

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Bc. Markéta Hájková

**Eye tracking vyšetření predilekce očních pohybů u pacientů po
cévní mozkové příhodě**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Stacho

Olomouc 2016

ANOTACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce ČJ: Eye tracking vyšetření predilekce očních pohybů u pacientů po cévní mozkové příhodě

Název práce AJ: Eye tracking analysis: Examination of eye movements predilection in patients after stroke

Datum zadání: 31. 1. 2015

Datum odevzdání: 24. 6. 2016

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Bc. Markéta Hájková

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Stacho

Oponent práce: Mgr. Radka Crhonková

Abstrakt v ČJ:

Vizuospaciální vnímání nám umožňuje fungovat ve vizuálním světě. Poruchy vizuospaciálního vnímání u pacientů po cévní mozkové příhodě mohou mimo jiné narušit kvalitu průběhu rehabilitace.

Cílem této práce je zjistit, zda se u pacientů po prodělané cévní mozkové příhodě vyskytují poruchy vizuospaciálního vnímání, a dochází tak k určité stranové prostorové predilekci. Měření probíhalo pomocí eye trackingu, což je metoda snímající a zaznamenávající pohyb lidského oka. Před samotným vyšetřením bylo zjištěno pomocí klinických testů (zejména pen and paper testů), jestli proband nemá klinicky významný neglect syndrom. Lidé s klinicky průkazným neglect syndromem byli ze studie vyřazeni. Měřena byla skupina 20 pacientů s CMP (10 s pravostrannou hemiparézou, 10 s levostrannou hemiparézou), ve srovnání s 10 zdravými probandy. Vyšetření pomocí eye trackingu bylo prováděno pomocí 19 interaktivních úkolů se zaměřením na prostorové vnímání promítaných na obrazovku. Ač výsledky nebyly statisticky významné, přesto se u některých jednotlivců výraznější stranová prostorová predilekce projevila.

Abstrakt v AJ:

Visuospatial perception is necessary for existence in visual world. Disorders associated with visuospatial perception in patients after stroke may affect the quality of the rehabilitation process.

The main aim of this thesis is to determine whether the patients after stroke have visuospatial perception disorder that further result in predilection for perception of lateral space. For the measurements, an eye tracking method was used, which enables to scan and record the eye movements. Before the examination each patient had to pass clinical tests for neglect syndrome (pen and paper tests). Participants with significantly high score on clinical measures for neglect syndrome were excluded from the study. The group of 20 participants after stroke (10 with right-sided hemiparesis, 10 with left sided hemiparesis) was compared to a control group of 10 healthy people. The eye tracking examination consisted of 19 interactive tasks, with a focus on spatial perception, which was projected on the screen. Although the results were not statistically significant, some individuals displayed notable lateral space predilections.

Klíčová slova v ČJ: cévní mozková příhoda, vizuospaciální funkce, eye tracking, neglect

Klíčová slova v AJ: stroke, visuospatial functions, eye tracking, hemispatial neglect

Rozsah: 78 s., 13 příl.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Jiřího Stacha a použila jen všechny uvedené informační zdroje.

V Olomouci dne.....

Podpis:.....

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce Mgr. Jiřímu Stachovi za vstřícnost a ochotu při vedení této práce. Dále děkuji Mgr. Stanislavu Popelkovi, PhD. za přínosné rady ohledně eye trackingu, Mgr. Dagmar Tečové za výpomoc při zpracování statistických výsledků a svému bratrovi Mgr. Romanu Hájkovi za korekci textu. Děkuji také probandům, kteří se měření účastnili, za ochotu a čas, který mi věnovali.

OBSAH

ÚVOD	8
1 PŘEHLED POZNATKŮ	10
1.1 Funkce pravé a levé mozkové hemisféry	10
1.2 Vizuospaciální vnímání	10
1.2.1 Vizuální agnozie	11
1.2.2 Vizuokonstruktivní deficit	14
1.2.3 Poruchy prostorového vnímání a neglect	15
1.3 Vizuální systém člověka.....	18
1.3.1 Pohyby očí	20
1.3.2 Sledování pohybu očí	22
1.4 Eye tracking.....	22
1.4.1 Historie eye trackingu.....	22
1.4.2 Záznam eye trackingu.....	23
1.4.3 Vizualizace dat eye trackingu.....	24
2 CÍLE A HYPOTÉZY	27
2.1 Cíl práce.....	27
2.2 Vědecké otázky a hypotézy	27
3 METODIKA	29
3.1 Charakteristika zkoumaného souboru	29
3.2 Postup měření.....	30
3.2.1 Vyhodnocení.....	33
4 VÝSLEDKY.....	34
4.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1	34
4.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2	43

5	DISKUZE	44
5.1	Porovnání skupiny s levostrannou hemiparézou se skupinou s pravostrannou hemiparézou a s kontrolní skupinou	45
5.2	Porovnání skupiny s pravostrannou hemiparézou se skupinou s levostrannou hemiparézou a s kontrolní skupinou	47
5.3	Kontrolní skupina	48
5.4	Závislost věku na kvalitě záznamu	49
5.5	Limity práce	50
	ZÁVĚR	53
6	ZDROJE	54
7	SEZNAM ZKRATEK	61
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	62
9	SEZNAM GRAFŮ	62
10	SEZNAM PŘÍLOH	63

ÚVOD

Informace z okolního světa získáváme pomocí smyslů. Zrak mezi nimi dominuje. Oblasti v mozku, které jsou primárně určené ke zpracování zrakového podnětu, zabírají až 30 % povrchu mozkové kůry. Zrakově-prostorová (vizuospeciální) percepce nám napomáhá ve zrakovém světě vnímat, komunikovat a orientovat se (Farran et Formby, 2011, p. 225; Šikl, 2012, p. 12). Poruchy vizuospeciálních funkcí jsou časté u mnoha neurologických onemocnění (zahrnujících i cévní mozkovou příhodu), zejména u těch, které poškozují strukturu či funkci pravé mozkové hemisféry (Arciniegas et al., 2013, p. 529). Bez kvalitního sensorického vstupu a bez schopností vnímání a orientace v prostoru nelze u pacientů po cévní mozkové příhodě dosáhnout optimální obnovy pohybových funkcí (Stacho et al., 2016, p. 4). Vizuospeciální poruchy tedy mohou narušit kvalitu průběhu rehabilitace.

Následky cévních mozkových příhod můžeme rozdělit do tří skupin – somatické, kognitivní a neurobehaviorální. Tato práce je zaměřena zejména na následky kognitivní, kam patří mimo jiné poruchy abstrakce a vizuospeciálního vnímání (Kalvach et al., 2010, p. 366). K určení, zda jsou u pacientů po cévní mozkové příhodě (dále jen CMP) bez klinicky průkazného neglect syndromu přítomny poruchy vizuospeciálního vnímání, je v této práci využito metody zaznamenávající oční pohyb – eye trackingu.

V průběhu hledání informace v neznámém prostředí nastávají dva procesy – percepce a kognice. Při percepci člověk daný předmět zahlédne a při kognici si tento předmět uvědomuje a pochopí jeho funkci. Analýza očních pohybů poskytuje o těchto fázích vizuálního vyhledávání kvalitativní i kvantitativní informace. Způsob, jakým pozorovatel sledovaný objekt zkoumá, popisují kvalitativní informace. Jsou schopné odhalit místa největšího zájmu, rušivé elementy či taktiku při hledání prvku. Kvantitativní informace zahrnují dobu strávenou pozorováním konkrétního jevu a rychlost zjišťování informace (Popelka et al., 2012, p. 73).

Eye tracking poskytuje přesnější měření závislosti pohledu očí na míře pozornosti. Směr pohledu je za normálních okolností pevně spjat s orientací pozornosti. V mozku se mohou vyskytovat charakteristické mapy, které určují rozmístění pozornosti. Pokud jsou tato zobrazení v mozku poškozená, například po úraze zadní části parietální kůry, mohou se projevit akutní výpadky pozornosti jednoho sektoru v prostoru, jako je tomu u neglect syndromu (Duc et al., 2008, p. 403). V klinické praxi pozorujeme u velkého procenta pacientů poruchy vizuospeciálních funkcí, ale s využitím podle dosavadních metod nejsme schopni u nich diagnostikovat prvky neglect syndromu. Eye tracking by mohl být vhodným nástrojem pro tuto diagnostiku.

V přehledu poznatků jsou sumarizovány informace o vizuospaciálním vnímání a rozebrány jednotlivé poruchy tohoto vnímání. Následuje stručný úvod do vizuálního systému člověka, na nějž plynule navazují poznatky o eye trackingu.

K vyhledávání uvedených elektronických zdrojů byly využity databáze PubMed, ScienceDirect, EBM Reviews a vyhledavače Google Scholar v období od 1. 10. 2015 do 31. 3. 2016. Pro vyhledávání jsem pracovala s těmito klíčovými slovy: stroke, visuospatial functions, eye tracking, hemispatial neglect. Celkem bylo využito 58 zdrojů (9 českých a 49 zahraničních). Z toho 39 článků (3 české a 36 zahraničních) a 19 knih (6 českých a 13 zahraničních).

1 Přehled poznatků

1.1 Funkce pravé a levé mozkové hemisféry

Lidský mozek je stranově nesouměrný jak anatomicky, tak funkčně. Obecně lze říci, že dominantní funkcí levé hemisféry je jazyk, řeč a základní postupy při řešení problémů. Levou hemisféru lze také považovat za verbální analytickou, sériovou, číslicovou, abstraktní a racionální. Dominancí pravé hemisféry jsou vizuospaciální úlohy (např. při zvládnutí trojrozměrného prostoru) a některé rozměry emotivity. Pravou hemisféru lze brát jako neverbální, vizuospaciální, holistickou, paralelní, analogovou, konkrétní a intuitivní. Při řešení úloh obě hemisféry spolupracují (Koukolík, 1997, pp. 99–102)

Pravá hemisféra je více specializovaná na globální prostorové zpracování, zatímco levá jednotlivé specifické prostorové funkce dekoduje. Protože pravá hemisféra hraje roli v pochopení části nebo celku prostoru, poškození vede k narušení globálního prostorového vnímání (Zillmer et al., 2008, p. 209).

Při hodnocení line bisection testu (test půlení přímky, kdy je požadováno rozpůlení několika horizontálních čar a hodnotí se odchylka od skutečného středu) u lidí s pravostranným a levostranným poškozením hemisféry bylo ve srovnání s kontrolní zdravou skupinou prokázáno, že skupina s pravostranným poškozením hemisféry má nejvíce zhoršené vnímání levého prostoru. Lidé s poškozením levé hemisféry v tomto testu vykazovali jen minimální zkreslení pravé poloviny prostoru (York et al., 1995, p. 543).

Percepční deficit u lidí s poškozením levé mozkové hemisféry se může odrážet v nedostatečném zachycení detailu, narušení stranového vnímání a nedostatečné analýze vizuálního úkolu nutné pro plánování pohybu (York et al., 1995, p. 548).

1.2 Vizuospaciální vnímání

Vizuospaciální rozeznávání nám umožňuje vnímat a komunikovat v našem vizuálním světě. To zahrnuje každodenní dovednosti, jako jsou schopnost vzít a udržet vidličku a nůž a rozeznat jídlo na talíři, najít své oblíbené cereálie na polici v supermarketu, rozeznat náš kabát na věšáku. Jsou to procesy, které nám umožňují individualizovat objekty tak, aby bylo možné je počítat, malovat či zapsat (Farran et Formby, 2011, p. 225).

