti 24 ženám, které zastupují 38 % z celkového počtu všech 63 osob PN.

Průměrný věk pacientů v PN byl 59 let a věkové rozpětí pacientů se pohybovalo v rozmezí od 38 let do 75 let.

Další proměnnou operacionalizovanou počtem let bylo maximálně dosažené vzdělání pacientů, do kterého se započítávalo počet let aktivního studia podobně jako u KS. Doba formálního studia se u souboru PN pohybovala v rozmezí od 9 let do 24 let, v průměru 14 let se směrodatnou odchylkou 3 roky.

Další doplňující charakteristikou byl počet osob s dominantní pravou či levou rukou. Praváci byli zastoupeni 94 %, což představovalo 59 pacientů, 2 participantů byli leváci a 2 pacienti nerozlišovali dominantní pravou ani levou ruku (ambidextři). Obě skupiny společně (jak leváci, tak ambidextři) představovaly 6 % z celkového počtu 63 testovaných pacientů (osob v PN).

Vztah demografických proměnných na výkon v testu PR byl také z důvodu nenormálního rozložení dat ověřován neparametrickými postupy. Spearmanův korelační koeficient ρ neprokázal významný vztah mezi věkem, vzděláním a výsledky v testu PR. Také vliv pohlaví na výkon testu byl za pomoci M-W U testu po rozdělení do kategorií (1 = ženy a 2 = muži) vyloučen.

9 Výsledky v testu prostorový rozsah ve WMS-III

Test PR ve WMS-III je administrován ve dvou fázích, které na sebe bezprostředně navazují. Každý správný pokus je skórován 1 bodem. Počet sekvencí v PR popředu je stejný jako v PR pozpátku, a proto se skórují stejným způsobem. Maximální dosažené hrubé skóre je v PR popředu stejné jako v PR pozpátku 16 bodů. Celkové hrubé skóre v testu PR tedy může dosahovat až 32 bodů.

9.1 Výsledné hrubé skóry

Následující tabulka 4 zachycuje výsledky výzkumného souboru, který čítal celkem 95 participantů, v testu PR popředu, PR pozpátku a PR celkem.

Tabulka 4

Průměrný hrubý skór ± standardní odchylka a rozpětí v testu prostorový rozsah ve výzkumném souboru (klinický a kontrolní soubor)

<i>n</i> = 95	Průměr ± SD	Rozpětí
PR popředu	7,24 ± 1,88	3–12
PR pozpátku	6,64 ± 1,66	2–11
PR celkem	13,88 ± 2,95	6–20

Pozn. SD – směrodatná odchylka, *n* – počet participantů, PR – test prostorový rozsah

Výsledky jsou uvedeny v průměrných hrubých skórech se směrodatnou odchylkou. Z předložených dat vyplývá, že ve VS dosahují průměrné výsledky participantů v PR popředu 7,24 bodů, se směrodatnou odchylkou 1,88 bodů, což je více než průměrné výsledky v PR rozsahu pozpátku, které jsou vyčísleny 6,64 body, se směrodatnou odchylkou 1,66 bodů.

Tabulka 5 zachycuje přehled výsledků v hrubých skórech v testu PR v jednotlivých souborech zvlášť, na kterou dále navazuje grafické znázornění v podobě tří krabicových grafů na obrázcích 12–14.

Tabulka 5

Průměrný hrubý skór ± standardní odchylka, medián a rozpětí v testu prostorový rozsah v klinickém souboru pacientů s PN a v kontrolním souboru

Hrubé skóry	Popisná statistika	PN	KS
		<i>n</i> = 63	<i>n</i> = 32
PR popředu	průměr ± SD	6,98 ± 1,91	7,75 ± 1,74
	medián	7,00	8,00
	rozpětí	3–12	4–12
PR pozpátku	průměr ± SD	6,65 ± 1,57	6,63 ± 1,86
	medián	6,00	6,00
	rozpětí	2–10	3–11
PR celkem	průměr ± SD	13,62 ± 2,88	14,38 ± 3,07
	medián	14,00	14,50
	rozpětí	6–20	8–20

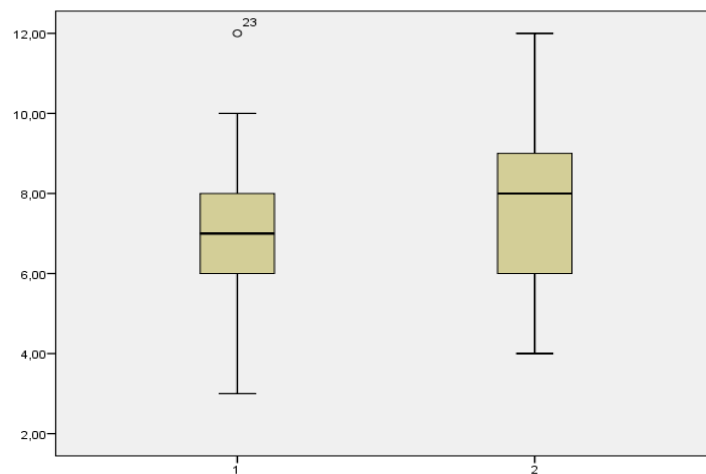
Pozn. PN – soubor pacientů s Parkinsonovou nemocí, KS – kontrolní soubor, SD – směrodatná odchylka, *n* – počet participantů, PR – prostorový rozsah

9.2 Grafické znázornění výsledků v testu PR

Z grafů na obrázcích 12–14 je patrné, že celkový průměrný výkon v testu PR je u KS vyšší. Na obrázku 12 je u KS znázorněna odlehlá hodnota 23 a na obrázku 14 je znázorněna odlehlá hodnota 46 také u KS, které mohou ovlivňovat průměrné výsledky v testu PR popředu i v PR pozpátku. Obě hodnoty se nacházejí ve vzdálenosti v rozmezí 1,5 až 3 IQR od „krabicové“ části grafu. Po podrobnější analýze jednotlivých částí testu PR je zřejmé, že průměrný výkon v části testu PR popředu je u KS vyšší než průměrný výkon v PR popředu u PN (medián KS je o jednotku výše než medián PN) a že průměrný výkon v testu PR pozpátku je u obou skupin vyrovnaný (i mediány obou skupin se shodují).

Obrázek 12

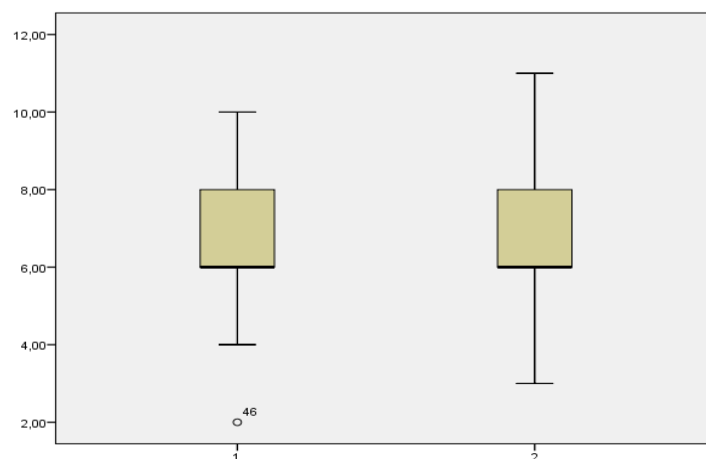
Graf hrubých skóreů v prostorovém rozsahu popředu



Pozn. osa x: 1 – klinický soubor PN, 2 – kontrolní soubor KS, osa y: hrubé skóreů v prostorovém rozsahu popředu

Obrázek 13

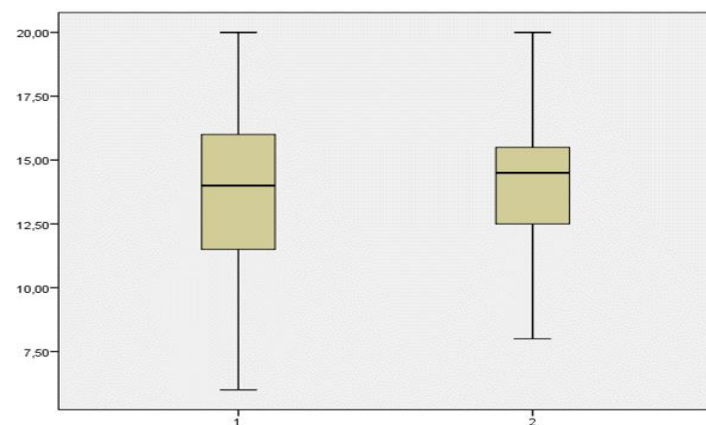
Graf hrubých skóreů v prostorovém rozsahu pozpátku



Pozn. osa x: 1 – klinický soubor PN, 2 – kontrolní soubor KS, osa y: hrubé skóreů v prostorovém rozsahu pozpátku

Obrázek 14

Graf hrubých skóreů v prostorovém rozsahu celkem



Pozn. osa x: 1 – klinický soubor PN, 2 – kontrolní soubor KS, osa y: hrubé skóreů v prostorovém rozsahu celkem

9.3 Shapirův-Wilkův test normality dat

U výsledků testů PR popředu, PR pozpátku a PR celkem jsme zjišťovali pomocí statistického programu SPSS 22, zda mají proměnné normální rozložení. Jedním ze způsobů, jak zjišťovat normalitu rozdělení dat je použití Shapirova-Wilkova testu (S-W test) či Kolmogorova-Smirnovova testu (K-S test), které ověřují nulovou hypotézu, zda jsou získaná data výběrem z normálního rozdělení či nikoliv. Neboli statisticky hodnotí, zda je možné rozdíl mezi pozorovaným rozdělením a teoretickým normálním rozdělením natolik malý, že ho můžeme připsat náhodě (výběrové chybě). V případě, že je tato diference větší, pak získané rozdělení dat nemá normální rozložení, což při aplikaci S-W testu znamená, že pokud vypočtená statistická významnost (signifikance, značená jako p -hodnota) bude větší než 0,05, pak test vychází jako statisticky nevýznamný, z čehož můžeme usuzovat, že rozdělení sledované proměnné (výsledek v testu PR) se statisticky neodlišuje od normálního rozdělení. Pokud bude mít vypočtená významnost testu hodnotu menší než 0,05, pak se od normálního rozdělení statisticky významně odlišuje a sledovaná proměnná (výsledek v testu PR) normální rozdělení nemá. Pro následující statistickou analýzu dat nebude aplikace parametrických testů vhodná, a proto budeme preferovat užití testů neparametrických (Rabušic, Soukup, & Mareš, 2019, s. 129–130).

