

Univerzita Karlova

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví



Bc. Johana Gazdíková

Zrakově-motorická koordinace u pacientů po cévní mozkové příhodě

Visual-motor coordination in stroke patients

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce: Bc. Mária Krivošíková, M.Sc.

Praha, 2024

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí diplomové práce, paní Bc. Márii Krivošíkové, M.Sc., za vedení, cenné poznámky, odborné připomínky a podněty. Mockrát děkuji za ochotu, trpělivost, spolupráci a podporu při vedení mé diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala Fakultní nemocnici Olomouc a Klinice rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze, která mi umožnila sběr dat pro praktickou část mé diplomové práce.

Velké poděkování patří také mé rodině, která za mnou po celý čas studia stála a byla mi velkou oporou.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité literární zdroje. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 3. 5. 2024

Bc. Johana Gazdíková

IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM

GAZDÍKOVÁ, Johana. *Zrakově-motorická koordinace u pacientů po cévní mozkové příhodě. [Visual-motor coordination in stroke patients]*. Praha, 2024, 69 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí diplomové práce Bc. Mária Krivošíková, M.Sc.

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Johana Gazdíková

Vedoucí práce: Bc. Mária Krivošíková, M.Sc.

Název diplomové práce: Zrakově-motorická koordinace u pacientů po cévní mozkové příhodě

Abstrakt diplomové práce:

Diplomová práce se zabývá zrakově-motorickou koordinací u pacientů po cévní mozkové příhodě (CMP). Hlavním cílem práce je popsat vztah mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u vybraných pacientů po CMP v subakutní a chronické fázi onemocnění. Hlavním přínosem diplomové práce by mělo být lepší pochopení souvislostí mezi grafomotorikou a vizuomotorikou. Výstupem práce je pilotní ověření vztahu mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u výzkumného souboru pacientů.

Teoretická část diplomové práce shrnuje poznatky o jemné motorice. Dále se zabývá hlavně vizuomotorickými dovednostmi, konkrétně definuje pojmy vizuální percepce, zrakově-motorická integrace a zrakově-motorická koordinace. Následně je v práci popsána úroveň vizuomotorických dovedností u pacientů po CMP. Teoretickou část uzavírají možnosti hodnocení vizuomotorických dovedností a dopad této poruchy na běžné denní aktivity.

Praktická část práce se zabývá zhodnocením úrovně grafomotoriky a vizuomotoriky u pacientů po CMP. K hodnocení byly využity dvě testové baterie: Handwriting Assessment Battery for Adults (HAB) pro hodnocení parametrů psaní a dětská neuropsychologická baterie NA-C pro hodnocení zrakově-motorické koordinace. Výzkumný soubor obsahoval celkem 15 pacientů, kteří do něj byli zařazeni na základě splněných kritérií výběru.

Získané výsledky poukazují na existenci vztahu mezi grafomotorickými dovednostmi a zrakově-motorickou koordinací. Zdatnost jedinců v jednotlivých subtestech mezi sebou navzájem souvisí. Z výsledků vyplývá, že úroveň vizuomotorické koordinace má vliv na určité parametry psaní, konkrétně na rychlost, čitelnost a manipulaci s psací potřebou. Bylo prokázáno, že úroveň vizuomotoriky nejvíce souvisí s čitelností psaní. Dále výsledky potvrzují přítomnost deficitu v oblasti zrakově-motorické koordinace u pacientů po CMP.

Klíčová slova:

cévní mozková příhoda, psaní, grafomotorické dovednosti, zrakově-motorické dovednosti, zrakově-motorická koordinace, koordinace oko-ruka

Abstract:

The thesis deals with visual-motor coordination in patients after stroke. The main aim of the thesis is to describe the relationship between visuomotor and graphomotor coordination in selected patients after stroke, in subacute and chronic phase of the disease. The main contribution of the thesis should be a better understanding of the relationship between graphomotor and visuomotor skills. The outcome of the thesis is a pilot validation of the relationship between visuomotor and graphomotor skills in a research group of patients.

The theoretical part of the thesis summarizes the knowledge about fine motor skills. It then deals mainly with visuomotor skills, specifically defining the concepts of visual perception, visual-motor integration and visual-motor coordination. Subsequently, the paper describes the level of visuomotor skills in patients after stroke. The theoretical part concludes with the possibilities of assessing visuomotor skills and the impact of this disorder on the activities of daily living.

The practical part of the thesis deals with the evaluation of the level of graphomotor and visuomotor skills in patients after stroke. Two test batteries were used for the assessment: the Handwriting Assessment Battery for Adults (HAB) for the assessment of writing parameters and the Pediatric Neuropsychological Battery NA-C for the assessment of visual-motor coordination. The research group consisted of a total of 15 patients who were included based on meeting the selection criteria.

The results obtained indicate the existence of a relationship between graphomotor skills and visual-motor coordination. The capability of individuals in each subtest is related to each other. The results show that the level of visuomotor coordination affects certain parameters of writing, namely speed, legibility and manipulating writing utensils. The level of visuomotor coordination was shown to be most closely related to the legibility of writing. Furthermore, the results confirm the presence of deficits in the area of visual-motor coordination in patients after stroke.

Key words:

stroke, handwriting, graphomotor skills, visuomotor skills, visuomotor coordination, hand-eye coordination

Obsah

ÚVOD	1
1 TEORETICKÁ ČÁST	2
1.1 Motorické funkce	2
1.1.1 Motorické učení.....	4
1.2 Jemná motorika	6
1.2.1 Grafomotorika	6
1.2.2 Psaní	8
1.2.2.1 Parametry psaní	8
1.2.2.2 Motorická složka horní končetiny při psaní.....	9
1.2.3 Vývoj grafomotorických dovedností a psaní.....	10
1.2.4 Řízení grafomotorických dovedností	12
1.2.5 Úchop psací potřeby.....	15
1.2.6 Grafomotorika po cévní mozkové příhodě.....	18
2.1 Zrakově-motorická integrace	19
2.1.1 Zrakově-motorická integrace po cévní mozkové příhodě.....	20
3.1 Zrakově-motorická koordinace	21
3.1.1 Vývoj zrakově-motorické koordinace.....	22
3.1.2 Řízení zrakově-motorické koordinace.....	23
3.1.3 Zrakově-motorická koordinace po cévní mozkové příhodě.....	24
3.1.4 Hodnocení zrakově-motorických dovedností.....	26
3.1.4.1 Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration.....	27
3.1.4.2 The Developmental Test of Visual Perception.....	28
4.1 Všední denní aktivity po cévní mozkové příhodě.....	31
2 PRAKTICKÁ ČÁST	33
2.1 Cíle diplomové práce.....	33
2.2 Hypotézy	33

2.3 Metodologie.....	33
2.4 Výzkumný soubor	34
2.5 Nástroje měření	38
2.6 Metoda analýzy dat	39
2.7 Výsledky.....	40
2.7.1 Vyhodnocení testu HAB	41
2.7.1.1 Manipulace s psací potřebou	41
2.7.1.2 Rychlost psaní	43
2.7.1.3 Čitelnost psaní	45
2.7.2 Vyhodnocení NA-C testu	46
2.7.2.1 Kopie tvarů.....	46
2.7.2.2 Vizuomotorická přesnost.....	47
2.7.3 Výsledky korelační analýzy HAB a NA-C	49
2.7.3.1 Manipulace s psací potřebou a kopie tvarů	49
2.7.3.2 Manipulace s psací potřebou a vizuomotorická přesnost.....	50
2.7.3.3 Rychlost psaní a kopie tvarů	51
2.7.3.4 Rychlost psaní a vizuomotorická přesnost	52
2.7.3.5 Čitelnost a kopie tvarů.....	53
2.7.3.6 Čitelnost a vizuomotorická přesnost	54
2.8 Ověření hypotéz	56
3 DISKUZE	60
4 ZÁVĚR	68
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	80
7 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	81
8 SEZNAM TABULEK	82
9 SEZNAM GRAFŮ.....	84

ÚVOD

Diplomová práce se bude zabývat zrakově-motorickou koordinací u pacientů po cévní mozkové příhodě.

Cévní mozková příhoda (CMP) je definována jako akutní cévní poškození mozku, které je způsobeno ischemií nebo hemoragií a vyžaduje urgentní diagnostiku a zahájení specializované léčby (Seidl, 2015). Incidence CMP je přibližně 300 nových případů na 100 000 obyvatel za rok. Řadí se na třetí místo v příčinách úmrtí za kardiovaskulární a nádorová onemocnění (Švestková, 2017). Dle Koláře (2012) přežijí CMP dvě třetiny pacientů, z nichž u poloviny přetrvávají těžké motorické poruchy, které ovlivňují jejich soběstačnost a zvyšují jejich závislost v běžném životě. Celosvětově je CMP uznávána jako jedna z hlavních důvodů úmrtnosti a invalidity dospělých osob. Za rok postihne více než 16 milionů jedinců na celém světě, z nichž 6 milionů se nadále potýká s jejími následky spojenými s invaliditou a 5 milionů tomuto akutnímu stavu podlehne. Mezi hlavní následky CMP patří zhoršená funkce horních končetin, která vede ke snížení manuálních a koordinačních pohybů zrakem vedených motorických úkonů kontralaterálně k místu mozkové léze (Wijesundera et al., 2022).

Mezi hlavní oblasti ergoterapeutické intervence patří nácvik motorických, sensorických, kognitivních a sociálních funkcí člověka. Dále se ergoterapeut zabývá běžnými denními aktivitami, kompenzačními pomůckami a předpracovní rehabilitací. Cílem je dosažení fyziologického pohybové vzoru právě při běžných aktivitách. V terapiích se proto využívá hodnocení zaměřené přímo na funkční dovednosti spojené s konkrétními činnostmi, kam se řadí i jemná motorika a grafomotorika (Kolář, 2012).

Ergoterapie se v rámci péče o pacienty po CMP zabývá hlavně funkcí horních končetin, mezi něž zařazujeme mimo jiné i jemnou motoriku. Jedná se o schopnost obratně a kontrolovaně manipulovat malými předměty v menším prostoru. Řadíme sem veškeré aktivity, při kterých dochází k zapojení drobných svalových skupin. Jemná motorika zahrnuje manipulační aktivity, grafomotoriku, logomotoriku, oromotoriku, mimiku a vizuomotoriku. Grafomotorika je definována jako soubor pohybových aktivit, které jsou spojené s prováděním grafické činnosti (psaní, kreslení, rýsování, malování atd.). Předpokladem pro grafomotorické schopnosti je dobrá úroveň psychomotorických funkcí. Součástí jemné motoriky je i vizuomotorika, tedy propojení očních pohybů s pohyby těla, což významně souvisí se zrakově-prostorovými funkcemi (Vyskotová, 2013).

Hlavním cílem diplomové práce je popsat vztah mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u vybraných pacientů po CMP v subakutní a chronické fázi onemocnění. Hlavním přínosem diplomové práce je lepší pochopení souvislostí grafomotoriky a vizuomotoriky u pacientů po CMP. Výstupem diplomové práce je pilotní ověření vztahu mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u výzkumného souboru pacientů.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Motorické funkce

Motorika je charakterizována jako celková pohybová schopnost organismu. V rámci ontogeneze dítěte je jako první patrný právě rozvoj motoriky, která má klíčovou roli v následném psychomotorickém vývoji jedince. Posun jedince v motorických dovednostech přispívá k rozvoji kognitivních funkcí. Motoriku rozlišujeme hrubou, která zajišťuje pohyb prostřednictvím větších svalových skupin, jemná motorika naopak uskutečňuje pohyb menšími svaly a má za úkol provádět drobné a precizní úkony (Zelinková, 2011).

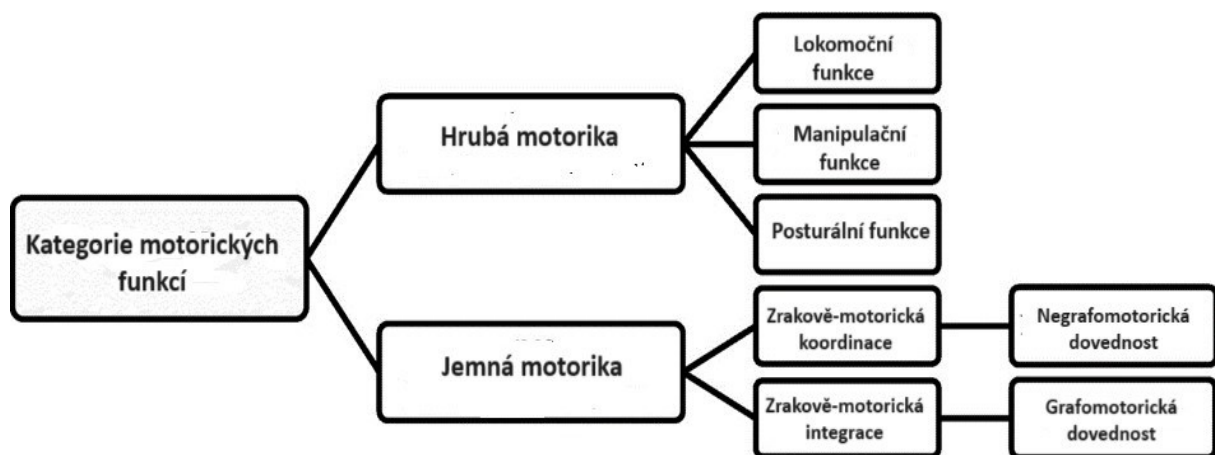
Motorické a psychické funkce jsou základními prvky lidského chování. Zpočátku se vyvíjejí společně, později dochází k jejich specializaci a diferenciaci, avšak navzájem mezi sebou neustále spolupracují a ovlivňují se. Motorický systém je napojený na mozkové řízení zapojené do úchopů, držení těla a podobně. Jedinec se na tyto změny adaptuje jak ze strany motorických, tak i kognitivních dovedností (Flores et al., 2023).

U novorozenců funguje motorika na reflexním základě. Můžeme u nich pozorovat tzv. globální pohyby, které jsou nekoordinované, rychlé, trhavé a probíhají naprosto spontánně. Současně se dítě učí všem hrubě- i jemně-motorickým úkolům a vlivem dozrávání centrální nervové soustavy je schopno se čím dál více kvalitněji pohybovat a využívat svoje horní a dolní končetiny k různým aktivitám (Zelinková, 2011). Vývoj jemné motoriky vychází z kvalitního vývoje hrubé motoriky a je závislý na primárním rozvoji poznávacích procesů. Ruka se vyvíjí postupně od ramene až k prstům. Dle Vyskotové (2013) je vývoj jemné motoriky důležitým ukazatelem normy, nebo naopak patologie a opoždění ve vývoji daného jedince. Dalším důležitým faktorem ontogeneze jemné motoriky je motorické učení, které je definováno jako „specifická forma učení, která je charakteristická osvojováním pohybových dovedností“ (Vyskotová, 2013).

Zcela první úchop se objevuje již v novorozeneckém věku. Jedná se o tzv. reflexní úchop, kterým je jedinec schopen uchopit předmět. Nejčastěji je tento úchopový reflex patrný u dítěte při vložení našeho prstu do jeho dlaně. Novorozenec je díky tomuto reflexu schopen prst chytit a držet. Postupně začíná novorozenec využívat k úchopu i spolupráci očí. Ta se zapojuje přibližně kolem 8. týdne věku a projevuje se jako koordinace ruka – ruka. Dítě si spojuje ruce vleže na zádech a využívá kontroly zrakem. Na základě této dovednosti dochází k propojení obou hemisfér. Ve čtyřech měsících je dítě schopno vědomého úchopu. Zraková

kontrola hraje v této fázi velmi důležitou úlohu, jelikož bez ní by jedinec nebyl schopen vykonat cílené uchopení předmětu. Postupně dochází k vývoji od palmárního úchopu, přes ulnární, k radiálnímu. Na konci druhého trimenonu postupně mizí úchopový reflex. Dítě zvládá radiální úchop a je schopno využít dlaně k opěrné funkci. Období třetího trimenonu je charakteristické pro využívání ruky pro oporu i ve vyšších polohách, například šikmý sed. Dítě pomalu zvládá i jemnější úchopy. Zejména je v tomto období popisován rozvoj pinzetového úchopu (Vyskotová, 2013). V batolecím období se postupně zdokonaluje koordinace horní končetiny, pohyby jsou jemnější a přesnější. Ve věku 15 až 18 měsíců je dítě schopno řízeně položit předmět na konkrétní místo, jelikož v tomto období dozrává nervosvalová koordinace. Rozvoj jemné motoriky u dětí probíhá zejména formou hry, která je pro děti přirozeným projevem. Pro terapeuty je naopak velmi dobrým vyšetřovacím nástrojem, jelikož při specifickém pozorování hry může být odhalena případná porucha zralosti centrální nervové soustavy (Vyskotová, 2021). Dle Zelinkové (2011) má kvalitní rozvoj jemné motoriky vliv na schopnost dítěte vykonávat běžné denní aktivity.

Obrázek č. 1.1 Přehled kategorií motorických dovedností (Flores et al., 2023)



Z terminologického hlediska jsou motorické dovednosti účinné a efektivní činnosti vyplývající z procesu učení. Dle kontroly pohybu a přesnosti se dělí do dvou kategorií: hrubá a jemná motorika, viz *obrázek č. 1.1*. Hrubá motorika zahrnuje dovednosti, které zajišťují pohyb těla v prostoru, hlavním cílem je schopnost udržet kontrolovanou pozici těla během konkrétního úkolu. Jedná se tedy o posturální a lokomoční stránku pohybu. Další součástí jsou manipulační dovednosti, které slouží k uchopování různých předmětů. Jemná motorika naopak zahrnuje činnosti zaměřené na přesné a drobné pohyby a je rozdělena na dvě odlišné schopnosti: motorickou koordinaci a vizuální integraci. Jemně-motorická koordinace zahrnuje koordinaci oko – ruka, manuální zručnost, motorickou rychlost a přesnost a zařazuje se k negrafomotorickým dovednostem. Druhým typem je vizuomotorická integrace, do níž

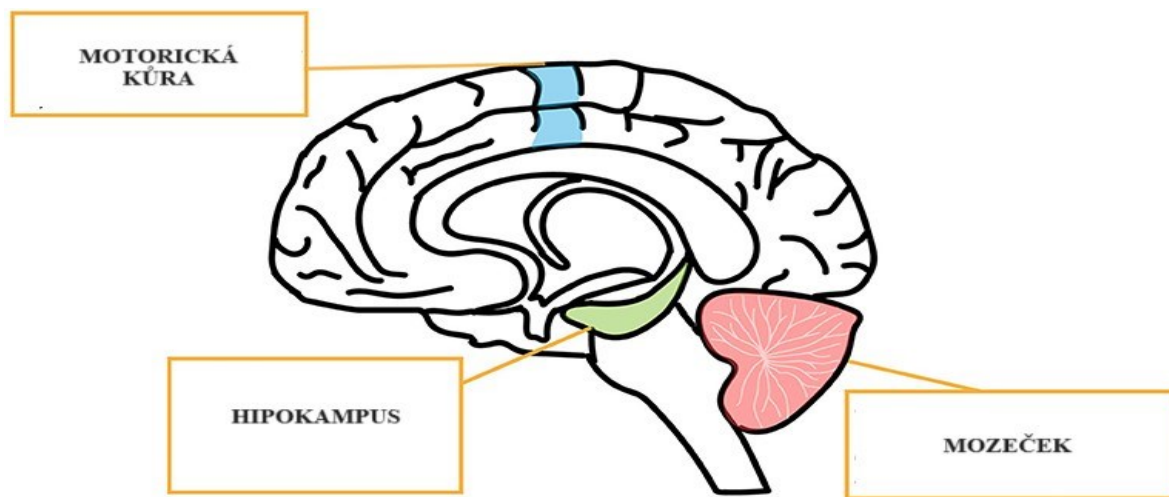
náleží zpracování vizuálních a prostorových podnětů. Dle autorů je definována jako grafomotorická dovednost (Flores et al., 2023).

1.1.1 Motorické učení

Motorické učení je nezbytná součást osvojování pohybu. Ve studii z roku 2022 je navržen model, který se skládá ze tří fází: kognitivní, asociativní a autonomní. V kognitivní oblasti jedinec poznává a zpracovává nové informace, aby byl schopen určit jednotlivé kroky, které jsou nezbytné k přesnému provedení úkolu. V asociativní fázi nastává zdokonalování naučených pohybů metodou pokus – omyl. V této části je velmi důležitý efekt zpětné vazby. V poslední fázi nastává automatizace dovedností, díky čemuž je jedinec schopen bezchybného provedení úkolů. Dle autora existují tři hlavní oblasti mozku zodpovědné za motorické učení: hipokampus, mozeček a motorická kůra, viz *obrázek č. 1.2*. Hipokampus zodpovídá konkrétně za uchování vzpomínek o pohybu, mozeček upravuje pohyby v prostoru a integruje signály z prostředí a motorická kůra koordinuje směr a sílu pohybu (Chandy, Tsay a Ivry, 2022).

Učení grafomotorických dovedností probíhá současně s vývojem mozku. Dle Palmis et al. (2017) probíhá učení u dospělých osob ve dvou fázích. Jednotlivé fáze jsou závislé na dvou nervových okruzích. Jedná se o kortiko-cereberální smyčku, jež je složená z kortikálních motorických oblastí, konkrétně z primární motorické kůry, somatosenzorické kůry, dorzální premotorické a parietální kůry. Dále je v této smyčce zapojen thalamus a mozeček. Druhý nervový okruh je kortikostriatální smyčka. Skládá se opět z motorických kortikálních oblastí, thalamu a bazálních ganglií. Tyto dvě smyčky dále při motorickém učení integrují s prefrontální oblastí mozku a hipokampem. V časném motorickém stádiu učení je primárně zapojena kortiko-cerebrální smyčka. První fáze je charakteristická pomalými a nepřesnými pohyby a je velmi závislá na zpětné vazbě. Zároveň v této části dochází k rychlému zlepšení dovedností. V pozdním stádiu učení jsou pohyby rychlejší, přesnější a méně závislé na zpětné vazbě a také se projevuje menší variabilita pohybu. V této fázi dochází k dlouhodobějšímu uchování motorických dovedností. (Hardwick et al., 2013; Palmis et al., 2017).

Obrázek č. 1.2 Lokalizace oblastí motorického učení (Chandy, Tsay a Ivry, 2022)



1.2 Jemná motorika

Jemná motorika je klíčová při plnění přesných motorických úkonů. Její součástí jsou manipulační a senzorické funkce. Manipulování s předměty je základní funkcí ruky, díky čemuž může člověk uchopovat. Neporušený senzorický aparát je nutný pro provádění úchopových aktivit. Pokud chceme provést volní koordinovaný pohyb, je nutná dostatečná svalová síla, ale i neporušený aferentní systém a smyslové vnímání. Tyto jednotlivé procesy jsou velmi důležité pro samotné motorické učení, které je klíčové pro jemnou motoriku (Vyskotová, 2021). Schopnost obratně pohybovat prsty na ruce vyžaduje kvalitní kontrolu pohybu a síly jednotlivých svalových komponent. Z hlediska řízení pohybu je manipulační funkce ruky výrazně kortikalizována a současně stranově rozlišena. Samotná úkolově zaměřená funkce ruky má tedy dvě komponenty: kognitivní a zrakově-prostorovou (Vyskotová, 2013).

Současné studie poukazují na vztah mezi motorickými a kognitivními schopnostmi. Konkrétně bylo zjištěno, že kognitivní funkce korelují s jemnou motorikou více než s jinými hrubě motorickými dovednostmi. Zejména se pojednává o korelaci mezi jemnou motorikou a vizuálně-percepčními dovednostmi. Dle studie z roku 2019 je jemná motorika popisována ve třech kategoriích: obratnost prstů, grafomotorika a rychlostní neboli poklepová jemná motorika (Martzog, 2019).

Důkaz o propojení mezi motorickými dovednostmi a kognitivními funkcemi poskytly neurovizuální metody. Konkrétně prefrontální kůra, bazální ganglia a mozeček jsou aktivovány jak pro motorické, tak pro kognitivní úkoly. Provázanost těchto struktur doložily studie, které se zabývaly pacienty s poškozením mozku. Zjistily, že léze v určité oblasti má za následek zhoršené fungování jak v oblasti kognitivní, tak i v motorické. Současně aktivity a činnosti, které jedinec neprovádí automaticky, jsou více závislé na aktivaci mozečku a prefrontální kůry, jelikož vyžadují vyšší pozornost a soustředění. V případě, že určitý kognitivní nebo motorický úkol jedinec natrénuje a zautomatizuje, dochází ke snížení aktivity v oblasti prefrontální kůry (Carlson et al., 2013).

1.2.1 Grafomotorika

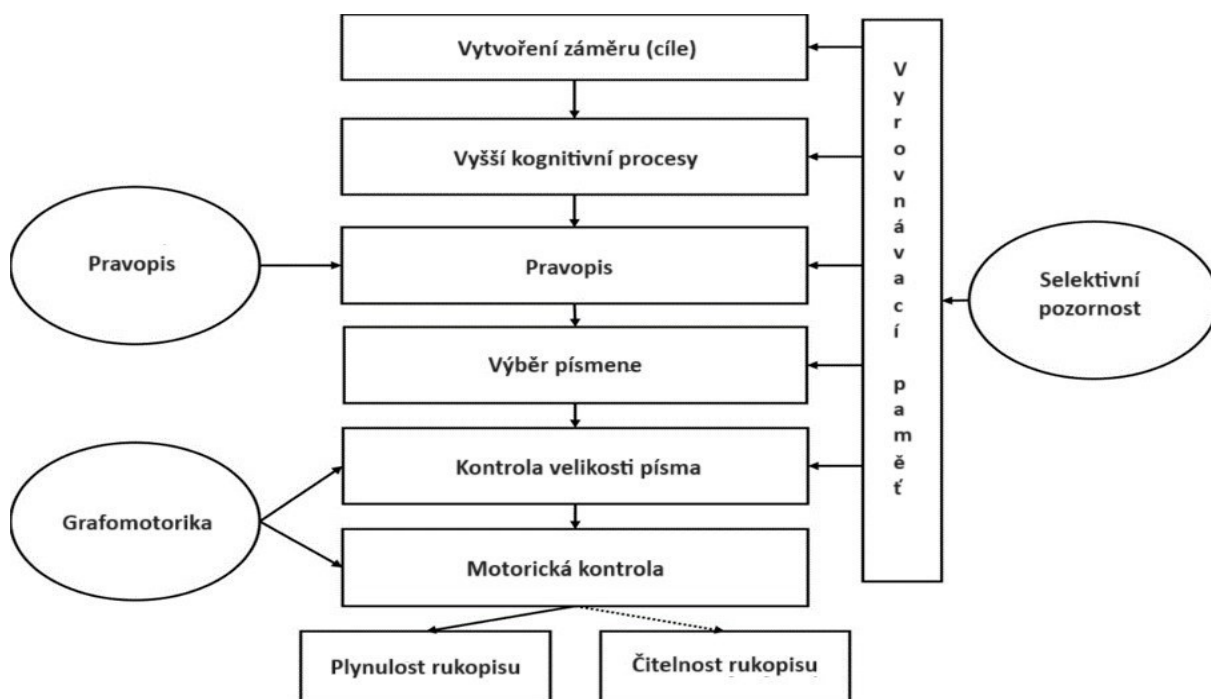
Grafomotorické dovednosti jsou důležitou součástí jemné motoriky. „*Jedná se o soubor psychomotorických činností, které jedinec vykonává při grafické činnosti – psaní, kreslení, rýsování, obkreslování, malování atd.*“ (Vyskotová, 2013). Psaní vyžaduje integraci smyslových, percepčních, motorických, kognitivních a jazykových funkcí. Při psaní je nutné ovládat jemné pohyby a sílu prstů ruky, současně je důležitá pozornost a koordinace vizuálních

a manuálních pohybů. Souhra všech těchto prvků je potřebná pro čitelný a plynulý rukopis (Maldarelli et al., 2015). Grafomotoriku výrazně ovlivňuje také schopnost rozlišení tvarů, vizuální vnímání a vizuální paměť. Při hodnocení rukopisu se zaměřujeme na plynulost, čitelnost a rychlost samotného psaní. Dále se posuzuje úchop psací potřeby, který má dle turecké studie velký vliv na kvalitu psaného textu, stejně jako úroveň zrakově-motorické koordinace a manuální zručnosti (Uysal et. al., 2016).