Vizuospaciální schopnosti jsou reprezentovány v obou hemisférách, ale pravá hemisféra je oproti levé více zapojena v mentálních oblastech. Pravá hemisféra hraje také významnější

roli v personálních oblastech (rozeznávání hlasu a tváře). Porucha spojení vizuospeciálních dovedností a intrapersonálního významu se může odrazit na nesprávném vizuálním rozeznávání situací a sociálních signálů (smích, pláč). Poruchy pravé mozkové hemisféry způsobují vizuální, prostorové a interpersonální dysfunkce (Cummings et Mega, 2003, p. 114).

Mezi vizuospeciální poruchy patří vizuální agnozie, vizuokonstruktivní deficit a poruchy prostorového vnímání zahrnující neglect a anosognosii (Cummings et Mega, 2003, p. 114)

1.2.1 Vizuální agnozie

Agnozie obecně je klinickým syndromem, kdy pacient je schopný vnímat smyslové podněty bez potíží a má dostatečnou jazykovou kapacitu je pojmenovávat, ale rozeznání daného materiálu je narušené. Pacient má tak vjem postrádající význam (Cummings et Mega, 2003, p. 114). Vizuální agnozie je definována jako snížení schopnosti rozpoznávat objekty vizuálně bez ztráty ostroty vidění nebo přítomnosti kognitivní dysfunkce, jež by mohly tuto sníženou rozeznávací schopnost vysvětlit. Informace získané z primární zrakové kůry jsou následně zpracovávány dvěma procesy: ventrální větev zpracovává otázku „CO?“ a dorsální větev „KDE?“. Funkcí ventrálního systému je vnímání, tzn. budování vědomého obrazu světa, který nás obklopuje. To nám umožňuje identifikovat a rozpoznávat objekty a přiřadit jim význam. Funkcí dorsální větve je lokalizování předmětů v prostoru, určení jejich pohybu, trajektorie, určení jejich prostorového vztahu vzhledem k předmětům, jež je obklopují. Díky tomu můžeme přesně řídit svůj pohyb k těmto předmětům (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 85).

Obecně lze vizuální agnozii rozdělit na percepční a asociální. S tímto rozdělením přišel již v roce 1890 Lissauer (Carlesimo et al., 1998, p. 563). Při percepční agnozii je pacient schopen rozeznávat barvu, pohyb a směr pohybu, směr a rozměr dráhy a intenzitu světla. Nedokáže však od sebe rozeznat jednotlivé tvary (například kolečko od křížku, přímku od křivky, určit velikost předmětů) a nedokáže nakreslit předložené objekty. Identifikace pomocí jiných smyslových vjemů – sluch, hmat, čich – je nepoškozena. Při těžkém poškození mají tyto lidé prakticky stejný stupeň postižení jako lidé s úplnou slepotou. Jediným rozdílem je, že jsou schopni se vyhnout překážkám. Nedokážou však rozeznat jakýkoli objekt, který se okolo nich nachází. Pacienti s méně závažnou formou nejsou schopni rozlišit překrývající se objekty, nebo mají problém identifikovat objekty ležící v atypické perspektivě. Tato lehčí forma percepční agnozie jen zřídka omezuje člověka z funkčního hlediska. K tomuto poškození dochází

nejčastěji při bilaterálním poškození okcipitotemporální kůry (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 86; Cummings et Mega, 2003, p. 116).

Asociace je proces, při kterém je generován mentální obraz. Ten je srovnáván s dříve získanými snímky uloženými v paměti, což nám umožňuje rozpoznat předměty. Pacienti s asociální agnozií mohou nakreslit či kopírovat předměty v úplném tvaru. Jsou schopni porovnávat objekty mezi sebou a určit, zdali jsou stejné. Objekt také dokážou popsat (např. při předloženém pomeranči jsou schopni říci, že je to malý, kulatý, oranžový předmět). Nejsou už ale schopni předmět rozeznat. Nejčastěji se tato porucha vyskytuje při bilaterálním a zřídka i unilaterálním poškození gyrus parahippocampalis, fusiformis a lingualis dominantní hemisféry (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 86).

Agnozie ventrální vizuální větve

Prosopagnozie

Prosopagnozie je porucha, při které pacienti nejsou schopni rozeznat známé tváře. Nejsou schopni rozeznat své partnery, příbuzné ani známé, dokonce ani sami sebe v zrcadle (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 87). Mohou přesně popsat, koho před sebou vidí, ale tato osoba pro ně nemá žádný smysl. Musí se naučit poznat člověka nějakou náhradní strategií (např. po hlase). Barton et al. (2016, p. 76) ve své studii udává, že procesy pro rozpoznávání tváří jsou v mozku umístěny blízko rozeznávacích procesů aut a textu. Proto je tato porucha často spojena s narušením diskriminace písma a rukopisu (Barton et al., 2016, p. 76). Anatomická lokalizace léze je u prosopagnozie sporná. V nejvíce případech je bilaterální léze mediální okcipitální oblasti, ale v některých případech se zvažuje pravostranné posteromediální poškození předpokládající, že pravostranné poškození může být zodpovědné za přerušení vnímání známých tváří (Cummings et Mega, 2003, pp. 116–117).

Topographagnozie

Enviromentální agnozie (topographagnozie) spočívá ve ztrátě rozeznávání prostředí. Koncept topografické dezorientace poprvé uvedl v roce 1876 Hughlings Jackson, který popsal potíže s rozeznáváním prostředí u pacienta s gliomem v pravém temporálním laloku (Mendes et Cherrier, 2003, p. 1 387). Lidé s touto agnozií mohou bez obtíží popsat známé místo, najít směr, či dokonce nakreslit mapu daného místa. Jakmile se však na daném místě vyskytnou, nemají pocit, že místo znají či poznávají. Kompenzace této poruchy může být jejich neporušenou verbální schopností (např. použitím názvů ulic a čísel popisných jednotlivých

domů) (Cummings et Mega, 2003, p. 117). Léze způsobující tuto poruchu se nachází v mediální temporookcipitální oblasti, hipocampu, v gyrus parahippocampalis a v parietální kůře (Mendes et Cherrier, 2003, p. 1 387) častěji bilaterálně (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 88).

Achromatopsie

Achromatopsií se rozumí porucha rozeznávání barev. Pacienti vidí svět v odstínech šedi. Postižení se objevuje při sekundárním bilaterálním poškození okcipitotemporální oblasti (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 88). Je to vzácná porucha a často je spojena s jinými deficity, nejčastěji s defekty zorného pole a prosopagnozií (Arx et al. 2010, p. 970).

Agnozie dorsální vizuální větve

Akinetopsie

Pacienti trpící akinetopsií mívají defekt vnímání vizuálního pohybu (Zeki, 1991, p. 812). Akinetopsie je extrémně vzácné onemocnění, při kterém mají pacienti pocit, že věci v prostoru skáčou, namísto toho, aby měli kontinuální a plynulý pohyb vznikající a zanikající při různých polohách. V důsledku toho je pro ně obtížné odhadnout, kdy se objekt přibližuje či oddaluje (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 89). Akinetopsie se může objevit jako akutní, ale také přechodný jev, při kterém je poškození celého zorného pole způsobené unilaterální cerebrální lézí na více než jednom místě. Po odeznění této poruchy mohou přetrvávat abnormální oční pohyby (Gulli et Marcus, 2012, p. 229).

Simultanagnozie

Tito pacienti mohou vidět v jednu chvíli pouze jeden objekt, někdy pouze části objektů (Darlymple, 2013, p. 1). Ačkoli jsou schopni stanovit formu, barvu, umístění u každého objektu samostatně, nemohou je umístit ve vztahu k ostatním a tím vytvořit souvislý obrazec. Proto svět vidí jako chaos věcí bez vzájemné souvislosti. Mohou mít potíže s rozeznáváním jednotlivých dílů celku (např. vidí les, ale nevidí stromy), nebo rozlišováním celku složeného z několika dílů (vidí stromy, ale nevidí les). Simultanagnozie je spojována s bilaterální lézí mediálního okcipitoparietálního spojení (Álvarez et Masjuan, 2016, pp. 89–90) zahrnující sulcus intraparietalis a bilaterální vizuospeciální dráhy bíle hmoty mozkové (Darlymple, 2013, p. 1). Byly popsány i případy výskytu simultanagnozie v levém okcipitálním laloku. Toto onemocnění se často vyskytuje jako jeden element Balintova syndromu (Cummings et Mega, 2003, pp. 117–118)

Optická ataxie

Pacienti s optickou ataxií nemohou zacílit pohyb a nejsou schopni provést přímé pohyby pod zrakovou kontrolou. Na rozdíl od mozečkové ataxie však mohou zacílit své pohyby pomocí jiných senzoričkových funkcí. Jsou schopni přesně zacílit jídlo do úst a nemívají intenční tremor či diadochokinézu. Schopnost směřovat pohled k určitému objektu je neporušená. Optická ataxie se vyskytuje u bilaterálních lézí okcipitoparietálního spojení. Obvykle se vyvíjí v souvislosti s Balintovým syndromem (optická ataxie, okulomotorická apraxie a simultanagnozie) vzhledem k blízkosti oblastí zodpovědných za dané příznaky (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 90).

Okulomotorická apraxie

Pacienti s okulomotorickou apraxií nedokážou řídit pohled směrem k vizuálním cílům. Při méně závažném poškození je pacient schopen zacílit objekt sakadickými pohyby oka. Při závažnějším poškození není možné změnit pohled z jednoho objektu na druhý. K nemožnosti zahájení samotného pohybu se přidává nepřesnost pohybu a minutí cíle. Sakády tedy nejsou přímé, ale probíhá zrakové skenování do doby, než pacient dosáhne zrakem svého cíle. Nejzávažnější forma pak spočívá v tom, že ačkoli se pacient zrakem zvládne dostat ke svému cíli, není schopen fixace tohoto cíle na požadovanou dobu. Okulomotorická apraxie vzniká při bilaterálním poškození frontoparietálního očního pole lokalizovaného v sulcus intraparietalis (Álvarez et Masjuan, 2016, p. 90).

1.2.2 Vizuokonstruktivní deficit

Schopnost vidět objekt nebo obrázek jako několik částí a pak seskládat repliku originálu z těchto částí je známa jako vizuospaciální konstruktivní vnímání. Mezi příklady vizuospaciální konstrukce patří zapínání knoflíků, konstruování modelů, skládání nábytku, který dorazí v nesmontovaném stavu. Vizuospaciální konstrukce je centrální kognitivní schopnost (Mervis et al., 1999, p. 1 222). Vizuokonstruktivní poruchy jsou etiologicky nespecifické. Mohou se objevit u pacientů po CMP, nádorech, roztroušené sklerózy, po traumatech či u pacientů s deliriem a demencí (Cummings et Mega, 2003, pp. 123).

1.2.3 Poruchy prostorového vnímání a neglect

1.2.3.1 Neglect syndrom

Neglect syndrom je porucha pozornosti, vnímání a orientace v kontralezionální polovině prostoru bez porušení primárních motorických a sensorických funkcí (Ambler, 2011, p. 71; Robertson et Marshall, 1993, p. 3). V akutním stádiu, zejména po pravostranných lézích, bývá neglect výrazný. Pacientům se nedaří obléci polovinu svého těla, oholit či nalíčit polovinu tváře, jedí pouze z jedné poloviny talíře a stěžují si tak na malé porce. Dále mají problém s obkreslením hodin, květiny či jiných objektů umístěných ve středu před nimi (Gabrieli, 2007, p. 776).