Tabulka 6

Testy normality Kolmogorovův-Smirnovův a Shapirův-Wilkův pro výsledky v PR

		Kolmogorov–Smirnov ^a			Shapiro–Wilk		
		statistika	df.	p -hodnota	statistika	df.	p -hodnota
PR popředu	PN	,148	63	,002**	,958	63	,031*
	KS	,213	32	,001**	,918	32	,018*
PR pozpátku	PN	,170	63	,000**	,940	63	,004*
	KS	,194	32	,004**	,951	32	,155
PR celkem	PN	,177	63	,000**	,960	63	,040*
	KS	,169	32	,020*	,956	32	,260

Pozn. ^a – Lillieforova korekce, PR – prostorový rozsah, PN – klinický soubor, KS – kontrolní soubor, df. – stupně volnosti, p -hodnota – hladina významnosti, signifikantní hladina: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

V tabulce 6 se vedle K–S testu v rámci programu SPSS 22 vytiskl i test Shapirův–Wilkův S-W, který je vhodnější u souborů, jejichž počet položek je nižší než 50. V našem případě je KS složen z 32 participantů a vypočítaná hodnota v S-W testu pro PR pozpátku

není signifikantní ($>0,05$), což ve výsledku ovlivňuje i hodnotu v PR celkem. Protože je ale tato hodnota v S–W testu ojedinělá a v K–S testu se neprojevuje, budeme přihlížet spíše k výsledkům K–S testu normality, kde se všechny p -hodnoty významnosti pro výsledky v testu PR jak pro PN, tak pro KS nacházejí pod hodnotou 0,05. Z uvedeného důvodu využijeme pro další statistickou analýzu týkající se porovnání výsledků v testu PR popředu, PR pozpátku a PR celkem mezi oběma soubory testy neparametrické, které nevyžadují normální rozdělení sledovaných dat.

9.4 Mannův-Whitneyův test pro porovnání výsledků souborů

Pro identifikaci rozdílů ve výsledcích v PR mezi soubory PN a KS bylo využito neparametrického M-W U testu pro dva nezávislé výběry, který nevyžaduje žádné předem známé rozložení proměnné (výsledků v PR). Pro celkový VS byly definovány dvě kategorie: 1 = PN a 2 = KS, které jsme následně porovnali. V tabulce 7 jsou zobrazeny výsledky M-W U testu. Navíc jsou zde pro přehlednost uvedeny výsledky M-W U testu pro proměnnou maximální rozsah, o které bude pojednáno v následující podkapitole.

Tabulka 7

Rozdíly v PR mezi skupinami PN a KS podle Mannova-Whitneyova U testu

	M-W U	p -hodnota
PR popředu	771,000	0,058
PR pozpátku	1054,500	0,710
PR celkem	912,500	0,450
Max popředu	743,500	0,028*
Max pozpátku	1105,000	0,421

Pozn. PR – výsledky v testu prostorový rozsah, Max – maximální rozsah, PN – klinický soubor, KS kontrolní soubor, p -hodnota – hladina významnosti, signifikantní hladina * $p < 0,05$, M-W U – hodnota Mannova-Whitneyova U testu

Výsledky M-W U testu nepotvrzují statisticky významný rozdíl ve výsledcích v testu PR popředu, v PR pozpátku ani v PR celkem mezi skupinami PN a KS. U výsledků v PR popředu lze usuzovat pouze na trend k významnosti $p < 0,10$.

Z uvedeného důvodu nelze zamítnout nulovou hypotézu H_0 : *Výsledky v testu prostorový rozsah z WMS-III u zdravých osob se neliší od výsledků pacientů*

s Parkinsonovou nemocí. Signifikantní rozdíl je identifikován pouze u proměnné maximální rozsah v PR pozpátku, což bude rozebráno v dalším textu.

9.5 Maximální rozsah v testu prostorového rozsahu z WMS-III

V naší studii byl u každého participanta zaznamenán vedle výsledných hrubých skóre také maximální rozsah neboli nejvyšší dosažená úroveň (viz podkapitola 3.2), ze které bylo zřejmé, jaký je maximální počet kostek, které si každý participant v testu PR zapamatoval správně. Tabulka 8 nabízí přehled maximálních rozsahů – nejdelších sekvencích, ve kterých byli participant z PN a z KS ještě úspěšní.

Tabulka 8

Maximální rozsah pro klinický a kontrolní soubor (počet kostek)

Popisná statistika		PN	KS
		<i>n</i> = 63	<i>n</i> = 32
PR popředu	průměr ± SD	4,99 ± 1,14	5,47 ± 0,98
	medián	5,00	6,00
	rozpětí	3–8	3–7
PR pozpátku	průměr ± SD	4,78 ± 1,01	4,66 ± 0,94
	medián	5,00	4,00
	rozpětí	2–7	3–7

Pozn. PR – prostorový rozsah, SD – směrodatná odchylka, PN – klinický soubor, KS – kontrolní soubor, *n* – počet participantů v souboru

Z tabulky 8 je možné vyčíst, že participant v PN dosahovali maximálního rozsahu v průměru o délce 4,99 kostek v PR popředu a participant v KS se v PR popředu pohybovali v úrovni vyšší o průměrné délce 5,47 kostek. Zatímco v PR pozpátku je diference mezi průměrnou hodnotou maximálního rozsahu PN a KS menší, je naopak oproti PR popředu průměrný maximální rozsah u PN v PR pozpátku vyšší než u KS. Za povšimnutí stojí rozdíl v hodnotě průměru v PR popředu a v PR pozpátku u KS, který je větší než u souboru PN a také rozdíl mezi mediány u KS v PR popředu a v PR pozpátku o velikosti 2 kostek.

9.6 Porovnání maximálního rozsahu mezi klinickým a kontrolním souborem

Porovnání maximálního rozsahu mezi PN a KS bylo podobně jako předchozí porovnání provedeno pomocí neparametrického Mannova-Whitneyova U testu z důvodu distribuce dat, která také nevykazovala normální rozložení. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9

Rozdíly v PR mezi skupinami PN a KS podle Mannova-Whitneyova U testu

	M-W U	<i>p</i> -hodnota
Max popředu	743,500	0,028*
Max pozpátku	1105,000	0,421

Pozn. PR – výsledky v testu prostorový rozsah, Max – maximální rozsah, PN – klinický soubor, KS kontrolní soubor, *p*-hodnota – hladina významnosti, signifikantní hladina: **p* < 0,05, M-W U – hodnota Mannova-Whitneyova U testu

Srovnání dvou skupin identifikovalo existenci signifikantního rozdílu mezi maximálním rozsahem v PR popředu (*Med* = 5) u PN a maximálním rozsahem v PR popředu u KS (*Med* = 6) na hladině významnosti *p* < 0,05. Protože je zde signifikance menší než 0,05, můžeme zamítnout dílčí nulovou hypotézu **H₀**: *Maximální rozsah v PR popředu u zdravých osob se neliší od maximálního rozsahu v PR popředu u pacientů s PN* a přijmout hypotézu alternativní. Naopak další dílčí nulovou hypotézu **H₀**: *Maximální rozsah v PR pozpátku u zdravých osob se neliší od maximálního rozsahu v PR pozpátku u pacientů s PN* podle výsledků v M-W U testu zamítnout nelze.

Následující tabulka 10 zobrazuje srovnání maximálních rozsahů dosažených v PR popředu u PN a KS, ze které je patrné, že modus maximálního rozsahu o četnosti 23 je v úrovni 6. U KS je nejčetnější také úroveň 6, ale s četností 19 představuje 59,38 % z celkového počtu dosažených úrovní.

Tabulka 10

<i>PN – maximální rozsah v PR popředu</i>			<i>KS – maximální rozsah v PR popředu</i>		
maximální rozsah	četnost	procentní podíl	maximální rozsah	četnost	procentní podíl
3	8	12,70	3	1	3,13
4	13	20,64	4	6	18,75
5	17	26,98	5	4	12,50
6	23	36,51	6	19	59,38
7	1	1,59	7	2	6,25
8	1	1,59	8		
celkem	63	100,00	celkem	32	100,00

Pozn. PN – klinický soubor, KS – kontrolní soubor, PR – prostorový rozsah

Tabulka 11 poskytuje pohled na maximální rozsah v PR pozpátku u obou souborů. V PR pozpátku je u PN situace obdobná jako v PR popředu, kdy maximální rozsah s největší četností s hodnotou 23 v PR popředu klesla v PR pozpátku na maximální rozsah o délce 4 kostky. U KS v PR pozpátku je nejvyšší četnost také na úrovni 4 stejně jako je tomu u PN souboru, ale s hodnotou 17, což představuje 53,13 % podíl ze všech dosažených nejvyšších úrovní.

Tabulka 11

<i>PN – maximální rozsah v PR pozpátku</i>			<i>KS – maximální rozsah v PR pozpátku</i>		
maximální rozsah	četnost	procentní podíl	maximální rozsah	četnost	procentní podíl
2	1	1,59	2		
3	3	4,76	3	1	3,13
4	23	36,51	4	17	53,13
5	20	31,75	5	7	21,88
6	14	22,22	6	6	18,75
7	2	3,18	7	1	3,13
celkem	63	100,00	celkem	32	100,00

Pozn. PN – klinický soubor, KS – kontrolní soubor, PR – prostorový rozsah

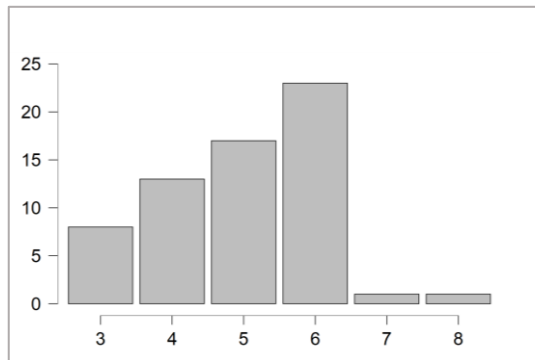
Pro názornější ilustraci jsou níže zobrazeny grafy 1–4 znázorňující maximální rozsah (50 % úspěšnost v nejdelsí správné úrovni) pro PN a KS zvlášť.

Grafy 1 a 3 zobrazují četnosti maximálního rozsahu v PN a grafy 2 a 4 zobrazují četnosti u KS. Z porovnání grafů je zřejmé, že u PN dochází k postupnému zvyšování maximálního rozsahu na úroveň 6 v PR popředu, zatímco u KS je nárůst skokový. Podobně je tomu i u PN v PR pozpátku, kdy pokles maximálního rozsahu je pozvolný a u KS je spíše skokový.

Na všech grafech je možno zaznamenat, že největší propad je vždy u sedmé úrovni. Z čehož je možné usuzovat, že obtížnost dvou sekvencí v sedmé úrovni je natolik obtížná, že zde pravděpodobně nehraje hlavní roli pouze faktor délky, ale nějaký další faktor složitosti (např. opakování kostky v sekvenci, počet křížení, celková vzdálenost mezi první a poslední kostkou aj.). Pro tento úsudek, ale v této studii nemáme dostatečnou oporu v datech, protože vyšších úrovní v PR testu dosáhlo pouze minimum participantů.