Z psychologického pohledu grafomotorika není chápána pouze jako pohyby ruky při vytváření grafického obrazu, avšak je kladen velký důraz na souhru všech senzomotorických činností, které jedinec vykonává při psaní nebo kreslení. Z hlediska kineziologie je grafomotorika považována za speciální součást jemné motoriky (Bondi et al., 2022).

Van Galen (1991) vytvořil jeden z nejznámějších modelů psaní. Jedná se o hierarchický a paralelní proces, který zahrnuje několik fází. V úvodu dochází k seskupení motorických programů, které obsahují jednotlivé informace o různých tvarech písmen. V další fázi dochází k nastavení vizuálně-prostorových parametrů. Jedinec tedy řeší situaci, kam jednotlivá písmena na papír napíše. Třetí fáze je charakteristická pro zvolení správné velikosti jednotlivých znaků. Až po splnění těchto jednotlivých komponent dochází k samotnému náboru jednotlivých svalů, současně ke stabilizaci těla a samotné manipulaci s psacím nástrojem. Graficky je úprava tohoto modelu znázorněna na obrázku č. 1.3 (Van Galen, 1991).

Obrázek č. 1.3 Upravená verze psychomotorického modelu Van Galena (1991) rozšířená o vztah mezi čitelností a plynulostí rukopisu v rámci této teorie (Downing a Caravolas, 2023)



1.2.2 Psaní

„Psaní rukou je komplexní percepčně-motorická dovednost, která zahrnuje kombinaci vizuo-motorických koordinačních schopností, motorické plánování, kognitivní a percepční dovednosti (Feder a Majnemer, 2007).“ Jedná se o jeden z neúčinnějších způsobů zaznamenávání informací. V běžném životě jej využíváme k vyjádření emocí, myšlenek nebo nápadů. Kvalitní rukopis vyžaduje integraci smyslových, percepčních, motorických, kognitivních a jazykových funkcí. Vizuelní vnímání a vizuelní paměť velmi ovlivňují kvalitu rukopisu. Zrakový vstup je závislý na znalosti a rozlišení tvarů, tedy na prostorové orientaci písmen a jejich tvarů. Bez těchto dovedností nelze docílit čitelného písma produkovaného za přijatelný čas (Uysal, 2016).

K psacím dovednostem jsou tedy nutné vizuelně-percepční a motorické schopnosti. Zrakové vnímání zajišťuje umístění písma nebo obrazce v prostoru, jeho tvar, velikost, nebo vzdálenost písmen od sebe. Motorická stránka psaní je zodpovědná za uchopení psací pomůcky a za souhrn jednotlivých velmi specifických pohybů ruky pro vyjádření psaného písma. Plynulá schopnost psát je výsledkem koordinovaných pohybů, které vzniknou integrací vizuelního vnímání a senzomotorické zpětné vazby (Capellini, Giacconi a Germano, 2017).

1.2.2.1 Parametry psaní

Při hodnocení psaní je důležité identifikovat složky výkonu a stanovit tak správné a účinné intervenční strategie. Motorické a percepční složky související s výkonem při psaní zahrnují jemnou motoriku, konkrétně manipulaci, bilaterální koordinaci a motorické plánování. Dále obsahují zrakově-motorickou integraci, vizuelní vnímání, kinestezii, senzomotorické schopnosti a pozornost. Právě nedostatečná kontrola jemné motoriky se podílí na běžných chybách při psaní – nesprávná velikost nebo umístění písmen na papíře. Je uváděno, že ke kontrole jemné motoriky pro psaní rukou jsou důležité tři aspekty: izolace, třídění a načasování pohybů. Pokud jsou zvládnuty tyto komponenty, je dobrý předpoklad pro kvalitní rukopis ze strany jemné motoriky (Feder a Majnemer, 2007).

Mezi faktory, které ovlivňují kvalitu rukopisu u dospělých osob, řadíme rychlost, čitelnost, úchop psací potřeby, přítlak tužky, styl písma a opravy chyb. Dále může být posuzována plynulost, vlastnosti samotného psacího nástroje, pohlaví jedince, preference ruky a socioekonomický status (Van Drempt, 2011).

Čitelnost je považována za jednu z hlavních složek psaného textu. Zajišťuje nám možnost přečíst napsaná písmena a slova. V této komponentě je posuzován hlavně tvar

a velikost písma, mezery mezi písmeny a slovy. Další posuzovanou oblastí je rychlost psaní, která je charakterizována jako průměrný počet napsaných písmen za jednu minutu. Úchop psací potřeby je závislý na umístění prstů na tužce a na síle, kterou jednotlivé prsty vykonávají při psaní. Držení psací potřeby má velký vliv na dvě předchozí komponenty psaní. Návuk úchopu tužky je jednou z domén ergoterapeutů, kteří se na tuto aktivitu zaměřují zejména u pacientů s poruchami v oblasti grafomotoriky. S úchopem velmi úzce souvisí přítlak na psací potřebu, který jedinec vykonává při psaní. Ze studie vyplývá, že tento tlak není stejný při psaní v různých směrech a také se liší při zápisu jednotlivých písmen nebo celých slov. Vyvinutý tlak závisí také na správnosti úchopu, pokud jedinec využívá alternativní tužkový úchop, dochází ke změně přítlaku. Ve studii byl zkoumán správný přítlak na psací nástroj. Výsledky ukazují, že nadměrný tlak může způsobit větší únavu jedince a také omezuje koordinaci pohybu při psaní. Je tedy důležité dbát na optimální přítlak směrem dolů k papíru a boční tlak na psací potřebu. Pokud jsou dodrženy tyto aspekty, získáme předpoklady pro kvalitní rukopis (Graham et al, 2006; Van Drempt, 2011).

Další oblastí, která bývá posuzována při hodnocení grafomotoriky, je styl písma. Ten je chápán jako rozlišování psacích a tiskacích písmen. Při hodnocení rukopisu se ve studiích často zmiňuje kombinace těchto dvou stylů nazývána jako smíšený styl. Prozatím nebyl prokázán vliv používání smíšeného stylu psaní na rychlost. Poslední komponentou, na niž se bere ohled při hodnocení grafomotoriky, je množství chyb a oprav v textu. Tento faktor je pro terapeuty také klíčový, jelikož počet chyb může pomoci k porovnání výsledků mezi jedinci s poruchou grafomotoriky (Van Drempt, 2011).

1.2.2.2 Motorická složka horní končetiny při psaní

Zachovaná motorická funkce celé horní končetiny je nejdůležitější součástí pro dosažení kvalitního psaní. Prostřednictvím zapojení svalů na horní končetině od ramenního pletence přes loket, předloktí, zápěstí, ruku až po samotné prsty je možné vykonat drobné, koordinované a přesně zacílené pohyby. Proximální části horní končetiny jsou zodpovědné spíše za psaní větších písmen a přemísťování se po papíru na větší vzdálenosti, naopak svaly ruky a distálních segmentů zajišťují psaní menších a jemnějších písmen. Z tohoto důvodu jedinci se sníženou kontrolou v distální části ruky mohou být díky zachované motorické kontrole v proximální oblasti schopni psát pouze většími písmeny (Van Drempt, 2011).

U dospělých jedinců může být často narušeno psaní z důvodu CMP. U pacientů se vyskytuje porucha senzomotorických funkcí na horní končetině, ať už v celém rozsahu nebo

jen v některých segmentech. Na základě těchto deficitů se projevují obtíže s úchopem psací potřeby nebo s koordinací ruky při psaní. U těchto jedinců jsou často popisovány souhyby v oblasti horní končetiny při psaní, které jsou způsobeny sníženou schopností koordinace a obratnosti ruky a prstů. Z tohoto důvodu dochází ke kompenzačním pohybům v proximálních částech horní končetiny (Van Drempt, 2011).

1.2.3 Vývoj grafomotorických dovedností a psaní

Předpoklad pro kvalitní psaní je rozvíjení určitých schopností u dětí již v předškolním věku. Z pohledu pedagogického a psychologického je pro správné psaní důležitý právě rozvoj samotných psychických funkcí. Dle Doležalové (2016) se jedná hlavně o rozvoj smyslového vnímání, rozlišovacích schopností, prostorové orientace, představivosti, zrakové a sluchové paměti a rytmického cítění. Psychické funkce samozřejmě nelze oddělit od těch fyzických, proto je kvalita psaní závislá také na úrovni hrubé a jemné motoriky jedince. Důležitým faktorem je koordinace těchto fyzických funkcí se smyslovým vnímáním – zejména se jedná o koordinaci oko a ruka. Bez této souhry nemůže být dosaženo kvalitního a fyziologického rukopisu. Další nezbytnou součástí je i výběrové vnímání, řeč, myšlení, motivace jedince k psaní nebo kreslení a uspořádání pracovního místa (Doležalová, 2016). Důraz na smyslové vnímání při grafomotorice potvrzuje i Looseová (2001), která zdůrazňuje nejprve ovládnutí základních oblastí vnímání, kam zahrnuje tělesné taktilní, kinestetické a vestibulární vnímání. Teprve poté je možné rozvíjet vyšší stupně smyslových funkcí.

Rozvoj grafomotoriky u dětí ovlivňují exogenní a endogenní faktory. Mezi vnitřní řadíme souhru všech výše zmíněných mozkových činností při psaní, jak psychických, tak fyzických. Mezi vnější faktory patří zejména rodinné zázemí a rozvoj dítěte v domácím a školním prostředí (Doležalová, 2016). Americká studie, která popisuje vývoj psaní u dětí, zmiňuje fakt, že vývojové změny ve zrakové pozornosti během jednotlivých vývojových stadií mají vliv na plynulost psaní, jež souvisí s motorickou koordinací svalů ruky. Při prvních úchopích dítěte je zraková fixace uchopovaného předmětu klíčová a je v této souvislosti často zmiňována. V oblasti psaní je důležitost zrakové kontroly v některých případech opomíjena. Pokud jedinec zvládá plynule psát, umožňuje mu to věnovat pozornost obsahu psaného textu. Právě u dětí trvá tento proces déle, jelikož kvalita psaní souvisí s dozráváním struktur v mozku. Malderelli et al. (2015) ve své studii poukazuje na vliv úrovně kognitivních funkcí na psaní. Pokud má jedinec v této oblasti obtíže, odráží se jeho výkon na rychlosti a plynulosti rukopisu. Ve výzkumech u dospělých jedinců, při nichž byly sledovány jednoduché denní činnosti

(například čištění zubů), bylo zjištěno, že zrakové plánování aktivity předcházelo vlastní manuální aktivitě (Maldarelli et al., 2015; Stevenson a Just, 2014).

Za úplný počátek vývoje psaní se považuje prvotní čmárání dětí na papír, které se stává postupem času cílenější, tvary začínají být přesnější a později se z tvarů stávají písmena. Nejprve je dítě schopno používat vodorovné čáry, udává se věk okolo dvou let, následují vodorovné tahy, a ve třech letech se objevují i kruhy, viz *obrázek č. 1.4*. Následuje napodobování geometrických tvarů, které začíná okolo čtvrtého roku malováním kříže, poté čtverce, a nakonec trojúhelníku (Feder a Majnemer, 2007).

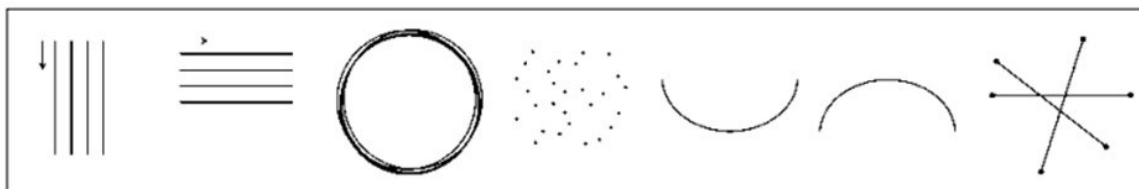
Nejcitlivější období pro rozvoj grafomotoriky u dětí je předškolní věk. Dochází k velmi rychlému zrání organismu, proto je nejlepší čas k rozvoji schopností, které souvisejí s kreslením a psaním. Tím, že motivujeme dítě ke kreslení, zároveň podporujeme rozvoj psychických procesů. Psaní a kreslení je velmi propojené, avšak popisují se rozdíly v zapojení různých mozkových center. Při kreslení se zapojují základní mozkové funkce pro motoriku, koordinaci, pozornost, paměť, představivost, smyslové vnímání a funkci svalů ruky. Všechny tyto aspekty jsou nutné i při psaní, ale dochází navíc i k zapojení řečových funkcí, jelikož psaní se řadí ke komunikačním procesům, stejně jako mluvení (Doležalová, 2016).

K cílenému rozvoji psaní se přechází v období šestého roku dítěte, tedy na začátku školní docházky. Předtím probíhá průprava v předškolním věku ve formě kreslení a uvolňovacích cvičení. Tato věková hranice je stanovena na základě velkých nároků na psaní z hlediska úrovně psychosomatických dovedností. Dále také není v šesti letech dokončena osifikace zápěstních kostí a okolní svalstvo je oslabené. Z tohoto důvodu jsou děti zatěžovány psaním v kratších časových intervalech a je založeno hlavně na nápodobě tvarů a tréninku zrakově-motorické koordinace. Jako u většiny nových aktivit musí dítě projít procesem učení. Tudíž se postupuje od jednoduchých a větších tvarů a písmen k náročnějším. Nesmí zde být opomíjena psychická stránka, a to hlavně pozornost, jejíž udržení je pro děti velmi náročné. Zároveň dochází k propojení smyslového vnímání a s tím může souviset vyšší unavitelnost dětí při soustředění na psaní. Všechny tyto doporučení však navazují na fyziologický vývoj dítěte v předchozích šesti letech, jelikož musí mít vyvinutu hrubou a jemnou motoriku na určité úrovni umožňující trénink grafomotoriky a samotného psaní (Doležalová, 2016).

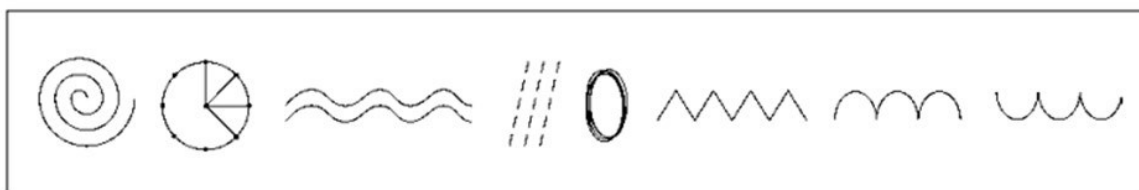
Jakmile je dítě schopno při kresbě překročit střední čáru, znamená to jeho připravenost na psaní. Je udáváno, že kvalita písma se rychle vyvíjí během 1. třídy ve škole a dosahuje vrcholu někdy okolo osmého roku dítěte. Ve 3. třídě se stává rukopis automatickým

a organizovaným. Rychlost psaní se vyvíjí déle, v podstatě během celé školní docházky. Rozvoj schopnosti psát je důležitý pro sebevědomí dítěte a také pro dosažení úspěchu ve škole. Je udáváno, že dítě ve škole stráví přibližně 31–60 % času psaním. Jestliže má jedinec obtíže s rukopisem, odráží se to i na jeho výkonu ve škole (Feder a Majnemer, 2007).

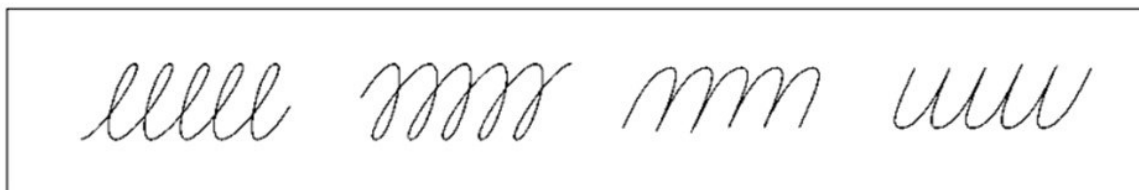
Obrázek č. 1.4 Přehled vývoje grafomotorických prvků (Bednářová, 2021)



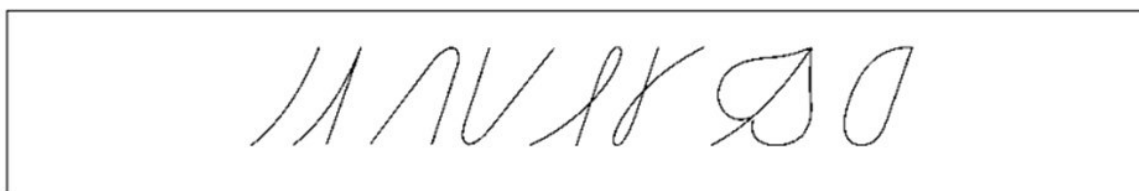
Základní prvky první skupiny - věkové období: 3 - 4,5 roku



Základní prvky druhé skupiny - věkové období: 4 - 5,5 roku



Základní prvky třetí skupiny - věkové období: 5 - 6,5 roku



Základní prvky čtvrté skupiny - věkové období: více jak 6 let

1.2.4 Řízení grafomotorických dovedností

Před začátkem samotného psaní musí být vybrán specifický grafomotorický program, který obsahuje například informace o pořadí nebo směru písmen pro konkrétní slovo. Následně dochází k zapojení motorického řídicího systému, který provádí kroky potřebné k vytvoření příslušných písmen. Pro zachování stejné velikosti všech komponent daného slova je nezbytné, aby se motorické řízení skládalo z pohybů prováděných stejnou modulací a současně adekvátní

silou. Právě kolísání těchto faktorů u starších osob může vést k nestejně velikosti písmen ve slově nebo k narušení kontinuity samotného textu (Yoon, 2013).

S psaním rukou je spojováno více oblastí mozku – frontální motorická kůra, horní oblast temenního laloku, dolní spánkový gyrus a mozeček. Za propojení ortografických a motorických programů je zodpovědný střední frontální gyrus. Senzomotorickou složku pohybu podporuje zejména horní parietální lalok. Spánková oblast kůry zajišťuje ortografické vyhledávání při samotném psaní (Yang, 2020).

Studie z roku 2020 se zaměřuje na rozdíl v zapojení jednotlivých mozkových oblastí při psaní a jejich rozdílnost u mužů a žen. Bylo prokázáno, že aktivita v oblasti mozkové kůry koreluje se skutečným projevem psaní a naznačuje právě pohlavní rozdílnost mužů a žen. Výzkum také zdůrazňuje roli pohlaví při zkoumání rukopisu. Současně výsledky odhalily, že ženy dosahují vyššího skóre v kvalitě písemného projevu. Naměřené hodnoty funkční magnetické rezonance (fMRI) poukazují na zvýšenou aktivitu v oblasti mozkové kůry při psaní oproti ženám. S ohledem na výsledky více studií se předpokládá, že oblast mozkové kůry z funkčního hlediska slouží k propojení mezi ortografickými a motorickými programy mozku při psaní. Autoři vysvětlují nižší kvalitu psaní u mužů právě zvýšenou aktivitou v této oblasti, jelikož tím dochází k narušení souhry ortografických a motorických programů při rukopisu (Yang, 2020).

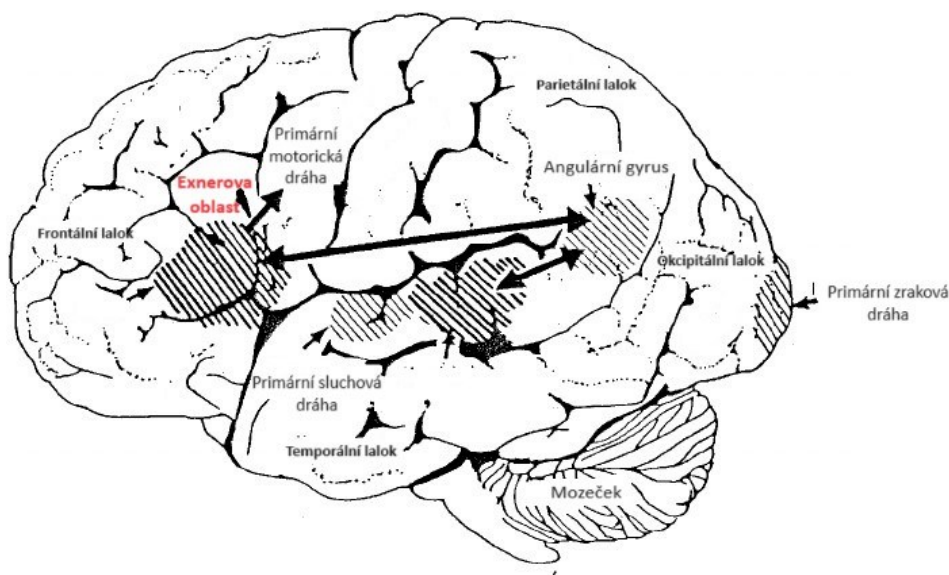
Japonská studie z roku 2013 se snažila o prozkoumání charakteristiky rukopisu u 209 starších zdravých osob. Autoři došli k závěru, že zdraví starší dospělí vykazují variabilní velikost písma v rámci daného slova. Za příčinu považují porušenou motorickou kontrolu jemných pohybů u starších osob. Právě u seniorů dochází k narušení integrity bílé mozkové hmoty, což může ovlivňovat i kvalitu psaní. Stárnutím dochází k reorganizaci mozkových neuronů a současně nastává zhoršení vizuální zpětné vazby a vizuomotorické integrace – tyto faktory mohou mít vliv na výkonnost v psaní (Yoon, 2013).

Při studii grafomotorických dovedností u jedinců s lézí v různých oblastech mozku byla právě jako oblast pro implementaci grafických motorických vzorů definována tzv. Exnerova area, viz *obrázek č. 1.5*. Jedná se o lokalizaci v oblasti levého dorzálního premotorického kortexu umístěnou na přechodu mezi prostředním frontálním gyrem a precentrálním gyrem. Studie zaměřující se na problematiku neurovizuálních metod dokazují, že v této Exnerově oblasti dochází k minimální aktivaci během jazykových úkolů, ale naopak je prokazována zvýšená aktivita při samotném psaní. Dokonce byla zjištěna vyšší aktivita při samotném psaní písmen a slov než u číslic a abstraktních obrazců. Proto se autoři domnívají, že by tato lokalita

mohla vykazovat funkční specifičnost vzhledem k písmenům. Roux et al. (2009) tuto oblast nazvali jako grafemicko-motorickou frontální oblast. Její hlavní funkcí je kooperace mezi jazykovými procesy a samotnými motorickými programy, které jsou klíčové pro rukopis (Palmis et al., 2017).

Neurozobrazovací studie prokazují, že léze v oblasti levé premotorické kůry není jediná lokalizace způsobující motorické deficity postihující psaní. Autoři poukazují i na důležitost parietální kůry, která zajišťuje klíčovou roli v samotné motorické kontrole psaní. Další lokalizace, jež je zmiňována v souvislosti s poruchou psaní, jsou subkortikální léze a deficity v oblasti mozečku, který způsobuje apraxii psaní. Oblast zadní cerebrální hemisféry je zodpovědná za specifickou motorickou oblast pro psaní. Konkrétně se jedná o oblast ipsilaterální vzhledem k dominantní ruce. Studie poukazují na možnost deficitu v oblasti načasování, plynulosti a přesnosti psaní právě při lokalizaci léze v této části mozečku. Zároveň je zde prokázána závislost na kortikálních zpětnovazebních smyčkách, které dále ovlivňují premotorické a parietální oblasti mozku po objevení léze. O dalších specifických funkcích mozečku vzhledem k grafomotorickým dovednostem se stále diskutuje. Jeho funkce se zmiňuje na úrovni udržení získaných dovedností, korekce chyb a ukládání interních modulů, které umožňují automatický pohyb (Palmis et al., 2017). Levá parietální kůra, dorzální premotorická kůra a mozeček tvoří tedy síť, která se podílí na kódování motorických programů souvisejících s psaním (Palmis et al., 2017).

Obrázek č. 1.5 Lokalizace Exnerovy oblasti v mozku (Joseph, 2000)

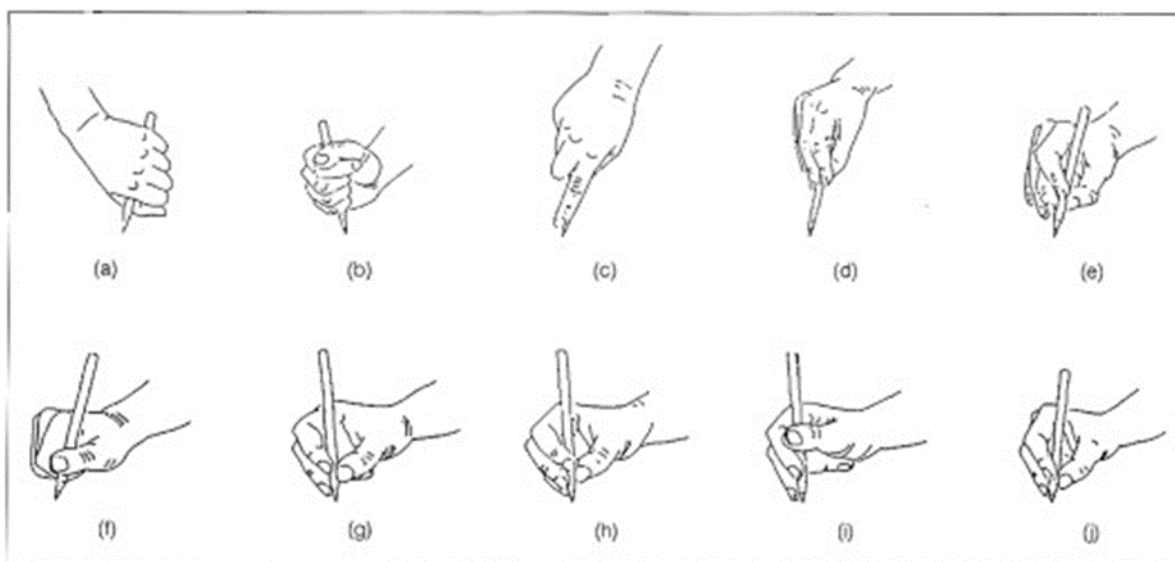


1.2.5 Úchop psací potřeby

Při držení psací potřeby se využívá špetkový úchop, který je charakteristický zapojením tří prstů: palce, ukazováku a prostředníčku. Každý z nich má při úchopu tužky svoje typické postavení a funkci. Palec je uložen z boku psací potřeby a vede směr pohybu tužky zleva doprava. Ukazovák kontroluje tužku shora, měl by být lehce ohnutý a zajišťuje směr psací linie shora dolů. Prostředník je postaven proti palci a drží psací potřebu posledním článkem prstu. Jeho hlavní funkcí je pohyb pera vzhůru (Doležalová, 2016).