1.2.3.1.1 Dělení neglect syndromu

Neglect syndrom lze rozdělit na sensorický a motorický. Sensorický neglect se dá dále rozdělit podle modality opomíjených předmětů (zrakový, sluchový, taktilní), či podle distribuce (hemiprostorový a personální). Hemiprostorovým neglectem se rozumí opomíjení předmětů z kontralezionální poloviny prostoru. Zatímco personální neglect spočívá v ignoraci levé poloviny těla při běžných denních činnostech (osobní hygiena, oblékání) (Brázdil, 2002, pp. 146–147).

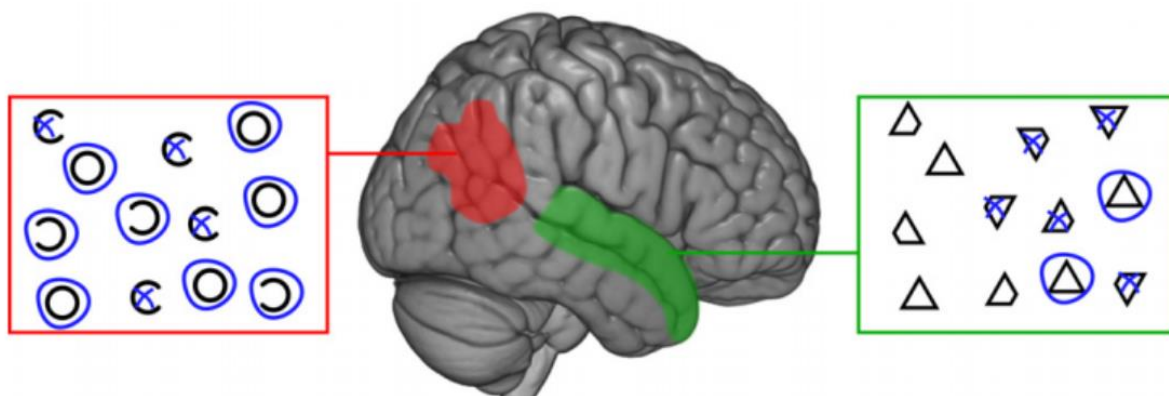
Při motorickém neglectu dochází k poškození záměru odpovědi na podnět, které vede k selhání připravované hybné akce. Jedinec pak budí dojem hemiparézy, ačkoli dráha volní hybnosti je nepoškozena (Brázdil, 2002, p. 147).

Neglect je také možno rozdělit na allocentrický a egocentrický. Oba tyto typy spolu úzce souvisejí (Rorden et al., 2012, p. 1 151). Allocentrický typ neglect syndromu je častější než egocentrický typ u pacientů s poškozením levé mozkové hemisféry. Opačně je tomu při poškození pravé mozkové hemisféry. Nezávisle na lateralitě léze způsobuje neurologická dysfunkce v parietální a zadní frontální oblasti egocentrický neglect, zatímco léze v temporální oblasti spíše vede ke vzniku allocentrického neglectu (Kleinman et al., 2007, p. 57).

Pacienti s egocentrickým neglectem nedokážou reagovat na kontralaterální podněty. Allocentrický neglect je charakterizován ignorováním kontralezionální strany předmětů avšak bez ohledu na jejich egocentrické postavení (Rorden et al., 2012, p. 1 151).

Na obrázku 1 je rozdíl mezi allocentrickým a egocentrickým neglectem zobrazený názorně. Pacienti měli za úkol vybrat jen celé a nepoškozené obrazce a zbylé vyškrtnout. V červeném poli je znázorněn pacient s allocentrickým neglectem, kde chybí vnímání části

předmětu na levé straně nezávisle na jeho umístění na papíře. Pacient s egocentrickým neglectem správně rozliší položky na pravé straně stránky, ale chybí veškeré informace o levé polovině prostoru (Rorden et al., 2012, p. 1 152).



Obrázek 1 Allocentrický a egocentrický neglect (Rorden et al., 2012, p. 1 152).

1.2.3.1.2 Patofyziologie neglectu

Heilman et Valenstein (2012, p. 331) uvádějí, že neglect syndrom bývá způsobený lézí: lobus parietalis inferior, lobus frontalis dorsolateralis, gyrus cingularis, thalamu a mezencefalické retikulární formace. Nejčastěji se neglect vyskytuje po temporoparietálních lézích (Heilman et Valenstein, 2012, p. 331). Podle MRI studie Morta et al. (2003, p. 1 986) byl u pacientů s neglect syndromem po CMP v a. cerebri media, poškozen gyrus angularis a oblast dolního parietálního laloku. Často se u těchto lidí také vyskytovalo poškození gyrus temporalis superior. U pacientů s neglect syndromem po CMP v a. cerebri posterior byla postižena oblast parahipokampální na mediální ploše temporálního laloku. Pacienti bez neglect syndromu neměli postižení této oblasti. Mort et al. (2003, p. 1 986) z tohoto usuzují, že neglect syndrom se vyskytuje při poškození dvou posteriorních oblastí – lobus parietalis inferior a lobus temporalis medialis.

Některé studie prokazují, že klinický obraz neglectu je rozdílný u léze v temporálním a parietálním laloku. Léze v temporálním laloku vyvolává problém se zaměřením pozice objektu v prostoru, neboli allocentrický neglect (viz výše), a parietální léze problém uvědoměním si pozice těla a vyjádřením objektu, neboli egocentrický neglect (viz výše) (Heilman et Valenstein, 2012, p. 331).

1.2.3.1.3 Vysvětlení výskytu neglect syndromu

Jedna idea navrhuje, že neglect syndrom může znamenat poruchu v perceptuomotorických kortikálních a subkortikálních „pragmatických mapách“, které když jsou aktivovány zároveň, umožní uvědomění si prostoru. Každá mapa, zodpovědná za různé oddíly – pohyby hlavy, rukou, nohou – reprezentuje svůj neutrální prostor. Poškození mapy má za příčinu neglect syndrom v některé oblasti prostoru. Některé studie předpokládají, že proces centrální transformace převede informace ze smyslových vjemů (oko, kůže, sval) do egocentrických, středových koordinačních systémů těla. Chyba v tomto systému znamená, že prostorové odkazy jsou odchýleny horizontálně do ipsilaterálního (intaktního) pole (Martin, 2006, p. 245).

1.2.3.1.4 Prevalence

Neglect syndrom má po mozkové mrtvici 3–5 milionů lidí (Kerkhoff et Schenk, 2012, p. 1 073). Seavarsson udává, že příznaky neglect syndromu vykazuje jeden ze tří případů CMP (Seavarsson, 2011, p. 95). Dle Partona (2003, p. 13) neglect syndrom postihuje více než 2/3 akutních pravostranných CMP. Vleet et al. ve své práci uvádějí, že některé projevy neglect syndromu jsou nalezeny v přibližně 40 % všech případů poškození mozku (Vleet et al., 2002, p. 165). Incidence neglect syndromu se zvyšuje v důsledku zvyšování výskytu CMP se stárnoucí populací. Po iktu často nastává spontánní uzdravení, ale není samozřejmostí odeznění všech příznaků neglect syndromu. Asi u třetiny všech pacientů se projevuje chronická forma neglect syndromu a vykazuje jeho jasnou známku i více než rok po iktu (Kerkhoff et Schenk, 2012, p. 1 073).

1.2.3.1.5 Diferenciální diagnostika

Pokud není známo místo léze, může být obtížné rozlišovat senzoričný neglect od senzitivního výpadku. U vizuálního výpadku je rozlišení od senzoričného neglectu nejobtížnější. Hemianopsie je obvykle zapříčiněna lézí postihující oblast okolo sulcus calcarine (primární zraková kůra) nebo geniculocalcarinové spoje, které nesou zrakovou informaci z thalamu do mozkové kůry. Pacienti s hemisférickou lézí, kteří nemají postižené tyto struktury, ale vykazují výrazný neglect syndrom, mohou působit, jako kdyby hemianopsii měli (Heilman et Valenstein, 2012, p. 297). Pro odlišení hemianopsie a neglect syndromu je zapotřebí odebrání správné anamnézy a dalších vyšetření. Lidé s hemianopsií nemívají příznaky nevnímání prostoru. To, co na postižené straně nevidí, kompenzují pohybem hlavy (Lukáš et al., 2014, p.

58). U pacientů s hemianopsií byla také prokázána schopnost ukázat na místo stimulu ve slepém prostoru, pravděpodobně na základě subkortikálního vizuálního zpracování (Heilman et Valenstein, 2012, p. 297).

1.2.3.2 Anosognosie

Pojem anosognosie byl původně používán Babinským pro popis pacientů s odmítáním hemiparézy. U pacientů s jednostranným postižením byly pozorovány různé typy poruch chování, od lhostejnosti k deficitu (anosodiaphorie) přes jeho popírání (anosognozie) až po nenávisť paralyzovaných končetin (misoplegie) nebo odmítání vlastnictví těchto končetin (somatoparaphrenie). Většina pacientů s anosognozií má lézi pravé mozkové hemisféry se ztrátou citlivosti levé poloviny těla a levostranným neglectem. Anosognozie je obvykle u pacientů po akutním CMP v oblasti gyrus supramarginalis, pravé mozkové hemisféry. Až 80 % pacientů s levostrannou hemiparézou má přítomnu anosognozii nebo anosognozický fenomén, zatímco přibližně 20 % s levostranným postižením mozku, a tudíž pravostranným postižením, prokazuje takové chování. Pacienti s Wernickeovou afázií často mívají jazykovou formu anosognozie odmítající přítomnost jazykové poruchy (Cummings et Mega, 2003, p. 121).

1.2.3.3 Antonův syndrom

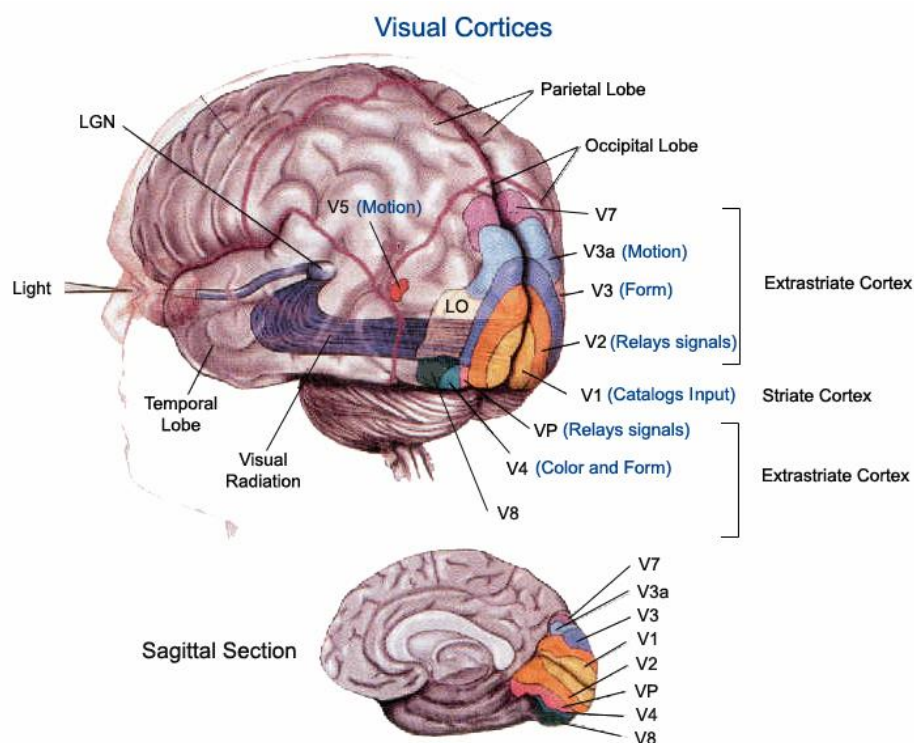
Pacienti s Antonovým syndromem trpí korovou slepotou, kterou však odmítají a popírají. Snadno odpovídají na otázky obsahující vizuální informace. Pod nátlakem mohou pacienti přiznat, že vidí mírně rozmazaně, nebo se vymlouvají na šero a špatné osvětlení, ale vše bez jakéhokoli náznaku přítomnosti či závažnosti postižení. Tento syndrom se vyskytuje obvykle s korovou slepotou způsobenou bilaterální lézí okcipitálního kortexu, ale také byl popsán u pacientů s očním nebo zrakovým postižením ve spojení s demencí nebo zmatenými stavy (Cummings et Mega, 2003, pp. 121–122).