Graf 1

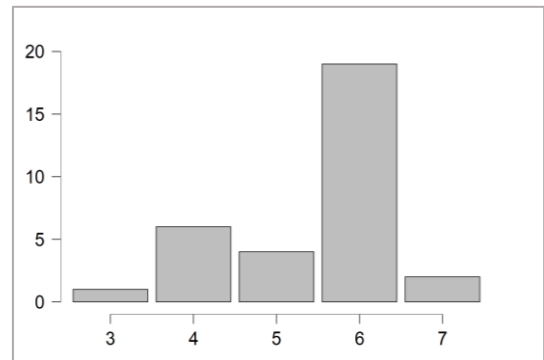
Maximální rozsah PR popředu PN



Pozn. osa x – maximální rozsah, osa y – četnost, PR – prostorový rozsah, PN – klinický soubor

Graf 2

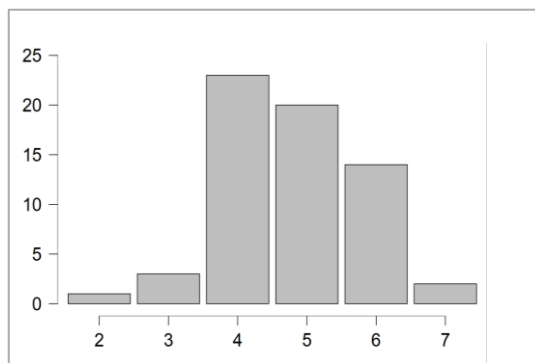
Maximální rozsah PR popředu KS



Pozn. osa x – maximální rozsah, osa y – četnost, PR – prostorový rozsah, KS – kontrolní soubor

Graf 3

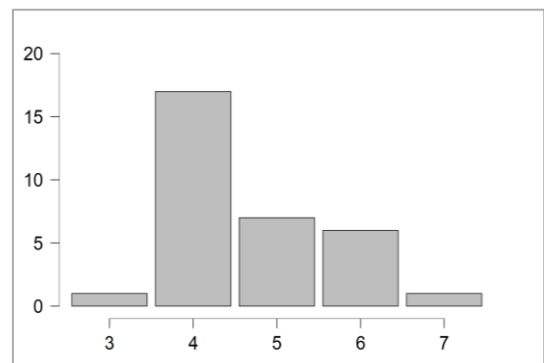
Maximální rozsah PR pozpátku PN



Pozn. osa x – maximální rozsah, osa y – četnost, PR – prostorový rozsah, PN – klinický soubor

Graf 4

Maximální rozsah PR pozpátku KS



Pozn. osa x – maximální rozsah, osa y – četnost, PR – prostorový rozsah, KS – kontrolní soubor

10 Analýza chyb v testu prostorový rozsah z WMS-III

Každá sekvence z obou pokusů určité úrovně, která byla dána konfigurací čísel, byla charakteristická typem chyb, kterých se participanti v PN a v KS dopouštěli. Jak již bylo zmiňováno, pro postup do vyšší úrovně bylo zapotřebí ukázat správně alespoň jeden ze dvou pokusů dané úrovně. V PR pozpátku měl participant navíc ukázat sekvenci, v obráceném pořadí, než mu bylo prezentováno. Pravidlo pro ukončení v testu souviselo se dvěma neúspěšnými pokusy v jedné úrovni, které ukončovaly test.

Pro ilustraci jsou některé příklady chyb jako je *simplifikace* – zjednodušení cesty, *substituce* – nahrazení kostky odlišnou kostkou, která nebyla součástí sekvence, *přidání* – prodloužení délky sekvence přidáním kostky, *vynechání* – zkrácení délky sekvence, *permutace* – složité přeskupení kostek, které byly součástí sekvence a *transpozice* – záměna dvou kostek v rámci sekvence vyobrazeny v příloze 3 na obrázku 16 současně s obrázkem 15 znázorňujícím sekvence prezentované zkoušejícím.

Příloha 5 obsahuje grafy 5–8, které znázorňují počty správných pokusů v PR popředu a v PR pozpátku jak pro soubor PN, tak pro soubor KS.

V další příloze 6 jsou zobrazeny grafy 9–10, které znázorňují počet pokusů, které byly realizovány v jednotlivých částech PR současně s počtem chyb, které se v jednotlivých úrovních vyskytovaly u PN a podobné znázornění pro KS v příloze 7 na grafech 11–12.

Souhrnný počet chyb a celkový počet realizovaných pokusů (zahrnující úspěšné a neúspěšné pokusy) v souboru PN a v KS zachycuje tabulka 12.

Tabulka 12

Celkový počet realizovaných pokusů a celkový počet chyb u PN a KS

	PN	KS
	<i>n</i> = 63	<i>n</i> = 32
pokusy v PR popředu	506	288
chyby v PR popředu	191	104
pokusy v PR pozpátku	606	298
chyby v PR pozpátku	187	85
pokusy celkem v PR	1112	586
chyby celkem v PR	378	189

Pozn. PR – prostorový rozsah, PN – klinický soubor, KS – kontrolní soubor, *n* – počet osob

Z tabulky 12 je zřejmé, že skupina PN realizovala o 100 pokusů více v PR pozpátku než v PR popředu na rozdíl od KS, která realizovala přibližně stejný počet pokusů v PR popředu a v PR pozpátku, z čehož vyplývá, že skupina PN byla úspěšnější v PR pozpátku než v PR popředu, zatímco u KS je počet realizovaných pokusů v PR popředu a v PR pozpátku přibližně stejný. Zajímavé je, že se počty chyb u obou skupin v PR pozpátku snižují, přestože je u obou skupin patrný převis realizovaných pokusů.

Z podrobnější analýzy chybných pokusů (tabulka 13) vyplývá, že největší počet chyb v rámci realizovaných pokusů v testu PR popředu je u obou skupin KS i PN v sedmé úrovni jak v PR popředu (7a, 7b), tak v PR pozpátku (7B, 7A) a tato úroveň se jeví jako obtížnější než předchozí úrovně. Projevuje se zde pravděpodobně i jiný faktor obtížnosti než jen pouhé prodloužení sekvence o jednu kostku. Tím by mimo jiné mohl být fakt, že se v sekvenci dvakrát poklepává na tutéž kostku číslo 2 (první a pátá kostka v sekvenci). Je možné, že zde působí i další faktor, kterým není pouze předpokládané křížení imaginárních linií nad kostkami, ale pravděpodobně úhlovost – součet stupňů úhlů, které linie mezi sebou svírají (Ginsberg et al., 2017), kdy dochází k hůře zapamatovatelnému poťukávání na kostky, které jsou umístěny vedle sebe v jedné linii.

Tabulka 13

Počet chyb z počtu realizovaných pokusů v dané úrovni u PN a KS

ch/p úroveň	PN		KS		úroveň	PN		KS	
	<i>n</i> = 63	%	<i>n</i> = 32	%		<i>n</i> = 63	%	<i>n</i> = 32	%
3a	1/63	1,59	0/32	0,00	3B	5/63	7,94	2/32	6,25
3b	2/63	3,17	1/32	3,13	3A	2/63	3,17	1/32	3,13
4a	17/63	26,99	3/32	9,34	4B	8/62	12,90	4/32	12,50
4b	14/63	22,22	7/32	21,88	4A	11/62	17,74	2/32	6,25
5a	23/56	41,07	10/31	32,26	5B	31/59	52,54	21/31	67,74
5b	28/56	50,00	16/31	51,61	5A	38/59	64,41	21/31	67,74
6a	30/42	71,43	13/25	52,00	6B	29/37	78,38	10/14	71,43
6b	21/42	50,00	9/25	36,00	6A	26/37	70,27	8/14	57,14
7a	25/26	96,15	21/22	95,45	7B	17/17	100,00	7/7	100,00
7b	25/26	96,15	20/22	90,91	7A	15/17	88,24	6/7	85,71
8a	2/2	100,00	2/2	100,00	8B	2/2	100,00	1/1	100,00
8b	1/2	50,00	2/2	100,00	8A	2/2	100,00	1/1	100,00

Pozn. PR – prostorový rozsah, PN – klinický soubor, KS – kontrolní soubor, *n* – počet osob, ch – počet chyb, p – počet realizovaných pokusů, % – procentní podíl počtu chyb k počtu realizovaných pokusů

Pravděpodobně z tohoto neověřeného důvodu, pro který nemáme statistickou oporu v datech, bylo nejčastější chybou vyskytující se v úrovni 7a v PR popředu u PN vynechání kostky ze sekvence (14x), z toho 5x byla vynechaná kostka s číslem 8.

V sekvenci 7b bylo také nejčastější chybou vynechání (17x), přičemž 16x chyběl v odpovědi druhý poklep na kostku s dvojkou. V odpovědích v KS bylo v sekvenci 7a vynechání kostky 8 celkem 13x a druhý poklep na dvojkou v 7b chyběl 16x. V obou souborech se objevovaly stejné typy chyb bez ohledu, do jaké skupiny jedinec náležel.

Situace v sedmé úrovni v PR pozpátku, byla o něco odlišná, protože této úrovni dosáhlo více osob z PN (17/63), což představuje 26,98 % oproti 21,88 % z KS (7/32). Nejčastější chybou u PN v sedmé úrovni 7B bylo vynechání (15x) a v 7A také vynechání (14x), zatímco u KS byly typy chyb různorodé.

Další úroveň, ve které se objevovaly obdobné chyby, byla úroveň pátá. Tentokrát typickou chybou byla simplifikace, které se dopouštělo v PR popředu v PN 15 pacientů z 23 neúspěšných v pokusu 5a, zatímco v 5b pouze 5 pacientů z 28 neúspěšných, protože zde dominovaly chyby, pro něž byla typická záměna kostek (9x), které byly součástí sekvence (tj. 4x permutace a 5x transpozice). V PR pozpátku byla typickou chybou pro první pokus 5B transpozice (14x) a pro druhý pokus 5A simplifikace (9x) společně permutací (8x).

Pátá úroveň v prvním pokusu 5a v PR popředu je u KS stejně jako u již zmiňované PN typická chybou simplifikace (6 chyb z deseti), zatímco v druhém pokusu 5b jsou obsaženy následující typy chyb transpozice (3x), permutace (3x), substituce (4x) a vynechání (3x). V PR pozpátku u KS v sekvenci 5B převládá chyba typu transpozice (10x), zatímco v 5A převažuje nad ostatními chybami permutace (9x).

11 Limity studie

Mezi limity předložené práce je možné zahrnout nenáhodný výběr vzorku a současně velikost KS. Dalším limitem se projevila nemožnost zkoumání obtížnosti jednotlivých sekvencí, protože je test koncipován tak, že porovnání obtížnosti dvou sekvencí by muselo být pouze v rámci jedné úrovně a pouze v jedné části testu buď v PR popředu či v PR pozpátku z důvodu snižujícího se počtu realizovaných pokusů. Další problém se objevuje v nemožnosti porovnávat mezi úrovněmi napříč např. 5a a 6b, protože i zde se v různých úrovních vyskytuje variabilní počet realizovaných pokusů. Navíc operacionalizace obtížnosti sekvence nebo prostorové cesty je velmi složitá. Měla by být dána úspěšnými pokusy anebo podílem počtu chyb k počtu uskutečněných pokusů v rámci sekvence? Na podobné otázky by mohl být zaměřen další výzkum.