Güven a Uysal (2022) ve své studii popsali vývojové pořadí jednotlivých úchopů, které jsou zobrazeny na *obrázku č. 1.6*. První z nich je radiální dlaňový úchop, který je specifický držením tužky v dlani, hrot tužky spočívá na radiální straně zápěstí, předloktí je plně v pronaci, pohyb vykonává celá horní končetina. Ulnární dlaňový úchop je velmi podobný radiálnímu, nicméně hrot tužky spočívá na ulnární straně zápěstí a ruka je v supinačním postavení. Prstový pronační úchop s dominantním postavením ukazováčku opět zapojuje při vytváření obrazu na papír celou paži. Dalším podobným úchopem je štětcový, do nějž jsou zapojeny všechny prsty a hlava tužky je zaklíněná v dlani jedince. K úchopu s nataženými prsty je již nutné stabilnější postavení zápěstí, které je v pronačním postavení s mírnou ulnární deviací. Žádné zmíněné úchopy nevyžadovaly oporu lokte o podložku. V následujících je již opora o stůl nutná. Při palcovém úchopu je psací potřeba držena prostřednictvím ukazováčku a palce, prsty jsou volně uloženy v pěst. Pohyb tužky je zajišťován pohyby předloktí. Statický tridigitální úchop stabilizuje psací potřebu na radiální straně ruky, tužka je opět mezi palcem v opozičním postavení, z boční strany tužku ovládá ukazovák a prostředník. Tetradigitální úchop je velmi podobný předchozímu, ale účastní se na něm i čtvrtý prst, tedy prsteníček. Boční a dynamický tridigitální úchop je nejvíce bodově ohodnocen. Opět je zde tužka stabilizována na radiální hraně dlaně. V případě bočního úchopu je palec umístěn v addukci a je opřen o laterální stranu ukazováku, třetí prst pomáhá fixovat psací potřebu. Čtvrtý a pátý prst jsou ve flexi volně uloženy v dlani. U dynamického úchopu je palec v úplné opozici, ukazovák se účastní fixace pera z přední části a prostředníček z boční. Čtvrtý a pátý prst jsou opět ve flexi a pomáhají stabilizovat zápěstí (Güven a Uysal, 2022).

Obrázek č. 1.6 Vývojové pořadí jednotlivých úchopů psací potřeby (Guven a Uysal, 2022)



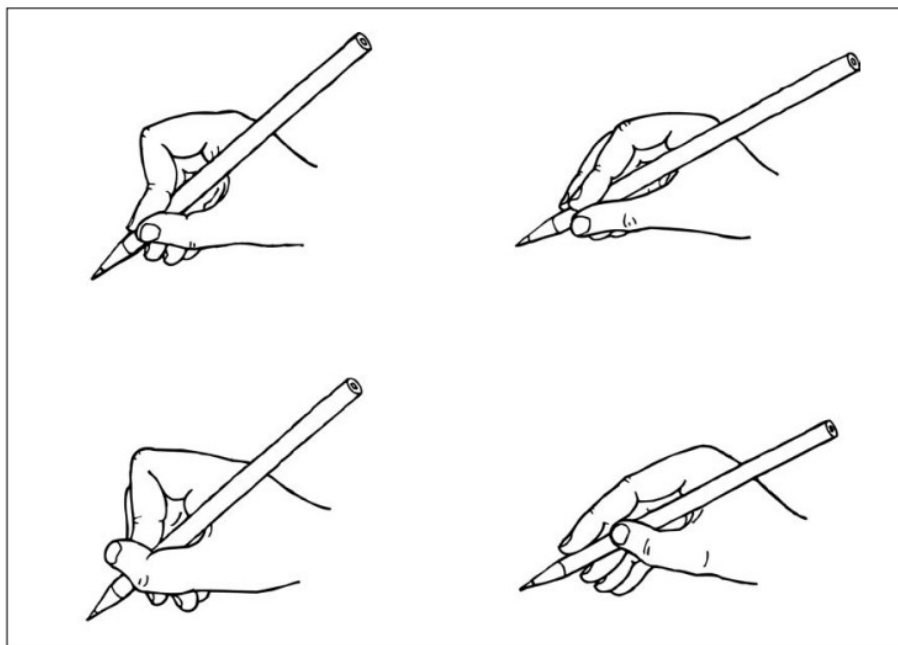
Názvy jednotlivých úchopů s možnými bodovými zisky při jejich hodnocení:

- a) Radiální dlaňový úchop – 1 bod
- b) Ulnární dlaňový úchop – 2 body
- c) Digitální pronační úchop, pouze natažený ukazováček – 2 body
- d) Štětcový úchop – 3 body
- e) Úchop nataženými prsty – 3 body
- f) Palcový úchop – 4 body
- g) Statický tridigitální úchop – 4 body
- h) Tetradigitální úchop – 4 body
- i) Boční tridigitální úchop – 5 bodů
- j) Dynamický tridigitální úchop – 5 bodů

Za patologický úchop psací potřeby se považují všechny ostatní úchopy, pokud se nejedná o špetkový. Možnosti nesprávného úchopu psací potřeby jsou znázorněny na obrázku č. 1.7. Dále se posuzuje, zda jedinec drží tužku křečovitým způsobem, který je také považován za nesprávný. Následky nevhodného úchopu jsou potom bolesti v oblasti prstů a zápěstí, dále nevhodná poloha tužky vůči papíru a také rychlá unavitelnost jedince (Doležalová, 2016). Chybný úchop psací potřeby může mít za následek problém s izolací pohybů jednotlivých prstů ruky. Tito jedinci často využívají různé kompenzační strategie ke stabilizaci psací potřeby (Feder a Majnemer, 2007). Za další příčinu chybného úchopu tužky je považována nedostatečná manipulační kapacita ruky a prstů. Správný vzor úchopu psací potřeby je velmi důležitý, jelikož umožňuje jemný pohyb k dosažení kvalitního rukopisu.

Současně se obtíže s psáním objevují vlivem nedostatku v jedné z těchto oblastí: koordinace oko – ruka, koordinace pohybů, ovládání jemné motoriky, zraková percepce nebo vizuomotorická integrace (Brown a Link, 2016).

Obrázek č. 1.7 Nesprávné úchopy psacího náčiní (Bednářová, 2021)



Při psaní je důležitá i správná manipulace s psací potřebou. Dle Browna (2016) se jedná o tři specifické typy manipulace: rotace, translace a stabilizace. Rotační složka znamená pohyb tužky kolem jedné nebo více os. Translace je chápána jako manipulace s předmětem mezi konečky prstů a uložení v dlani. Stabilizace se vztahuje na používání těchto dovedností, zatímco je psací potřeba uložena v dlani (Brown a Link, 2016).

Hodnocení úchopu tužky je v mnoha ohledech náročné, jelikož je subjektivní a různí hodnotitelé se mezi sebou liší svým názorem. Jednou z možností je hodnocení z roku 1990 od autorů Schneck a Henderson, jež pro klasifikaci používá pětibodovou škálu dle vývojového stádia úchopu. Nejnižší bodový zisk je přitom 1 bod a nejvyšší 5 bodů (Schneck a Henderson, 1990). Guven a Uysal (2022) zdůrazňují důležitost fotografického zaznamenání úchopu při jeho hodnocení. Doporučují pořídit fotografii z levého, pravého a předního úhlu, aby bylo hodnocení co nejobjektivnější. Konkrétní úchopy i s bodovým ohodnocením jsou znázorněny pod obrázkem č. 1.6.

1.2.6 Grafomotorika po cévní mozkové příhodě

CMP je jedním z neurologických onemocnění, které může způsobit poruchu grafomotoriky u dospělých osob. Je uváděno, že 85 % osob po CMP má hemiparézu horní končetiny. Pouze u 27 % jedinců se obratný pohyb ruky potřebný pro psaní obnoví. Z tohoto důvodu je terapie grafomotoriky velmi důležitou součástí péče o pacienty po CMP. V současné době je publikováno pouze malé množství výzkumů, které by testovaly úroveň grafomotoriky u osob po mrtvici (Kong, Chua a Lee, 2011; Simpson et al., 2015).

Porucha psaní se nazývá agrafie, jež je definována jako porucha v oblasti dříve neporušených písemných dovedností v důsledku získaného poškození mozku a CMP. Jedná se o poruchu, která znemožňuje komunikaci prostřednictvím psaní kvůli nedostatkům v oblasti pravopisu, vizuálního vnímání, vizuálně-prostorové orientace, motorického plánování, řízení motoriky psaní nebo jazykové dovednosti. Agrafie je rozdělována na dva druhy: centrální a periferní. V případě centrální agrafie je postižena jazyková oblast mozku a dochází k obtížím s pravopisem nebo spontánní komunikací. Periferní agrafie kromě jazyka zasahuje motorické a zrakově-prostorové dovednosti, zařazované k motorickým oblastem mozku, což se projevuje obtížemi při samotných pohybech při psaní (Bileri, 2021).

Přítomnost čisté agrafie u pacientů po CMP byla v literatuře zřídka popisována. Porucha v oblasti psaní je většinou spojena s motorickou poruchou horní končetiny nebo konkrétní lokalizací léze v mozku. Bileri et al. (2021) zmiňuje, že agrafie může být i včasným varovným příznakem mrtvice. Dalším faktorem je specifikace lokalizace léze, jež může způsobit čistou agrafii. Jedná se o jazykové oblasti v mozku. Pokud dojde k poškození angulárního gyru na dominantní straně, může pacient trpět jazykovou agrafií, v případě léze v oblasti frontálního gyru dochází k apraxické agrafii. U pacientů po CMP, u nichž byla diagnostikována agrafie, odhalilo neurozobrazovací vyšetření poškození insuly a vnitřní a vnější kapsuly dominantní hemisféry. Tyto lokalizace dokazují, že došlo k poškození motorického výstupu psaní. Autoři zmiňují možnost existence specifické odlišné cesty pro grafomotorické dovednosti, které pravděpodobně tvoří větší síťový model jazykového zpracování (Bileri, 2021).

2.1 Zrakově-motorická integrace

Vizuomotorická integrace je definována jako koordinace mezi zrakovým vnímáním a pohybem prstů. Autoři popisují, že vizuomotorická integrace vyžaduje více zrakového vnímání než vizuomotorická koordinace neboli koordinace oko – ruka. Studie z roku 2008 naznačuje, že vizuomotorika a zrakově motorická integrace mají vliv na kvalitu rukopisu a vzájemně se ovlivňují (Kaiser, Albaret a Doudin, 2008). Vizuálně-motorická integrace hraje klíčovou roli při zvládnutí aspektů psaní (Klein et al., 2010).

Osvojení rukopisu se skládá ze dvou nezbytných dovedností: vizuální vnímání (percepce) a motorická dovednost. Kombinace těchto dvou prvků je definována jako vizuomotorická integrace a je nezbytná pro správný vývoj psaní (Brown, 2016). Vlivem stárnutí dochází ke snížení schopností v oblasti vizuomotorické integrace, senzorní vstupy působící na motorickou kůru jsou omezené, současně mají jedinci potíže s vizuální zpětnou vazbou. Všechny tyto faktory ovlivňují rukopis z hlediska velikosti písmen v jednotlivých slovech a orientace písmen na papíře (Germano et al., 2013; Yoon, 2013).

K rozvoji zrakových dovedností dochází v dětství. Přibližně ve věku šesti let dítěte je patrný vztah mezi vizuomotorickým výkonem a provedením rukopisu. Pojem vizuomotorická integrace představuje míru, do jaké jsou zrakové vnímání a pohyby prstů ruky dobře koordinovány. Funkční využití těchto dovedností je velmi klíčové pro každodenní život. Jejich porucha má dopad na celkový rozvoj jedince, sociální komunikaci a učení. Zrakově-motorické dovednosti jsou značně ovlivněny mozkovými složkami, jejich narušení může být přítomno i u jedinců s poškozenou zrakovou ostrostí (Ferreira et al., 2021).

Rozdíl v chápání pojmů mezi vizuální percepcí a vizuomotorickou integrací je definován následovně. Zraková percepce umožňuje člověku pochopit, co vidí, jedná se o nezbytnou dovednost pro funkční vidění. Vizuomotorická integrace je překlad vizuální informace do motorické reakce, jako je například psaní. Vizuální percepce a vizuomotorická integrace jsou dva samostatné systémy, které se vyvíjejí paralelně, ale navzájem spolu úzce souvisí (Brown a Hockey, 2013).

Studie z roku 2013 chápe vizuomotorickou integraci jako schopnost vytvoření myšlenkového zastoupení obrazce a jeho následné napodobení prostřednictvím kontrolovaných pohybů malých svalů. Jednotlivé vizuální informace musí být zpracovány a integrovány s pohyby jemné motoriky. Se zrakově-motorickou integrací jsou často spojovány úkoly jako například psaní a kopírování. Zrakově-motorická koordinace dle autorů zahrnuje pouze

ovládání malých pohybů prstů. Výkon dětí v oblasti vizuomotorické integrace měl významnou souvislost s úrovní matematických a písemných dovedností jedinců. Lepších výkonů dosahovaly děti s vyšším bodovým ziskem v testech na vizuomotorickou integraci (Carlson et al., 2013).

2.1.1 Zrakově-motorická integrace po cévní mozkové příhodě

Většina našich každodenních činností vyžaduje přesnou interakci mezi zrakovým vnímáním a motorickým systémem. Pro jemnější pohyby, jako je uchopování, je důležité zachování určité úrovně vizuomotorické a senzomotorické integrace. Úroveň zrakově-motorické integrace u pacientů po CMP není v literatuře dostatečně popisována (Bonstrup et al., 2019).

Losa et al. (2020) se zabýval vlivem zrakově-motorické integrace při bimanuálním úkolu u pacientů po CMP. Při provedení dané činnosti byl prokázán velký vliv vizuální zpětné vazby na frekvenci, amplitudu a průběh pohybu. Dalším zjištěním bylo, že k vizuomotorické integraci nedochází vždy na úrovni zpracování pouze senzoričkových informací, ale může k ní docházet i na úrovni motorického provádění úkolu. Porucha v oblasti vizuomotorické integrace může ovlivnit motorickou paměť pro jednotlivé senzoričkové modalitě právě při provádění úkolu. Pacienti dále vykazovali horší výkon při provádění pohybů se zrakovou kontrolou, pravděpodobně z důvodu vyšší náročnosti na kognitivní funkce. Autoři zmiňují, že porucha zrakově-motorické integrace u pacientů po CMP není snadno diagnostikovatelná. Častokrát je u jedinců přítomna i porucha propiocepce nebo deficit v oblasti vnímání zrakového pole a podobně. Specifické určení dané poruchy je tedy velmi problematické a mnohdy se jedná o kombinaci více deficitů (Herter, Scott a Dukelov, 2019, Semrau et al., 2015).

Většina aktuálních studií, které se věnují rehabilitaci pacientů po CMP, se zaměřuje především na motorické poruchy horní končetiny. Senzoričkové následky onemocnění jsou ale také velmi časté a korelují s obnovou funkce horní končetiny. V terapii zaměřené na zlepšení propiocepce se využívá zraková kontrola horní končetiny při provádění úkolu. Pro tento způsob tréninku je ale nutné, aby pacient byl schopen této zrakové kontroly a aby docházelo ke zpracování v oblasti zrakově-motorické integrace. Velmi důležitá je zachovaná schopnost zrakového vnímání, jež je dle autorů studie z roku 2019 u pacientů po CMP často narušena (Herter, Scott a Dukelov, 2019).

3.1 Zrakově-motorická koordinace

Vizuomotorická koordinace je základní funkce řízení pohybu, která vyžaduje interakce více oblastí mozku. Byla prokázána aktivita v parietální a frontální oblasti mozkové kůry během vykonávání vizuálně-motorické úlohy (Xinzhe et al., 2020). Klein et al. (2010) popsal vizuomotoriku, zrakově-percepční schopnosti a zrakové dovednosti jako podstatné senzomotorické složky pro výkon psaní. Vizuomotorika je závislá na integraci zrakových a motorických složek pohybu, tedy na koordinaci oko – ruka, a je velmi důležitá pro správný rozvoj grafomotoriky. Psaní je složitý proces, kdy viděný obraz musí být uložen do zrakové paměti a zároveň musí dojít k propojení a následnému převodu představy do pohybu ruky a prstů. Na základě této integrace dochází ke vzniku psaného písma (Vyskotová, 2013).

Carlson et al. (2013) definuje vizuomotorickou koordinaci jako jemně-motorické schopnosti s vizuální složkou. To zahrnuje zručnost prstů a současně rychlost a přesnost drobných pohybů ruky. Jednotlivé dovednosti jsou znázorněny různými senzomotorickými úkoly, kam patří například poklepávání, trasování nebo napodobující pohyby rukou. Vizuomotorická koordinace je spojována s raným rozvojem kognitivních dovedností, ale studie z roku 2013 vyvrací její vliv na akademický úspěch u starších dětí (Carlson et al., 2013). Rovněž byl prokázán vztah mezi zrakově-motorickou koordinací, prostorovou orientací a výkonem při psaní. Autoři zmiňují úzkou provázanost mezi zrakově-motorickou koordinací a motorickou kontrolou. Dalším popisovaným jevem v souvislosti s psaním je vztah se sekvenčními jemně-motorickými pohyby, což znamená obratnost prstů a výkonnost jednotlivých svalů při psaní. Bylo zjištěno, že u jedinců, kteří mají špatný rukopis, jsou jemně-motorické pohyby na horší úrovni než u jedinců s dobrým rukopisem (Tal-Saban a Weintraub, 2019; Wilson et al., 2017). Obtíže v oblasti vizuomotoriky jsou popisovány na třech úrovních. Buď se jedná pouze o problémy se zrakovým vnímáním, nebo mluvíme o specifické poruše v oblasti motorických dovedností, nicméně v některých případech se může vyskytnout také porucha v obou zmíněných oblastech, která jedince následně omezuje v učení (Capellini, Giaconi a Germano, 2017).

Proces vizuálně-motorické koordinace je základem rukopisu. Konkrétně se jedná o organizaci očních pohybů při opisování písmen. Studie z roku 2018 sledovala právě úroveň zrakově-motorické koordinace prostřednictvím procesně orientovaného přístupu zaměřeného na vztah mezi pohyby očí a zpracováním informací. Tato metoda se zabývá vývojem čtení a přináší zaměření na proces, nikoli pouze na výsledek. Tento přístup slouží k lepšímu pochopení problematiky kopírování písmen a ke zjištění souvislosti s jejich rozpoznáváním.

Za tímto účelem autoři sledovali pohyby očí a současně je propojili s probíhajícími pohyby rukou právě při kopírování tvarů. Aplikovali metodu eye-trackingu a sledovali odděleně dvě fáze: sběr informací a kopírování tvaru. Následně zkoumali vzorce očních pohybů během obou částí a tím dokázali specifikovat a porovnat, ve které fázi se testované osoby odlišují. Konkrétně zkoumali, jak znalost podnětů ovlivňuje dynamiku zrakově-motorické koordinace při kopírování známých písmen a neznámých symbolů. Zjištění ukazují, že znalost písmen vede k vyšší automaticnosti při jejich kopírování (Fears a Lockman, 2018). Tato skutečnost se potvrdila jak u dětí, tak u dospělých osob. Znalost písmen zkracuje reakční dobu a snižuje počet chyb při provádění úkolu (Wiley et al., 2016).

Funkční mozková konektivita je používána k porozumění mozkové aktivitě při zrakově-motorické koordinaci. Je prokázáno, že vizuomotorika zahrnuje křížové korelace mozkové kůry. Prostřednictvím elektroencefalografie (EEG), která se využívá k diagnostice elektrické aktivity mozku, se dají popsat konkrétní sítě funkční konektivity při výkonu aktivity ověřující úroveň zrakově-motorické koordinace. Bylo prokázáno, že vizuomotorika zahrnuje přenos informací z více frekvencí. Studie došla k závěru, že v alfa pásmu neurální aktivita koreluje s motorickým řízením a v gama pásmu naopak s vizuálním zpracováním a sledovacím chováním. V beta pásmu se došlo k obdobným výsledkům jako v alfa oblasti. Funkční konektivita EEG má tedy speciální topologickou strukturu (Xinzhe et al., 2020).

3.1.1 Vývoj zrakově-motorické koordinace

Počátky vývoje koordinace oko – ruka vznikají již v těhotenství. Zjištění bylo provedeno na základě výzkumu, který se zaměřoval na ultrazvukové pozorování plodu. U některých z jedinců byl pozorován kontakt ruky a hlavy již okolo 13. týdne těhotenství a u 50 % plodů se tento pohyb rukou směřující k ústům a očím objevoval ve třetím trimestru těhotenství. Čím bylo dítě starší, tím více dotyků směřovalo do okolí kolem úst oproti jiným oblastem na hlavě. Také rostla četnost otevření úst při přiblížení horní končetiny. Autoři uvádějí, že pohyb je cílenější vlivem postupného dozrávání mozkové kůry. Zjištění tedy ukazují, že ve třetím trimestru se zpočátku bezúčelný pohyb změní v organizované motorické chování směřující k cíli, kterým je kontakt ruka – ústa. Po narození tento fenomén přetrvává. Vědci zjišťovali, zda se jedná pouze o reflexní pohyb nebo může být u novorozence tento pohyb záměrný. Došli k závěru, že koordinace ruka – ústa má všechny parametry cíleného pohybu a může se jednat o vývojový předstupeň sebesycení. Autoři tudíž popisují tuto koordinaci jako nejranější projev cíleného koordinovaného pohybu u novorozence (Futagi, 2017).

Dalším vývojovým stupněm je přímo koordinace oko – ruka. Ve studii hodnotili novorozence na zrakové fixování cíle a pozorovali jeho motorickou reakci. Bylo prokázáno, že ruka se výrazně přiblížila k cíli, když jedinec současně vizuálně fixoval cíl. Dalším substestem ověřili, že novorozené děti mají schopnost ovládat paži vůči vnějším silám. Z toho vyplývá, že vývoj zrakové kontroly pohybu je přítomný již po narození (Futagi, 2017).

Koordinace oko – ruka – ústa je vizuálně vedené, cílené motorické chování, prováděné se záměrem a doprovázené emocemi. Koordinace ruka – ústa není závislá na vizuálním vedení pohybu, ale je ovlivněna vnímáním propiocepce plodu a přetrvává krátce po narození. Tyto dovednosti podle autorů nejsou pouze jednoduchým reflexním mechanismem mozkového kmene, ale spíše jsou přičítány vyšším kortikálním funkcím. Mozkové dráhy do zrakové kůry jsou funkční již ve 40. týdnu těhotenství (Futagi, 2017).

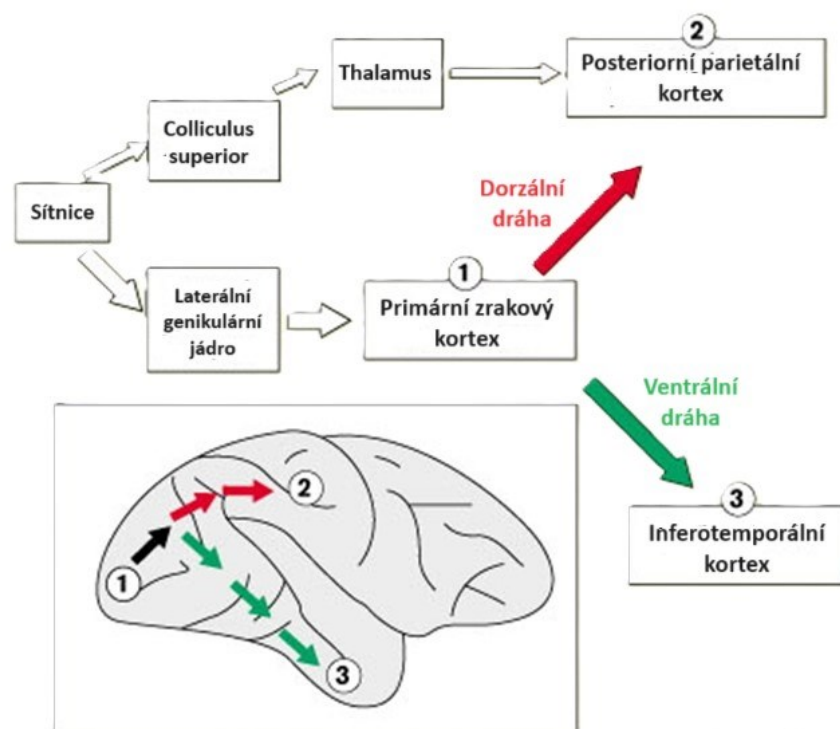
3.1.2 Řízení zrakově-motorické koordinace

Koordinace oko – ruka – ústa je u novorozenců recipročně řízený nervový mechanismus vizuomotorických okruhů, které jsou složeny ze zadní parietální kůry, premotorické kůry, primární zrakové kůry, dorzální a ventrální dráhy. Dorzální dráha souvisí s prostorem od zrakové kůry po zadní parietální kortex a ventrální dráha sahá od zrakové kůry až po inferotemporální a prefrontální kortex. Je tedy velmi pravděpodobné, že tento způsob řízení, který je možný u novorozenců prostřednictvím nedostatečně vyvinuté sítě propojující mozkovou kůru, je stejný také u dospělých osob (Futagi, 2017).

Podstata zrakově-motorické koordinace pramení z propojení smyslového zrakového vnímání společně s provedením motorického úkolu. Neurony v oblasti dorzální dráhy mozku jsou aktivovány jak zrakovou informací, tak i motorickým projevem, konkrétně se jedná o vizuálně citlivé buňky v parietálním kortexu. Bylo prokázáno, že většina neuronů v této oblasti vykazuje jak senzorigickou, tak pohybovou aktivitu. Teorii potvrzují i studie, jež zdůrazňují, že jedinci s lézí v této oblasti mozku mají deficit ve vizuálně řízených pohybech paží a očí. Dorzální dráha tedy slouží k transformaci zrakových vstupů do motorických úkolů, které programuje a řídí. Jedná se o zrakově-prostorovou dráhu tvořící komplexní síť vizuomotorických modulů propojených s dalšími kortikálními a subkortikálními mozkovými strukturami, jež se zabývají senzomotorickým řízením (Goodale, 1998). Ventrální dráha je pak charakterizována jako oblast, která zprostředkovává naše vizuální vnímání předmětů a poskytuje základ pro kognitivní operace.

Autoři zdůrazňují, že smyslové vnímání vždy vyústí nějakým motorickým aktem. Ventrální dráha se od dorzální odlišuje spojením mezi zrakovým vstupem a konečným motorickým výstupem, které je méně spontánní, jelikož zahrnuje navíc kognitivní operace a bere v úvahu předchozí zkušenosti. Ve skutečnosti mezi sebou tyto dvě dráhy neustále spolupracují a tvoří komplexní chování, viz *obrázek č. 1.8* Autoři poukazují na důležitost vnímání přeměny sensorických vstupů na smysluplné motorické aktivity, namísto zaměřování se na samostatně oddělené struktury (Goodale, 1998).

Obrázek č. 1.8 Projekce dráhy z primární zrakové kůry do zadní parietální a inferotemporální kůry prostřednictvím dorzální a ventrální dráhy (Goodale, 1998)



3.1.3 Zrakově-motorická koordinace po cévní mozkové příhodě

U pacientů po CMP jsou procesy řízení motoriky narušeny. Na straně léze dochází ke snížení excitability kortikálních motorických neuronů. Fyziologicky hemisféry vzájemně vyvíjejí reciproční interkortikální inhibici přes corpus callosum. Po CMP se tato funkce stává asymetrickou, čímž dochází ke snížení kortikální aktivity na straně léze a naopak ke zvýšení aktivity na neporušené hemisféře. Studie z roku 2022 klade velký důraz na obnovu činnosti této interhemisferické rovnováhy za účelem zlepšení celkových motorických funkcí. Pro zkvalitnění motorické kontroly je nutné se při terapii zaměřit na mozkovou neuroplasticitu, která je závislá na stimulaci a zapojování právě porušené části těla po cévní mozkové příhodě.