1.3 Vizuální systém člověka

Oči se při bdělém stavu obvykle pohybují rychle s cílem zaměřit se na rozdílné části právě sledovaného prostoru. Pohyby očí jsou nejčastěji spojeny s kognitivními procesy v mozku, takže je možné odvodit informace o těchto procesech sledováním očních pohybů (Biedert et al., 2009, p. 275).

Lidský vizuální systém je funkčně popsán spojením sítnice a oblastí mozku (zrakové dráhy). Zvláštní význam pro vnímání a pro pohyby očí mají tyto struktury.

- Colliculus superior je zapojen v programování očních pohybů. Ovlivňuje správné zaměření cíle a plynulost očních pohybů směrem k cíli (ve spolupráci s frontálním očním polem a laterální intraparietální oblastí). Tato oblast také koordinuje sluchový a zrakový signál.
- Primární vizuální kůra (V1, Brodmanova area 17) detekuje rozsah stimulů. Především provádí výběr orientace a případně i v menší míře barvy. Buněčné oblasti reagují na barevné variace a projikují je do oblastí V2 a V4.
- Sekundární zrakové oblasti V2, V3, V3A, V4 a střední temporální oblast zpracovávají tvar, barvy a pohyb.
- Sekundární zraková oblast V5, střední temporální a přední část střední temporální oblasti zařizují velké projekce do pontu a z toho důvodu se možná podílejí na zajištění hladkosti a plynulosti očních pohybů. Střední temporální oblast také vysílá dráhy do colliculus superior za předpokladu, že je poskytnut signál z celého vizuálního pole.
- Intraparietální laterální oblast obsahuje receptivní pole, která jsou upravována (resetována) před provedením sakadického pohybu oka.
- Zadní parietální komplex je zapojen při fixacích (Duchowski, 2007, pp. 16–17).



Obrázek 2 Vizuální oblasti kůry mozku (dostupné online z: <https://manumissio.wikispaces.com/Association+Visual+Cortex>)

Lidské oko propouští světlo přes zornici, prostřednictvím čočky obraz otočí a projikuje jej do oční bulvy na sítnici (Holmquist et al., 2011, p. 21). Vzniká inverzní a reverzní obraz – informace ze spodní části zorného pole se promítá na horní část sítnice a horní část zorného pole se promítá na dolní část sítnice. Stejně tak je to u pravé a levé poloviny prostoru. Pravá polovina se promítá na levou polovinu sítnice a naopak (Kuchynka et al., 2007, p. 501). Oko vnímá pouze omezený zlomek vizuálního světa v jednu danou chvíli. Během fixace (když jsou oči upřené na jeden bod ve vizuálním prostoru) poskytují obě oči společně hrubý eliptický pohled na svět, který je přibližně 200° ze zorného úhlu široký a 130° vysoký (Biedert et al., 2009, p. 275). V chiasmatu dochází ke křížení asi poloviny nervových vláken a nervový vzruch z nich vede ke kontralaterální hemisféře, zatímco zbytek nezkřížených vede nervový vzruch do ipsilaterální hemisféry. Překřížení vláken závisí na místě dopadu světla na sítnici. Ipsilaterální vlákna vycházejí z laterální poloviny sítnice a kontralaterální vlákna z mediální poloviny sítnice. Do levé hemisféry se tedy promítá informace z pravé poloviny prostoru a do pravé pak informace z levé poloviny prostoru (Šikl, 2012, pp. 64–65).

1.3.1 Pohyby očí

Pohyb oka má 6 stupňů volnosti – 3 translace a 3 rotace. Za pohyb je zodpovědných 6 svalů – *rectus medialis et lateralis* (pohyb do strany), *rectus superior et inferior* (pohyb nahoru a dolu), *obliquus superior et inferior* (rotace). Kontrola pohybu oka vychází z několika funkčně vzdálených oblastí. Area 17–19 a 22 se nacházejí v okcipitálním laloku, jsou zodpovědné za vysokou úroveň zrakových funkcí, jako je rozpoznávání. *Colliculus superior* nese aferentní vlákna vycházející přímo ze sítnice a částečně z periferních oblastí dopravených přes magnocelulární dráhy. Polokruhové kanálky reagují na polohu hlavy ve třech prostorových rovinách. Všechny 3 oblasti (okcipitální kůra, *colliculus superior* a polokruhové kanálky) zprostředkují eferentně signály do okohybných svalů přes mesencefalickou a pontinní retikulární formaci (Duchowski, 2007, p. 41).

1.3.1.1 Sakády

Sakády jsou rychlé pohyby oka používané při přesouvání fovey do nového místa ve vizuálním prostředí (Duchowski, 2007, p. 42). Rozsahem jsou tyto pohyby od drobných (např. při čtení) po velké pohyby (např. rozhlížení se po místnosti) (Purves et al, 2004, p. 457). Sakadické pohyby bývají úmyslné nebo reflexní. Mohou být dobrovolně provedeny nebo vyvolány jako korektivní optokinetické či vestibulární opatření (Duchowski, 2007, p. 42).

Rychlé pohyby očí, ke kterým dochází během důležité fáze spánku, jsou také sakády (Purves et al., 2004, p. 457). Rozsah trvání sakády je od 10 do 100 ms. Sakády dále mohou být balistické a stereotypní. Stereotypní sakády opakovaně vyvolávají konkrétní pohybové vzory. Cíle balistických sakád jsou pravděpodobně předprogramované. To znamená, že jakmile je vyhodnocena sakáda pro další požadované místo fixace, nelze již tuto sakádu změnit. Jedním z objasnění tohoto předpokladu je, že při realizaci sakády není dostatek času na vizuální zpětnou vazbu k navedení oka do cílové pozice. Během rychlého pohybu mohou být sakády pouze balistické, protože systém generující sakády nemůže reagovat na následné změny polohy cíle v průběhu pohybu očí. Pokud se cílový předmět opět během této doby přesune (15–100 ms), sakáda cíl mine a další sakáda musí chybu opravit (Duchowski, 2007, p. 42; Purves, et al., 2004, p. 457).

1.3.1.2 Fixace

Fixace jsou pohyby očí, které stabilizují sítnici nad statickým objektem zájmu (Duchowski, 2007, p. 46). Různé studie dokazují, že vnímání a rozeznávání optických informací probíhá v průběhu fixací (Gienko et Levin, 2005, p. 2). Během fixace dochází k miniaturním očním pohybům. Tyto pohyby charakterizující fixaci mohou být považovány za šum přítomný v řídicím systému, jenž se pokouší udržet ustálený pohled. Tento šum se objeví jako náhodné fluktuace v oblasti fixace, obvykle však ne větší než 5° zorného úhlu (Duchowski, 2007, p. 46).

Identifikace fixací a sakád je statistický popis chování pozorovaného oka. Na základě těchto číselných charakteristik fixací a sakád se určuje vztah pozorovatele vůči sledovanému obrazu, pozornost uživatele, obtížnost podávané informace a další parametry. Fixace dlouhého trvání poukazuje na nedostatek relevantních objektů či na setkání oka s obtížnou informací, jejíž rozluštění vyžaduje delší čas. Nová fixace je zaznamenána v momentě, kdy doba jednoho pohledu přesáhne 100 ms. Počet fixací poukazuje na úsilí při vyhledávání relevantních objektů a vysoký počet fixací znamená nutnost uživatele identifikovat mnoho objektů, než najde požadovaný cíl (Popelka et al., 2012, p. 74).

Každý přechod z jedné fixace na druhou (sakáda) je klasifikován podle jeho délky, orientace a směru (Biedert et al., 2009, p. 277). Vysoký počet sakád vyjadřuje nízký stupeň efektivity vyhledávání či nevhodné uživatelské rozhraní hodnocených úloh. Uživatel třepe po objektu z místa na místo a nenachází odpověď. Amplituda sakád, délka a směr trasy

prozkoumávání obrazu může vypovídat o strategii, již uživatel využívá při kognici či kvalitě prostředí a rozvržení zkoumaného obrazu (Popelka et al. 2012, p. 74).

1.3.2 Sledování pohybu očí

Metody sledování očí se dají kategorizovat do tří skupin – elektrookulografie (EOG, snímání elektrického potenciálu z kůže v okolí oka), metody využívající speciální kontaktní čočky, bezkontaktní (neinvasivní) metody. Zařízení používané pro měření pohybu oka se nazývá eye tracker. Obecně vzato existují 2 typy zaznamenávání pohybu oka: ty, které měří pozici oka vůči hlavě, a ty, které měří orientaci oka v prostoru (Duchowski, 2007, p. 51).

1.4 Eye tracking

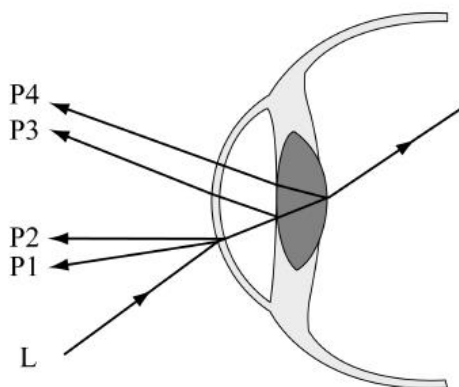
Eye tracking je proces využívající senzory k lokalizaci pohybu oka. Tato technologie využívá infračerveného záření a pokročilých matematických modelů k určení bodu pohledu (Popelka et Brychtová, 2013, p. 3).

1.4.1 Historie eye trackingu

Počátky sledování pohybu očí jsou spjaty se studiem čtení. V roce 1879 Louis Émile Javal použil zrcátko, které postavil před čtenáře, a pozoroval pohyb jeho očí při čtení. Z tohoto experimentu byly, namísto předpokládaného plynulého očního pohybu, zjištěny základní pohyby oka – fixace a sáky (Yarbus, 1967, p. 19). V roce 1898 se Edmund B. Delabarre jako první pokusil o zaznamenání pohybu očí pomocí sádrového odlitku oka s otvorem uprostřed. Na tento odlitek byl připojen drát, prostřednictvím kterého byly za pomoci elastických lanek a kladek zaznamenány pohyby oka na zapisovací válec (Delabarre, 1898, p. 572; Popelka et Brychtová, 2013, p. 21). Později (od r. 1901) se pohyby očí zaznamenávaly pomocí fotografií (Yarbus, 1967, p. 22). V roce 1947 proběhlo jedno z prvních měření směru pohledu u armádních pilotů při přistávání letadel. Cílem tohoto měření bylo zjistit, jestli by bylo vhodné upravit instrumentální panel v kabině. Tento výzkum byl realizován prostřednictvím analýzy videozáznamu s více než 500 000 filmovými políčky (Fitts et al., 1950, p. 24–25). V dnešní době se využívá princip detekce zornice a korneálního odrazu za pomoci infračerveného záření (Popelka et Brychtová, 2013, p. 25).