12 Diskuse

V naší studii se nepodařilo statisticky prokázat rozlišovací schopnost testu prostorový rozsah z WMS-III mezi výkony zdravých jedinců a pacientů s PN. Pouze v testu PR popředu byl zaznamenán trend k významnosti v rozdílu mezi PN a KS ($p = 0,058$), kdy si zdraví jedinci vedli lépe než pacienti s PN. Přestože se neprokázalo, že test PR dokáže spolehlivě rozlišit mezi výkony zdravých osob a nemocných s PN, dokázal statisticky významně identifikovat rozdíl ve výkonu v testu mezi zdravými a nemocnými s PN po dodatečném zavedení měřítka maximálního rozsahu (Woods et al., 2016). Rozdíl byl zaznamenán v maximálním rozsahu PR popředu, kdy si zdraví jedinci ($M = 5,47$; $SD = 0,98$) vedli lépe než pacienti ($M = 4,99$; $SD = 1,14$). Při skórování by tedy bylo vhodné zaznamenávat vedle hrubých skóre i hodnoty měřítka maximálního rozsahu. V PR pozpátku dosahují osoby z PN hodnoty maximálního rozsahu 4 kostky stejně jako osoby v KS, jen u PN představuje tato hodnota pouze 36, 51 % ze 63 maximálních rozsahů, zatímco u KS stejná úroveň představuje už 53,13 % podíl z 32 maximálních rozsahů, ale tento rozdíl není statisticky významný ($p = 0,421$) (viz tabulka 9 a tabulka 11).

Do KS byly záměrně vybrány osoby okolo věku 60 let, aby byly obě skupiny přiměřeně věkově vyrovnány. Do KS byl přiřazen jeden účastník ve věku 83 let, který sice mohl ovlivnit průměrný věk souboru, ale neovlivnil průměrný výsledek testování, protože se jeho výkon v testu PR s 15 hrubými skóre pohyboval lehce nad průměrným výkonem v KS ($M = 14,375$) v testu PR. Aby se zajistilo, že je průměrný věk v kontrolním souboru vyrovnaný, byl do téměř věkově homogenního souboru zařazen i participant ve věku 33 let, který tak průměrnou věkovou hladinu snížil. Ve studii se ale nakonec vliv demografických proměnných věku a vzdělání na celkové výsledky v testu PR neprojevil.

Vliv pohlaví na výkon v testu byl zaznamenán pouze u KS, což potvrzovalo i výsledky z bakalářské práce, ale vliv pohlaví na výkon v testu u PN se neprokázal, a proto při interpretaci vlivu pohlaví na výkon není proměnná, podobně jako ostatní demografické proměnné zohledněna.

Vliv demografických proměnných na výkon v testu PR tedy potvrzen nebyl, ale je možné, že do výkonu v testu mohly vstupovat i jiné faktory, které v této studii ověřeny nejsou. Jedním faktorem může být nerovnoměrné stupňování obtížnosti jednotlivých sekvencí, především sedmá úroveň v testu PR, která byla svou obtížností nápadná již v bakalářské práci, a proto zde byla popsána podrobněji. Nebo může být dalším

neověřeným faktorem vliv implicitního učení, protože participanti vidí sekvence v PR pozpátku již po druhé.

Překvapivé v předložené práci je, že u 20 pacientů z celkového počtu 63 osob v PN (tj. 32 %) bylo zaznamenáno, že v testu PR pozpátku viděli prezentované sekvence teprve poprvé, protože v části PR popředu skončili na nižší úrovni. Z čehož vyplývá, že se zřejmě pacientům sekvence, které měli ukazovat pozpátku, pamatovaly lépe než sekvence, které měli opakovat ve stejném směru v PR popředu. Pacienti v PR pozpátku dosahovali vyšších úrovní, přestože se v PR popředu do tak vysokých úrovní nedostali. U osob v KS se tato skutečnost téměř neprojevila, pouze v minimálním počtu 3 případů z 32 participantů (tj. 9 %).

Původní předpoklad Kaplanové et al. (1991), která koncepci testu PR navrhovala, že výsledky v PR budou obvykle o 1 až 2 body nižší, než výsledky v číselném rozsahu (*Digit Span*) a tedy, že je PR pozpátku obtížnější, než PR popředu podobně jako je tomu u číselného rozsahu rozporovaly ve své studii Wildová a Straussová (2002). Autorky uvádí, že uvedený předpoklad platí pouze v PR popředu, ale že už neplatí v PR pozpátku (Wilde et al., 2002). V jejich studii totiž nebyl rozdíl mezi hrubými skóry v PR popředu a PR pozpátku zjištěn. V článku se uvádí, že přibližně třetina jedinců vykázala při zpětném vybavování lepší výkon ve srovnání s ostatními jedinci v PR popředu, zatímco další třetina dosáhla stejného výkonu v obou směrech. Tím se nepotvrdil původní předpoklad Kaplanové et al. (1991), že je PR pozpátku obtížnější než PR popředu. Je tedy podle Wildové et al. (2002) pravděpodobné, že právě z tohoto důvodu navrhla Kaplanová et al. (1991) opakování sekvencí v PR pozpátku, aby eliminovala tuto obtížnost. Současně tak ale vznikla v PR testu nejasnost v tom smyslu, že v něm nelze potvrdit, ale ani vyloučit vliv implicitního učení na výsledky v PR z důvodu druhé prezentace totožné sekvence v PR pozpátku (Wilde et al., 2002).

Pro další testování v budoucnu by bylo přínosné, aby se test PR z důvodu opakujících se sekvencí v PR pozpátku neukončoval v PR popředu po dvou nesprávných pokusech v úrovni, ale až po čtyřech nesprávných pokusech. Uvedeným způsobem by se zajistilo, že by participanti, kteří nedosáhli vyšších úrovní v PR popředu nebyli znevýhodněni proti těm, kteří byli v PR popředu úspěšnější a v důsledku toho viděli prezentované sekvence v PR pozpátku již podruhé.

Popsané metodické a jiné nedostatky v administraci testu PR by mohla podle Woodse et al. (2016) odstranit počítačová verze prostorového rozsahu (C-SST). Pro administrátora je v digitalizované verzi snadné změnit konfiguraci jednotlivých sekvencí a tím zajistit, že se například některé sekvence v PR pozpátku nebudou shodovat se sekvencemi v PR popředu. Vedle uvedené variability sekvencí je v digitalizované formě testu možné také přesně měřit takové proměnné jako maximálního rozsah, celkovou maximální délku úspěšně reprodukováných sekvencí v průběhu 14 pokusů (ve smyslu vzdálenosti), průměrnou délku posledních pěti sekvencí anebo celkový počet správných pokusů za celou dobu testování. Navíc je v počítačové verzi C-SST snadné rozlišovat a kategorizovat typy chyb, které se objevují v jednotlivých sekvencích (Woods et al., 2016).

Z analýzy typů chyb v naší studii jsme došli k závěru, že se v odpovědích participantů vyskytují všechny zmiňované typy chyb – simplifikace, substituce, přidání, vynechání, transpozice i permutace. Nejméně častou chybou v PR celkem bylo přidání – dohromady 10 chyb ve VS, v počtu 9 chyb z celkového počtu 378 chyb (2,38 %) u PN a 1 chyba z celkového počtu 189 chyb představující 0,5 % u KS. Naopak nejčetnějším typem chyby v testu PR celkem bylo vynechání v počtu 131 případů (34,66 %) z celkového počtu chyb u PN a 68 případů (35,98 %) u KS.

Ze zjištění studie vyplývá, že typickou chybou, která se objevuje v páté úrovni v PR popředu u celého VS je simplifikace neboli zjednodušení., kdy pravděpodobně v obtížnosti sekvence nehraje ještě faktor délky (počet zapamatovaných kostek) tak významnou roli. Někteří participanté z obou souborů si stejně jako v nižších úrovních vypomáhali simplifikací, kdy si zapamatovali jednodušší, kratší cestu bez křížení, ale se správnými kostkami. Výrazný rozdíl v procentuálním zastoupení této chyby mezi jednotlivými soubory zaznamenán nebyl (65 % u PN a 60 % u KS). Z uvedeného zjištění vyplývá, že by do budoucna mohla být odpověď na otázku: zda souvisí chyba typu simplifikace s konfigurací prostorové cesty, předmětem dalšího zkoumání.

Závěr

Vyšetření paměti je nedílnou součástí komplexního neuropsychologického vyšetření pro zjištění případného kognitivního deficitu u zdravých osob anebo u lidí, kteří již nějakou závažnou nemocí trpí. Pro podrobnější diagnostiku paměti se v současnosti nabízí velké množství rozmanitých testů, ale pro včasné zachycení kognitivního deficitu způsobeného narušením prostorové pracovní paměti se pro pacienty s Parkinsonovou nemocí jeví subtest prostorový rozsah z WMS jako jeden z nejvhodnějších.

Hlavní předností subtestu PR z WMS vytvořeného úpravou původního Corsiho testu je rychlá administrace a jednoduché skórování. Oblíbenost a všestrannost Corsiho testu pro experimentální, ale i klinické užití odráží velké množství nápaditých verzí, které se v odborné literatuře v jednotlivých výzkumech objevují. Oba testy mají pro počítačové zpracování vysoký potenciál. Kromě zvýšení přesnosti díky měření doby odpovědi, přináší digitální verze i řadu jiných výhod jako je větší počet a variabilita sekvencí apod. Digitalizace tak umožňuje oběma testům postupně zdokonalovat jejich psychometrické vlastnosti. Například v nedávných zahraničních studiích bylo prokázáno, že digitální verze Corsiho testu pomohla odhalit nenápadný začátek Parkinsonovy nemoci již v jejich raných stádiích.

Hlavním cílem diplomové práce bylo ověřit psychometrické vlastnosti testu PR z WMS-III. Porovnat výsledky v testu PR u klinického souboru tvořeného 63 pacienty s PN s výsledky v testu PR u souboru kontrolního složeného ze 32 zdravých lidí. Vzhledem k velikosti obou souborů, k jejich demografickým charakteristikám a psychometrickým vlastnostem testu byly pro posouzení nulových hypotéz využity neparametrické testy.

Přestože studie neprokázala signifikantní rozdíl ve výkonech v testu PR mezi pacienty s PN a zdravými osobami, byl v části PR popředu zaznamenán trend k významnosti ($p = 0,058$), kdy byl výkon zdravých osob lepší než výkon pacientů s PN. Neparametrický M-W U test také identifikoval rozdíl v dodatečně zavedeném měřítku maximálního rozsahu určujícím konkrétní počet kostek, který si pacienti v testu PR popředu a v PR pozpátku zapamatovali. Signifikantní rozdíl se v maximálním rozsahu projevil v PR popředu ($p = 0,028$), kdy si zdraví lidé také vedli v této části testu lépe oproti pacientům s PN. Při interpretaci výsledků studie je ale nutno přihlížet k uvedeným limitám studie, zejména k nenáhodnému výběru a velikosti vzorku.