K samotnému zlepšení motorických dovedností dochází prostřednictvím motorického učení, jež závisí zejména na somatosenzorické zpětné vazbě (Wasaka, 2022).

Při hodnocení pacientů po CMP vykazovalo 40 z 60 delší dobu pro vykonání vizuomotorického úkolu. Přibližně stejné množství pacientů popisovalo i problémy ve zrakové ostrosti a v oblasti výpadku zorného pole. Z australské studie vyplývá, že 70 % pacientů po CMP, kteří podstoupili zrakové vyšetření, má potvrzený určitý zrakový deficit v oblasti zorného pole, zrakové ostrosti nebo v okulomotorických úkolech. Tato zjištění jsou velice podstatná, jelikož zrakově-motorická koordinace je závislá na zrakových schopnostech jedince. Výsledky australské studie tedy potvrzují, že pacienti po prodělané CMP potřebují delší dobu k provedení zrakově-motorických úkolů. K provedení vizuomotorického úkolu jsou potřebné neporušené senzomotorické funkce, zrak a propriocepce. Tyto oblasti jsou většinou vlivem CMP narušeny, což se odráží celkově na kvalitě jemné motoriky (Wijesundera et al., 2022).

Pacienti po CMP vykazovali také větší chybovost při testování kopírování tvarů, velké obtíže jim činilo zejména dokončení úkolu při odchýlení se od daného tvaru. Do studie bylo zařazeno i srovnání ve výkonnosti pacientů s lézemi levé a pravé mozkové hemisféry. Pacienti s lézí v oblasti pravé hemisféry potřebovali více času na provedení úkolu než jedinci s lézí levé hemisféry (Wijesundera et al., 2022).

Rehabilitace pacientů po CMP se zabývá hlavně obnovou ztracených motorických funkcí. Studie zkoumala změny v aktivaci motorického kortexu před a po vykonání motorického úkolu paretickou končetinou, přičemž pacienti měli vykonat úkol zaměřený na vizuomotorické sledování. Jednalo se o silový stisk, který byl korigován na základě vizuální zpětné vazby. K úkolu byla využita digitální obrazovka podávající pacientům informaci o síle jejich stisku prostřednictvím interaktivní hry. Pacient musel na základě zrakové kontroly na monitoru korigovat sílu stisku své ruky. Studie prokázala zvýšení neurální aktivity v motorické oblasti mozku na straně léze u pacientů po CMP. Dále autoři popisují, že úkol jako vizuomotorické sledování může zlepšit kortikální zpracování, které následně usnadní nácvik ztracených motorických dovedností. Výsledky naznačují závislost motorického učení spíše na smyslové zpětné vazbě než na opakování samotného pohybu. Na základě záznamů motorických kortikálních potenciálů byla prokázána aktivita v centrální oblasti zasažené hemisféry. Současně autoři vyzdvihují kladný vliv vizuomotorické zpětné vazby na neuroplasticitu mozku (Kornhuber a Deecke, 2016; Wasaka, 2022).

Zhoršení zrakově-motorické koordinace naznačuje americká studie z roku 2018, která se zaměřuje na hodnocení vizuomotoriky u dětí s dětskou mozkovou obrnou. Současně

popisuje sníženou zrakovou integraci a propriocepci u dětí s tímto onemocněním. Studie dále zaznamenala nadměrnou zrakovou kontrolu porušené horní končetiny při plánování a provádění motorického úkolu. Toto zjištění tedy poukazuje na zvýšené vizuální monitorování pohybující se paže. Vzhledem k tomu, že zraková kontrola hraje klíčovou roli při plánování a provedení cíleného pohybu, může zhoršená vizuomotorická koordinace ovlivnit vykonávání těchto aktivit. Terapeutická intervence zaměřená na zlepšení zrakově-motorické koordinace může zlepšit motorický výkon u dětí s dětskou mozkovou obrnou, ale i u jedinců s jinými neurologickými deficity (Surkar et al., 2018).

3.1.4 Hodnocení zrakově-motorických dovedností

Hodnocení je velmi důležitou součástí vyšetření v rehabilitačním procesu. Jedná se o kontinuální proces zahrnující identifikaci jednotlivých problémů a potřeb, které dává do souvislosti s faktory prostředí daného jedince (Ferreira et al., 2021).

Je prokázáno, že vizuomotorické a zrakově-percepční dovednosti přímo ovlivňují kvalitu života pacienta a dobrá úroveň těchto schopností má vliv na profesní výkonnost jedinců. V celkem deseti studiích byl k hodnocení využit Beery-Buktenica Developmental Test of Visual Motor Integration (Beery VMI), který se nejčastěji používá k hodnocení vizuomotorických dovedností a dovedností zrakového vnímání, včetně klinické praxe. Tento nástroj však vyžaduje značné množství času na bodování a provádění kvalitativních analýz. Z tohoto důvodu se doporučuje vývoj nástroje, který proces zautomatizuje a umožní dlouhodobé sledování pacienta. V tomto smyslu by bylo přínosné, kdyby byly všechny dotazníky digitalizovány, což umožňuje rychlejší sběr dat. Je možné pracovat i s dalšími přidruženými technologickými nástroji, např. včetně zavedení eye-trackeru nebo přenosného zařízení pro elektrofyziologické hodnocení příznaků. Používání přenosných nebo vzdálených zařízení je trendem v rehabilitační vědě a umožňuje sledování pacientů a jejich zdravotního vývoje. Tato zařízení generují rozsáhlé množství dat, které lze analyzovat různými metodami umělé inteligence (Ferreira et al., 2021).

Druhým nejvíce využívaným testem byl The Developmental Test of Visual Perception (DTVP). Studie z roku 2009 se zaměřovala na analýzu vztahu mezi kvalitou rukopisu a položkami vizuálně-motorické integrace v Developmental Test of Visual Perception (DTVP-2), který testuje motorickou integraci a vizuální vnímání. Čtyři položky z tohoto hodnotícího nástroje sledují přímo zrakově-motorickou integraci: koordinace oko – ruka, kopírování tvarů, prostorové vztahy a vizuomotorická rychlost. Dle studie se jedná o velmi spolehlivý hodnotící

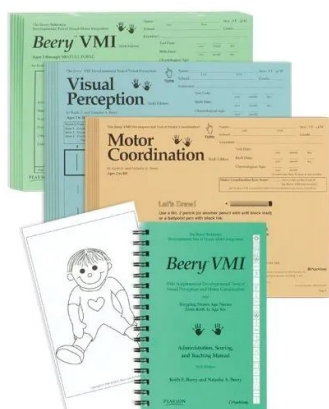
nástroj. Výsledky položky kopírování z testu DTVP-2 potvrdily významnou souvislost s kvalitou rukopisu. Předchozí studie využívaly k potvrzení souvislosti test Beery VMI. Tento výzkum ukázal, že dvě položky z DTVP-2 předpovídají kvalitu rukopisu. Studie tak vyvrací zjištění z roku 1996, že vizuálně-motorická integrace by byla sama o sobě prediktorem kvality rukopisu. Dle nových faktů má na úroveň psaní velký vliv zrakově-motorická koordinace. Kaiser, Albaret a Doudin (2009) na základě těchto poznatků zmiňují, že pokud dítě vykazuje slabé výsledky při psaní, měl by ergoterapeut zahrnout do terapie položky kopírování tvarů a obkreslování (Kaiser, Albaret a Doudin, 2009).

3.1.4.1 Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration

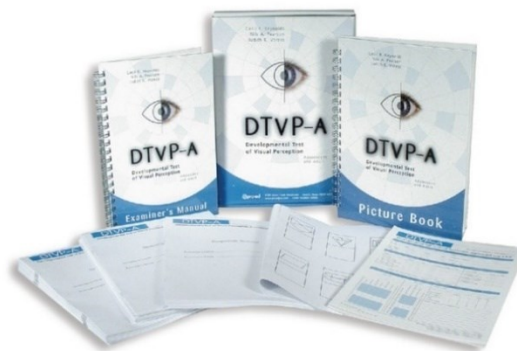
. Beery VMI je screeningový test běžně používaný neuropsychology a ergoterapeuty k hodnocení vizuálně-motorických funkcí, jelikož byl několikrát standardizován na více než 2 000 dětech a 1 000 dospělých. Vyznačuje se vysokou spolehlivostí a hodnotící shodou u dospělých a dětí. Několik studií ukázalo, že výkon dětí v Beeryho VMI testu souvisí s akademickými výsledky a je považován za silný prediktor akademického úspěchu u dětí ve věku 5–8 let. Skóre testu Beery VMI u dětí školního věku významně souvisí s výsledky ve čtení, psaní a počítání (Findlay et al., 2020). Test se skládá z 24 různě obtížných geometrických obrazců, které má testovaná osoba za úkol překreslit. Dále existují dva doplňkové testy, které hodnotí vizuální vnímání a motorickou koordinaci. Test je vhodný pro všechny věkové kategorie, ale v praxi je využíván spíše u dětí. Doba testování trvá přibližně 15 minut. Zhruba pětiminutové doplňkové testy se využívají, pokud v základní části terapeut vyhodnotí určitý deficit. V roce 2010 bylo standardizováno šesté vydání tohoto testu, které přináší nové normy pro některé věkové kategorie (Beery, 2010).

Hodnocení vyžaduje, aby testované osoby kopírovaly dvourozměrné tvary, jejichž obtížnost se neustále zvyšuje. Obrazce jsou pak hodnoceny na základě odlišnosti od vzorů. Jedná se tedy o posuzování výsledku, nikoliv procesu překreslování. Autoři studie z roku 2018 naznačují, že jelikož jde jen o hodnocení výsledku, jedná se pouze o nepřímé hodnocení vizuálně-motorické koordinace (Fears a Lockman, 2018).

Obrázek č. 1.9 Beery VMI test
(Beery VMI, 2010)



Obrázek č. 1.10 DTVP test
(DTVP - A , 2024)



3.1.4.2 The Developmental Test of Visual Perception

Jedná se o standardizovaný testovací nástroj, který hodnotí vizuomotorickou integraci a zrakové vnímání. Ve vědecké literatuře se uvádí jako vhodný test pro studium normálního a patologického vývoje dětí (Bellochi et al., 2017). První verze DTVP z roku 1961 obsahovala pět oblastí pro hodnocení: koordinace oko – ruka, prostorové vztahy, stálost tvarů, vnímání figury a poloha v prostoru. Konkrétně dvě položky sloužily k hodnocení vizuomotorické integrace a tři z nich k odhalení deficitu zrakové percepce. Jednalo se o standardizovanou verzi testu a normy byly stanoveny na základě hodnocení 2 100 dětí ve věku 3–9 let. V roce 1993 došlo k revizi tohoto testovacího nástroje a rozšířil se na osm jednotlivých subtestů. Druhá verze testu, DTVP-2, obsahuje čtyři položky pro hodnocení vizuální percepce a čtyři pro vizuomotorickou integraci, které zahrnují tyto subtesty: koordinace oko – ruka, kopírování tvarů, vizuomotorické vyhledávání a vizuomotorická rychlost. V *tabulce č. 1* jsou subtesty pro vizuomotorickou intergaci zvýrazněny modrou barvou a oblasti pro zrakové vnímání zelenou barvou. Díky rovnoměrnému rozdělení subtestů do dvou kategorií může testující porovnávat zrakově-percepční schopnosti s vizuomotorickou integrací. Hodnocení je určeno pro děti ve věku 4–10 let. U DVTP-2 je prokázána vysoká reliabilita a spolehlivost výsledků mezi hodnotiteli (Brown a Murdolo, 2015; Kaiser, Albaret a Doudin, 2009). Z výsledků testů byl

zjištěn významný vztah mezi kvalitou psaní a položkami pro vizuomotorickou integraci, zejména v oblasti kopírování tvarů. Předchozí studie používaly test Beery VMI ke zjištění souvislosti mezi kvalitou psaní a vizuomotorickou koordinací. Kaiser, Albaret a Doudin (2009) využili hodnocení DTVP-2 a výsledky opět prokázaly souvislost mezi sledovanými položkami. Tento hodnotící nástroj by tedy mohl sloužit hlavně k poskytnutí více informací o vizuomotoricko-integračních dovednostech.

Další možnou dostupnou verzí je test DVTP-A:2, jenž se zabývá hodnocením dospívající a dospělé populace v rozmezí 11–79 let. Opět jde o standardizovanou formu hodnocení s dobrými psychometrickými parametry. Tato verze testu je složena ze sedmi subtestů, které jsou podrobně vypsány v *tabulce č. 1* (Reynolds, Pearson a Vorres, 2021).

Třetí verze hodnocení byla vydána v roce 2014. Cíle testu DTVP-3 byly podobné jako u předchozích verzí. Autoři se snažili o identifikaci osob s poruchou zrakové percepce nebo zrakově-motorické integrace, usilovali o určení stupně závažnosti těchto problémů, dalším cílem bylo ověřit účinnost intervenčních programů v rámci tohoto hodnocení a také chtěli přispět nástrojem pro měření ve výzkumných šetřeních. Třetí vydání testu se skládá opět z pěti oblastí, stejně jako je tomu u první verze. V *tabulce č. 1. 1* jsou rozepsané konkrétní subtesty, které tato verze obsahuje ve srovnání s předchozími. Oproti druhé verzi byly vyloučeny tři subtesty, jelikož u nich nebyl příznivý skórovací efekt a docházelo ke špatné korelaci mezi jednotlivými subtesty (Brown a Murdolo, 2015).

Nová, třetí verze má stejnou strukturu testovacích manuálů, totožnou administraci, interpretaci výsledků, přehledy o spolehlivosti a platnosti testu. Stejně tak zůstávají stejná bodovací kritéria. Je tedy odlišný pouze počtem subtestů a novými normami. Došlo k prodloužení věkových rozmezí probandů z původních 4–10 let na 4–12 let, dále hodnocení obsahuje podrobnější demografické informace, které zahrnují vzdělání rodičů, finanční příjem domácnosti, specifikaci poruch zrakového vnímání a deficity v oblasti pozornosti. Normy byly vytvořeny na základě vzorku, který obsahoval 1 035 dětí. Třetí verze testu obsahuje rozsáhlé informace o jeho reliabilitě a validitě (Brown a Murdolo, 2015).

Tabulka č. 1.1 Rozložení jednotlivých subtestů v dohledaných verzích testů DTVP (Brown a Murdolo, 2015; Reynolds, Pearson a Vorres, 2021).

Subtesty:	DTVP (1961)	DTVP -2 (1993)	DTVP-A:2 (2009)	DTVP -3 (2014)
Koordinace oko – ruka	✓	✓	✓	✓
Kopírování	×	✓	✓	✓
Prostorové vztahy	✓	✓	×	×
Vizuomotorická rychlost	×	✓	✓	×
Stálost tvaru	✓	✓	✓	✓
Vnímání figury	✓	✓	✓	✓
Uzavřenost tvarů	×	✓	✓	✓
Poloha v prostoru	✓	✓	×	×
Vizuomotorické vyhledávání	×	×	✓	×

4.1 Všední denní aktivity po cévní mozkové příhodě

Úroveň všedních denních aktivit (ADL) je závislá i na jejich výkonu před CMP. Pokud je skóre výrazně sníženo již před onemocněním, dochází často k výraznějšímu zhoršení (De Rooij, et al., 2023). Je uváděna významná souvislost mezi senzoryckými deficity a výkonem ADL (Mercier et al., 2001). V běžném životě k vykonávání úkolů automaticky využíváme tisíce očních pohybů, kterými sbíráme vizuální informace z okolí. Díky zrakovému vyhledávání získáváme podněty potřebné k normálnímu provádění motorických pohybů při funkčních aktivitách. Právě osoby po CMP mají s těmito běžnými denními činnostmi obtíže. V mnoha případech jsou obtíže ve výkonu aktivit sváděny na poruchu motorické oblasti končetin. Americká studie ale poukazuje na vliv zrakového vyhledávání při výkonu motorické aktivity u běžných denních aktivit. Autoři prováděli studii, ve které se zaměřili na hodnocení pacientů prostřednictvím Trail Making Testu (TMT). Jedná se o vizuomotorickou úlohu, při které právě zrakové vyhledávání řídí dosahové pohyby (Singh et al., 2017). Současně slouží hodnotící nástroj i jako prediktor výkonnosti při řízení automobilu. Do testování byli zahrnuti pacienti, kteří navzdory vlivu CMP netrpěli poruchou zorného pole a neglect syndromem. U probandů byl prokázán abnormální počet rychlých očních pohybů, což by mohlo ovlivnit jejich výkon ve funkčních činnostech (Singh et al., 2018).

Pohyby očí a končetin jsou při vizuomotorických úkolech silně propojeny. Nadměrné rychlé oční pohyby mohou ovlivnit plánování a kontrolu dosahových aktivit. Výsledky studie dokazují, že zhoršené zrakové vyhledávání může souviset s motorickou kontrolou v průběhu vizuomotorického úkolu, který má zvýšené kognitivní a percepční nároky. U pacientů se objevovaly nadměrně rychlé oční pohyby, jejichž výskyt se zvyšoval při náročnějším úkolu a ovlivňoval plynulost a rychlost vykonané aktivity. Zvýšené nároky na kognitivní složku způsobují obtíže se současným prováděním zrakového vyhledávání a pohybů končetin. Byl prokázán blízký vztah mezi vizuálním vyhledáváním a výkonem motorické aktivity. Pokud se tedy u pacientů zlepší složka zrakového vyhledávání,lepší se i jejich funkční výkonnost. Autoři apelují na multidisciplinární spolupráci odborníků při hodnocení motorických, kognitivních a vizuálních dovedností pro správnou diagnostiku vizuomotorických deficitů u pacientů po CMP (Singh et al., 2018).

Studie z roku 2001 se zabývala hodnocením jednotlivých oblastí poruch – percepční, motorické a kognitivní – na vliv vykonávání ADL po CMP. Závěrem studie bylo, že všechny zmíněné aspekty ovlivňují ADL, ale různou mírou. Nejvíce se na výkonu běžných denních

aktivit podílí motorická složka, dále percepční a kognitivní. Podíl jednotlivých složek při výkonu aktivity se mění a vzájemně se ovlivňují (Mercier et al., 2001).

Deficit v oblasti grafomotoriky může také ovlivňovat výkon všedních denních aktivit. Zejména je poukazováno na problémy v oblasti ADL, které vyžadují vyšší úroveň jemně-motorických dovedností. K těmto náročnějším aktivitám patří například sebesycení, zavazování tkaniček, oblékání nebo ovládání počítače a mobilního telefonu. Je prokázán vztah mezi motorickou poruchou, grafomotorikou a ADL. Tyto jednotlivé oblasti se navzájem ovlivňují a deficit v jedné z nich může znamenat narušení další (Tal-Saban a Weintraub, 2019).

Většina každodenních činností vyžaduje schopnost koordinovaných pohybů obou horních končetin. Jedinci po CMP mají často senzomotorické deficity na paretické straně těla, jejich bilaterální koordinace je častokrát snížena a ovlivňuje jejich výkon v ADL. Bilaterální motorická koordinace je definována jako souhra časových a prostorových vztahů mezi horními končetinami. Jiná definice ji popisuje jako efektivní manipulaci s prostředím dvěma horními končetinami za účelem provedení daného úkolu. Jedná se tedy o schopnosti současného použití končetin v určitém čase a prostoru pro provádění synchronizovaného a efektivního úkolu. Je prokázáno, že jedinci po CMP mají obtíže v časové i prostorové realizaci pohybu paretickou horní končetinou a současně je dokázáno, že bimanuální aktivity zlepšují zmíněné potíže na končetině se senzomotorickým deficitem (Akremi et al., 2022).

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Cíle diplomové práce

Hlavním cílem diplomové práce je popsat vztah mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u vybraných pacientů po cévní mozkové příhodě v subakutní a chronické fázi onemocnění.

Hlavním přínosem diplomové práce by mělo být lepší pochopení souvislostí grafomotoriky a vizuomotoriky, přičemž práce obsahuje také možnosti vyšetření a hodnocení zrakově-motorické koordinace. Výstupem práce je zhodnocení vztahu mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u pacientů po CMP. Diplomová práce je součástí většího výzkumu, který přispěje k ověřování testu HAB a k hodnocení grafomotoriky pro dospělou populaci na větším vzorku pacientů.

2.2 Hypotézy

- **H1:** *Očekávám, že u části pacientů po CMP se projeví porucha v oblasti vizuomotoriky.*
 - U pacientů po CMP bývá často přítomna paréza horní končetiny a s tím související porucha jemné motoriky, pacienti mají často obtíže s grafomotorikou, jejíž kvalitu ovlivňuje vizuomotorika (Capellini, Giaconi a Germano, 2017).
- **H2:** *Předpokládám, že u pacientů po CMP, u kterých se prokáže porucha vizuomotoriky, bude prokázána i porucha grafomotoriky.*
 - Ze studií vyplývá, že u pacientů po CMP je v 70 % přítomna porucha zraku, která ovlivňuje kvalitu psaní jako rychlost a čitelnost (Wijesundera, 2022).

2.3 Metodologie

Diplomová práce je koncipována jako teoreticko-praktická. Jedná se o kvantitativní korelační předvýzkum.

Prvním krokem při zpracování diplomové práce bylo provedení podrobné rešerše literatury, která se týkala zejména vztahu vizuomotoriky a grafomotoriky. Pro získání relevantních zdrojů byla provedena rešerše odborných článků vztahujících se k dané problematice. Použila jsem paralelní vyhledávání UKAŽ, zároveň také multioborové vyhledávání Web of Science, PubMed, Medline a Evidence-Based Medicine Reviews. Provedla jsem několik vyhledávání podle stanovené strategie, do které jsem se snažila zahrnout

články, které nebudou starší než deset let. Tyto aktuální poznatky jsou interpretovány v rámci teoretické části diplomové práce.

Praktická část diplomové práce se zabývá hodnocením vztahu mezi grafomotorikou a vizuomotorikou u skupiny pacientů po CMP. Sběr dat probíhal od ledna 2023 do února 2024. Byl uskutečňován převážně na Klinice rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze. Dále sběr dat probíhal i v rámci praxe ve Fakultní nemocnici Olomouc v období září 2023 až únor 2024. Výzkumný soubor tvoří 15 pacientů po CMP. Při sběru dat použiji test HAB – Hodnocení grafomotoriky pro dospělé (Handwriting Assessment Battery for Adults) a dva subtesty pro vizuomotoriku z neuropsychologického testu NA-C. U pacientů bude sledován vztah mezi grafomotorikou a zrakově-motorickou koordinací prostřednictvím zmíněných testů.

2.4 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor byl sestaven na základě účelového výběru. Jedinci byli do výzkumu zařazeni dle stanovených kritérií. Sběr dat probíhal na dvou pracovištích, pět pacientů bylo otestováno v rámci Fakultní nemocnice Olomouc a deset pacientů na Klinice rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze.

Před začátkem vyšetření byl pacient podrobně seznámen s průběhem vyšetření a podepsal informovaný souhlas. Následovalo samotné testování, které obsahovalo soubor testů na grafomotorické dovednosti a zrakově-motorickou koordinaci. Konkrétně se jednalo o grafomotorický test HAB a dva subtesty z dětské neuropsychologické vyšetřovací baterie NA-C. Doba testování byla individuální u každého pacienta, vyšetření trvalo přibližně 60 minut.

Indikační kritéria pro zařazení pacientů do výzkumu:

- prodělaná cévní mozková příhoda
- postižení dominantní horní končetiny
- schopnost samostatného sedu
- schopnost psaní dominantní horní končetinou

Kritéria pro vyloučení z výzkumu:

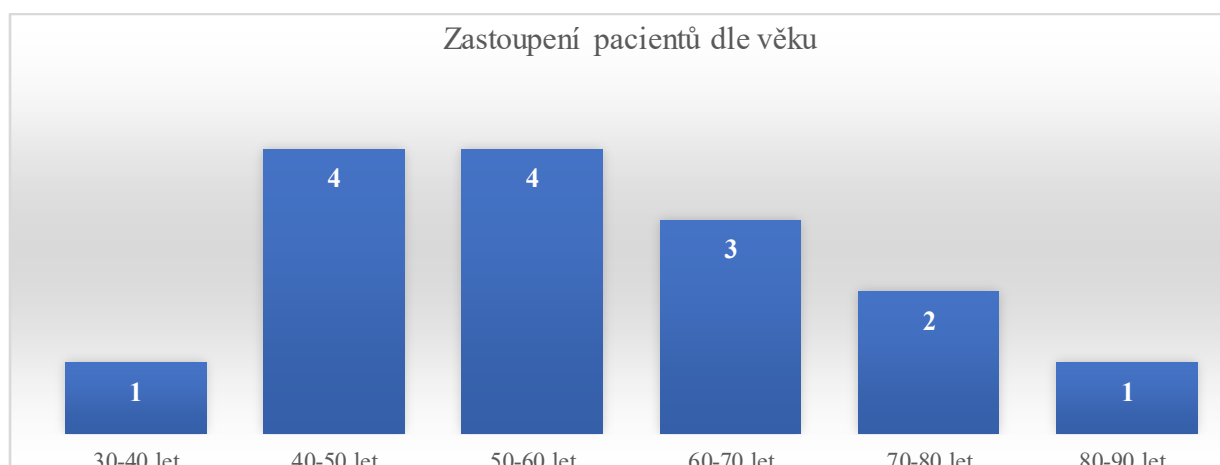
- dvě a více prodělaných CMP
- těžký kognitivní deficit
- těžká fatická porucha
- závislost na návykových látkách
- psychiatrická diagnóza (psychotického nebo depresivního charakteru)
- těžká porucha čítí znemožňující psaní

Do výzkumného souboru bylo zahrnuto celkem 15 pacientů. Jednalo se o sedm mužů a osm žen, viz *tabulka č. 2.1*. Věkové rozložení je znázorněno v *grafu č. 2.1*. Jednalo se o pacienty po ischemické CMP s pravostrannou symptomatikou. Většina z probandů byla již v chronické fázi onemocnění, což znamená, že od vzniku ischemické CMP uběhlo více než šest měsíců. Pouze čtyři pacienti se v průběhu testování nacházeli v subakutní fázi, tedy časové rozmezí od vzniku jejich onemocnění bylo v době výzkumu dva týdny až šest měsíců. Pro znázornění porovnání výkonu pacientů v chronické a subakutní fázi onemocnění jsem řadila jedince v subakutní fázi vždy na konec jako poslední čtyři pacienty.