1.4.2 Záznam eye trackingu

V práci bude využita bezkontaktní (neinvazivní) metoda. Ta spočívá v měření viditelných částí oka (zornice, hranice duhovky a bělma) nebo korneálního odrazu přímého paprsku světla (infračerveného). Odražené světlo se zaznamenává kamerou či jiným optickým senzorem a pohyb oka se vypočítá pomocí analýzy změny odrazu světla. V této metodě se využívá tzv. Purkyňových obrázků (odrazy světelného paprsku od různých částí oka) (Gienko et Levin, 2005, p 2). Purkyňovy obrázky (viz Obrázek 3) existují minimálně čtyři. První z nich představuje odraz od vnější strany rohovky, druhý je odrazem vnitřní strany rohovky, třetí představuje odraz od přední strany čočky a čtvrtý je odrazem její zadní strany. Eye trackery, které jsou založené na sledování pohybu očí prostřednictvím videozáznamů, využívají k měření korneální odraz (P1) a pozici středu zornice. Odraz z přední strany rohovky (P1) a zadní strany čočky (P4) využívají citlivější přístroje. Odraz světla od rohovky či jiných částí oka je snímán speciálním senzorem a místo pohledu se zjišťuje analýzou obrazu a matematickým zpracováním dat ze senzoru (Popelka et al., 2012, p. 75).



Obrázek 3 Čtyři Purkyňovy obrázky, odrazy světelného paprsku (L) na různých částech oka: P1 od vnější strany rohovky, P2 od vnitřní strany rohovky, P3 od přední strany čočky a P4 zadní strany rohovky (Popelka et al. 2012, p. 75).

Pro měření pomocí eye trackeru jsou zapotřebí určité požadavky (hardwarové apod.). Mezi tyto požadavky patří:

- *Vzorkovací frekvence.* Průměrná doba trvání fixací při pozorování se liší od 200 do 800 ms, takže vzorkovací frekvence může být nízká (50 Hz). To však není dostatek na získání jasných rychlostních stop.

- *FOV/ rozsah měření.* Při větších vertikálních pohybech oka začne zornice zajíždět pod víčko, a tím je omezen nebo znemožněn záznam pohybu.
- *Osvětlení.* Infračervené záření má tu výhodu, že ohraničení zornice je mnohem ostřejší než při viditelném světle. NASA limity pro intenzitu osvětlení jsou 10 mW/cm^2 . Je důležité zmínit, že podle mnoha norem (např. ANSI – American National Standards Institute) by měl být časový integrál intenzity osvětlení s pulzním světlem podstatně nižší než u nepřetržitého osvětlení.
- *Detekce centra zornice.* Existuje obecná shoda, že jednoduchý algoritmus „těžiště“ není pro detekci středu zornice dostatečný. Fotogrametrický systém vyžaduje přesné 3D měření, tudíž přesný střed zornice je nezbytný pro určení torze s potřebnou přesností.
- *Střed otáčení („d“ hodnota).* Již vyšetřením v 60. letech 20. století se prokázalo, že oko neprokazuje vlastnosti „koule v jamce“, ale rotuje kolem bodů, které jsou závislé jednak na směru rotace a jednak na pozici oka. Z toho vyplývá, že horizontální a vertikální pohyby očí mají odlišnou osu otáčení. Tento posun mezi osami se označuje jako „d“.
- *Změny zornice a duhovky na základě světla/tmy.* Při kontrakci zornice se duhovka nepohybuje paprscitě, ale „točí se“. Udržení konstantní velikosti zornice může být za pomoci konstriktorů nebo dilatátorů.
- *Vizuální – optická osa.* Posun mezi vizuální osou a osou oka pohybujícího se mezi předměty je v průměru okolo 5° .
- *Optické efekty rohovky.* Deformace obrazu na rohovce je zanedbatelná. Ačkoli různé druhy optických odrazů od rohovky mohou vést k artefaktům při výpočtu torze oka.
- *Kompenzace posunu měřícího zařízení.* Posun eye trackeru oproti hlavě je jedním z největších problémů během eye trackingového měření: posun o pouhý jeden stupeň se zobrazí jako pětistupňový posun naměřeného pohledu.
- *Kalibrace.* Základem měření je správná kalibrace (Gienko et Levin, 2005, p. 2).

1.4.3 Vizualizace dat eye trackingu

Existuje několik typů vizualizace dat eye trackingu. Mezi hlavní vyjadřovací prostředky patří GazePlot (trajektorie pohybu), GazeReplay (videozáznam trajektorie pohybu), HeatMap (fixační mapa) a grafy (Popelka et al., 2012, p. 77).

GazePlot

GazePlot (Obrázek 4) zobrazuje fixace v kruzích, jejichž poloměr odpovídá délce fixací, a sakády jako linie spojující tyto kruhy (Raiha et al., 2005, p. 947). Omezení pro tuto metodu nastává při zobrazování většího množství dat, kde kvůli překryvům jednotlivých fixací není možné rozeznat jejich počet (Popelka et al., 2012, p. 77).



Obrázek 4 GazePlot (OGAMA)

GazeReplay

Při GazeReplay (Obrázek 5) je možné zpomalit si záznam a vidět vše, na co se uživatel podíval a v jakém pořadí (Pernice et Nielsen, 2009, p. 117). Analýza výsledků z GazeReplay je velice složitá. Pomocí GazeReplay lze přehrát videozáznam práce uživatele s dokumentem. Součástí obrazu záznamu je bod, který vyjadřuje délku pozastavení uživatele na daném místě (Popelka et al., 2012, p. 78).

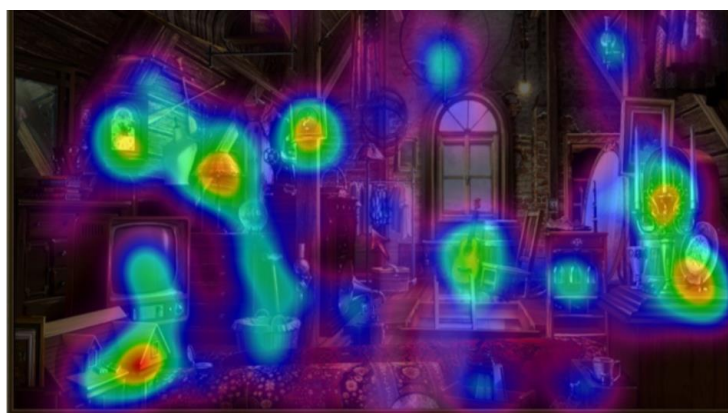


Obrázek 5 GazeReplay (OGAMA)

HeatMap

HeatMapy (Obrázek 6) vizualizují plochy, kam uživatel nejvíce upíná svůj pohled. Je možné si vybrat, jestli HeatMapy budou vyjadřovat délku, anebo počet fixací (Pernice et Nielsen, 2009, p. 118). Z HeatMap je patrné, které oblasti zkoumá uživatel více, a kterým naopak nevěnuje pozornost. Tvoří rychlý přehled o tom, na které části objektu se uživatel

nejvíce soustředí a které je pak vhodné analyzovat (Popelka et al., 2012, p. 78). Při zobrazení výsledků měření za pomoci HeatMap bývají barevně odlišena místa s vyšším bodem zájmu od míst s menším bodem zájmu (Pernice et Nielsen, 2009, p. 118).



Obrázek 6 HeatMap (OGAMA)

Časová složka ve vizualizaci dat

Datové informace jako záznam z eye trackingu jsou velice objemné a často není možné vytvořit jejich vizualizace prostřednictvím výše uvedených metod. U GazePlot dochází k vzájemnému překrývání zachycených polí a to z důvodu, že trojdimenzionální složka (X, Y, čas) byla převedena do dvojrozměrného prostoru (X, Y). Tento problém je možné vyřešit několika způsoby (Popelka et al., 2012, p. 79).

Nejjednodušším z nich je zanedbání časové složky, dvojrozměrná data jsou pak zobrazena pomocí HeatMap se zobrazením počtu fixací bez jejich pořadí. U menších datových sad lze využít barevného odlišení jednotlivých GazePlotů v závislosti na jejich pořadí. Lze také využít průhlednost vizualizace tak, aby bylo možné jednotlivé překrývající se fixace rozeznat (Popelka et al., 2012, p. 79).

Další z metod, kterou lze aplikovat, je metoda TimePlot of GazeData, při které souřadnice Y na výsledném obraze odpovídá pozici fixace ve sledovaném dokumentu a X vyjadřuje čas. Nevýhodou je zanedbání rozdělení fixací v horizontálním směru. Tato metoda je vhodná pouze pro vybrané typy analýz (Reiha et al., 2005, p. 948).

Poslední metodou je Space-Time-Cube (STC), která nezanedbává ani jednu složku výsledných dat. Prostřednictvím této metody je možné přirozeně kombinovat prostorová data s časovou složkou. Prostorové rozložení fixací popisují osy X a Y a čas je zobrazen ve směru osy Z (Popelka et al., 2012, p. 80). Osy X, Y a Z jsou zobrazeny v prostorové krychli (Li et al., 2010, p. 299).

2 Cíle a hypotézy

2.1 Cíl práce

Cílem práce je stanovit, zda se u pacientů po cévní mozkové příhodě, u kterých nejsou klinicky průkazné známky neglect syndromu, vyskytují poruchy vizuospaciálních funkcí či predilekce orientace v prostoru.

2.2 Vědecké otázky a hypotézy

Vědecká otázka č. 1

Je u pacientů po CMP s klinicky neprůkazným neglect syndromem ve srovnání s kontrolní skupinou určitá stranová predilekce? Existuje statisticky významný rozdíl vnímání prostoru pacientů po CMP s pravostrannou hemiparézou ve srovnání s levostrannou hemiparézou?

H₀₁: U pacientů po CMP s klinicky neprůkazným neglect syndromem se stranová predilekce ipsilaterální strany nevyskytuje a zároveň se nevyskytuje a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou.

H₀₂: Z vybraného úkolu – Slide 1 (Příloha 8) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou.

H₀₃: Z vybraného úkolu – Slide 5 (Příloha 11) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou.

H₀₄: Z vybraného úkolu – Slide 8 (Příloha 14) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou.

H₀₅: Z vybraného úkolu – Slide 12 (Příloha 17) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou.

H₀₆: Z vybraného úkolu – Slide 26 (Příloha 23) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou.

Vědecká otázka č. 2

Má věk probanda vliv na kvalitu záznamu pomocí přístroje The Eye Tribe ©?

H₀₇: Věk probanda nemá statisticky významný vliv na kvalitu záznamu.

3 Metodika

Měření probíhalo od března 2015 do března 2016 na Oddělení rehabilitace Fakultní nemocnice v Olomouci v kineziologické laboratoři v rámci Ústavu fyzioterapie Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého.

3.1 Charakteristika zkoumaného souboru

Měření se zúčastnilo celkem 30 probandů – 20 probandů po prodělané CMP (10 s levostrannou hemiparézou, 10 s pravostrannou hemiparézou) a jako kontrolní skupina 10 zdravých jedinců. Probandi po CMP byli vyšetřováni v akutním stadiu CMP (do 50 dnů po prodělaném iktu). Podmínkou pro zařazení byla klinicky evidentní CMP s pravostrannou či levostrannou hemiparézou.