Podrobnou analýzou chyb zachycených v průběhu testování byly identifikovány a kvantifikovány různé typy chyb, které se u pacientů a u zdravých osob objevovaly. Zaznamenané chyby byly roztrženy podle jejich charakteru do jednotlivých kategorií jako je simplifikace, transpozice, substituce, permutace, přidání a vynechání.

K nejméně frekventovanějším chybám v celém souboru patřilo vynechání, které mělo za následek zkrácení prezentované sekvence o jednu nebo více kostek. Nejméně častou chybou v celém VS bylo přidání. Jednotlivé typy chyb korespondují nejen s délkou sekvence nebo se směrem reprodukování (zda testovaný ukazuje sekvenci ve stejném pořadí jako administrátor či ve směru opačném), ale také s obtížností sekvence, která podle dosavadních výzkumů není dána pouze počtem kostek, ale i různými faktory jako je například křížení imaginárních linií nad kostkami, vzdálenost jednotlivých kostek mezi sebou nebo součet úhlů, které spolu imaginární linie svírají. V uvedené oblasti se tak otevírají nové možnosti pro další výzkum.

Seznam použitých zkratk

BP	– bakalářská práce
CBT, CBTT	– Corsiho test
C-SST	– počítačová verze testu prostorový rozsah
HS	– hrubý skór
IQR	– mezikvartilové rozpětí
JASP	– statistický počítačový program
K-S	– Kolmogorovův-Smirnovův test
KS	– kontrolní soubor zdravých dospělých osob
M	– průměr
Med	– medián
MMSE	– test Mini-Mental State Examination
M-W U	– Mannův-Whitneyův U test
PN	– klinický soubor pacientů s diagnózou Parkinsonovy nemoci
PR	– test prostorový rozsah z WMS-III
SPSS	– statistický počítačový program
S-W	– Shapirův-Wilkův test
VS	– výzkumný soubor
WAIS-R NI	– revidovaná Wechslerova inteligenční škála pro dospělé jako neuropsychologický instrument
WMS-III	– Wechslerova paměťová škála, třetí vydání

Zdroje

- Arce, T., & McMullen, K. (2021). The Corsi Block-Tapping Test: evaluating methodological practices with an eye towards modern digital frameworks. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100099. doi:10.1016/j.chbr.2021.100099
- Baddeley A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders* 36(3), 189–208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Baddeley, A. (2001). The concept of episodic memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1413), 1345–1350. doi:10.1098/rstb.2001.0957
- Baddeley, A. D. (1983). Working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 302(1110), 33–324. doi: 10.1098/rstb.1983.0057
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In Bower, G. H. (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In Nickerson, R. S., (Ed.), *Attention and performance VIII*, 521–539. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Baddeley, A. D., Kopelman, M. D., & Wilson, B. A. (Eds.), (2003). *The handbook of memory disorders*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Bauer, R. M., Iverson, G. L., Cernich, A. N., Binder, L. M., Ruff, R. M., & Naugle, R. I. (2012). Computerized neuropsychological assessment devices: joint position paper of the American Academy of Clinical Neuropsychology and the National Academy of Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27, 362–373. doi:10.1093/arclin/acs027
- Berch, D. B., & Foley, E. J. (1998). *Relationship between digit and block span under forward and backward recall: Age and gender differences*. Unpublished manuscript.
- Berch, D. B., Krikorian, R., & Huha, E. M. (1998). The Corsi block-tapping task: methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition*, 38, 317–338. doi:10.1006/brcg.1998.1039

- Brunetti, R., Del Gatto, C., & Delogu, F. (2014) eCorsi: implementation and testing of the Corsi block-tapping task for digital tablets. *Frontiers in Psychology*, 5, 939. doi:10.3389/fpsyg.2014.00939
- Cantone, G., Orsini, A., Grossi, D., & de Michele, G. (1978). Verbal and spatial memory span in dementia: an experimental study of 185 subjects. *Acta Neurologica*, 33(2), 175–183.
- Case, R. (1978). Intellectual development from birth to adulthood: a neo-Piagetian interpretation. In Siegler, R. S. (Ed.). *Children's thinking: What develops*, 37–71. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Claessen, M. H. G., van der Ham, I. J. M., & van Zandvoort, M. J. E. (2014). Computerization of the standard Corsi block-tapping task affects its underlying cognitive concepts: a pilot study. *Applied Neuropsychology: Adult*, 22(3), 180–188. doi:10.1080/23279095.2014.892488
- Cornoldi, C., & Mammarella, I. C. (2008). A comparison of backward and forward spatial spans. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(5), 674–682. doi:10.1080/17470210701774200
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. (Unpublished Doctoral thesis). Montreal, Canada: McGill University.
- Daum, I., Rockstroh, B., Birbaumer, N., Elbert, T., Canavan, A., & Lutzenberger, W. (1993). Behavioural treatment of slow cortical potentials in intractable epilepsy: neuropsychological predictors of outcome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 56(1), 94–97. doi:10.1136/jnnp.56.1.94
- Davis, H. P., Bajszar, Jr., G., & Squire, L. R. (1993). *Colorado neuropsychology tests*. Colorado Springs.
- De Lillo, C., Kirby, M., & Poole, D. (2016). Spatio-temporal structure, path characteristics, and perceptual grouping in immediate serial spatial recall. *Frontiers in Psychology*, 7. doi:10.3389/fpsyg.2016.01686
- De Renzi, E., & Nichelli, P. (1975). Verbal and non-verbal short-term memory impairment following hemispheric damage. *Cortex*, 11, 341–354. doi:10.1016/S0010-9452(75)80026-8
- Farrell Pagulayan, K., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A., & Krikorian, R. (2006). Developmental normative data for the Corsi block-tapping task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(6), 1043–1052. doi:10.1080/13803390500350977

- Fischer, M. H. (2001). Probing spatial working memory with the Corsi blocks task. *Brain and Cognition*, 45(2), 143–154. doi:10.1006/brcg.2000.1221
- Folstein, M. F., Folstein S. E., Mchugh, P. R. (1975). Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 12, 189–198.
- Gardner, R. A. (1981). Digits forward and backward as two separate tests: normative data on 1567 school children. *Journal of Clinical Child Psychology*, 10, 131–135.
- Ginsberg, E. S., Rinehart, N., & Fielding, J. (2017). Measures of task demand and error analysis in the Corsi block-tapping test. *Psychology & Neuroscience*, 10(4), 404–413. doi:10.1037/pne0000106
- Grossi, D., Orsini, A., & Ridente, G. (1977) Osservazioni introduttive allo studio neuropsicologico delle demenze. *Acta Neurologica*, 32, 682–696. doi:10.1016/S0010-9452(80)80071-2
- Guariglia, C. C. (2007). Spatial working memory in Alzheimer’s disease: a study using the Corsi block-tapping test. *Dementia & Neuropsychologia*, 1(4), 392–395. doi:10.1590/s1980-57642008dn10400011
- Hebb, D. (1961). Distinctive features of the learning animal. In Delafresnaye, J. (Ed.), *Brain mechanisms and learning*, p. 37. Oxford, United Kingdom: Blackwell.
- Isaacs, E. B., & Vargha-Khadem, F. (1989). Differential course of development of spatial and verbal memory span: a normative study. *British Journal of Developmental Psychology*, 7(4), 377–380. doi:10.1111/j.2044-835x.1989.tb00814.x
- Jones, D., Farrand, P., Stuart, G., & Morris, N. (1995). Functional equivalence of verbal and spatial information in serial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1008–1018.
- Kahana, M. J. (2014). *Foundations of human memory*. New York, NY: Oxford University Press.
- Kaplan, E., Fein, D., Morris, R., & Delis, D.C. (1991). *WAIS-R as a neuropsychological instrument*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Kemps, E. (1999). Effects of complexity on visuo-spatial working memory. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11(3), 335–356. doi:10.1080/713752320
- Kemps, E. (2001). Complexity effects in visuo-spatial working memory: Implications for the role of long-term memory. *Memory*, 9(1), 13–27. doi:10.1080/09658210042000012

- Kemps, E., De Rammelaere, S., & Desmet, T. (2000). The development of working memory: Exploring the complementarity of two models. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(2), 89–109. doi:10.1006/jecp.2000.2589
- Kessels, R. P. C., Van den Berg, E., Ruis, C., and Brands, A. M. A. (2008). The backward span of the Corsi block-tapping task and its association with the WAIS-III digit span. *Assessment* 15, 426–434. doi:10.1177/1073191108315611
- Kessels, R. P. C., Van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, L. J., & De Haan, E. H. F. (2000). The Corsi block-tapping task: standardization and normative data. *Appl. Neuropsychol.* 7, 252–258. doi:10.1207/S15324826AN0704_8
- Krikorian, R., Bartok, J., & Gay, N. (1996). Immediate memory capacity for nonsequential information: The configural attention test. *Neuropsychology*, 10 (3), 352–356. doi:10.1037/0894-4105.10.3.352
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, UK: Psychology Press.
- Logie, R. H., & Pearson, D. G. (1997). The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(3), 241–257. doi:10.1080/713752559
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27, 272–277.
- Morris, R. G., Downes, J. J., Sahakian, B. J., Evenden, J. L., Heald, A., & Robbins, T. W. (1988). Planning and spatial working memory in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 51(6), 757–766. doi:10.1136/jnnp.51.6.757
- Myerson, J., Emery, L., White, D. A., & Hale, S. (2003). Effects of age, domain, and processing demands on memory span: evidence for differential decline. *Aging, Neuropsychology, and Cognition (Neuropsychology, Development and Cognition: Section B)*, 10(1), 20–27. doi:10.1076/anec.10.1.20.13454
- Orsini, A., Chiacchio, L., Cinque, M., Cocchiario, C., Schiappa, O., & Grossi, D. (1986). Effects of age, education and sex on two tests of immediate memory: A study of normal subjects from 20 to 99 years of age. *Perceptual and Motor Skills*, 63(2), 727–732. doi:10.2466/pms.1986.63.2.727
- Orsini, A., Pasquadibisceglie, M., Picone, L., & Tortora, R. (2001). Factors which influence the difficulty of the spatial path in Corsi's block-tapping test. *Perceptual and Motor Skills*, 92, 732–738. doi:10.2466/pms.2001.92.3.732

- Owen, A. M., Downes, J. J., Sahakian, B. J., Polkey, C. E., & Robbins, T. W. (1990). Planning and spatial working memory following frontal lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, *28*(10), 1021–1034. doi:10.1016/0028-3932(90)90137-d
- Owen, A. M., James, M., Leigh, P. N., Summers, B. A., Marsden, C. D., Quinn, N. P., Lange, K. W., & Robbins, T. W. (1992). Fronto-striatal cognitive deficits at different stages of Parkinson's disease. *Brain*, *115*(6), 1727–1751. doi:10.1093/brain/115.6.1727
- Rabušic, L., Soukup, P. & Mareš, P. (2019). *Statistická analýza sociálněvědních dat (prostřednictvím SPSS)*. Brno: Muni Press.
- Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*(1), 5–21. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061
- Siddi, S., Preti, A., Lara, E., Brébion, G., Vila, R., Iglesias, M., ... Haro, J. M. (2020). Comparison of the touch-screen and traditional versions of the Corsi block-tapping test in patients with psychosis and healthy controls. *BMC Psychiatry*, *20*(1). doi:10.1186/s12888-020-02716-8
- Smirni, P., Villardita, C., & Zappalá, G. (1983). Influence of different paths on spatial memory performance in the block-tapping test. *Journal of Clinical Neuropsychology*, *5*(4), 355–359. doi:10.1080/01688638308401184
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1992). Determining spatial span: the role of movement time and articulation rate. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. Section A*, *45*(3), 479–501. doi:10.1080/02724989208250624
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1994a). Characteristics of spatial memory span: Is there an analogy to the word length effect, based on movement time? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *47*(1), 91–117. doi:10.1080/14640749408401145
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1994b). Interference in immediate spatial memory. *Memory & Cognition*, *22* (1), 1–13. doi:10.3758/BF03202756
- Stoffers, D., Berendse, H., Deijen, J., & Wolters, E. C. (2003). Deficits on Corsi's block-tapping task in early stage Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, *10*(2), 107–111. doi:10.1016/s1353-8020(03)00106-8
- Tulsky, D. S., Saklofske, D. H., Chelune, G. J., Heaton, R. K., Ivnik, R. J., Bornstein, R., Prifitera, A., & Ledbetter, M. F. (2003). *Clinical interpretation of the WAIS-III and WMS-III*. Academic Press.