Tabulka č. 2.1 Rozložení pacientů po CMP dle pohlaví a fáze onemocnění (zdroj: vlastní zpracování)

Pohlaví		Subakutní fáze:	Chronická fáze:	Průměrný věk:
muži	7	2	5	61 let
ženy	8	2	6	55 let

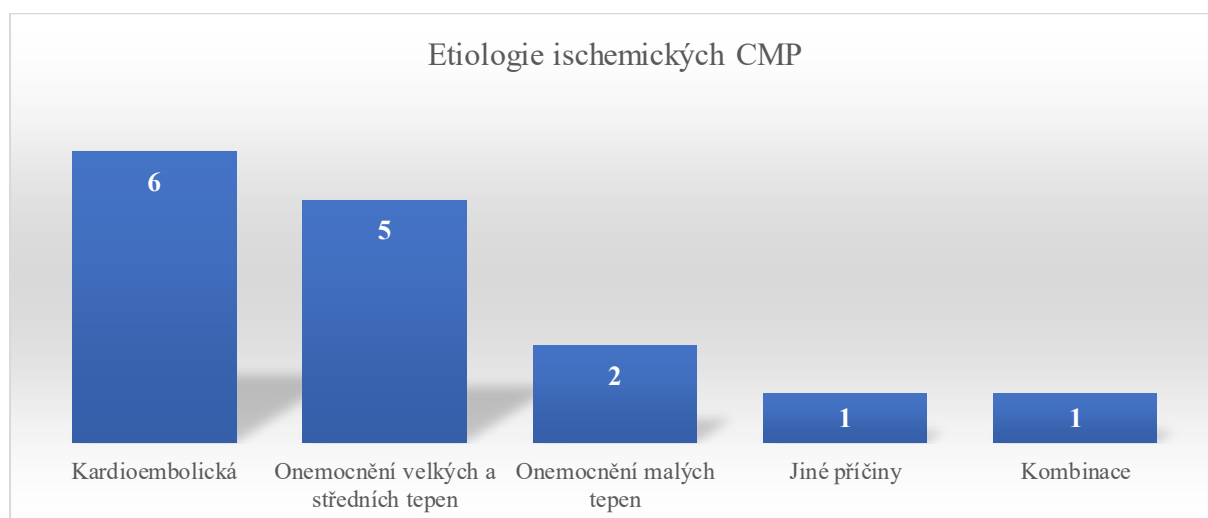
Graf č. 2.1 Zastoupení pacientů po CMP dle věku (zdroj: vlastní zpracování)



V úvodu testování byl s pacientem vyplněn anamnestický dotazník, jehož cílem bylo zjistit, zda pacient nemá některou kontraindikaci, která by znemožnila jeho zařazení do předvýzkumu. V rámci tohoto dotazníku jsme mohli specifikovat etiologii a konkrétní lokalizaci dané léze CMP u každého pacienta.

V grafu č. 2.2 je znázorněna etiologie vzniku ischemické CMP u pacientů zařazených do výzkumného souboru. Nejvyšší zastoupení měly CMP na podkladě kardioembolické příhody. Mezi tyto příčiny se řadila fibrilace síní, chlopenní náhrady, stavy po infarktu myokardu, kardiomyopatie a podobně. Druhou nejčastější příčinou CMP bylo onemocnění velkých a středních tepen, konkrétně se jednalo o aterosklerotické stenózy tepen. Dva pacienti utrpěli CMP z důvodu onemocnění malých tepen a došlo u nich k tzv. lakunárnímu infarktu. Do kategorie jiné příčiny se řadili pacienti s poruchami koagulace, kolagenózy, vaskulitidy, disekce, trombózy žilních splavů, nezánětlivé vakulopatie, paradoxní embolizace a další.

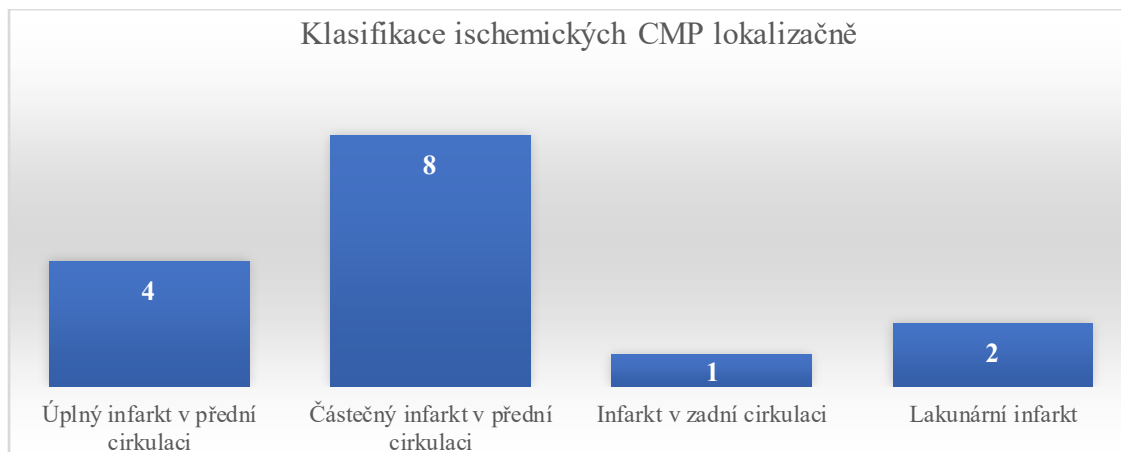
Graf č. 2.2 Etiologie ischemických CMP (zdroj: vlastní zpracování)



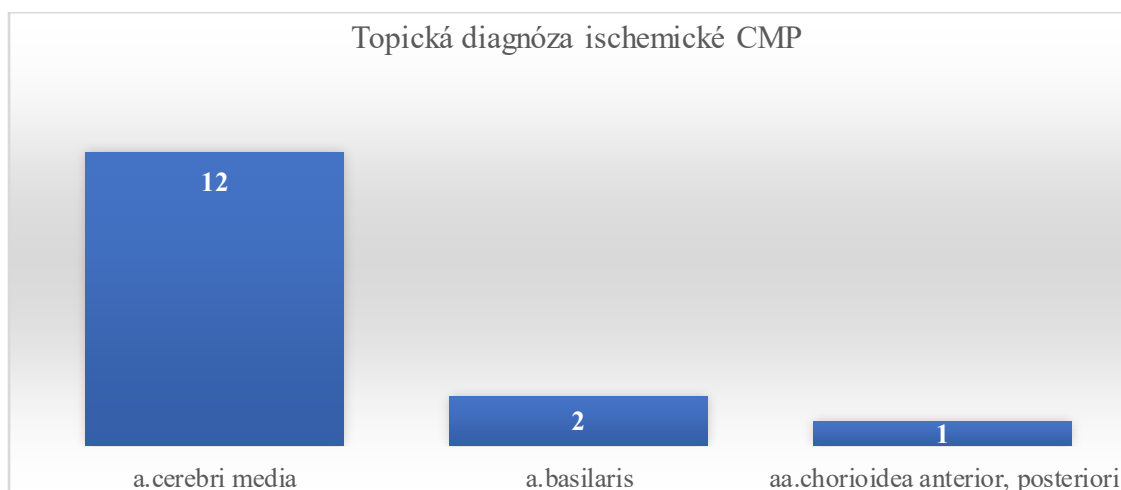
Při prodělání CMP je velmi důležitá konkrétní lokalizace léze v mozku. Od toho se potom odvíjí klinický obraz a následky tohoto onemocnění. Jak vyplývá z *grafu č. 2.3*, nejvíce pacientů z výzkumného souboru utrpělo částečný nebo úplný infarkt v přední cirkulaci. V případě úplného infarktu v této lokalizaci dochází k postižení a. carotis interna nebo kmene a. cerebri media. Částečný infarkt přední cirkulace způsobuje postižení kmene nebo větve a. cerebri media a a. cerebri anterior. Pokud dojde k infarktu v zadní cirkulaci, nastává poškození a. vertebralis, a. basilaris nebo a. cerebri posterior. Dva pacienti z výzkumného souboru prodělali lakunární infarkt, při kterém dochází k drobným perforujícím postižením arterie bazálních ganglií.

Graf č. 2.4 znázorňuje postižení konkrétních tepen. Většina pacientů z výzkumného souboru měla postižení v oblasti a. cerebri media, což odpovídá i předchozímu grafu, kdy převaha jedinců měla lokalizaci odpovídající přední cirkulaci, do které se a. cerebri media řadí.

Gra č. 2.3 Klasifikace ischemických CMP lokalizačně (zdroj: vlastní zpracování)



Graf č. 2.4 Topická diagnóza ischemické CMP (zdroj: vlastní zpracování)



2.5 Nástroje měření

K hodnocení byl využit test HAB (Handwriting Assessment Battery for Adults) a dětský neuropsychologický test NA-C.

Handwriting Assessment Battery for Adults (HAB)

Jedná se o testovou baterii pro hodnocení rukopisu. Test umožňuje identifikovat konkrétní doménu psaní, ve které má pacient obtíže. Hodnotící nástroj je rozdělen na tři oblasti. První z nich je zaměřena na ovládání a manipulaci s psací potřebou. Obsahuje dva subtesty, ve kterých má pacient za úkol napsat co nejvíce linek a teček za určitý časový interval. Druhá oblast hodnotí rychlost psaní. Testovaná osoba má za úkol opsat tři věty psacím písmem podle vzoru. U každé věty je probandovi měřen čas. Třetí část hodnocení je zaměřena na čitelnost psaní. Pacienti napíší abecedu malými i velkými písmeny, řadu čísel do 12 a nakonec libovolnou větu. U tohoto subtestu je hodnocena čitelnost jednotlivých písmen dle specifických pravidel uvedených v manuálu (McCluskey a Lannin, 2003).

Dětská neuropsychologická baterie NA-C

K testování pro tuto diplomovou práci byly využity dva subtesty z dětské neuropsychologické baterie NA-C. Jednalo se o kopie tvarů a vizuomotorickou přesnost. V subtestu kopie tvarů měl pacient postupně dle předlohy co nejpřesněji překreslit 20 geometrických obrazců. Jednotlivé kopie jsou následně hodnoceny na třibodové škále 0–2, kdy maximální zisk jsou za jednu kopii dva body, celkově tedy může jedinec získat 40 bodů. V subtestu na vizuomotorickou přesnost má pacient za úkol projít cestu. Jedinec je hodnocen dle počtu chyb, tedy vybočení z ohraničené cesty, a také na základě celkového času, za který úkol zvládl.

Etická hlediska práce

Po celou dobu výzkumu byl dodržován ergoterapeutický kodex. Před samotným hodnocením jedinci podepsali informovaný souhlas s testováním, ve kterém je přesně popsán obsah hodnocení a cíl práce. Poté byl každému pacientovi přidělen číselný kód, pod nímž byl následně veden v rámci celého výzkumu, s cílem zajištění anonymity probandů. Zároveň byli všichni zúčastnění informováni o možnosti odstoupit od testování bez udání důvodu.

2.6 Metoda analýzy dat

Nasbíraná data výzkumného souboru byla zaznamenávána v testovacím formuláři a následně shromážděna v programu MS Excel. Jednotlivé výsledky zde byly kategorizovány a poté analyzovány. Vyhodnocení testu HAB bylo provedeno dle manuálu, který obsahuje ke každému subtestu konkrétní parametry k posouzení výkonu pacientů. Subtesty z dětské neuropsychologické baterie byly taktéž vyhodnoceny na základě stanovených kritérií k jednotlivým subtestům. Ze získaných dat byla vytvořena datová matice v MS Excel.

Osobní informace o pacientech jsou v programu vedeny pod předem vytvořenými číselnými kódy. Tímto je docílena anonymita všech probandů. Před samotným testováním podepsali všichni testovaní informovaný souhlas.

Analýza dat probíhala prostřednictvím MS Excel a softwaru SPSS. Na začátku byl proveden test normality pro získaná data. K tomu byl využit Kolmogorovův-Smirnovův test (K-S test), který nám poskytl informace o rozložení dat výzkumného souboru. Jedná se o formální statistický test, který ověřuje, že jsou naše získaná data výběrem z normálního rozložení. Tento test hodnotí, zda rozdíl výzkumného souboru pacientů je natolik malý oproti teoretickému normálnímu rozdělení, že jej můžeme připsat náhodě. V případě vyššího rozdílu jsou naše data nenormálně rozdělena. Pokud je tedy výsledná signifikance po použití tohoto testu vyšší než hladina statistické významnosti 0,05, jedná se o normální rozložení. Je-li výsledek menší než 0,05, jedná se o nenormální rozložení dat výzkumného vzorku pacientů (Rabušic, Soukup a Mareš, 2019; Janáček, 2022).

Hlavní metodou vyhodnocení dat v této diplomové práci je korelační analýza. Korelace byla provedena v softwaru SPSS a vypovídá o pozorovaném vztahu dvou proměnných. Velikost statistické asociace dvou proměnných se měří prostřednictvím korelačního koeficientu (Hendl, 2022). Na základě výsledků o normalitě dat byl pro interpretaci výsledků použit Spearmanův korelační koeficient a hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05.

2.7 Výsledky

Výsledky diplomové práce jsou rozděleny do několika částí. Na začátku jsou zobrazeny výsledky testů na ověření normality dat, viz *tabulka č. 2.2*. Následuje vyhodnocení jednotlivých testů, prostřednictvím kterých byli probandi hodnoceni. Výsledky dílčích testů jsou graficky znázorněny a podrobně popsány. Vztahy mezi některými subtesty jsou vyjádřeny korelační analýzou v tabulkách se slovním popisem. V další části jsou výsledky využity k samotnému porovnání vztahu mezi grafomotorickým testem HAB a subtesty pro hodnocení zrakově-motorické koordinace prostřednictvím dětské neuropsychologické baterie NA-C. V této části se nachází výsledky podrobné korelační analýzy mezi jednotlivými subtesty. V poslední části je pak prostor věnován ověření stanovených hypotéz.

Tabulka č. 2.2 Výsledky testů normality za využití K-S testu (zdroj: vlastní zpracování)

K-S test	Normální rozložení dat	K-S test	Normální rozložení dat
Linky_nej	✓	Čitelnost_slova	×
Tečky_nej	✓	Čitelnost_písmena	✓
Rychlost_1	×	Kopie_celkem	×
Rychlost_2	×	Cesta_čas	×
Rychlost_3	×	Cesta_chyby	×
Čitelnost_malá písmena	×	Datum vzniku onemocnění	×
Čitelnost_velká písmena	×	Topická diagnóza	×
Čitelnost_čísla	×	Věk pacientů	✓

✓ – normální rozložení $p > 0,05$ dat; × – nenormální rozložení dat

2.7.1 Vyhodnocení testu HAB

2.7.1.1 Manipulace s psací potřebou

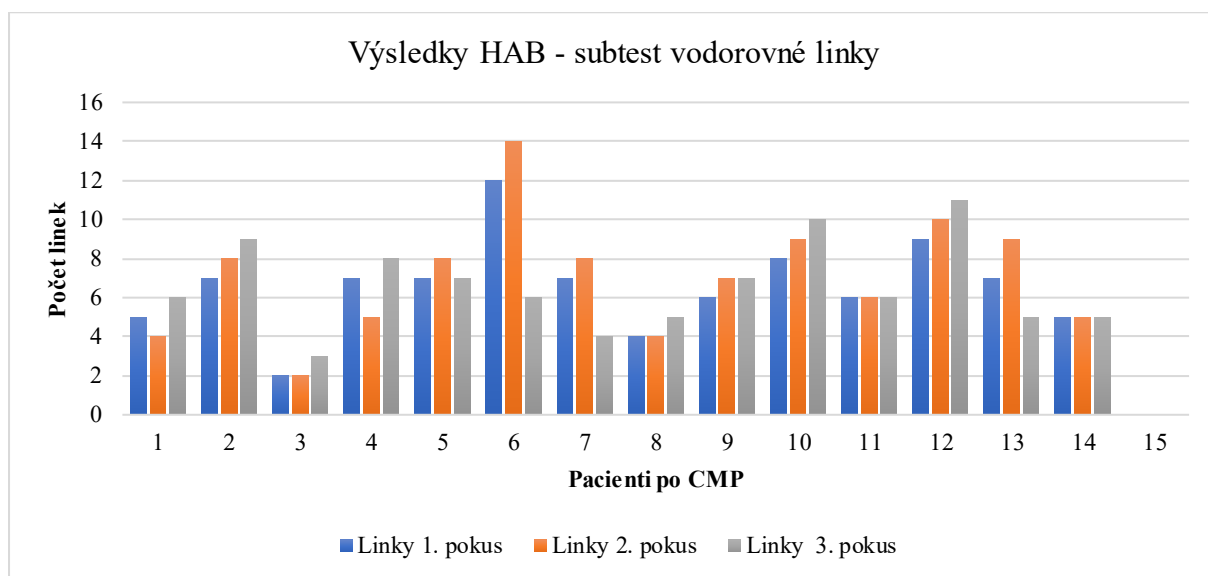
V první části testu HAB jsou využity dva dílčí testy z Motor Assessment Scale (MAS), které se zaměřují na hodnocení manipulace s psací potřebou. Tento test byl navržen přímo pro pacienty po CMP ke zhodnocení psaní. Jedná se o úkoly na čas a trvají přibližně pět minut. V prvním subtestu má testovaná osoba za úkol napsat za časový limit 20 vteřin alespoň deset vodorovných linek, které musí splňovat určitá kritéria popsána v manuálu. Linky musí být vepsány do konkrétní označené oblasti na papíře a musí splňovat dostatečnou délku.

Druhý dílčí úkol, který hodnotí manipulaci s psací potřebou, je psaní teček s určitým časovým limitem. Konkrétně se jedná o pět vteřin a pacient by měl napsat alespoň deset teček. Konkrétní podoba teček je opět uvedena v manuálu testu.

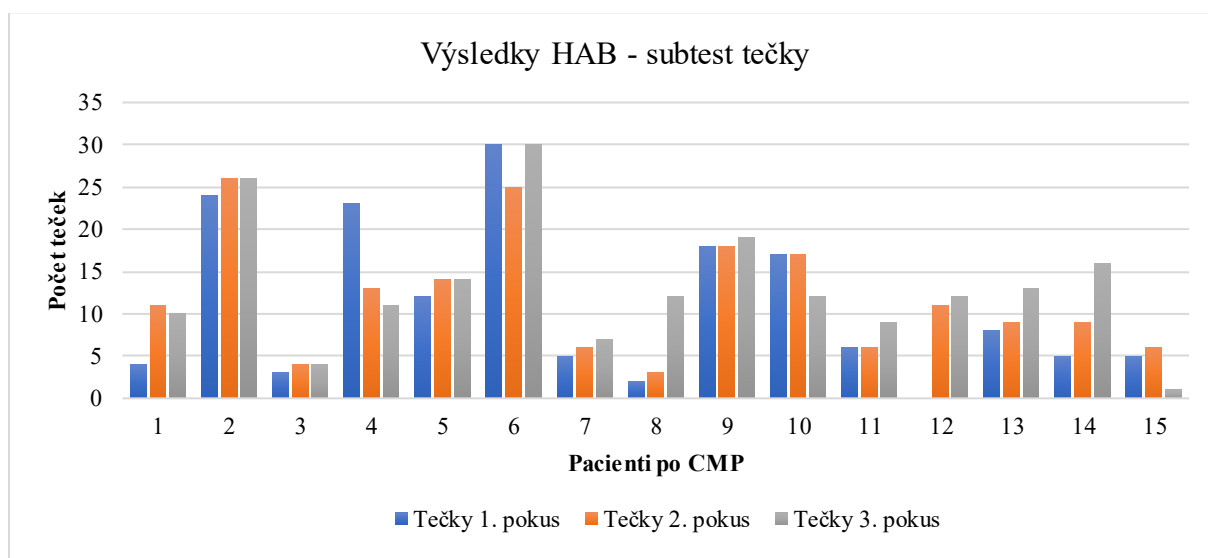
Z výsledků vyplývá, že v subtestu linky dosáhli požadovanou bodovou hranici deseti linek pouze tři pacienti, viz *graf č. 2.5*. U sedmi pacientů byl nejlepší třetí pokus subtestu, tři jedinci měli nejlepší druhý pokus a dva pacienti měli ve všech třech pokusech stejný výkon. Pouze jeden pacient nebyl schopen úkol splnit dle daných parametrů. Zbylí dva pacienti měli výkon ve druhém a třetím pokusu totožný. Celkový průměr napsaných linek na jednoho pacienta je 6,3. V prvním pokusu neměl ani jeden pacient svůj nejlepší pokus, což lze považovat za důkaz motorického učení v rámci následujících pokusů.

Výsledky druhého dílčího úkolu ukazují velkou proměnlivost ve výkonu pacientů, viz *graf č. 2.6*. I v tomto subtestu byl u většiny probandů nejlepší třetí pokus. Celkem 11 pacientů z výzkumného souboru splnilo limit deseti teček, což je o čtyři více než v předchozím subtestu. Nejlepší pokus ze všech čítal 30 teček. Průměrný počet teček je 11,9.

Graf č. 2.5 Výsledky HAB testu – manipulace s psací potřebou – vodorovné linky (zdroj: vlastní zpracování)



Graf č. 2.6 Výsledky HAB testu – manipulace s psací potřebou – tečky (zdroj: vlastní zpracování)



Korelace: Linky – nejlepší pokus a tečky – nejlepší pokus

V případě porovnání dvou proměnných – nejlepší pokus v linkách a nejlepší pokus s tečkami – vyšla hodnota Spearmanova korelačního koeficientu 0,620 na hladině statistické významnosti $p < 0,05$. Jedná se tedy o pozitivní stoupající korelaci, tzn. čím více linek byl pacient schopen napsat, tím více zvládl i teček, viz *tabulka 2.3*.

Tabulka č. 2.3 Korelace: Linky – nejlepší pokus a těžky – nejlepší pokus (zdroj: vlastní zpracování)

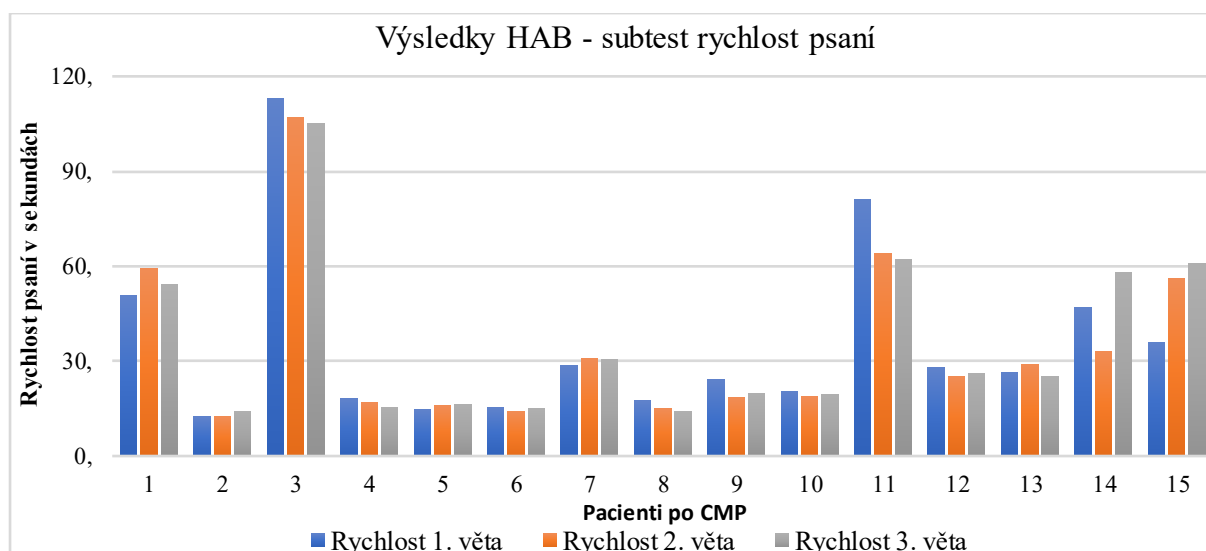
Korelace:	Linky_nej a Těžky_nej
Spearmanův korelační koeficient	0,620
Hladina statistické významnosti	0,014

2.7.1.2 Rychlost psaní

Dalším dílčím testem baterie HAB je rychlost psaní. Tento subtest pochází z Jebsen-Taylorova testu funkce ruky. Jedná se o opisování tří vět, které se skládají z 24 slov. Probandi měli za úkol jednotlivé věty opsat psacím písmem. Testující osoba měřila čas u přepisu každé věty.

Z výsledků vyplývá, že nejvíce probandů se drželo v rozmezí 20–40 sekund. Nejvíce času zabrala pacientům první věta, naopak nejnižší čas byl naměřen při opisování třetí věty. U většiny pacientů nebyl mezi jednotlivými pokusy velký časový rozdíl. Celkový průměr na napsání jedné věty byl 35,2 sekund. Jednotlivé pokusy s časy pacientů jsou zaznamenány v grafu č. 2.7.

Graf č. 2.7 Výsledky HAB testu – rychlost psaní (zdroj: vlastní zpracování)



Korelace: Linky – nejlepší pokus a rychlost psaní

V případě korelace dvou proměnných – nejlepší pokus v linkách a rychlost opisu tří vět – vyšel Spearmanův korelační koeficient v záporných hodnotách. Jedná se tedy o klesající vztah, a to znamená, že čím více linek jedinec napsal, tím kratší čas mu stačil na opsání jednotlivých vět. Hladina statistické významnosti odpovídá $p < 0,05$, viz *tabulka č. 2.4*.

Tabulka č. 2.4 Korelace: Linky – nejlepší pokus a rychlost psaní (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Linky_nej a Rychlost 1. pokus	Linky_nej a Rychlost 2. pokus	Linky_nej a Rychlost 3. pokus
Spearmanův korelační koeficient	-0,575	-0,573	-0,539
Hladina statistické významnosti	0,025 $p < 0,05$	0,025 $p < 0,05$	0,038 $p < 0,05$

Korelace: Tečky – nejlepší pokus a rychlost psaní

Při zjišťování vztahu mezi subttestem nejlepší pokus – tečky a rychlost opisu tří vět vyšla hodnota Spearmanova korelačního koeficientu záporně, jedná se tedy o klesající vztah, kdy čím více teček jedinec napsal, tím kratší měl čas opisu jednotlivých vět. Hladina statistické významnosti odpovídá $p < 0,05$, viz *tabulka č. 2.5*.

Tabulka č. 2.5 Korelace: Tečky – nejlepší pokus a rychlost psaní (zdroj: vlastní zpracování)

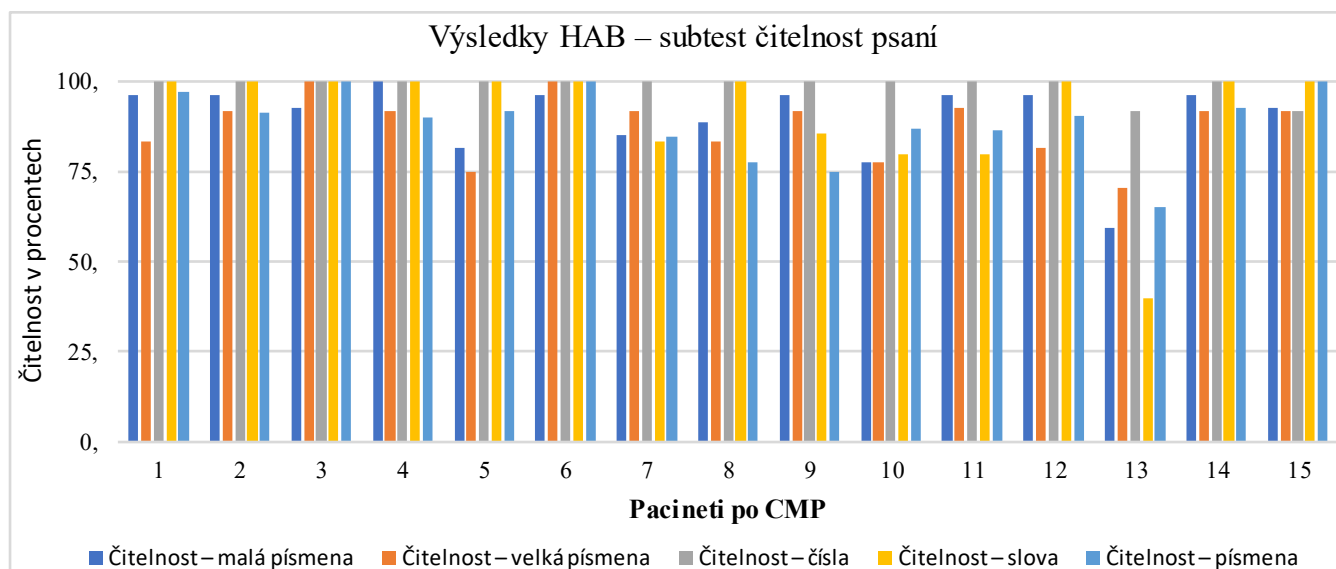
Korelace:	Tečky_nej a Rychlost 1. pokus	Tečky_nej a Rychlost 2. pokus	Tečky_nej a Rychlost 3. pokus
Spearmanův korelační koeficient	-0,756	-0,795	-0,747
Hladina významnosti	0,001 $p < 0,05$	0,001 $p < 0,05$	0,001 $p < 0,05$

2.7.1.3 Čitelnost psaní

Test zaměřený na čitelnost psaní se skládá ze čtyř částí. V první a druhé části má testovaný za úkol napsat abecedu malými a velkými písmeny. Následuje subtest, který spočívá v napsání řady čísel do 12. V rámci poslední části má pacient za úkol samostatně vymyslet a napsat pětislovnou větu. Hodnotí se čitelnost jednotlivých slov a písmen ve větě. Hodnoty jsou dosazeny do výpočetního vzorce, který je přesně i s instrukcemi popsán v manuálu. Následně se vypočítá procentuální čitelnost písma probanda v jednotlivých částech subtestu. Celkem je vyjádřeno pět hodnot v procentech.