Účastníkům testování byl předložen záznamový formulář (Příloha 1) pro zaznamenání základních anamnestických údajů. Tento formulář sloužil k získání informací o zrakových vadách, které by případně mohly vést k vyloučení ze studie. Formulář také obsahuje informaci o dominantní končetině a v případě pacientů po CMP také informaci o tom, jaká strana byla postižena. Spolu s tímto formulářem byl předložen pacientovi informovaný souhlas (Příloha 2)

Z klinického vyšetření zaměřeného na stranové vnímání byly využity standardizované testy k vyšetření unilaterálního neglect syndromu. Testování probíhalo pomocí tzv. Pen-and-paper testů a to pro jejich snadnou dostupnost. Dva testy půlení přímky – line bisection test (Příloha 3) a Albertův test (Příloha 4), jeden z vyškrtačích testů – single letter cancellation test (Příloha 5) a jeden test z kategorie kreslicích a překreslovacích testů – clock drawing test (Příloha 6).

V testu Line bisection test (test půlení přímky) se vyžaduje po pacientovi rozpůlení několika horizontálních čar. Vyhodnocuje se změřením odchýlení nakresleného bodu od skutečného středu přímky (Plummer et al., 2003, p. 734). Pozitivita pro neglect syndrom je při deviaci více než 6 mm od středu a vynechání více, než 2 čar v testu (Menon et Korner-Bitensky, 2004, p. 53). Albertův test zahrnuje několik stejně dlouhých čar (2 cm) rozprostřených po papíře o velikosti A4 různými směry. Pacient je požádán o přeškrtnutí uprostřed všech čar bez limitace časem. Při pozitivitě tohoto testu jsou čáry vyškrtnuté pouze na jedné polovině papíru odpovídající mozkové lézi (Menon et Korner-Bitensky, 2004, p. 54). Single letter cancellation test se skládá z 312 různých písmen v 6 řadách, v každé řadě po 52 písmenech. Úkolem pacienta

je zaznačit tužkou všechna písmena „H“, která se v testu vyskytují v počtu 105. Hodnotí se skóre označených písmen na pravé a levé straně. Při pozitivitě tohoto testu na neglect syndrom budou písmena vyškrtána na straně léze mozkové hemisféry (Menon et Korner-Bitensky, 2004, p. 54). Clock drawing test spočívá v zakreslení hodinového ciferníku do prázdné předlohy. Jedinci se zhoršeným stranovým vnímáním využijí pouze jedné poloviny předlohy (Plummer et al., 2003, p. 736).

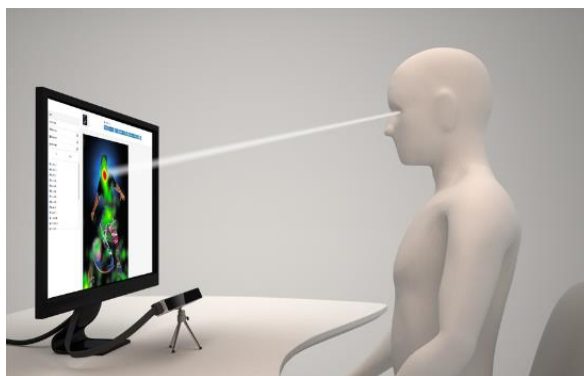
Mimo zmíněných pen and paper testů byl u pacientů proveden také test Catherine Bergego Scale (dále jen CBS, Příloha 7). CBS je standardizovaný dotazník zaznamenávající výskyt a stupeň neglect syndromu. Vyšetření probíhá formou dotazu na různé každodenní situace a jejich zvládnutí a vnímání (McDermott, 2012).

3.2 Postup měření

Pro měření byl využit přístroj The Eye Tribe © o vzorkovací frekvenci 30 Hz (60 Hz) spárovaný s počítačem pomocí USB 3.0 Superspeed. Zachycovací plocha tohoto přístroje je 40 cm x 30 cm ve vzdálenosti 65 cm od přístroje a využití je možné až na 24 palcové obrazovky. Před každým měřením byla provedena kalibrace pomocí devítibodového kalibračního schématu.

Softwarem pro měření byl systém OGAMA. Tento program byl vyvinut Adrianem Voßkühlerelem na Svobodné univerzitě v Berlíně a je dostupný pod licencí GPL verze 3 sestavené organizací pro podporu svobodného softwaru Free Software Foundation. Tento program umožňuje analýzu dat o očních pohybech při zobrazení experimentu se stimuly a dokáže sledovat práci myši, zaznamenává kliknutí i pohyb kurzoru. Informace jsou shromažďovány průběžně v čase, čímž je umožněna nejen statická, ale i dynamická analýza (OGAMA.net, OGAMA – open gaze and mouse analyzer, 2013).

Vyšetření pomocí eye trackingu bylo prováděno pomocí interaktivních úkolů promítaných na obrazovku. Proband seděl před obrazovkou, jejíž horní rám byl nastaven ve výšce jeho očí (viz Obrázek 7). Na obrazovku bylo promítáno 19 úkolů se zaměřením na prostorové a stranové vnímání.



Obrázek 7 Měření pomocí The Eye Tribe

Hodnoceno bylo 19 úkolů. Plocha se zaznamenanými údaji z přístroje byla rozdělena na 7 stejně širokých kvadrantů, tzv. key performance indicators. Tyto kvadranty byly očíslovány. Číslem 0 je označena prostřední část prostoru, zápornými čísly (-3, -2, -1) je označena levá polovina prostoru a kladnými čísly (1, 2, 3) je označena pravá polovina prostoru. V každé z těchto sedmi částí je u každého úkolu číselně zaznamenána doba fixace (v milisekundách), kterou proband v tomto úseku strávil pohledem. S tímto číselným údajem se pak dále pokračuje při vyhodnocování. V každém vyhodnocovaném úkolu byly sečteny číselné údaje z každého kvadrantu (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) zvlášť. Výsledný součet se převedl na procentuální údaj. Ve výsledku tak pro každý kvadrant náleží procento vyjadřující dobu strávenou v konkrétním kvadrantu (ve srovnání s ostatními kvadranty).

K vyšetření byly využity tyto úkoly:

1. Kresba Karlova mostu, na které je rovnoměrně rozmístěno 5 předmětů, které na most nepatří. Úkolem probanda je tyto předměty vyhledat a vyjmenovat za časový limit 8 s (Příloha 8).
2. Obrázek s balónky, z nichž některé jsou s provázkem a některé bez provázku. Úkolem probanda je vyhledat a spočítat na obrázku co nejvíce balónků s provázkem za časový limit 10 s (Příloha 9).
3. Bludiště, kde cesta skrz začíná písmenem „S“ a končí písmenem „F“. Úkolem probanda je najít správnou cestu bludištěm. Časový limit je 18 s (Příloha 10).
4. Fotografie katedrály sv. Václava v Olomouci, na které jsou rovnoměrně po celé ploše umístěny číslice od 1 do 10. Úkolem probanda je všechny tyto číslice vzestupně (od 1 do 10) s časovým omezením 20 s (Příloha 11).
5. Obrázek se třemi řadami písmen. Úkolem probanda je naleznout co nejvíce písmen „M“ s časovým limitem 10 s (Příloha 12).

6. Sedmý úkol je totožný se třetím, pouze je bludiště stranově převrácené z důvodu eliminace faktorů mající vliv na zaujetí stranové pozornosti (Příloha 13).
7. Obrázek místnosti, ve které je vyobrazeno několik různých předmětů. Proband bude mít 10 sekund na zapamatování si co nejvíce z nich a následné vyjmenování (Příloha 14)
8. Obrázek se třemi řadami písmen. Úkolem probanda je naleznout co nejvíce písmen „D“ s časovým limitem 10 s (Příloha 12).
9. V modrém poli je několik obrazců vzoru „L“ mezi nimiž je 9 písmen „T“. Cílem je vyhledat všechna písmena „T“ za časový limit 10 s (Příloha 15).
10. Několik geometrických obrazců (trojúhelník, čtverec, kruh), z nichž některé jsou bezbarvé a některé černě vybarvené. Úkolem probanda je naleznout co nejvíce černých čtverců za časový limit 20 s (Příloha 16).
11. Dvanáctý úkol je totožný s osmým, jen je obrázek s předměty stranově převrácený, a to z důvodu eliminace faktorů mající vliv na zaujetí stranové pozornosti (Příloha 17).
12. Obrázek se třemi řadami písmen. Úkolem probanda je naleznout co nejvíce písmen „A“ s časovým limitem 10 s (Příloha 12).
13. Šest různě dlouhých vodorovných čar přepůlených uprostřed jednou svislou. Úkolem probanda je naleznout jednu z čar, která není stranově symetrická. Časový limit je 10 s (Příloha 18).
14. Několik geometrických obrazců (trojúhelník, čtverec, kruh), z nichž některé jsou bezbarvé a některé černě vybarvené. Úkolem probanda je naleznout co nejvíce nevybarvených trojúhelníků za časový limit 20 s (Příloha 16).
15. V tomto úkolu jsou 4 obrázky (dva obrázky s polovinou obličeje a dva obrázky s polovinou nějakého předmětu). Úkolem probanda je prohlédnout si tyto obrázky po dobu 10 s (Příloha 19).
16. Hledání zvířat mezi několika písmeny – z několika písmen lze v jednom směru poskládat pojmenování nějakého zvířete. Proband má 20 s na nalezení a vyjmenování co nejvíce zvířat (Příloha 20).
17. V tomto úkolu jsou 4 obrázky (dva obrázky s polovinou obličeje a dva obrázky s polovinou nějakého předmětu). Úkolem probanda je prohlédnout si tyto obrázky po dobu 10 s (Příloha 21).
18. Obrázek s písmeny „L“ a „T“. Úkolem probanda je naleznout co nejvíce písmen „T“ za časový limit 10 s (Příloha 22).
19. Posledním úkolem je nalezení postavy v nepřehledném obrázku velkého množství jiných postav a věcí. Časový limit na tento úkol je 20 s (Příloha 23).

3.2.1 Vyhodnocení

V každém vyhodnocovaném úkolu u jednotlivého probanda byly sečteny číselné údaje z každého kvadrantu (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) zvlášť. Pro porovnání těchto dat byl použit software Statistica verze 12. Byly ověřeny předpoklady použití testu: normalita dat a shoda rozptylu - Levenův test. Pro porovnání všech tří skupin mezi sebou byla použita Hierarchická ANOVA. Test byl hodnocen na hladině statistické významnosti $p = 0,05$.

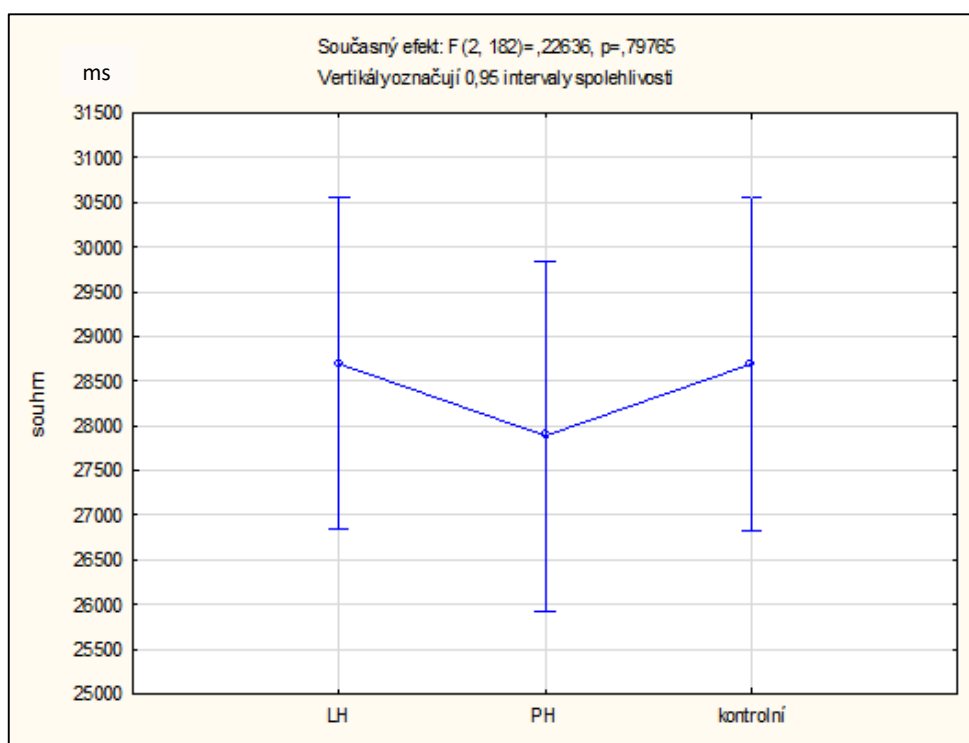
Dále byla hodnocena závislost kvality záznamu na věku. V programu OGAMA je možné získat procentuální údaj o kvalitě záznamu každého z úkolů. Tyto údaje jsem sečetla u všech úkolů a zprůměrovala. Všichni probandi byli rozděleni do 4 věkových skupin: do 30 let, 30-55 let, 55-69 let a od 70. Pro porovnání byla použita ANOVA. Test byl hodnocen na hladině statistické významnosti $p = 0,05$.