- Wechsler, D. (1987). *Wechsler memory scale – revised*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler memory scale – third edition: Administration and scoring manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wilde, N., & Strauss, E. (2002). Functional equivalence of WAIS-III/WMS-III digit and spatial span under forward and backward recall conditions. *The Clinical Neuropsychologist*, *16*(3), 322–330. doi:10.1076/clin.16.3.322.13858
- Woods, D. L., Wyma, J. M., Herron, T. J., & Yund, E. W. (2016). An improved spatial span test of visuospatial memory. *Memory*, *24*(8), 1142–1155. doi:10.1080/09658211.2015.1076849

PŘÍLOHY

Příloha 1: zdravotní dotazník – 1. strana

Normativní studie MATRICS
Laboratoř Neuropsychologie Neurologické kliniky 1. LF UK a Psychiatrická klinika 1. LF UK

Demografie

Jméno	_____	ID	_____
Kontakty	_____	Datum testování	_____
Datum narození	_____	Věk	_____
Pohlaví	Ž M	Dominance ruky	P L

Nejvyšší dosažené vzdělání			
	Resp.	Matka	Otec
ZŠ			
SŠ bez MAT			
SŠ s MAT			
VŠ (I. st)			
VŠ (II. st)			
Počet let clk			

Profese	
Resp.	
Matka	
Otec	

Dodatečné informace

Zdravotní stav

1. Hospitalizace

- a) neurologie (V) c) JIP (V) e) onkologie (V)
b) psychiatrie (V) d) chirurgie (V) f) jiné

2. Dlouhodobě užívané léky

- a) žádné c) někdy v životě chemoterapeutika, biologická léčba, imunosupresiva (V)
b) uveďte: _____

3. Léky v den vyšetření

- a) žádné
b) uveďte: _____

4. Zrak

- a) vidím dobře bez prýlí
b) nosím brýle (uveďte počet dioptrií na pravé i levé oko
na čtení: _____ do dálky: _____
c) oční choroba (zákal, operace apod.), uveďte: _____

5. Sluch

- a) slyším dobře na obě uši b) nedoslýchám na jedno/obě uši

6. Úrazy hlavy

- a) žádné b) otřes mozku (rok) (V?) c) bezvědomí (rok) (V)
d) zlomeniny lbi nebo páteře (příčina; rok) (V) d) jiné; uveďte: _____

7. Neurologická anamnéza

- a) žádná choroba b) epilepsie (V) c) zánět mozkových blan (rok) (V)
d) epilepsie (V) e) celkové anestezie (V?) f) mozková příhoda (V)

8. Jiná onemocnění

- a) žádné b) cukrovka (V) c) Angina pectoris, infarkty (V)
d) hypertenze (V) d) jiné _____

Příloha 2: zdravotní dotazník – 2. strana

Normativní studie MATRICS

Laboratoř Neuropsychologie Neurologické kliniky 1. LF UK a Psychiatrická klinika 1. LF UK

9. Psychiatrická anamnéza

- a) žádná
b) deprese (V)
c) neurózy/úzkosti/fobie (V)
d) poruchy osobnosti (V)
e) poruchy pozornosti (V)
f) poruchy paměti (V)
g) psychotické poruchy (V)
h) bipolární porucha (V)
i) závislost a abúzus (látka, léčba, abstinence ano/ne) (V)
j) suicidální pokus (rok) (V)
k) hospitalizace na psychiatrii (rok, důvod) (V)
l) psychoterapie (rok, důvod) (V?)

10. Rodinná anamnéza neurologická a psychiatrická

- a) žádná
b) ano neurologická (specifikovat dg. a u koho) (V?)
c) ano psychiatrická (specifikovat dg. a u koho) (V?)
I) psychotické poruchy (V)
II) Bipolární porucha (V)
III) těžké deprese (V)
IV) Invalidní důchod z psychiatrické indikace (V?)
d) sebevražedné pokusy (u koho):
e) hospitalizace na psychiatrii (kdo, důvod, rok)

11. Specifické poruchy učení

- a) dyslexie
b) dysgrafie
c) dyskalkulie
d) dysortografie
e) žádné
Uveďte pokud přetrvávají do dospělosti

12. Poruchy pozornosti (ADHD, hyperkinetická porucha)

- a) pouze v dětství
b) přetrvávající do dospělosti
c) farmakoterapie v dětství A/N (V?)
d) žádné

13. Logopedická péče

- a) ano; důvod
b) ne

14. Spánek

- a) většinou bez potíží
b) s potížemi (usínání, četné buzení, časné vstávání; uveďte)
farmakoterapie ano/ne (V)
c) spánek v den vyšetření (bez potíží/s potížemi)

15. Rizikové aktivity

- a) sporty (ragby, hokej, fotbal...)
b) vystavení těkavým látkám (lakovny...)

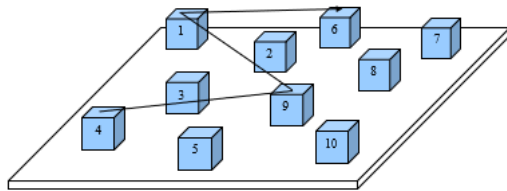
Předchozí psychologická vyšetření; rok a důvod:

Subjektivní potíže na paměť, soustředění, kognici

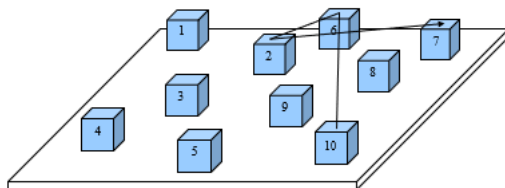
Pozorování (anxieta, koncentrace, snášení frustrace při selhání)

Příloha 3: obrázky typů chyb

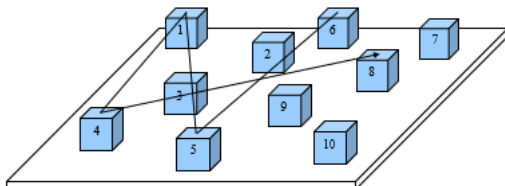
Obrázek 15 *Sekvence prezentované examínátorem*



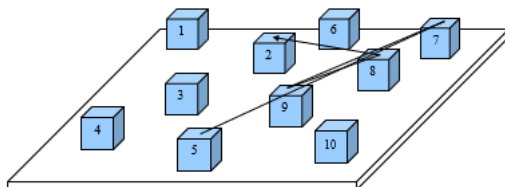
4a – 4,9,6,1 správně



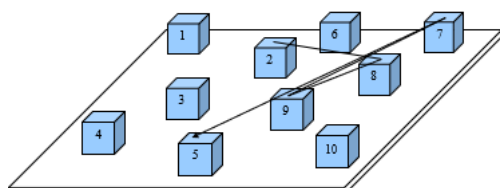
4b – 10,6,2,7 správně



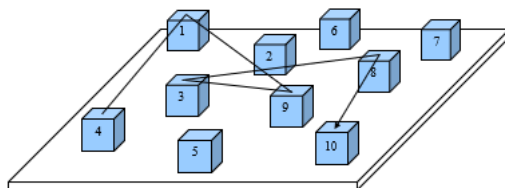
5a – 6,5,1,4,8 správně



5b – 5,7,9,8,2 správně

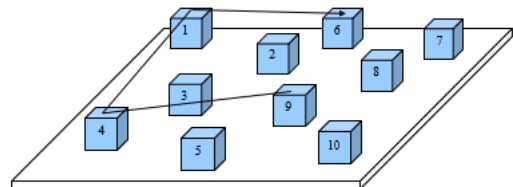


PR pozpátku 5B – 2,8,9,7,5 správně

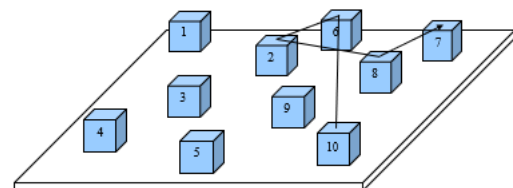


6a – 4,1,9,3,10 správně

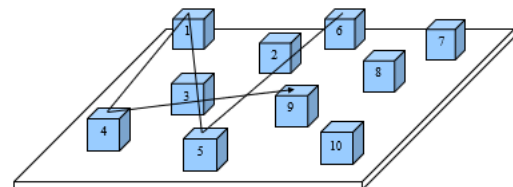
Obrázek 16 *Příklady chyb (simplifikace, přidání, substituce, permutace, transpozice, vynechání)*