Z výsledků vyplývá, že 14 pacientů z 15 alespoň v jednom ze čtyř subtestů dosáhlo plného počtu bodů, tedy 100% čitelnosti. Nejvíce probandů získalo maximální počet bodů v subtestu čitelnost – čísla. Tento subtest má průměrnou úspěšnost 98,8 %. Naopak nejnáročnější byl pro pacienty dle výsledků subtest čitelnost – velká písmena, který měl průměrnou úspěšnost 87,6 %.

Graf č. 2.8 Výsledky HAB testu – čitelnost psaní (zdroj: vlastní zpracování)



2.7.2 Vyhodnocení NA-C testu

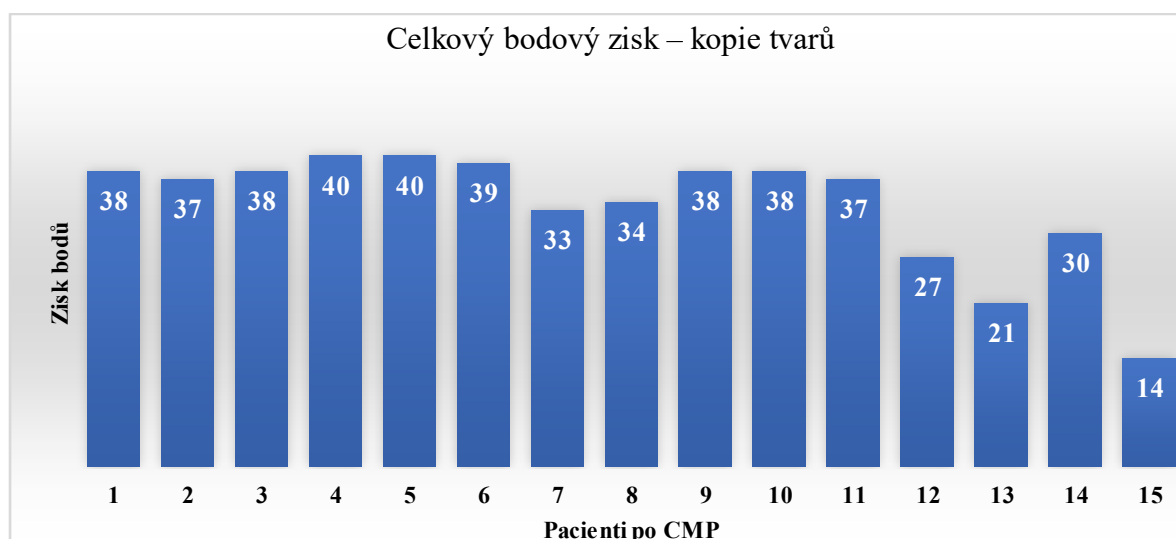
2.7.2.1 Kopie tvarů

V tomto testu ke zhodnocení úrovně vizuomotorické koordinace měl jedinec za úkol zkopírovat co nejpřesněji 20 obrazců. Jednalo se o geometrické tvary, jejichž náročnost se postupně zvyšovala. Každý tvar se potom bodoval na škále 0–2, dle přesných instrukcí. Maximální bodový zisk je za jeden tvar dva body, tedy 40 bodů celkem.

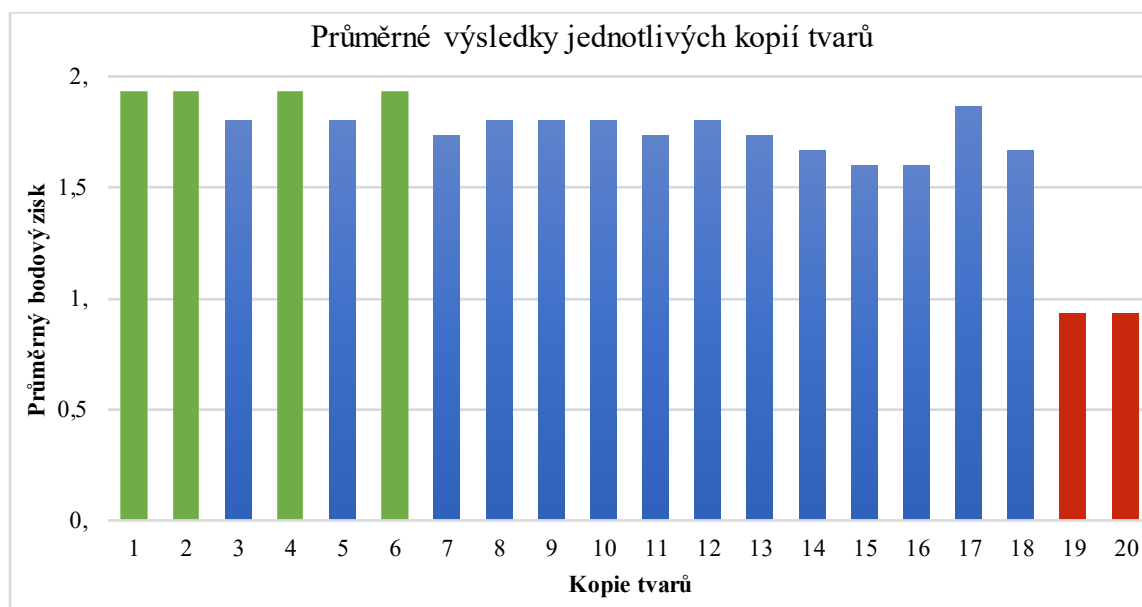
Výsledky ukazují, že většina pacientů měla bodový zisk blížící se maximu. Dva pacienti z výzkumného souboru dosáhli plného počtu bodů. Nejnižší bodový zisk měli čtyři pacienti uvedeni v pravé části *grafu č. 2.9*. Jednalo se o pacienty v subakutní fázi onemocnění. Tento výsledek je zajímavý, jelikož u tohoto subtestu je jejich bodový zisk značně nižší než u ostatních probandů, jejichž onemocnění se v době testování nacházelo již v chronické fázi. Na základě tohoto zjištění můžeme uvažovat, že by se porucha v oblasti vizuomotorické koordinace mohla objevovat spíše v akutní a subakutní fázi onemocnění.

Dále výsledky ukázaly, že nejobtížnějším obrazcem při kopírování byly tvary 19 a 20, viz *graf č. 2.10*. Jedná se o nejnáročnější obrazce z celého testu, tudíž je toto zjištění adekvátní. Nejvíce bodů získali probandi u předloh 1, 2, 4 a 6. V tomto případě se jednalo naopak o lehčí tvary, proto byly umístěny na začátek testu.

Graf č. 2.9 Celkový bodový zisk v NA-C testu kopie tvarů u jednotlivých pacientů po CMP (zdroj: vlastní zpracování)



Graf č. 2.10 Znáznornění průměrného zisku bodů za jednotlivé kopie tvarů (zdroj: vlastní zpracování)

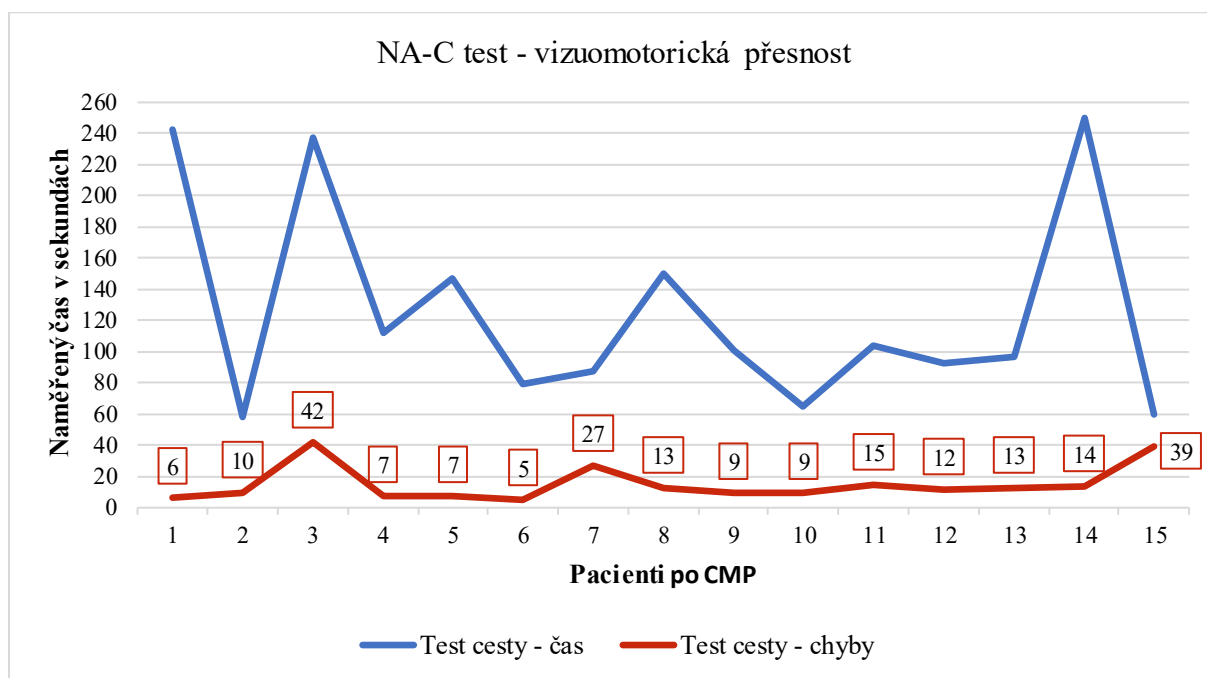


2.7.2.2 Vizuomotorická přesnost

V testu hodnotícím vizuomotorickou přesnost musel pacient pomocí psací potřeby projet vyznačenou cestou z bodu A do bodu B. Papír při testování nesměl nijak otáčet a manipulovat s ním. Součástí cesty bylo několik zatáček, kvůli kterým musel pacient pohybovat psací potřebou do různých směrů. Testující zaznamenával čas, za který proband psací potřebou dojel do cíle. Poté následovalo zhodnocení chyb při provádění úkolu. Za chybu se počítá každé vyjetí z vyznačené cesty. V níže uvedeném *grafu č. 2.11* je na modré křivce znázorněn potřebný čas pro provedení celého testu. Na spodní červené křivce je ukázán počet chyb, který každý jedinec udělal.

Výsledky tohoto subtestu přímo nenaznačují zhoršený výkon pacientů v subakutní fázi onemocnění oproti jedincům v chronické fázi. V obou skupinách můžeme pozorovat výkyvy celkového času i chyb. Největší chybovost měl třetí pacient, který vybočil z cesty 42krát. Naopak nejméně bylo zaznamenáno pět chyb – ani jeden z pacientů neměl v testu cesty nulový počet chyb. Průměrný počet chyb byl 15 a průměrný čas potřebný ke zvládnutí úkolu pak 125,6 sekund.

Graf č. 2.11 Výsledky NA-C testu vizuomotorické přesnosti a vztah mezi rychlostí a chybovostí u pacientů po CMP (zdroj: vlastní zpracování)



Korelace: Test cesty – čas a test cesty – chyby

Korelace mezi rychlostí a počtem chyb v tomto subtestu nebyla u výzkumného vzorku prokázána, viz *tabulka č. 2.6*. Spearmanův korelační koeficient je v tomto případě příliš blízko 0, což znamená, že mezi proměnnými není významný vztah. Výsledek vyšel v kladné hodnotě, což by znamenalo, že s rostoucím časem na provedení úkolu bude mít pacient i vyšší chybovost. Aby byla korelace statisticky významná, nesměla by hodnota statistické významnosti překročit hodnotu 0,05, což se zde stalo. Korelace mezi proměnnými test cesty – čas a test cesty – chyby je tedy statisticky nevýznamná.

Tabulka č. 2.6 Výsledky korelace NA-C testu dvou hodnocených oblastí v subtestu vizuomotorická přesnost (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Test cesty – čas a Test cesty – chyby
Spearmanův korelační koeficient	0,025
Hladina statistické významnosti	0,925 p > 0,05

Korelace: Kopie tvarů a Test cesty

Za účelem zjištění vztahu mezi dvěma dílčími testy z dětské neuropsychologické baterie NA-C byla provedena korelační analýza. Výsledky ukazují, že významný korelační koeficient prokazuje vztah kopií tvarů s testem cesty – chyby. Jedná se o zápornou korelaci, viz *tabulka č. 2.7*, což znamená, že čím více má jedinec bodů v kopiích tvarů, tím méně má chyb v testu cesty. Hladina statistické významnosti odpovídá $p < 0,05$, jedná se tedy o statisticky významný vztah, který můžeme zobecnit i mimo stanovenou analýzu.

Tabulka č. 2.7 Výsledky korelace NA-C testu kopie tvarů a testu cesty (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Kopie tvarů Test cesty – čas	Kopie tvarů Test cesty – chyby
Spearmanův korelační koeficient	0,178	-0,681
Hladina statistické významnosti	0,494 $p > 0,05$	0,003 $p < 0,05$

2.7.3 Výsledky korelační analýzy HAB a NA-C

Na základě stanovených cílů a hypotéz byla provedena korelační analýza dat, která zkoumala vztah mezi výsledky grafomotorického testu HAB a dětské neuropsychologické baterie NA-C. Jednotlivé výsledky vztahů proměnných jsou uvedeny a popsány níže v tabulkách a grafech. Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05. Pro výpočet byl využit Spearmanův korelační koeficient.

2.7.3.1 Manipulace s psací potřebou a kopie tvarů

Vztah mezi prvním subtestem z testu HAB – manipulace s psací potřebou a subtestem pro hodnocení zrakově-motorické koordinace z NA-C testu nebyl prokázán jako statisticky významný. Spearmanův korelační koeficient vyšel v kladných hodnotách, tudíž se jedná o rostoucí vztah dvou proměnných. To by v tomto případě znamenalo, že čím více linek by pacient napsal, tím více by získal bodů v kopiích tvarů. Hladina statistické významnosti odpovídá $p > 0,05$, viz *tabulka č. 2.8*, tudíž vztah konkrétních proměnných není statisticky významný a nemůžeme ho zobecnit mimo provedenou analýzu.

Tabulka č. 2.8 Korelace: Manipulace s psací potřebou a kopie tvarů (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Linky_nej Kopie_tvarů	Tečky_nej Kopie_tvarů
Spearmanův korelační koeficient	0,212	0,452
Hladina statistické významnosti	0,449 p > 0,05	0,091 p > 0,05

2.7.3.2 Manipulace s psací potřebou a vizuomotorická přesnost

U korelace dílčího testu z HAB – manipulace s psací potřebou – linky a testem cesty, u kterého se posuzovaly dvě proměnné (čas a počet chyb), vyšel Spearmanův korelační koeficient v obou případech v záporných hodnotách, tedy klesající korelace, viz *tabulka č. 2.9*. Z toho vyplývá, že čím více linek jedinec napsal, tím kratší mu stačil čas při testu cesty. V případě cesta – chyby výsledek znamená, že čím více napsal pacient linek, tím méně měl chyb v testu cesty. Hladina statistické významnosti v obou případech odpovídala hodnotě $p < 0,05$. Jedná se tedy o statisticky významnou korelaci.

Tabulka č. 2.9 Korelace mezi subtestem z HAB – manipulace s psací potřebou – linky a testem cesty (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Linky_nej Cesta_čas	Linky_nej Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	-0,525	-0,578
Hladina významnosti	0,045 p < 0,05	0,024 p < 0,05

Výsledek vztahu mezi manipulací s psací potřebou – tečky a testem cesty byl záporný, tedy byl prokázán klesající vztah proměnných. V případě subtestu cesta – čas ale není tento vztah statisticky významný ($p > 0,05$), tudíž ho nemůžeme zobecnit mimo provedenou analýzu. Spearmanův koeficient v korelaci cesta – chyby a tečky – nejlepší pokus vyšel $-0,730$ s velmi vysokou statistickou významností $p < 0,05$, viz *tabulka č. 2.10*.

Vztah mezi manipulací s psací potřebou a testem NA-C byl ve všech případech záporný, tudíž s rostoucím počtem linek i teček byl u respondentů zaznamenán menší počet chyb. Hladina statistické významnosti odpovídala $p < 0,05$. Tento vztah je tedy možné zobecnit mimo provedenou analýzu.

Tabulka č. 2.10 Korelace mezi subtestem z HAB – manipulace s psací potřebou – tečky a testem cesty (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Tečky_nej Cesta_čas	Tečky_nej Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	-0,239	-0,730
Hladina významnosti	0,390 $p > 0,05$	0,002 $p < 0,05$

2.7.3.3 Rychlost psaní a kopie tvarů

V další korelaci došlo k porovnání rychlostí při opisování jednotlivých vět v HAB testu se subtestem kopie tvarů z NA-C testu. Vztah těchto dvou proměnných je záporný, tedy klesající, viz *tabulka č. 2.11*. Čím delší čas potřeboval proband při přepisování vět, tím méně měl bodů za kopírování tvarů. Avšak ani u jednoho případu není hodnota statisticky významná ($p > 0,05$), tudíž tento vztah nemůžeme zobecnit mimo provedenou analýzu.

Tabulka č. 2.11 Korelace mezi subtestem z HAB – rychlost psaní a kopiemi tvarů (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Rychlost 1. pokus a Kopie_celkem	Rychlost 2. pokus a Kopie_celkem	Rychlost 3. pokus a Kopie_celkem
Spearmanův korelační koeficient	-0,363	-0,343	-0,360
Hladina statistické významnosti	0,153 p > 0,05	0,178 p > 0,05	0,156 p > 0,05

2.7.3.4 Rychlost psaní a vizuomotorická přesnost

Další posuzovaná oblast grafomotoriky je rychlost psaní. Vztah mezi rychlostí psaní a testem cesty – čas je kladný, tedy stoupající. Čím delší měli probandi čas za jednotlivé věty, tím delší čas potřebovali ke zvládnutí testu cesty. Hladina statistické významnosti však v tomto případě neodpovídala stanovené hodnotě, jelikož $p > 0,05$, viz *tabulka č. 2.12*. V druhém případě se ověřovala souvislost rychlosti psaní s testem cesty – chyby, kde byl prokázán mnohem významnější vztah. Spearmanův korelační koeficient vyšel taktéž v kladných hodnotách, viz *tabulka č. 2.13*. Z výsledků vyplývá, že čím déle probandům trvalo opisování vět, tím více chyb měli v testu cesty. Hladina statistické významnosti odpovídá $p < 0,05$. Tento vztah je tedy považován za statisticky významný a můžeme jej zobecnit mimo provedenou analýzu.

Tabulka č. 2.12 Korelace mezi subtestem z HAB – rychlost psaní a testem cesty – čas (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Rychlost 1. pokus a Cesta_čas	Rychlost 2. pokus a Cesta_čas	Rychlost 3. pokus a Cesta_čas
Spearmanův korelační koeficient	0,383	0,339	0,280
Hladina statistické významnosti	0,129 p > 0,05	0,183 p > 0,05	0,276 p > 0,05

Tabulka č. 2.13 Korelace mezi subtestem z HAB – rychlost psaní a testem cesty – chyby (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Rychlost 1. pokus a Cesta_chyby	Rychlost 2. pokus a Cesta_chyby	Rychlost 3. pokus a Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	0,640	0,642	0,668
Hladina významnosti	0,006 p < 0,05	0,005 p < 0,05	0,003 p < 0,05

2.7.3.5 Čitelnost a kopie tvarů

Posledními sledovanými ukazateli byla čitelnost a NA-C test. Zde byl u kopií tvarů potvrzen kladný vztah se všemi pěti subtesty čitelnosti, viz *tabulka č. 2.14*. Jedná se tedy o rostoucí korelaci, kdy vyšší úspěšnost v čitelnosti souvisí s vyšším bodovým ziskem v kopírování geometrických tvarů. Všechny výsledky odpovídají stanovené hladině významnosti ($p < 0,05$). Nejvýraznější vztah byl prokázán v subtestech čitelnost – malá a čitelnost – velká písmena.

Tabulka č. 2.14 Korelace mezi subtestem z HAB – čitelnost psaní a kopiemi tvarů (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Čitelnost_malá Kopie_celkem	Čitelnost_velká Kopie_celkem	Čitelnost_čísla Kopie_celkem	Čitelnost_slova Kopie_celkem	Čitelnost písmena Kopie_celkem
Spearmanův korelační koeficient	0,957	0,922	0,383	0,534	0,514
Hladina statistické významnosti	0,002 p < 0,05	0,002 p < 0,05	0,007 p < 0,05	0,027 p < 0,05	0,035 p < 0,05

2.7.3.6 Čitelnost a vizuomotorická přesnost

Výsledky vztahu mezi čitelností a druhým testem hodnotícím zrakově-motorickou koordinaci – test cesty – ukázaly celkem tři statisticky významné korelace. Viz *tabulka č. 2.15* a *tabulka č. 2.16*.

Korelace čitelnosti psaného textu s testem cesty – čas vyšla v kladných i záporných hodnotách, viz *tabulka č. 2.15*. Pouze jedna hodnota odpovídá statistické významnosti ($p < 0,05$). Nejsilnější vztah byl prokázán mezi parametry čitelnost – slova a cesta – čas, kde byla hodnota Spearmanova koeficientu 0,595. To znamená, že čím měl jedinec vyšší úspěšnost v čitelnosti slov, tím měl delší čas v testu cesty.

Po provedení korelace čitelnost a cesta – chyby byl prokázán statisticky významný vztah na hladině významnosti 0,05 u dvou proměnných. Jednalo se o čitelnost čísla a čitelnost slova. Oba vztahy vyšly v záporných hodnotách, jedná se tedy o klesající korelaci. Čím větší měl proband úspěšnost v čitelnosti písmen a slov ve větě, tím méně měl chyb v subtestu cesty. Zbylé tři subtesty hodnotící čitelnost vyšly také v záporných hodnotách, ale hladina významnosti byla $p > 0,05$.

Tabulka č. 2.15 Korelace mezi subtestem z HAB – čitelnost psaní a testem cesty – čas (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Čitelnost_malá Cesta_čas	Čitelnost_velké Cesta_čas	Čitelnost_čísla Cesta_čas	Čitelnost_slova Cesta_čas	Čitelnost písmena Cesta_čas
Spearmanův korelační koeficient	0,132	-0,148	0,157	0,595	0,360
Hladina statistické významnosti	0,613 $p > 0,05$	0,571 $p > 0,05$	0,547 $p > 0,05$	0,012 $p < 0,05$	0,156 $p > 0,05$

Tabulka č. 2.16 Korelace mezi subtestem z HAB – čitelnost psaní a testem cesty – chyby
(zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Čitelnost_malá Cesta_chyby	Čitelnost_velké Cesta_chyby	Čitelnost_čísla Cesta_chyby	Čitelnost_slova Cesta_chyby	Čitelnost písmena Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	-0,430 p > 0,05	-0,013 p > 0,05	-0,513 p < 0,05	-0,490 p < 0,05	-0,423 p > 0,05
Hladina statistické významnosti	0,085 p > 0,05	0,960 p > 0,05	0,035 p < 0,05	0,045 p < 0,05	0,090 p > 0,05

2.8 Ověření hypotéz

- **H1:** *Očekávám, že u části pacientů po CMP se projeví porucha v oblasti vizuomotoriky.*

Pacienti z výzkumného souboru byli testováni dvěma subtesty hodnotícími zrakově-motorickou koordinaci z dětské neuropsychologické baterie NA-C. Konkrétně se jednalo o subtest kopie tvarů a subtest vizuomotorická přesnost, ve kterém se sledovaly dvě veličiny: čas a počet chyb ve stanoveném úkolu.

Výsledky ukazují, že v dílčím testu kopie tvarů pacienti vykazovali přibližně v polovině případů snížený bodový zisk, viz *graf č. 2.10*. Dalším zjištěním bylo, že nejnáročnější byly pro testované obrazce 19 a 20, a naopak jako nejjednodušší se ukázaly obrazce 1, 2, 4 a 6.

Výsledky testu cesty, který hodnotí vizuomotorickou přesnost, ukazují, že většina pacientů po CMP potřebuje delší čas na provedení takto přesného úkolu. Konkrétní časy a chyby jsou uvedeny v *grafu č. 2.12*. Náročnost úlohy dokládá i fakt, že pouze dva pacienti byli schopni provést tento úkol za méně než jednu minutu. Bezchybný pokus jsme nezaznamenali ani u jednoho probanda.

Na základě výše popsaných výsledků byla první hypotéza přijata, jelikož z vyhodnocení testů vyplývá, že pacienti po CMP získali nižší bodové skóre v testu kopie tvarů, dále jedinci potřebovali delší čas na provedení testu cesty a také vykazovali vyšší počet chyb při provedení tohoto subtestu.

- **H2:** *Předpokládám, že u pacientů po CMP, u kterých se prokáže porucha vizuomotoriky, bude prokázána i porucha grafomotoriky.*

Ověření této hypotézy proběhlo korelací mezi jednotlivými testy, které byly využity k hodnocení grafomotoriky (HAB) a vizuomotoriky (NA-C). Mezi jednotlivými subtesty byla provedena korelační analýza, která zjišťovala významnost vztahu mezi výkonem pacientů v jednotlivých výše zmíněných testech. Hypotéza byla přijata, jelikož u většiny subtestů bylo prokázáno, že vyšší bodový zisk v grafomotorických testech znamená i vyšší skóre v subtestech zrakově-motorické koordinace. Zároveň u jedinců s nízkým skóre v testech psaní byla i nižší úroveň výkonu ve vizuomotorických testech, což dokazuje provázanost těchto dovedností.

V *tabulkách č. 2.17, 2.18 a 2.19* jsou znázorněny pouze výsledky, u kterých byla prokázána hladina statistické významnosti $p < 0,05$. V těchto případech se jedná o takové vztahy mezi proměnnými, které se mohou zobecnit mimo stanovenou analýzu.

HAB test se rozděluje na tři části: manipulace s psací potřebou, rychlost psaní a čitelnost. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla rozdělit výsledky dle těchto částí a zkoumat konkrétní vztahy mezi proměnnými v grafomotorickém testu HAB a NA-C testu, který se využívá pro hodnocení zrakově-motorické koordinace.

Manipulace s psací potřebou a NA-C test

V případě manipulace s psací potřebou se v obou subtestech HAB potvrdil vztah pouze s dílčím testem cesty – chyby. Čas zvládnutí testu cesty měl významný vztah pouze se subtestem linky, nikoliv se subtestem tečky. Ve všech případech se jednalo o záporný (klesající) vztah. Čím více linek a teček byl jedinec schopen za daný čas napsat, tím menší měl chybovost při testu cesty, v případě subtestu linky i nižší čas, viz *tabulka č. 2.17*. Souvislost mezi manipulací s psací potřebou a testem kopírování tvarů se neprokázala jako statisticky významná.