4 Výsledky

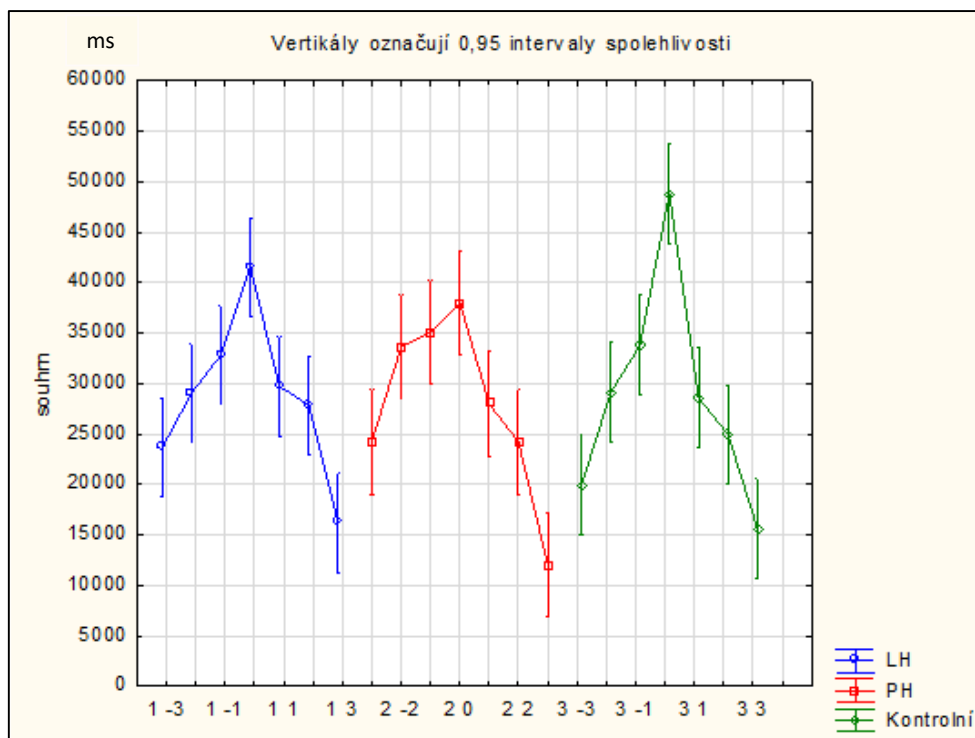
4.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1

Je u pacientů po CMP s klinicky neprůkazným neglect syndromem ve srovnání s kontrolní skupinou určitá stranová predilekce? Existuje statisticky významný rozdíl vnímání prostoru pacientů po CMP s pravostrannou hemiparézou ve srovnání s levostrannou hemiparézou?

Hypotézu H_01 ve znění „U pacientů po CMP s klinicky neprůkazným neglect syndromem se stranová predilekce ipsilaterální strany nevyskytuje a zároveň se nevyskytuje a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



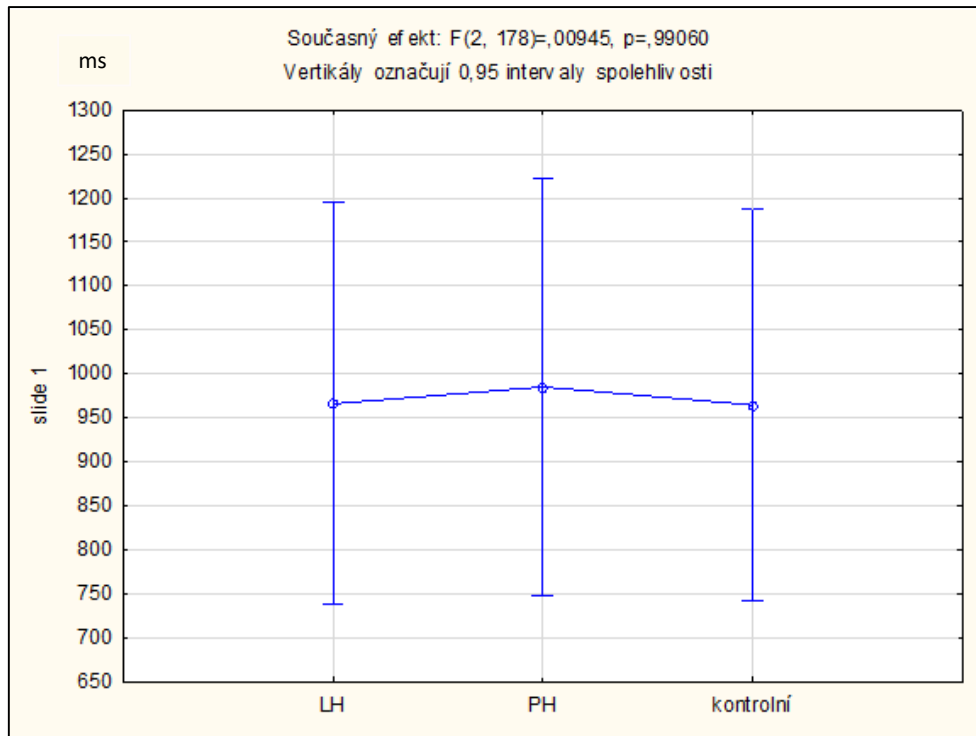
Graf 1 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u všech úkolů
Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza



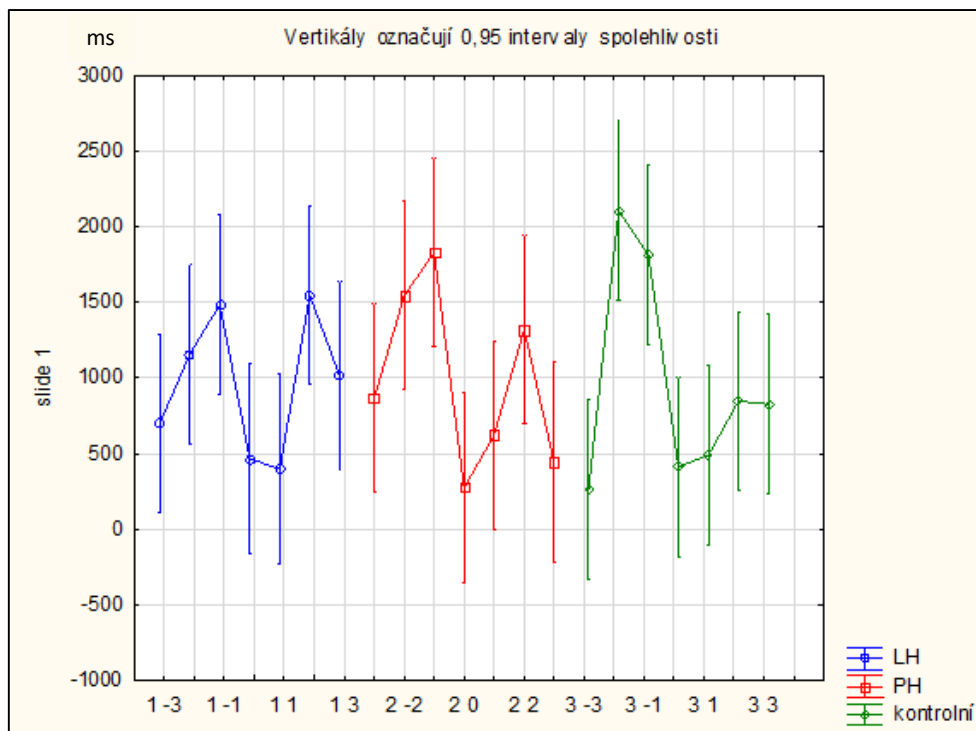
Graf 2 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – všechny úkoly
 Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza

Hierarchickou ANOVOU byly hodnoceny údaje všech probandů rozdělených do 3 skupin – LH, PH, kontrolní z každého kvadrantu. Srovnání těchto výsledků je vidět při pohledu na Graf 1. Graf 2 pak znázorňuje jednotlivé kvadranty každé skupiny. Na tomto grafu můžeme vidět nepatrný rozdíl v rozložení vnímaného prostoru. Probandi s levostrannou hemiparézou mají oproti pravostranné nižší hodnoty v kvadrantech -3 až 0, oproti tomu probandi s pravostrannou hemiparézou mají nižší hodnoty v kvadrantech 0 až 3. V porovnání s kontrolní skupinou mají probandi ze skupiny LH a PH nižší středovou hodnotu a rozložení pozornosti není tak rovnoměrné.

Hypotézu H₀₂ ve znění „Z vybraného úkolu – Slide 1 (Příloha 8) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



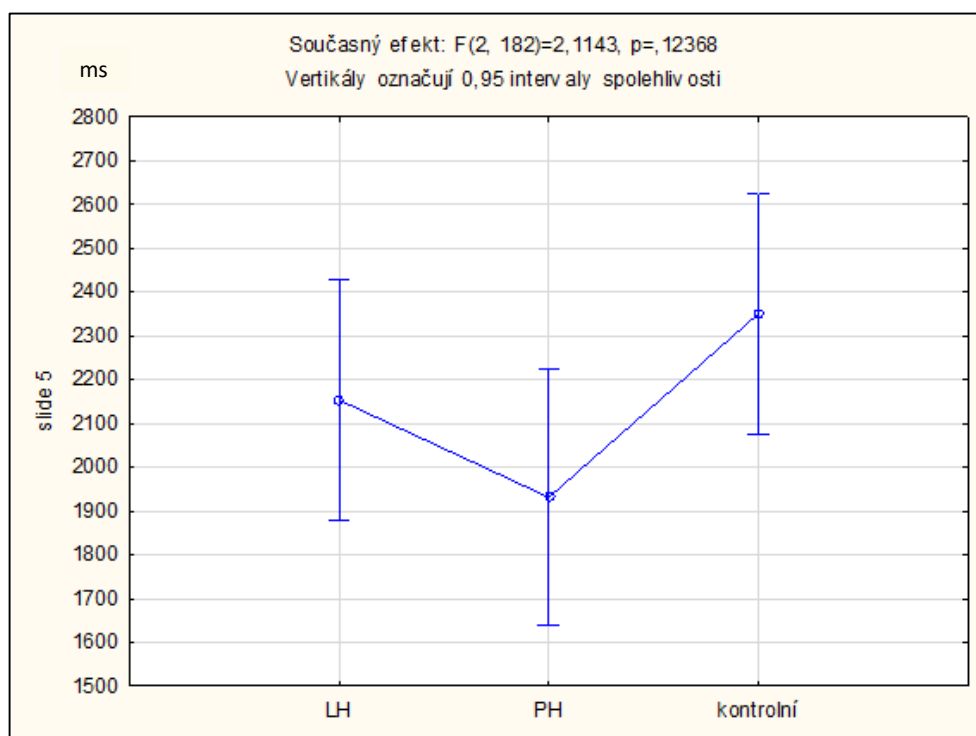
Graf 3 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 1
Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza