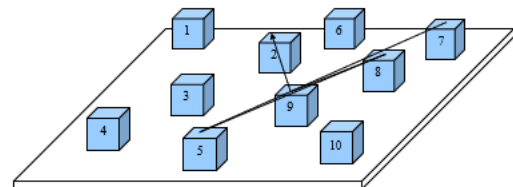
4a – 9,4,1,6 – příklad simplifikace



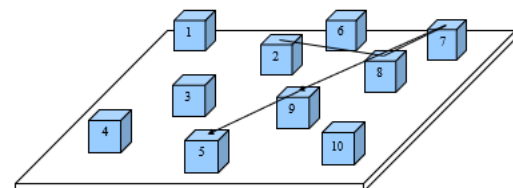
4b – 10,6,2,8,7 – příklad přidání



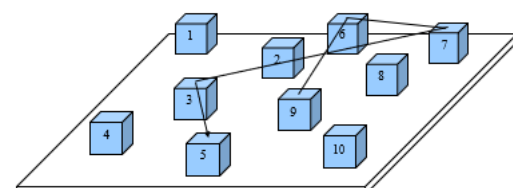
5a – 6,5,1,4,9 – příklad substituce



5b – 7,5,8,9,2 – příklad permutace



PR pozpátku 5B – 2,8,7,9,5 – příklad transpozice



6a – 9,6,7,3,5 – příklad vynechání

Pozn. PR – prostorový rozsah, a,b – PR popředu, A,B – PR pozpátku

1

Příloha 4: prostorový rozsah v reálné velikosti

6

7

2

8

3

9

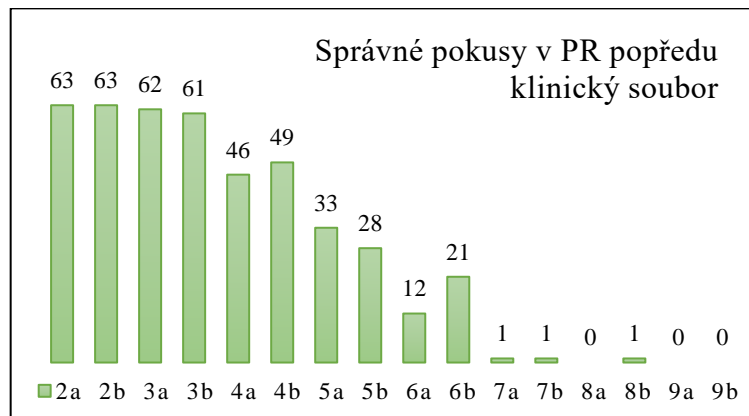
4

5

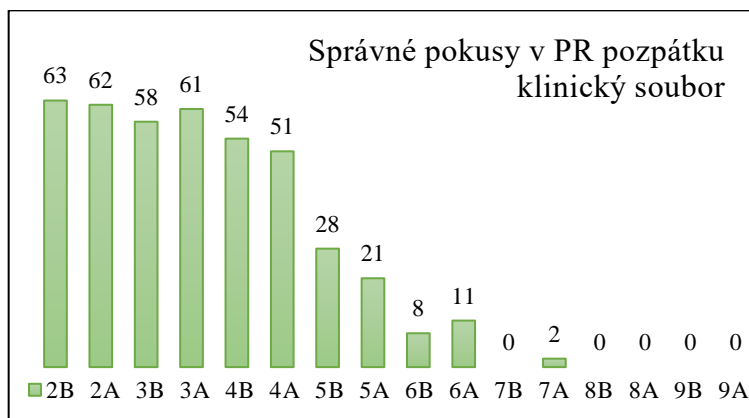
10

Příloha 5: grafy správných pokusů v prostorovém rozsahu

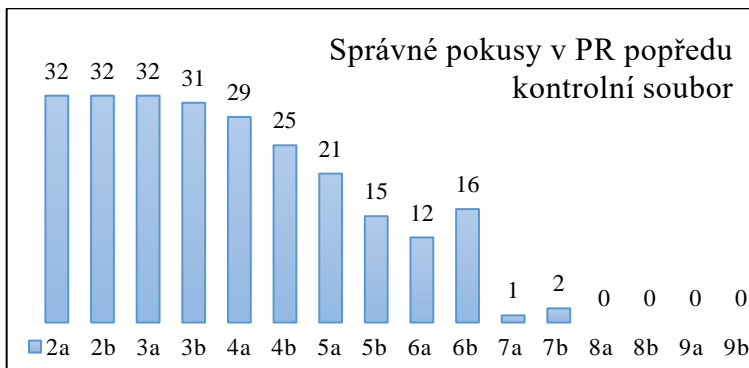
Graf 5



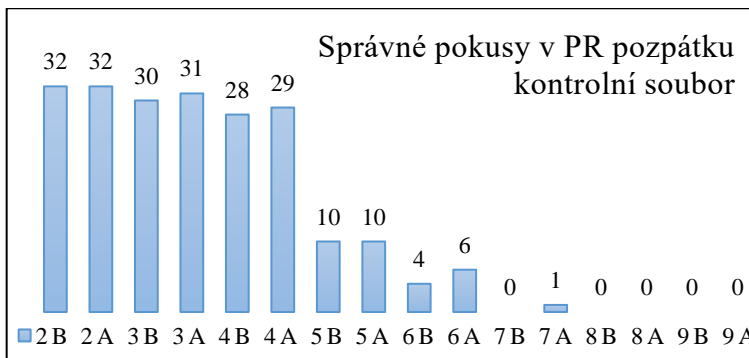
Graf 6



Graf 7



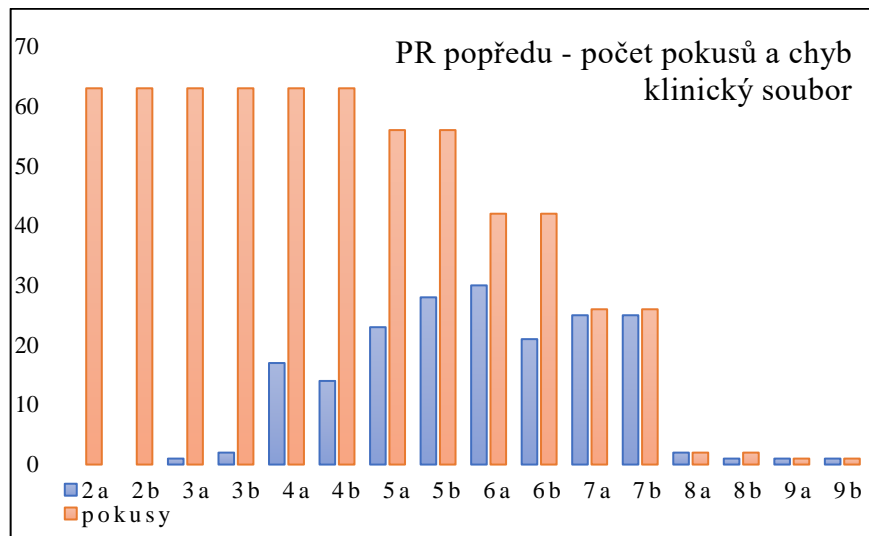
Graf 8



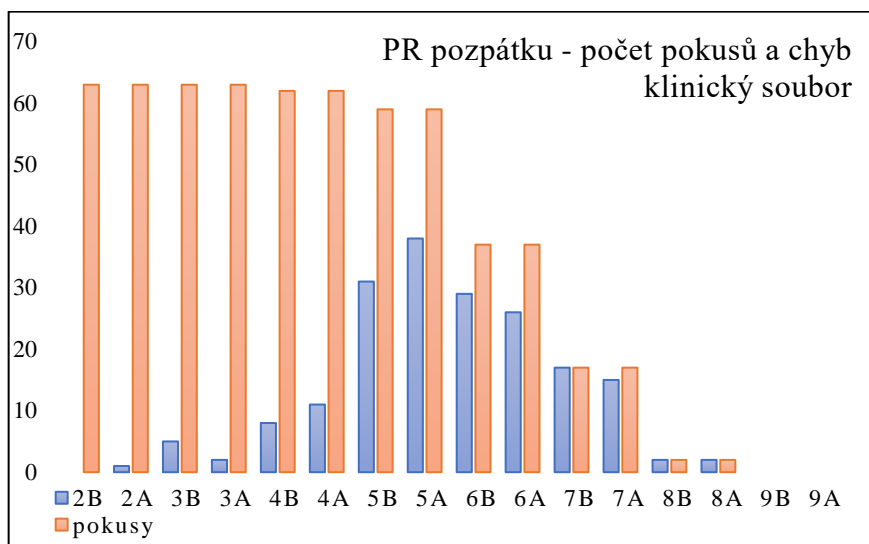
Pozn. PR – prostorový rozsah, 2a – sekvence se dvěma kostkami popředu, 2A – stejná sekvence se dvěma kostkami (testovaný ukazuje sekvenci pozpátku)

Příloha 6: grafy počtu pokusů a chyb v klinickém souboru

Graf 9



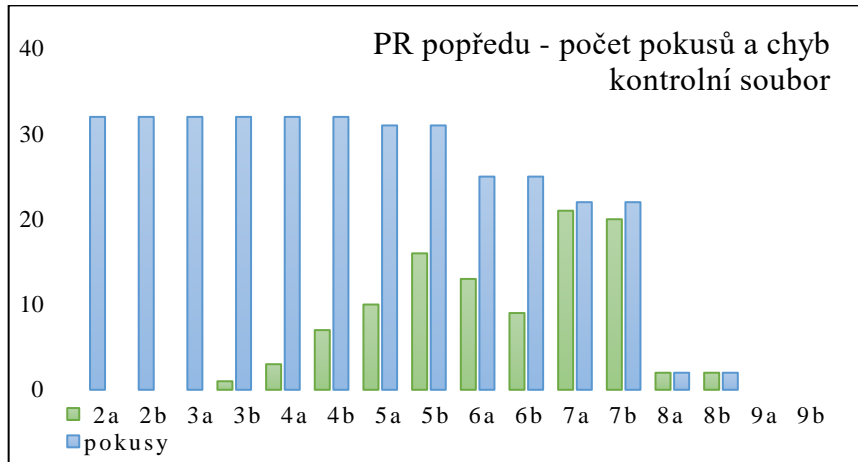
Graf 10



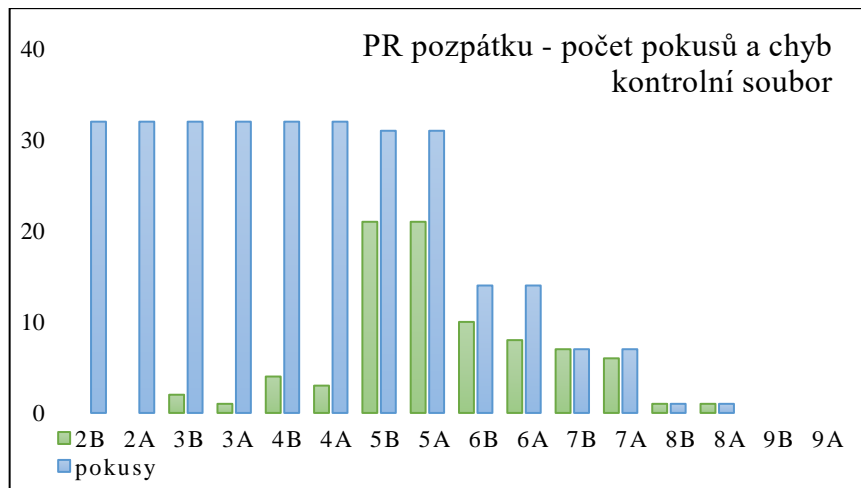
Pozn. PR – prostorový rozsah, 2a – sekvence se dvěma kostkami popředu, 2A – stejná sekvence se dvěma kostkami (testovaný ukazuje sekvenci pozpátku)

Příloha 7: grafy počtu pokusů a chyb v kontrolním souboru

Graf 11



Graf 12

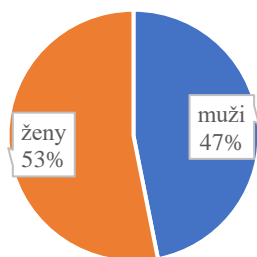


Pozn. PR – prostorový rozsah, 2a – sekvence se dvěma kostkami popředu, 2A – stejná sekvence se dvěma kostkami (testovaný ukazuje sekvenci pozpátku)

Příloha 8: grafy zastoupení mužů a žen v jednotlivých souborech

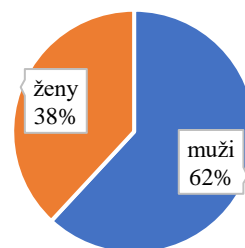
Graf 13

Kontrolní soubor (KS)
zastoupení mužů a žen



Graf 14

Klinický soubor (PN)
zastoupení mužů a žen



BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE

Jméno a příjmení autora: Monika Librová

Studijní program: Psychologie

Název práce: Analýza chyb v subtestu Prostorový rozsah z WMS-III (Wechslerova škála paměti, třetí vydání)

Vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

Rok dokončení práce: 2022

Počty znaků hlavního textu práce (včetně literatury, bez příloh)

Přímé citace: 177

Ostatní text: 135 064

Celkový počet znaků: 135 241

Text práce ve formátu PDF: Librova_DP_Spatial Span

**Posudek vedoucího diplomové práce
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Jméno a příjmení studenta: Ing. et Bc. Monika Librová

Obor studia: psychologie (magisterské studium)

Název práce: *Analýza chyb v subtestu Prostorový rozsah z WMS-III (Wechslerova škála paměti, třetí vydání)*

Vedoucí práce: doc. Mgr. Ondřej Bezdíček, Ph.D.