Tabulka č. 2.17 Statisticky významné korelace: manipulace s psací potřebou a NA-C test (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Linky_nej Cesta_čas	Linky_nej Cesta_chyby	Tečky_nej Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	-0,525	-0,578	-0,730
Hladina statistické významnosti	0,045 p < 0,05	0,024 p < 0,05	0,002 p < 0,05

Rychlost psaní a NA-C test

Výsledky prokazují, že rychlost psaní má vliv na chybovost v provedení testu cesty, viz *tabulka č. 2.18*. Čím delší čas pacient potřeboval na opsání vět, tím více chyb měl v testu cesty. Vztah mezi rychlostí psaní a kopiemi tvarů a rychlostí psaní a testem cesty – čas nebyl prokázán jako statisticky významný ($p > 0,05$).

Tabulka č. 2.18 Statisticky významné korelace: rychlost psaní a NA-C test (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Rychlost 1. pokus a Cesta_chyby	Rychlost 2. pokus a Cesta_chyby	Rychlost 3. pokus a Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	0,640	0,642	0,668
Hladina statistické významnosti	0,006 p < 0,05	0,005 p < 0,05	0,003 p < 0,05

Čitelnost psaní a NA-C test

Významné vztahy byly prokázány mezi proměnnými čitelnosti psaní a testem NA-C. Při korelaci s kopiemi tvarů se projevil statisticky významný vztah ve všech pěti hodnocených parametrech, viz tabulka č. 2.19. Jednalo se o pozitivní vztah, tedy čím byla lepší úroveň čitelnosti, tím byl vyšší bodový zisk v kopiích tvarů. Vztah mezi čitelností a testem cesty – chyby byl prokázán ve dvou případech – čitelnost slov a čitelnost čísel. Vztah s testem cesty – čas byl zaznamenán pouze v jednom případě.

Tabulka č. 2.19 Statisticky významné korelace: Čitelnost psaní a NA-C test (zdroj: vlastní zpracování)

Korelace:	Čitelnost_malá Kopie_celkem	Čitelnost_velká Kopie_celkem	Čitelnost_čísla Kopie_celkem	Čitelnost_slova Kopie_celkem
Spearmanův korelační koeficient	0,957	0,922	0,383	0,534
Hladina statistické významnosti	0,002 p < 0,05	0,002 p < 0,05	0,007 p < 0,05	0,027 p < 0,05

Korelace:	Čitelnost_písmen a Kopie_celkem	Čitelnost_slova Cesta_čas	Čitelnost_čísla Cesta_chyby	Čitelnost_slova Cesta_chyby
Spearmanův korelační koeficient	0,514	0,595	-0,513	-0,490
Hladina statistické významnosti	0,035 p < 0,05	0,012 p < 0,05	0,035 p < 0,05	0,045 p < 0,05

3 DISKUZE

CMP způsobuje motorické, senzorycké i kognitivní deficity. Byl prokázán její velký dopad na grafomotorické dovednosti, na výkon všedních denních aktivit i na vizuomotorické úkoly. Vlivem onemocnění se u pacientů vyskytuje porucha senzomotorických funkcí horní končetiny. Následkem toho se objevují obtíže s úchopem psací potřeby nebo se samotnou koordinací prstů a ruky při psaní (Van Drempt, 2011). V současných studiích je uváděno, že u 85 % pacientů po CMP se vyskytuje hemiparéza horní končetiny. Pouze u 27 % jedinců se obnoví funkce ruky potřebná pro psaní. Z tohoto tvrzení vyplývá, že péče o pacienty po CMP z hlediska tréninku grafomotorických dovedností je velmi důležitá a žádoucí, jelikož schopnost psát zvyšuje jejich soběstačnost (Simpson et al., 2015).

Poruchy se u pacientů po CMP neobjevují samostatně, ale většinou se jedná o jejich kombinaci. V řadě případů jde i o deficity v oblasti propriocepce, která může vizuomotorické poruchy značně zhoršovat. V rámci celé léčby a rehabilitace pacienta se tedy musí dbát na komplexní a individuální přístup (Herter, Scott a Dukelov, 2019). CMP způsobuje narušení řízení motorických procesů, jelikož na straně léze dojde ke snížení excitability kortikálních motorických neuronů. Následně dochází k narušení interkortikální inhibice, která fyziologicky probíhá přes corpus callosum. Vlivem těchto aspektů se aktivita postižené hemisféry snižuje a na straně zdravé se naopak zvyšuje. U jedinců, kteří prodělali CMP, tedy pozorujeme asymetrické zatížení hemisfér (Wasaka, 2022).

Jednou z hlavních oblastí ergoterapie je soběstačnost ve všedních denních aktivitách (ADL). Pacienti po CMP častokrát vykazují snížené schopnosti v ADL. Dle De Rooji et al. (2023) jejich výkon pramení i ze stavu před samotným onemocněním. Mercier et al. (2001) uvádí, že schopnost výkonu je závislá na velikosti deficitu v oblasti senzoryckého systému. V americké studii z roku 2018 Singh et al. zmiňují důležitost zrakového vyhledávání při výkonu činností ADL. U pacientů po CMP byla prokázána při výkonu aktivit zvýšená frekvence očních pohybů, které mohou ovlivnit plánování pohybu a mohou tak narušit zrakově-motorickou koordinaci při prováděném úkolu. Dále měly zvýšené oční pohyby vliv na plynulost a rychlost aktivity. Následným zjištěním bylo, že i porucha na úrovni grafomotoriky ovlivňuje výkon v ADL. Zejména se jedná o deficity v jemně-motorických úkolech prováděných v běžném životě (Tal-Saban a Weintraub, 2019).

Hlavním cílem diplomové práce bylo popsát vztah mezi zrakově-motorickou koordinací a grafomotorickými dovednostmi u pacientů po CMP. Primárním přínosem diplomové práce

je pochopení souvislostí mezi psaním a vizuomotorickou koordinací. Dále práce přináší upřesnění terminologie jednotlivých pojmů týkajících se této problematiky. Výstupem diplomové práce je pilotní ověření vztahu mezi vizuomotorikou a grafomotorikou u výzkumného souboru pacientů.

Diskuze k teoretické části

Literatura, jež byla použita k vypracování diplomové práce, sestávala hlavně ze zahraničních zdrojů. Převažovaly články publikované v odborných časopisech nebo studie týkající se daného tématu, které byly dohledány v dostupných databázích. Pro hledání bylo použito paralelní vyhledávání UKAŽ, zároveň také multioborové vyhledávání Web of Science, PubMed, Medline a Evidence-Based Medicine Reviews. Byla zvolena následující klíčová slova: stroke, graphomotor skills, visuomotor coordination, hand-eye coordination, handwriting, occupational therapy, activities of daily living. Ve většině případů se jedná o literaturu zaměřující se na psaní a vizuomotorické schopnosti u dětí a studentů. Menší množství publikací se zaměřuje přímo na poruchu zrakově-motorické koordinace nebo psaní u pacientů po CMP. Bylo důležité věnovat pozornost i publikacím z oblastí speciální pedagogiky nebo psychologie, které mnohdy obsahovaly velmi zajímavé informace k dané problematice.

Při zpracování teoretické části bylo velice důležité správné pochopení terminologie, jelikož se oborově velmi odlišuje. Téma zrakově-motorické koordinace se neuvádí pouze ve zdravotnické literatuře, ale i v rámci literatury pedagogické. Velké množství zdrojů se zabývá vývojem těchto dovedností u dětí, ale méně literatury je zaměřeno právě na problematiku u dospělé populace a u pacientů po CMP. V závislosti na profesi se definice i terminologické názvy různí, proto jsem se snažila vycházet z co nejaktuálnějších studií, které odpovídaly mému tématu a stanovené problematice.

Jemná motorika zahrnuje činnosti, které jsou zaměřené na přesné a drobné pohyby a rozděluje se na zrakově-motorickou koordinaci a zrakově-motorickou integraci (Flores, 2023). Základem jemné motoriky je úchop, který se v reflexní formě objevuje již u dětí v novorozeneckém věku. Postupně jedinec okolo 8. týdne života zapojuje k úchopu i zrakovou kontrolu. Tato fáze se dá považovat za první zkušenost dítěte s koordinací mezi okem a rukou (Vyskotová, 2021). Další rozvoj jemné motoriky probíhá hlavně formou hry a úroveň této schopnosti má velký vliv na výkon běžných denních aktivit (Zelinková, 2011). Manipulace

s předměty je hlavní a nedílnou součástí jemné motoriky. K dosažení úchopové funkce je nutný neporušený senzorický aparát. (Zelinková, 2011).

Hlavním tématem mé diplomové práce byla zrakově-motorická koordinace. Jedná se o pojem, který je v literatuře častokrát chápan v různých souvislostech. Jde o součást jemné motoriky a dle Florese (2023) je tato dovednost zařazována k negrafomotorickým funkcím jedince. Konkrétně je k vizuomotorické koordinaci řazena koordinace oko-ruka, manuální zručnost, motorická rychlost a přesnost. Na druhé straně mluvíme o zrakově-motorické integraci, která je považována za grafomotorickou dovednost a zahrnuje zpracování vizuálních a prostorových podnětů. Tato zjištění byla pro mou diplomovou práci klíčová, jelikož mým cílem bylo najít vztah mezi zrakově-motorickou koordinací, autorem popsanou jako negrafomotorická činnost, a psaním, definovaným jako grafomotorická dovednost. Na základě tohoto rozdělení můžeme posuzovat, zda se vztah těchto dvou komponent (vizuomotoriky a psaní) vzájemně ovlivňuje, nebo se porucha u pacientů po CMP vyskytuje pouze nezávisle (Flores, 2023).

Grafomotorické dovednosti zahrnují soubor psychomotorických činností, které jedinec vykonává při určité grafické činnosti – psaní, kreslení, rýsování, malování atd. (Vyskotová, 2013). Samotné psaní pak vyžaduje integraci smyslových, percepčních, motorických a kognitivních a jazykových funkcí (Maldarelli et al., 2015). Mezi hlavní posuzované parametry psaní patří úchop psací potřeby, rychlost, čitelnost a plynulost. Dle Uysala (2016) kvalitu rukopisu velmi ovlivňuje vizuální vnímání a vizuální paměť. Jedinec je schopen plynulého rukopisu, pokud ovládá koordinované pohyby, které vznikají integrací právě zrakového vnímání a senzomotorické zpětné vazby (Capellini, Giaconi a Germano, 2017). Dle Doležalové (2016) je důležitým faktorem pro zajištění kvalitního psaní koordinace zraku a horní končetiny, tedy koordinace oko – ruka, a celkově smyslové vnímání taktilních, kinestetických a vestibulárních vjemů (Prunty et al., 2016).

S psaním je spojováno více oblastí mozku, konkrétně frontální motorická kůra, horní oblast temenního laloku, dolní spánkový gyrus a mozeček (Yoon, 2013). Byla definována oblast pro implementaci grafických motorických vzorů, tzv. Exnerova area, která se nachází v oblasti levého dorzálního premotorického kortexu, přesněji mezi frontálním gyrem a precentrálním gyrem. Tato oblast vykazuje zvýšenou aktivitu při psaní a hraje klíčovou roli v kooperaci mezi jazykovými procesy a samotnými motorickými programy. Další lokalizací

léze, jež může zapříčinit poruchu v oblasti grafomotoriky, je oblast parietální kůry, která plní důležitou úlohu v motorické kontrole psaní (Palmis et al., 2017).

Při zpracovávání kapitoly o zrakově-motorické koordinaci jsem se v literatuře setkala s terminologickými odchylkami. Proto jsem se v diplomové práci věnovala i samotné zrakově-motorické integraci, která bývá v souvislosti se zrakově-motorickou koordinací častokrát zmiňována. Kaiser, Albaret a Doudin (2008) popisují, že zrakově-motorická integrace potřebuje více zrakového vnímání než zrakově-motorická koordinace. Dalším důležitým zjištěním bylo, že vizuomotorická integrace má vliv na kvalitu psaní, jelikož osvojení rukopisu není možné, pokud nefunguje zrakové vnímání a motorická složka pohybu, které dohromady tvoří právě zrakově-motorickou integraci (Brown, 2016). Ferrerira et al. (2021) definoval tento pojem jako koordinaci zrakového vnímání a pohybů prstů ruky neboli překlad zrakové informace do motorické reakce. Carlson et al. (2013) zkoumal vztah těchto dovedností. Jeho zjištěním bylo, že jedinci, kteří měli vyšší skóre v testech na hodnocení vizuomotorické integrace, měli i vyšší bodový zisk v grafomotorických testech. U pacientů po CMP je častokrát narušena schopnost zrakového vnímání, tím pádem nedochází k fyziologické zrakově-motorické integraci. Porucha na této úrovni může ovlivnit zpracování sensorických a motorických informací.

Zrakově-motorická koordinace je popisována jako jemně-motorické schopnosti jedince se zapojením zrakové složky (Carlson, 2013). Společně se zrakově-percepčními schopnostmi a zrakovými dovednostmi je vizuomotorická koordinace považována za podstatnou senzomotorickou složku výkonu psaní (Klein, 2010). V souvislosti s psáním byl zmiňován velmi důležitý vztah zrakově-motorické koordinace s prostorovou orientací (Tal-Saban a Weintraub, 2019; Wilson et al., 2017). Porucha na úrovni vizuomotorické koordinace je definována na třech úrovních, kdy se jedná buď o poruchu motorickou, nebo poruchu zrakového vnímání, nebo o kombinaci těchto dvou forem (Capelliny, Giaconi a Germano, 2017). Z hlediska řízení byla prokázána aktivita v parietální a frontální oblasti mozkové kůry při vykonávání zrakově-motorické úlohy (Xinzhe et al., 2020). Princip řízení zrakově-motorické koordinace pramení z propojení smyslového zrakového vnímání s motorickým úkolem. V parietálním kortexu nastává aktivace neuronů při přijetí zrakového nebo motorického signálu z periferie. Při lézích právě v této lokalizaci dochází k deficitům ve vizuálně řízených pohybech horních končetin (Futagi, 2017).

Při hodnocení zrakově-motorického úkolu bylo prokázáno, že 40 z 60 pacientů po CMP potřebuje delší čas na provedení zadaného úkolu. Dále byl u pacientů po CMP v 70 % prokázán určitý zrakový deficit v oblasti zorného pole. Jedná se o velmi důležité zjištění, jelikož úroveň vizuomotorické koordinace je závislá na zrakových schopnostech. Výsledky studie tedy prokazují, že pacienti po CMP potřebují na tyto úkoly delší čas, projevuje se u nich vyšší chybovost při testu kopírování geometrických tvarů (Wijesundera et al., 2022).

V pohledu na hodnocení úrovně zrakově-motorických funkcí opět není literatura jednotná. Jen málo testů se soustředí přímo na tuto konkrétní doménu, většinou jednotlivé hodnotící baterie obsahují spíše dílčí subtesty týkající se této problematiky. Například studii se nejvíce využívá Beery VMI test, který hodnotí vizuomotorické dovednosti a zrakovou percepci. Skóre tohoto testu významně souvisí s výsledky čtení, psaní a počítání u dětí školního věku (Findlay et al., 2020). Dalším používaným nástrojem byl DTVP test hodnotící hlavně zrakové vnímání a vizuomotorickou integraci. Hodnocení obsahuje i úkony, které se soustředí přímo na zrakově-motorickou koordinaci, konkrétně se jedná o kopírování, vizuomotorickou přesnost a prostorové vztahy. Jedná se o test, který je velmi spolehlivý a má několik aktualizovaných verzí. V tomto testu byly prokázány významné vztahy mezi zrakově-motorickou koordinací a psaním (Ferreira et al., 2021; Kaiser, Albaret a Doudin, 2009).

Diskuze k praktické části

V rámci diplomové práce byl ověřován vztah mezi zrakově-motorickou koordinací a grafomotorickými dovednostmi u pacientů po cévní mozkové příhodě v subakutní a chronické fázi onemocnění. Práce je koncipována jako kvantitativní korelační předvýzkum na menším vzorku pacientů. Sběr dat probíhal od ledna 2023 do února 2024 na Klinice rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN a ve Fakultní nemocnici Olomouc.

Ke zjištění vztahu mezi vizuomotorikou a grafomotorikou byly použity dva testy hodnotící jednotlivé dovednosti. Test HAB hodnotí tři základní psychometrické vlastnosti psaní: manipulaci s psací potřebou, rychlost a čitelnost. V první části je hodnocen počet napsaných linek a teček za daný čas. Při hodnocení rychlosti má jedinec za úkol opsat tři zadané věty co nejrychleji. V posledním subtestu pacient píše abecedu malými a velkými písmeny, číselnou řadu a libovolnou větu. Výhodou testu je jeho přehledný manuál, ve kterém je přesně popsán postup testování i instrukce k vyhodnocení jednotlivých oblastí (McCluskey a Lannin, 2003). Druhým používaným hodnotícím nástrojem je testová baterie NA-C, konkrétně z ní byly využity dva dílčí testy, které hodnotí vizuomotorickou přesnost a kopii tvarů. V prvním úkolu

vyšetřující hodnotí čas a počet chyb pacienta při provedení zadaného úkolu. V případě kopírování má proband překreslit co nejpřesněji 20 geometrických obrazců. Jedinec může získat za každý obrazec maximálně dva body, celkem tedy 40 bodů.

Výsledky praktické části práce jsou rozděleny na dvě části. V prvním bloku je podrobně popsáno vyhodnocení dvou používaných testů s grafickým znázorněním výkonu jednotlivých pacientů. Druhá část je zaměřena na ověření dvou stanovených hypotéz na základě provedené korelační analýzy mezi jednotlivými výsledky testů. Z výsledků testu na ověření normality dat vyplývá, že většina z dat není normálně rozložena. Z tohoto důvodu byl pro výpočet využit Spearmanův korelační koeficient. Hladina statistické významnosti byla stanovena na 0,05.

První hypotéza, tedy tvrzení, že u části pacientů po CMP se projeví porucha v oblasti vizuomotorické koordinace, se potvrdila. K ověření této hypotézy došlo prostřednictvím vyhodnocení dětské neuropsychologické baterie NA-C, ze které byly využity dva dílčí testy: kopie tvarů a vizuomotorická přesnost. V subtestu kopie tvarů měla část pacientů snížený bodový zisk. Maximální možný zisk byl 40 bodů, celkem šest pacientů z výzkumného souboru mělo méně jak 35 bodů. Výrazně nižší bodový zisk měli v tomto subtestu pacienti v subakutní fázi onemocnění. Žádný ze čtyř jedinců nedosáhl více jak 30 bodů. Podrobné bodové vyhodnocení je v *grafu č. 2.10*. Z těchto výsledků tedy vyplývá, že téměř polovina probandů měla snížený bodový zisk v kopírování tvarů. Nižší bodový zisk měli pacienti v subakutní fázi onemocnění oproti jedincům v chronické fázi. Pouze dva jedinci z celého výzkumného souboru získali maximální bodový zisk – 40 bodů.

V druhém dílčím subtestu na vizuomotorickou přesnost byl u probandů hodnocen čas potřebný k provedení úkolu a počet chyb, tedy vyjetí z cesty. U pacientů byl prokázán delší čas na provedení úkolu. Zároveň pouze dva pacienti z výzkumného souboru zvládli úkol za méně než jednu minutu. V *grafu 2.12* je znázorněn potřebný čas každého jedince i s počtem chyb, které provedl. Z výsledků vyplývá, že ani jeden proband nebyl schopen splnit úkol bez chyby. V rámci zhodnocení vztahu těchto dvou testů byla provedena korelační analýza, díky níž lze tvrdit, že výkon v kopírování tvarů koreluje s počtem chyb v subtestu vizuomotorické přesnosti. Jedná se o záporný vztah, tedy čím vyšší bodový zisk má jedinec v kopiích tvarů, tím méně chyb provedl v testu cesty. Tato zjištění potvrzuje i studie z roku 2022, kde autoři prokazují, že pacienti po CMP potřebují na provedení zrakově-motorického úkolu delší čas a projevuje se u nich vyšší chybovost v testu kopírování geometrických tvarů (Wijesundera et al., 2022).

Druhou hypotézou byl předpoklad, že u pacientů po CMP, u kterých se prokáže porucha vizuomotoriky, bude prokázána i porucha grafomotoriky. Ověření hypotézy probíhalo metodou korelační analýzy, kdy proti sobě byly pokládány jednotlivé subtesty z HAB a dílčí testy z dětské neuropsychologické baterie NA-C. Cílem bylo najít mezi proměnnými vzájemný vztah. Hypotéza byla přijata, jelikož bylo zjištěno, že u většiny subtestů vyšší bodový zisk v grafomotorických testech znamenal i vyšší skóre v subtestech na vizuomotorickou koordinaci. Tento fenomén platí i opačně, tedy čím měl pacient horší výkon v psaní, tím měl horší skóre i v subtestech zrakově-motorické koordinace.

Výsledky jsou pak interpretovány ve třech částech dle struktury testu HAB. Hledala se souvislost vždy mezi každou oblastí tohoto testu právě s vizuomotorickými úkoly v testu NA-C. Výsledky ukazují, že významný vztah s kopiemi tvarů má čitelnost psaní. Nebyl prokázán vztah mezi kopiemi tvarů s manipulací s psací potřebou a rychlostí psaní. Při hledání vztahu s testem cesty – čas byla nalezena souvislost s jedním subtestem pro hodnocení manipulace s psací potřebou: linky – nejlepší pokus. Jednalo se o záporný vztah, tedy čím více času potřebuje jedinec na zvládnutí testu cesty, tím méně linek v subtestu HAB je schopen napsat. Dále byl vztah pro test cesty – čas potvrzen pouze s čitelností slova. V tomto případě se jednalo o kladný vztah, kdy čím více potřeboval pacient času na zvládnutí úkolu, tím měl lepší čitelnost slova. Toto zjištění je mírně v rozporu s výkonem jedinců, dá se však uvažovat, že příčinou by mohla být přílišná snaha pacientů o co nejpřesnější výsledek testu. Následně u vyhodnocení subtestu cesty – čas nebyl prokázán významný vztah s dalšími dílčími testy psaní. Nakonec se provádělo ověření vztahu testu cesty – chyby s jednotlivými částmi HAB. Statisticky významný vztah byl nalezen mezi testem cesty – chyby a oběma subtesty manipulace pera s psací potřebou. Čím více jedinec napsal linek nebo teček, tím méně měl chyb v testu na vizuomotorickou přesnost. Dále byl potvrzen vztah mezi rychlostí psaní a chybami v testu cesty, přičemž čím více měl pacient chyb, tím měl vyšší rychlost opsání zadaných vět. V korelaci s čitelností psaní se vztah prokázal ve dvou oblastech: čitelnost čísla a čitelnost slova. Jednalo se o záporné korelace, tudíž čím měl pacient více chyb, tím měl horší čitelnost v daných oblastech.

Limitace výzkumu

Za limitaci diplomové práce může být považován nedostatek literatury přímo k danému tématu. Problematika zrakově-motorické koordinace je popisována spíše jako součást studií zabývajících se hlavně zrakovou percepcí nebo integrací. Dále je vizuomotorika rozebírána

v některých grafomotorických studiích, málokdy se ale jedná o hlavní pojem studie, který by byl dopodrobna popsán. Proto bylo náročné se v literatuře zorientovat, a to i vlivem lišící se terminologie, která s touto problematikou souvisí. V důsledku multioborového přesahu tématu byl pojem zrakově-motorická koordinace často definován odlišně nebo se zaměřením na jinou oblast. Velké množství článků se zaměřuje v souvislosti s tímto tématem spíše na dětskou populaci nebo na zdravé jedince. V literatuře je v současné době jen málo studií, které by se věnovaly zrakově-motorické koordinaci ve vztahu k cévní mozkové příhodě.

Za další možnou limitaci výzkumu považuji přísná kritéria zařazení pacientů do výzkumného souboru. Z tohoto důvodu výsledný soubor obsahuje pouze 15 probandů. Na základě kritérií museli být vyřazeni jedinci s těžkým kognitivním deficitem, těžkou fatickou poruchou a těžkou poruchou čítí. Do výzkumného souboru byli dále zařazeni pouze jedinci s postižením dominantní horní končetiny, kteří byli schopni psát a samostatně sedět. V důsledku tohoto parametru muselo být vyřazeno nejvíce probandů. Všechna kritéria pro vyřazení však byla opodstatněná, jelikož se jednalo o klíčové parametry pro splnění cíle předvýzkumu.

Poslední potenciální limitací mohou být zvolené testovací nástroje. Handwriting Assessment Battery for Adults (HAB) nemá dostatečně prověřenou validitu. Manuál obsahuje konkrétní instrukce pro vyhodnocení testu, ale i přesto mohou být některé situace nejasné. Vzhledem k těmto nepřesnostem se poté prodlužuje délka samotné administrace testu. Z hlediska vyhodnocení NA-C testu se jedná o podobné aspekty. Konkrétně vyhodnocení kopií tvarů je časově náročnější a vyžaduje určitou míru zkušeností s jeho bodováním. Normy pro NA-C zatím nejsou k dispozici, proto jsou využity data individuálního vyhodnocení – hrubé skóre. Pro cíle této diplomové práce je ale vyhodnocení dostatečné, neboť došlo k ozřejmění vztahu mezi jednotlivými testy grafomotoriky a vizuomotoriky. Pro rozsáhlejší výzkum by poté bylo vhodné doplnění norem a dalších parametrů pro vyhodnocování.

4 ZÁVĚR

Cévní mozková příhoda je v současnosti velmi rozšířené neurologické onemocnění, které způsobuje motorické, senzorycké i kognitivní deficity. Ty se následně u postižených jedinců projevují v různém rozsahu v závislosti na lokalizaci dané léze a na celkovém stavu pacienta. Vlivem onemocnění dochází k poruchám jemné motoriky, s čímž souvisí porucha psaní a grafomotoriky, dále se objevují deficity ve zrakovém vnímání. V aktuálních studiích je zmiňována v souvislosti s CMP porucha na úrovni zrakově-motorické koordinace. Jedinci mají obtíže s úchopem a manipulací s psací potřebou a s úkoly, při kterých je klíčová zraková kontrola, například kopírování tvarů.

Teoretická část diplomové práce se podrobně zabývala zrakově-motorickou koordinací u pacientů po cévní mozkové příhodě. Tato problematika v české literatuře není dostatečně zpracována, proto jsem vycházela hlavně ze zahraničních zdrojů. Práce obsahuje shrnutí teoretických poznatků na toto téma, vysvětluje pojem vizuomotorická koordinace a zaměřuje se i na pojmy, které s touto oblastí souvisí. V práci jsou popsány konkrétní lokalizace lézí v mozku, jež jsou spojovány s poruchami v oblasti zrakově-motorické koordinace. Dále je v práci věnován prostor grafomotorickým funkcím a jejich vztahu k vizuomotorice.

Hlavním cílem praktické části diplomové práce bylo popsat vztah mezi grafomotorikou a vizuomotorikou na menším vzorku pacientů po cévní mozkové příhodě v subakutní a chronické fázi onemocnění. K nalezení tohoto vztahu byly využity dva hodnotící nástroje. Jednalo se o Hodnocení grafomotoriky pro dospělé (Handwriting Assessment Battery for Adults – HAB), druhým nástrojem byla dětská neuropsychologická baterie NA-C, ze které byly využity dva dílčí testy pro zhodnocení vizuomotorické přesnosti. Následně byli otestováni pacienti po cévní mozkové příhodě, kteří byli dle určených kritérií zařazeni do výzkumného souboru. Ke zjištění vztahu mezi sledovanými parametry byla využita korelační analýza, na základě níž došlo ke zjištění výsledků.

Hlavním zjištěním bylo prokázání vztahu mezi výkonem pacientů v grafomotorických testech a vizuomotorických testech. Nejvíce statisticky významné výsledky byly prokázány mezi kopírováním tvarů a čitelností písma. Další významný vztah byl nalezen u testu cesty – čas s manipulací s psací potřebou a čitelností slov. U testu cesty – chyby byl prokázán vztah s nejvíce parametry psaní. Jednalo se o rychlost psaní, čitelnost slov a čísel i manipulaci s psací potřebou.

Hlavním přínosem diplomové práce je lepší terminologická orientace v této problematice z pohledu ergoterapeuta. Jedná se o pilotní výzkum, který zkoumá na menším vzorku pacientů vztah mezi grafomotorickými dovednostmi a zrakově-motorickou koordinací. Vzhledem k tomu, že tento předvýzkum nasbíral data pouze od 15 pacientů, bude sloužit spíše jako námět pro budoucí výzkum, jehož autor se zároveň může inspirovat limitacemi, které tato diplomová práce uvádí.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AKREMI, Haifa et al. Bilateral motor coordination during upper limb symmetric pushing movements at two levels of force resistance in healthy and post-stroke individuals. *Human Movement Science* [online]. 2022, **81**, 1-13 [cit. 2023-01-11]. ISSN 0167-9457. DOI: 10.1016/j.humov.2021.102913. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0167945721001615>

BEDNÁŘOVÁ, Jiřina. Rozvoj grafomotoriky. [online]. Albatros, 2021. Dostupné z: file:///C:/Users/42072/Downloads/rozvoj_grafomotoriky-jirinabednarova-Palmknihy.pdf. [cit. 2024-04-06].

Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration, Sixth Edition, (Beery VMI). [online]. *WPS*. 2010. Dostupné z: <https://www.wpspublish.com/beery-vmi-beery-buktenica-developmental-test-of-visual-motor-integration-sixth-edition>. [cit. 2024-04-06].

BELLOCCHI, Stéphanie et al. Exploring the Link between Visual Perception, Visual–Motor Integration, and Reading in Normal Developing and Impaired Children using DTVP-2. *Dyslexia* [online]. 2017, **23**(3), 296-315. [cit. 2024-01-31]. ISSN 1076-9242. DOI: 10.1002/dys.1561. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/dys.1561?saml_referrer.

BILLERI, L. et al. Could pure agraphia be the only sign of stroke? Lessons from two case reports. *Journal of Postgraduate Medicine* [online]. 2021, **67**(2), 93-95. [cit. 2024-04-05]. ISSN 0022-3859. DOI: 10.4103/jpgm.JPGM_1066_20. Dostupné z: https://journals.lww.com/10.4103/jpgm.JPGM_1066_20

BONDI, Danilo et al. Fine motor skills and motor control networking in developmental age. *American Journal of Human Biology* [online]. 2022, **34**(8), 1-15. [cit. 2024-02-01]. ISSN 1042-0533. DOI: 10.1002/ajhb.23758. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9541226/>

BÖNSTRUP, M. et al. Parietofrontal network upregulation after motor stroke. *NeuroImage: Clinical* [online]. 2018, **18**, 720-729. [cit. 2024-04-05]. ISSN 22131582. DOI: 10.1016/j.nicl.2018.03.006. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213158218300767?via%3Dihub>

BROWN, Ted a Sarah, C. HOCKEY. The Validity and Reliability of Developmental Test of Visual Perception—2nd Edition (DTVP-2). *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. 2013, **33**(4), 426-439. [cit. 2024-01-30]. ISSN 0194-2638. DOI: 10.3109/01942638.2012.757573 Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/01942638.2012.757573>

BROWN, Ted a Julia LINK. The association between measures of visual perception, visual-motor integration, and in-hand manipulation skills of school-age children and their manuscript handwriting speed. *British Journal of Occupational Therapy* [online]. 2016, **79**(3), 163-171 [cit. 2023-12-07]. ISSN 0308-0226. DOI: 10.1177/0308022615600179. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0308022615600179>

BROWN, Ted a Yuki MURDOLO. The Developmental Test of Visual Perception—Third Edition (DTVP-3): A Review, Critique, and Practice Implications. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention* [online]. 2015, **8**(4), 336-354. [cit. 2024-01-31]. ISSN 1941-1243. DOI: 10.1080/19411243.2015.1108259. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19411243.2015.1108259>

CAPELLINI, Simone A., Catia GIACONI a Giseli D. GERMANO. Relation between Visual Motor Integration and Handwriting in Students of Elementary School. *Psychology* [online]. 2017, **8**(2), 258-270 [cit. 2022-12-28]. ISSN 2152-7180. DOI: 10.4236/psych.2017.82015 Dostupné z: <http://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=73735>

CARLSON, Abby G., Ellen ROWE a Timothy W. CURBY. Disentangling Fine Motor Skills 'Relations to Academic Achievement: The Relative Contributions of Visual-Spatial Integration and Visual-Motor Coordination. *The Journal of Genetic Psychology* [online]. 2013, **174**(5), 514-533. [cit. 2024-01-30]. ISSN 0022-1325. DOI: 10.1080/00221325.2012.717122. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221325.2012.717122>

CHANDY, Anisha, Jonathan TSAY, a Rich IVRY. How Do We Learn Skilled Movements? *Frontiers for Young Minds* [online]. 2022, **10**(02), 1-2. [cit. 2024-04-03]. ISSN 2296-6846. DOI: 10.3389/frym.2022.676806. Dostupné z: <https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2022.676806>

DE ROOIJ, Annetje et al. Pre-stroke activities of daily living do not predict functional decline after stroke in a cohort of community dwelling older subjects at risk for vascular disease. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. 2024, **117**(3). [cit. 2023-12-02]. ISSN 0167-4943. DOI: 10.1016/j.archger.2023.105174. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167494323002522>

Developmental Test of Visual Perception Adolescent and Adult (DTVP-A) [online]. *Riverside Insights*. 2024. Dostupné z: <https://riversideinsights.com/p/developmental-test-of-visual-perception-adolescent-and-adult-dtvp-a/>. [cit. 2024-04-05].

DOWNING, Cameron a Markéta, CARAVOLAL. Handwriting legibility and fluency and their patterns of concurrent relations with spelling, graphomotor, and selective attention skills. *Journal of Experimental Child Psychology* [online]. 2023, **236**, 1-23. [cit. 2024-02-02]. ISSN 0022-0965. DOI: 10.1016/j.jecp.2023.105756. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022096523001327#f0020>

FEARS, E. Nicholas a Jeffrey J. LOCKMAN. How beginning handwriting is influenced by letter knowledge: Visual–motor coordination during children’s form copying. *Journal of Experimental Child Psychology* [online]. 2018, **171**(5), 55-70 [cit. 2023-01-11]. ISSN 0022-0965. DOI: 10.1016/j.jecp.2018.01.017. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022096517305520>

FEDER, P. Katya a Anette MAJNEMER. Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2007, **49**(4), 312-317. [cit. 2024-01-29]. ISSN 0012-1622. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2007.00312.x. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2007.00312.x>

FERREIRA, A. Isabel, Carla QUINTÃO a Cláudia QUARESMA. Assessment of Visuomotor and Visual Perception Skills in Children: A New Proposal Based on a Systematic Review. *Technological Innovation for Applied AI Systems* [online]. 2021, **626**(6), 273-284 [cit. 2023-07-13]. ISBN 978-3-030-78287-0. DOI: 10.1007/978-3-030-78288-7_26 Dostupné z: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-78288-7_26#citeas

FINDLAY, Rebecca et al. The effect of induced blur on the Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration and its supplemental tests. *PLOS*

ONE [online]. 2020, **15**(8), 1-11 [cit. 2023-07-19]. ISSN 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0237807 Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0237807>

FLORES, Pedro et al. Association between motor and math skills in preschool children with typical development: Systematic review. *Frontiers in Psychology* [online]. 2023, **14**, 1-18. [cit. 2024-02-02]. ISSN 1664-1078. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1105391. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2023.1105391/full>

FUTAGI, Yasuyuki. Eye-Hand-Mouth Coordination in the Human Newborn. *Pediatric Neurology* [online]. 2017, **75**, 43-47. [cit. 2024-02-01]. ISSN 08878994. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2017.06.009. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0887899417305635>

GERMANO, Giseli et al. Visual-motor perception in students with attention deficit with hyperactivity disorder. *CoDAS* [online]. 2013, **25**(4), 337-341. [cit. 2024-02-25]. ISSN 2317-1782. DOI:10.1590/S231717822013000400007. Dostupné z: <https://www.scielo.br/j/codas/a/DxfCW9ZWHBj5jZqwWFpRHrH/?format=pdf>

GOODALE, A., Melvyn. Visuomotor control: Where does vision end and action begin? *Current Biology* [online]. 1998, **8**(14), 489-491. [cit. 2024-02-01]. ISSN 09609822. DOI: 10.1016/S0960-9822(98)70314-8. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982298703148?dgcid=api_sd_search-api-endpoint.

GRAHAM, Steve, et al. Dimensions of Good and Poor Handwriting Legibility in First and Second Graders: Motor Programs, Visual–Spatial Arrangement, and Letter Formation Parameter Setting. *Developmental Neuropsychology* [online]. 2006, **29**(1), 43-60. [cit. 2024-02-19]. ISSN 8756-5641. DOI: 10.1207/s15326942dn2901_4. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326942dn2901_4

GUVEN, Zeynep a Songul A. UYSAL. Kinematic analysis of handwriting movements and pencil grip patterns in children with low vision. *Human Movement Science* [online]. 2022, **81**, 1-11 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1872-7646 DOI: 10.1016/j.humov.2021.102907. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016794572100155X?via%3Dihub>

HENDL, Jan. *Základy matematiky, logiky a statistiky pro sociologii a ostatní společenské vědy v příkladech*. Třetí, doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2022. ISBN 978-80-246-5400-3.

HARDWICK, Robert et al. A quantitative meta-analysis and review of motor learning in the human brain. *NeuroImage* [online]. 2013, **67**(04), 83-297. [cit. 2024-04-03]. ISSN 10538119. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.11.020. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811912011329?via%3Dihub>

HERTER, Troy, Stephen, H., SCOTT a Sean, D., DUKELOW. Vision does not always help stroke survivors compensate for impaired limb position sense. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2019, **16**(1), 1-12. [cit. 2024-04-05]. ISSN 1743-0003. DOI: 10.1186/s12984-019-0596-7. Dostupné z: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-019-0596-7>

JANÁČEK, Julius. *Statistika jednoduše: průvodce světem statistiky*. Praha: Grada Publishing, 2022. ISBN 978-80-271-6640-4.

JOSEPH, R. The evolution of sex differences in language, sexuality, and visual-spatial skills. *Archives of Sexual Behavior* [online]. 2000, **29**(1), 35-66. [cit. 2024-04-06]. ISSN 00040002. DOI: 10.1023/A:1001834404611. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1023/A:1001834404611>

KAISER, Marie-Laure, Jean-Michel ALBARET a Pierre-André DOUDIN. Relationship Between Visual-Motor Integration, Eye-Hand Coordination, and Quality of Handwriting. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention* [online]. 2009, **2**(2), 87-95 [cit. 2023-07-13]. ISSN 1941-1243. DOI:10.1080/19411240903146228 Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/232868041_Relationship_Between_Visual-Motor_Integration_Eye-Hand_Coordination_and_Quality_of_Handwriting

KLEIN, Sheryl et al. Relationships Between Fine-Motor, Visual-Motor, and Visual Perception Scores and Handwriting Legibility and Speed. *Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. 2010, 2010-12-21, **31**(1), 103-114 [cit. 2023-08-02]. ISSN 0194-2638. DOI: 10.3109/01942638.2010.541753 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21189102/>

KOLÁŘ, Pavel. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KONG, Keng-He, Karen, S., G., CHUA, a Jeanette, LEE. Recovery of upper limb dexterity in patients more than 1 year after stroke: Frequency, clinical correlates and predictors. *NeuroRehabilitation* [online]. 2011, **28**(2), 105-111. [cit. 2024-04-05]. ISSN 18786448. DOI: 10.3233/NRE-2011-0639. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21447911/>

KORNHUBER, Hans H. a Lüder DEECKE. Brain potential changes in voluntary and passive movements in humans: readiness potential and reafferent potentials. Online. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology* [online]. 2016, **468**(7), 1115-1124. [cit. 2024-04-12]. ISSN 0031-6768. DOI: 10.1007/s00424-016-1852-3 Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00424-016-1852-3>

LOOSE, Antje C., et al. Grafomotorika pro děti předškolního věku. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-717-8540-7.

LOSA, Marco et al. Visuomotor Integration for Coupled Hand Movements in Healthy Subjects and Patients with Stroke. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* [online]. 2020, **8**(591), 1-8 [cit. 2023-01-22]. ISSN 2296-4185. DOI: 10.3389/fbioe.2020.00591. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7339959/>

MALDARELLI, Jennifer E. et al. Development of early handwriting: Visual-motor control during letter copying. *Developmental Psychology* [online]. 2015, **51**(7), 879-888 [cit. 2023-08-02]. ISSN 1939-0599. DOI: 10.1037/a0039424 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26029821/>

MARTZOG, Philipp, Heidrun STOEGER a Sebastian SUGGATE. Relations between Preschool Children's Fine Motor Skills and General Cognitive Abilities. *Journal of Cognition and Development*. [online]. 2019, **20**(4), 443-465. [cit. 2023-11-19]. ISSN 1524-8372. DOI: 10.1080/15248372.2019.1607862. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/333091332_Relations_between_Preschool_Children's_Fine_Motor_Skills_and_General_Cognitive_Abilities

MCCLUSKEY, Annie a Natasha A. LANNIN. Handwriting Assessment Battery for Adults: Campbelltown; NSW: University of Western Sydney, 2003.

MERCIER, Louissette et al. Impact of Motor, Cognitive, and Perceptual Disorders on Ability to Perform Activities of Daily Living After Stroke. *Stroke* [online]. 2001, **32**(11), 2602-2608. [cit. 2023-12-02]. ISSN 0039-2499. DOI: 10.1161/hs1101.098154. Dostupné z: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/hs1101.098154?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed

PALMIS, Sarah et al. Motor control of handwriting in the developing brain: A review. *Cognitive Neuropsychology* [online]. 2017, **34**(3-4), 187-204. [cit. 2024-03-25]. ISSN 0264-3294. DOI: 10.1080/02643294.2017.1367654. Dostupné z: <https://hal.science/hal-01734945/document>

PRUNTY, Mellissa et al. Visual perceptual and handwriting skills in children with Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science* [online]. 2016, **49**(2), 54-65. ISSN 0167-9457. [cit. 2024-03-18]. DOI: 10.1016/j.humov.2016.06.003. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167945716300793?via%3Dihub>

RABUŠIC, Ladislav, Petr SOUKUP a Petr MAREŠ. Statistická analýza sociálněvědních dat (prostřednictvím SPSS). 2. Brno: Masarykova univerzita, 2019. ISBN 978-80-210-9248-8.

REYNOLDS, Cecil, Nils A. PEARSON a Judith K. VORESS. Developmental test of Visual Perception for Adolescent and Adult, second edition: *Scoring and Report System User's Guide* [online]. 2021, 1-24 [cit. 2023-02-04]. Dostupné z: - https://www.proedsoftware.com/dtvp2/DTVPA2Files/pdfs/DTVP-A-2_UserGuide.pdf

ROUX, Franck-Emmanuel et al. The graphemic/motor frontal area Exner's area revisited. *Annals of Neurology* [online]. 2009, **66**(4), 537-545. [cit. 2024-03-25]. ISSN 0364-5134. DOI: 10.1002/ana.21804. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ana.21804>

SEIDL, Zdeněk. Neurologie pro studium i praxi. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5247-1.

SCHNECK, Colleen a Anne, HENDERSON. Descriptive Analysis of the Developmental Progression of Grip Position for Pencil and Crayon Control in Nondysfunctional Children. *The American Journal of Occupational Therapy* [online]. 1990, **44**(10), 893-900. [cit. 2024-02-01]. ISSN 0272-9490. DOI: 10.5014/ajot.44.10.893. Dostupné

z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0025502169&origin=inward&txGid=a3b1a9b1ef3514d42aac41026bdf7303>

SIMPSON, Bronwyn et al. Feasibility of a home-based program to improve handwriting after stroke: a pilot study. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2015, **38**(7), 673-682. [cit. 2024-04-05]. ISSN 0963-8288. DOI: 10.3109/09638288.2015.1059495. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638288.2015.1059495>

SINGH, Tarkeshwar et al. A novel computational model to probe visual search deficits during motor performance. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2017, **117**(1), 79-92. [cit. 2023-12-10]. ISSN 0022-3077. DOI: 10.1152/jn.00561.2016 Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5209551/>

SINGH, Tarkeshwar et al. Eye Movements Interfere with Limb Motor Control in Stroke Survivors. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2018, **32**(8), 724-734. [cit. 2023-11-30]. ISSN 1545-9683. DOI: 10.1177/1545968318790016 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30043656/>

SEMRAU, Jennifer et al. Examining Differences in Patterns of Sensory and Motor Recovery After Stroke with Robotics. *Stroke* [online]. 2015, **46**(12), 3459-3469. [cit. 2024-03-15]. ISSN 0039-2499. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010750 Dostupné z: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.115.010750?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed

SURKAR, M. Swati et al. Impaired anticipatory vision and visuomotor coordination affects action planning and execution in children with hemiplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2018, **80**(7), 64-73 [cit. 2023-01-22]. ISSN 0891-4222. DOI: 10.1016/j.ridd.2018.06.009. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891422218301483?via%3Dihub>

STEVENSON, Nancy a Carol JUST. In Early Education, Why Teach Handwriting Before Keyboarding? *Early Childhood Education Journal* [online]. 2014, **42**(1), 49-56. [cit. 2024-02-20]. ISSN 1082-3301. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0565-2>.

ŠVESTKOVÁ, Olga, et al. Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.

TAL-SABAN, Miri a Naomi WEINTRAUB. Motor functions of higher education students with dysgraphia. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2019, **94**(103479), 1-9 [cit. 2022-12-28]. ISSN 0891-4222. DOI: 10.1016/j.ridd.2019.103479 Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891422219301465#bib0245>

UYSAL, Atasavun et al. Relation to visual perception and hand functions of speed and legibility of handwriting in healthy adults. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation* [online]. 2016; **3**(3), 102-107 [cit. 2022-12-31]. Dostupné z: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/609851>

VAN DREMPT, Nadege, Annie MCCLUSKEY a Natasha A. LANNIN. A review of factors that influence adult handwriting performance. *Australian Occupational Therapy Journal* [online]. 2011, **58**(5), 321-328 [cit. 2022-11-27]. ISSN 00450766. DOI: 10.1111/j.1440-1630.2011.00960.x Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1440-1630.2011.00960.x>

VAN GALEN, Gerard. Handwriting: Issues for a psychomotor theory. *Human Movement Science* [online]. 1991. **10**(2-3), 165-191. [cit. 2024-02-02]. ISSN 01679457. DOI: 10.1016/0167-9457(91)90003-G. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016794579190003G?via%3Dihub>

VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ. Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4698-2.

VYSKOTOVÁ, Jana, Ivana KREJČÍ a Kateřina MACHÁČKOVÁ. Terapie ruky. Olomouc: Univerzita Palackého, 2021. ISBN 978-80-244-5767-3.

WASAKA, Toshiaki et al. Visuomotor Tracking Task for Enhancing Activity in Motor Areas of Stroke Patients. *Brain Sciences* [online]. 2022, **12**(8), 1-10 [cit. 2023-11-29]. ISSN 2076-3425. DOI: 10.3390/brainsci12081063. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2076-3425/12/8/1063>

WIJESUNDERA, Chamini et al. Vision and Visuomotor Performance Following Acute Ischemic Stroke. *Frontiers in Neurology* [online]. 2022, **13**, 1-12 [cit. 2023-01-22]. ISSN 1664-2295. DOI: 10.3389/fneur.2022.757431. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8889933/>

WILEY, W. Robert, Colin WILSON a Brenda RAPP. The effects of alphabet and expertise on letter perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* [online]. 2016, **42**(8), 1186-1203. [cit. 2024-01-30]. ISSN 1939-1277. DOI: 10.1037/xhp0000213. Dostupné z: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fxhp0000213>

WILSON, Peter H. et al. Cognitive and neuroimaging findings in developmental coordination disorder. *Developmental medicine & child neurology* [online]. 2017, **59**(11), 1117-1129 [cit. 2022-12-29]. ISSN 0012-1622. DOI: 10.1111/dmcn.13530 Dostupné z: <http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dmcn.13530>

Xinzhe, Li et al. EEG dynamical network analysis method reveals the neural signature of visual-motor coordination. *PLOS ONE* [online]. 2020, **15**(5), 1-32 [cit. 2023-01-11]. ISSN 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0231767. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32459820/>

YANG, Yang et al. Men and women differ in the neural basis of handwriting. *Human Brain Mapping* [online]. 2020, **41**(10), 2642-2655 [cit. 2023-01-20]. ISSN 1065-9471. DOI: 10.1002/hbm.24968. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hbm.24968>

YOON, Ji Hye et al. Size variability of handwriting in healthy Korean older adults. *Geriatrics gerontology* [online]. 2014, **14**(2), 458-463. [cit. 2023-12-14]. ISSN 1444-1586. DOI: 10.1111/ggi.12106. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ggi.12106>

ZELINKOVÁ, Olga. Pedagogická diagnostika a individuální vzdělávací program: [nástroje pro prevenci, nápravu a integraci]. 3. Pedagogická praxe (Portál). Praha: Portál, 2011. ISBN 978-80-262-0044-4.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADL – všední denní aktivity (Activities of Daily Living)

CMP – cévní mozková příhoda

DTVP – Developmental Test of Visual Perception

HAB – Hodnocení grafomotoriky pro dospělé (Handwriting Assessment Battery for Adults)

K-S test – Kolmogorov-Smirnovov test

NA-C – Dětská neuropsychologická baterie

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1.1 Přehled kategorií motorických dovedností (Flores et al., 2023).....	3
Obrázek č.1.2 Lokalizace oblastí motorického učení (Chandy, Tsay a Ivry, 2022)	5
Obrázek č.1.3 Upravená verze psychomotorického modelu Van Galena (1991) rozšířená o vztah mezi čitelností a plynulostí rukopisu v rámci této teorie (Downing a Caravolas, 2023)	7
Obrázek č.1.4 Přehled vývoje grafomotorických prvků (Bednářová, 2021).....	12
Obrázek č.1.5 Lokalizace Exnerovy oblasti v mozku (Joseph, 2000).....	14
Obrázek č.1.6 Vývojové pořadí jednotlivých úchopů psací potřeby (Güven a Uysal, 2022)..	16
Obrázek č.1.7 Nesprávné úchopy psacího náčiní (Bednářová, 2021).....	17
Obrázek č.1.8 Projekce dráhy z primární zrakové kůry do zadní parietální a inferotemporální kůry prostřednictvím dorzální a ventrální dráhy (Goodale, 1998).....	24
Obrázek č.1.9 Beery VMI test.....	28
Obrázek č. 1.10 DTVP test.....	28

8 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1.1 Rozložení jednotlivých subtestů v dohledaných verzích testů DTVP (Brown a Murdolo, 2015; Reynolds, Pearson a Vorres, 2021).	30
Tabulka č. 2.1 Rozložení pacientů po CMP dle pohlaví a fáze onemocnění (zdroj: vlastní zpracování) 35	35
Tabulka č. 2.2 Výsledky testů normality za využití K-S testu (zdroj: vlastní zpracování).....	40
Tabulka č. 2.3 Korelace: Linky – nejlepší pokus a tečky – nejlepší pokus (zdroj: vlastní zpracování)	43
Tabulka č. 2.4 Korelace: Linky – nejlepší pokus a rychlost psaní (zdroj: vlastní zpracování)	44
Tabulka č. 2.5 Korelace: Tečky – nejlepší pokus a rychlost psaní (zdroj: vlastní zpracování)	44
Tabulka č. 2.6 Výsledky korelace NA-C testu dvou hodnocených oblastí v subtestu vizuomotorická přesnost (zdroj: vlastní zpracování)	48
Tabulka č. 2.7 Výsledky korelace NA-C testu kopie tvarů a testu cesty (zdroj: vlastní zpracování)	49
Tabulka č. 2.8 Korelace: Manipulace s psací potřebou a kopie tvarů (zdroj: vlastní zpracování)	50
Tabulka č. 2.9 Korelace mezi subtestem z HAB – manipulace s psací potřebou – linky a testem cesty (zdroj: vlastní zpracování).....	50
Tabulka č. 2.10 Korelace mezi subtestem z HAB – manipulace s psací potřebou – tečky a testem cesty (zdroj: vlastní zpracování)	51
Tabulka č. 2.11 Korelace mezi subtestem z HAB – rychlost psaní a kopiemi tvarů (zdroj: vlastní zpracování)	52
Tabulka č. 2.12 Korelace mezi subtestem z HAB – rychlost psaní a testem cesty – čas (zdroj: vlastní zpracování)	52
Tabulka č. 2.13 Korelace mezi subtestem z HAB – rychlost psaní a testem cesty – chyby (zdroj: vlastní zpracování)	53
Tabulka č. 2.14 Korelace mezi subtestem z HAB – čitelnost psaní a kopiemi tvarů (zdroj: vlastní zpracování).....	53
Tabulka č. 2.15 Korelace mezi subtestem z HAB – čitelnost psaní a testem cesty – čas (zdroj: vlastní zpracování)	54
Tabulka č. 2.16 Korelace mezi subtestem z HAB – čitelnost psaní a testem cesty – chyby (zdroj: vlastní zpracování)	55

Tabulka č. 2.17 Statisticky významné korelace: manipulace s psací potřebou a NA-C test (zdroj: vlastní zpracování)	57
Tabulka č. 2.18 Statisticky významné korelace: rychlost psaní a NA-C test (zdroj: vlastní zpracování).....	58
Tabulka č. 2.19 Statisticky významné korelace: Čitelnost psaní a NA-C test (zdroj: vlastní zpracování).....	58

9 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 2.1 Zastoupení pacientů po CMP dle věku (zdroj: vlastní zpracování)	36
Graf č. 2.2 Etiologie ischemických CMP (zdroj: vlastní zpracování).....	36
Graf č. 2.3 Klasifikace ischemických CMP lokalizačně (zdroj: vlastní zpracování)	37
Graf č. 2.4 Topická diagnóza ischemické CMP (zdroj: vlastní zpracování).....	37
Graf č. 2.5 Výsledky HAB testu – manipulace s psací potřebou – vodorovné linky (zdroj: vlastní zpracování).....	42
Graf č. 2.6 Výsledky HAB testu – manipulace s psací potřebou – tečky (zdroj: vlastní zpracování).....	42
Graf č. 2.7 Výsledky HAB testu – rychlost psaní (zdroj: vlastní zpracování).....	43
Graf č. 2.8 Výsledky HAB testu – čitelnost psaní (zdroj: vlastní zpracování)	45
Graf č. 2.9 Celkový bodový zisk v NA-C testu kopie tvarů u jednotlivých pacientů po CMP (zdroj: vlastní zpracování).....	46
Graf č. 2.10 Znázornění průměrného zisku bodů za jednotlivé kopie tvarů (zdroj: vlastní zpracování).....	47
Graf č. 2.11 Výsledky NA-C testu vizuomotorické přesnosti a vztah mezi rychlostí a chybovostí u pacientů po CMP (zdroj: vlastní zpracování).....	48