Technické parametry práce:

Počet stránek textu (bez příloh): 75 s

Počet stránek příloh: 7

Počet titulů v seznamu literatury: ca. 60

0**	1	2	3	4
-----	---	---	---	---

Výběr tématu

Závažnost tématu

	1			
--	---	--	--	--

Oborová příslušnost tématu

	1			
--	---	--	--	--

Originalita tématu a jeho zpracování

	1			
--	---	--	--	--

Formální zpracování

Jazykové vyjádření (respektování pravopisné normy, stylistické vyjadřování, zvládnutí odborné terminologie)

	1			
--	---	--	--	--

Práce s odbornou literaturou a prameny (citace, parafráze, odkazy, dodržení norem pro citace, cizojazyčná literatura)

	1			
--	---	--	--	--

Formální zpracování (jasnost tématu, rozčlenění textu, průvodní aparát, poznámky, přílohy, grafická úprava)

	1			
--	---	--	--	--

Metody práce

Vhodnost a úroveň použitých metod

	1			
--	---	--	--	--

Využití výzkumných empirických metod

	1			
--	---	--	--	--

Využití praktických zkušeností

	1			
--	---	--	--	--

Obsahová kritéria a přínos práce

Přístup autora k řešené problematice (samostatnost, iniciativa, spolupráce s vedoucím práce)

	1			
--	---	--	--	--

Naplnění cílů práce

	1			
--	---	--	--	--

Vyváženost teoretické a praktické části v daném tématu

	1			
--	---	--	--	--

** 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a

Návaznost kapitol a subkapitol

	1			
--	---	--	--	--

Dosažené výsledky, odborný vklad, použitelnost výsledků v praxi

	1			
--	---	--	--	--

Vhodnost prezentace závěrů práce (publikace, referáty, apod.)

	1			
--	---	--	--	--

Otázky a náměty k diskusi při obhajobě:

1. Jak byste dále pokračovala ve validaci testu Prostorový rozsah v českém prostředí?
2. Jaký je smysl chybové analýzy Prostorového rozsahu?
3. Proč je elektronický verze Prostorového rozsahu efektivnější test, než je verze papírová?

Celkové hodnocení práce (klady, nedostatky):

Klady:

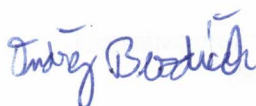
1. Bc. M. Librová provedla detailní analýzu skóre včetně chybových z testu Prostorový rozsah, který ještě nebyl validován na české populaci.
2. Snažila se klasifikovat jednotlivé typy chyb v testu.
3. Provedla detailní přehled verzí Prostorového rozsahu papírových i elektronických.

Zápory:

1. Klinický soubor by si zasloužil rozdělení na osoby s mírnou kognitivní poruchou a bez ní.
2. Kontrolní soubor by měl být větší a měl by být demograficky párovaný k souboru klinickému.

Doporučení k obhajobě: doporučuji*

Navrhovaná klasifikace: výborně



Datum, podpis: Ondřej Bezdíček, v Praze dne 29. srpna 2022

* nehodící se, škrtněte

**Posudek vedoucího/oponenta bakalářské/diplomové práce
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Jméno a příjmení studenta/-tky: Bc. Monika Librová

Obor studia: Psychologie

Název práce: Analýza chyb v subtestu Prostorový rozsah z WMS-III (Wechslerova škála paměti, třetí vydání)

Oponent práce: Mgr. Julie Pikola

Technické parametry práce:

Počet stránek textu (bez příloh): 75

Počet stránek příloh: 8

Počet titulů v seznamu literatury: 59

0**	1	2	3	4
-----	---	---	---	---

Výběr tématu

Závažnost tématu

	1			
--	---	--	--	--

Oborová příslušnost tématu

	1			
--	---	--	--	--

Originalita tématu a jeho zpracování

	1			
--	---	--	--	--

Formální zpracování

Jazykové vyjádření

(respektování pravopisné normy, stylistické vyjadřování, zvládnutí odborné terminologie)

	1			
--	---	--	--	--

Práce s odbornou literaturou a prameny

(citace, parafráze, odkazy, dodržení norem pro citace, cizojazyčná literatura)

	1			
--	---	--	--	--

Formální zpracování

(jasnost tématu, rozčlenění textu, průvodní aparát, poznámky, přílohy, grafická úprava)

	1			
--	---	--	--	--

Metody práce

Vhodnost a úroveň použitých metod

	1			
--	---	--	--	--

Využití výzkumných empirických metod

	1			
--	---	--	--	--

Využití praktických zkušeností

0				
---	--	--	--	--

Obsahová kritéria a přínos práce

Přístup autora k řešené problematice

(samostatnost, iniciativa, spolupráce s vedoucím práce)

0				
---	--	--	--	--

Naplnění cílů práce

	1			
--	---	--	--	--

Vyváženost teoretické a praktické části v daném tématu

		2		
--	--	---	--	--

Návaznost kapitol a subkapitol

	1			
--	---	--	--	--

Dosažené výsledky, odborný vklad, použitelnost výsledků v praxi

	1			
--	---	--	--	--

Vhodnost prezentace závěrů práce

(publikace, referáty, apod.)

	1			
--	---	--	--	--

* nehodící se škrtněte

** 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a

**Posudek vedoucího/oponenta bakalářské/diplomové práce
na Pražské vysoké škole psychosociálních studií**

Otázky a náměty k diskusi při obhajobě:

- 1) Proč si autorka vybrala pro výzkum právě klinickou skupinou s Parkinsonovou chorobou? Existují již podobné výzkumy zaměřené na vybranou metodu (nebo obdobnou) u této klinické skupiny?
- 2) Jak autorka vysvětluje, že nebyl nalezen rozdíl mezi pohlavím ve výkonu v metodě u klinické skupiny (na rozdíl od skupiny kontrolní a výsledků její bakalářské práce)?
- 3) Jak je možné interpretovat, že nebyl nalezen rozdíl mezi skupinami (klinická a kontrolní) v PR popředu, PR pozadu ani v PR celkem? Co všechno může mít na tento výsledek vliv?
- 4) Jaký způsob výběru účastníků do kontrolní skupiny by mohl být vhodnější a mohl by tedy zajistit větší reprezentativnost dat?

Celkové hodnocení práce (klady, nedostatky; v případě doporučení do soutěže o nejlepší DP uveďte nadprůměrné charakteristiky práce v souladu s Vámi výše označeným kritériem formální úrovně, obsahové reprezentativnosti, metodologie a přínosnosti práce pro teorii či praxi):

Autorka předložila kvalitní práci, v teoretické části podrobně představila vývoj zvolené metody a jejího užívání. V praktické části zpracovala výzkumné cíle, metodologii, statistické zpracování dat, výsledky a diskusi. Jedná se navíc o téma, které může být využitelné v praxi.

Jako oponentka práce mám k diplomové práci několik připomínek:

- Autorka se ve své práci nezmiňuje, z jakého důvodu si pro svůj výzkum vybrala zrovna pacienty s Parkinsonovou nemocí. Zároveň neuvádí žádné předchozí výzkumy ani teoretické poznatky o užití subtestu Prostorový rozsah z WMS-III u osob s PN a ani o vztahu mezi pracovní pamětí/zrakově pracovní pamětí u osob s PN. Tyto informace mi v teoretické části chyběly.
- Ve výzkumném záměru studie (str. 44) vyjmenovala autorka 6 typů chyb, které byly předmětem analýzy. Doporučila bych uvést, na základě čeho bylo definováno právě těchto 6 chyb, neboť v teoretické části (str. 42) jsou popisovány dříve určené chyby, ale žádný výčet plně neodpovídá chybám, které si pro svou analýzu autorka zvolila.
- Autorka uvádí, které programy byly použity pro zpracování dat, všechny softwary je ale potřeba řádně odcitovat. Tedy nestačí jen zmínit jejich název, ale podle citační normy je odcitovat v textu a následně uvést v seznamu zdrojů.
- Doporučila bych také uvést u skupiny osob s PN informace o jejich nemoci (např. délku onemocnění). Můžeme předpokládat, že nemocní se mezi sebou liší a například zmiňovaná délka onemocnění může mít vliv na jejich kognitivní funkce. Tedy informace o homogenitě vzorku může být přínosná při hodnocení výsledků studie.
- Autorka zbytečně velmi detailně popisuje, jak funguje testování statistických hypotéz.
- Na straně 57 autorka chybně píše, že signifikantně vyšel rozdíl mezi skupinami v maximálním rozsahu PR pozpátku. V tabulce 9 a následně v textu na straně 59 je uvedeno, že signifikantní rozdíl mezi zkoumanými skupinami byl identifikován pouze u PR (maximální rozsah) popředu.
- Vzhledem k tomu, že práce měla být zaměřená na analýzu chyb, doporučila bych autorce více se na analýzu chyb zaměřit, zpracovat ji o něco přehledněji a více využít možnosti grafického znázornění výsledků (např. použít tabulku nebo graf přímo v textu).
- V závěru autorka zmiňuje, že cílem práce bylo ověřit psychometrické vlastnosti testu PR z WMS-III - nic takového cílem ale zjevně nebylo, domnívám se, že věta zůstala autorce v textu z bakalářské práce.

Uvedené nedostatky nesnižují jinak kvalitní práci, z čehož vycházím při svém hodnocení.

Doporučení do soutěže o nejlepší diplomovou práci:	doporučuji
Celkově získané body do soutěže:	30
Doporučení k obhajobě:	doporučuji
Navrhovaná klasifikace:	Výborně
Datum, podpis:	14.09.2022



* nehodící se škrtněte

** 0 – nehodnoceno; 1 – výborně; 2 – velmi dobře; 3 – dobře; 4 – neprospěl/a