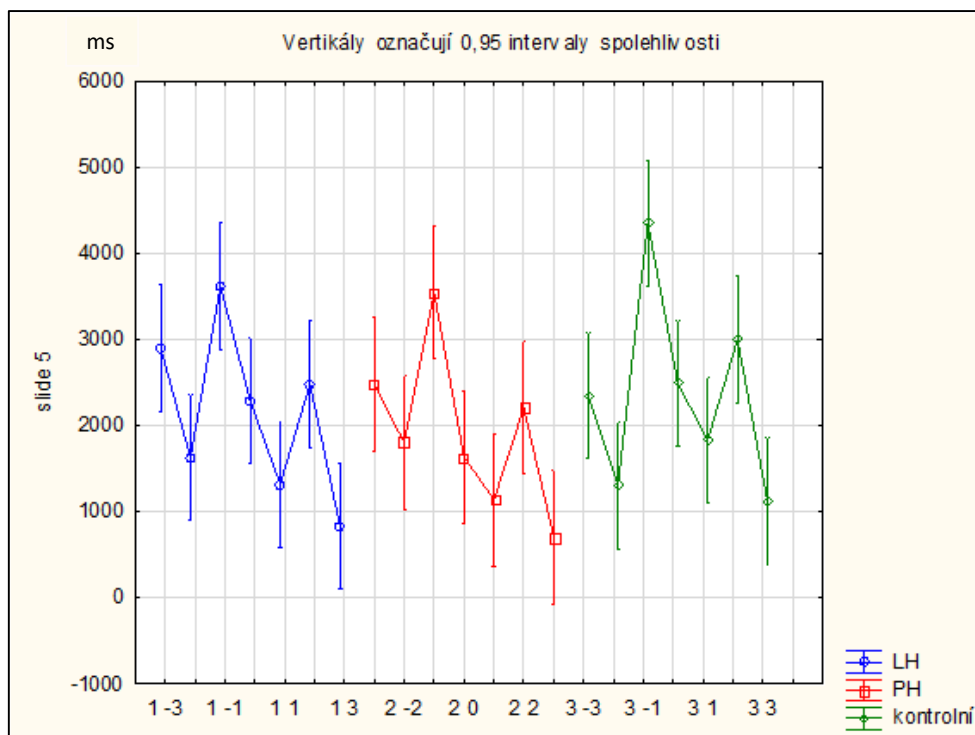
Graf 4 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 1
Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza

Hierarchickou ANOVOU byly hodnoceny údaje všech probandů rozdělených do 3 skupin – LH, PH, kontrolní z každého kvadrantu pro úkol – Slide 1. Srovnání těchto výsledků je vidět při pohledu na Graf 3. Graf 4 pak znázorňuje jednotlivé kvadranty každé skupiny. Na tomto grafu můžeme vidět nepatrný rozdíl v rozložení vnímaného prostoru. Probandi s levostrannou hemiparézou mají oproti pravostranné nižší hodnoty v kvadrantech -3 až 0, oproti tomu probandi s pravostrannou hemiparézou mají nižší hodnoty v kvadrantech 0 až 3. Hodnoty kontrolní skupiny byly tentokrát nejvyšší v kvadrantu -2 až -1. Středový, tedy nulový kvadrant je hodnotami u všech skupin podobný.

Hypotézu H₀₃ ve znění „Z vybraného úkolu – Slide 5 (Příloha 11) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



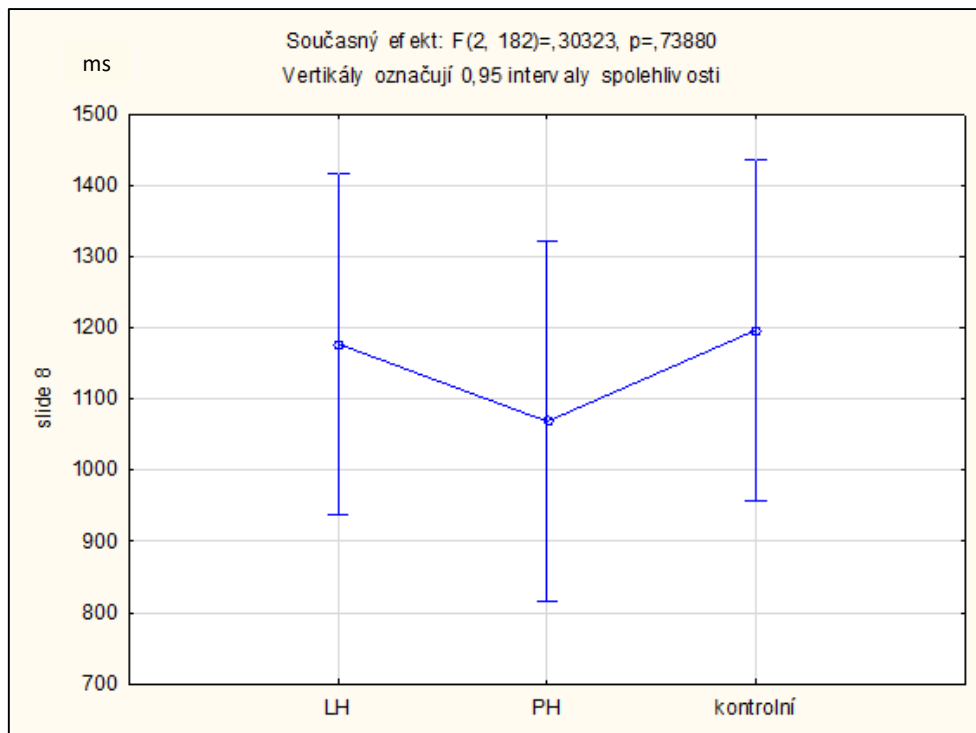
Graf 5 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 5
Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza



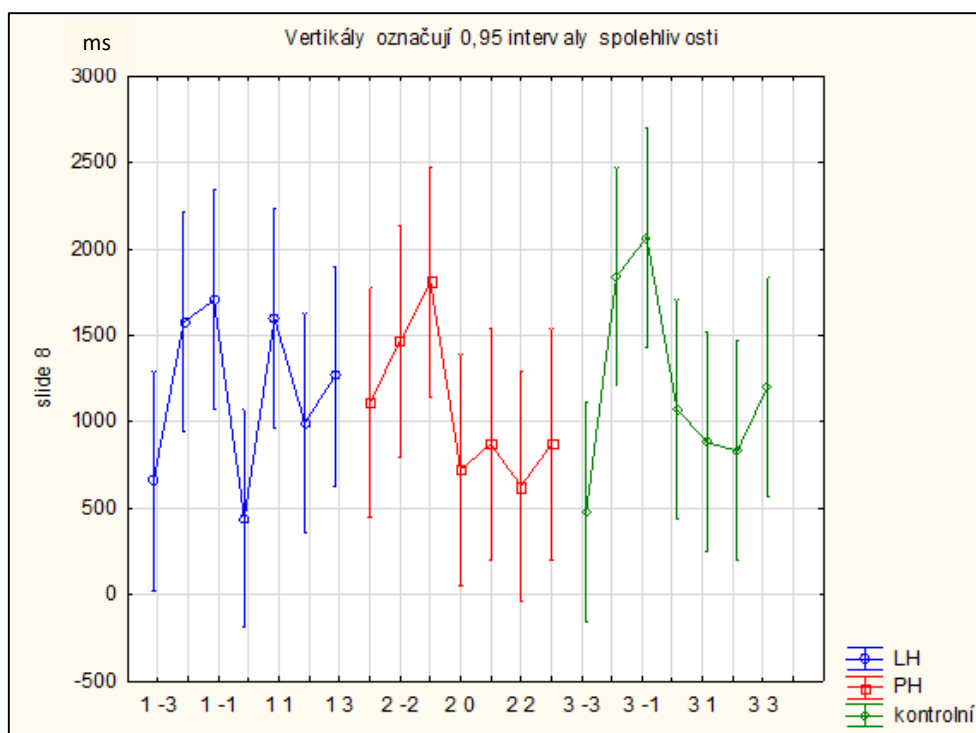
Graf 6 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 5
 Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza

Hierarchickou ANOVOU byly hodnoceny údaje všech probandů rozdělených do 3 skupin – LH, PH, kontrolní z každého kvadrantu pro úkol – Slide 5. Srovnání těchto výsledků je vidět při pohledu na Graf 5. Graf 6 pak znázorňuje jednotlivé kvadranty každé skupiny. Rozložení všech tří skupin je na tomto grafu podobné. Nejvyšší hodnota je v kvadrantu -1.

Hypotézu H₀₄ ve znění „Z vybraného úkolu – Slide 8 (Příloha 14) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



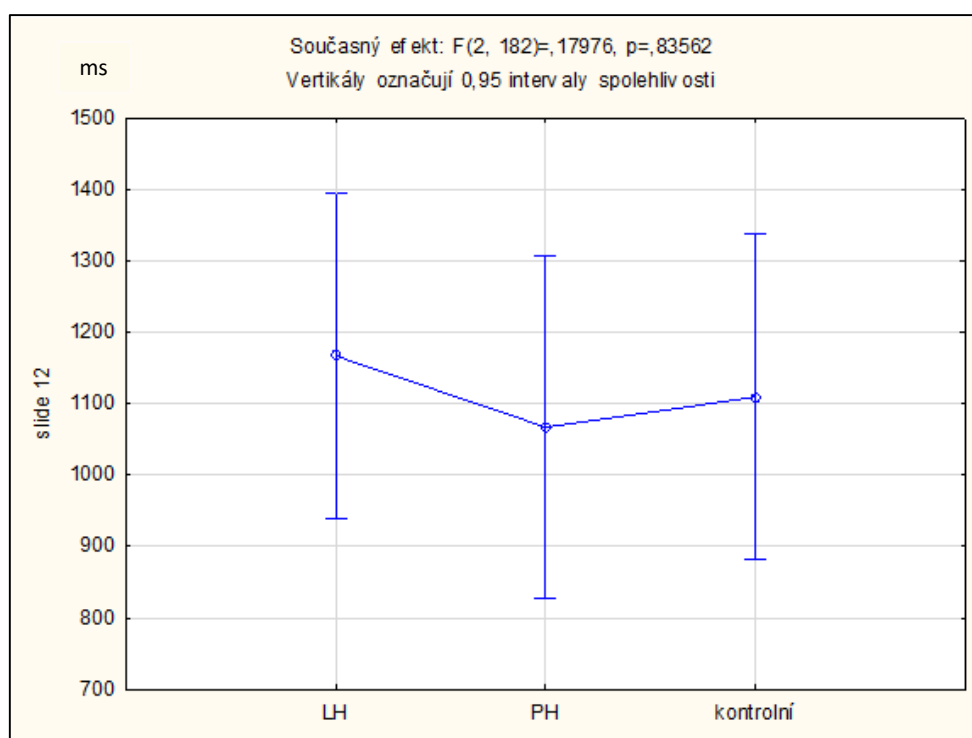
Graf 7 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 8
 Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza



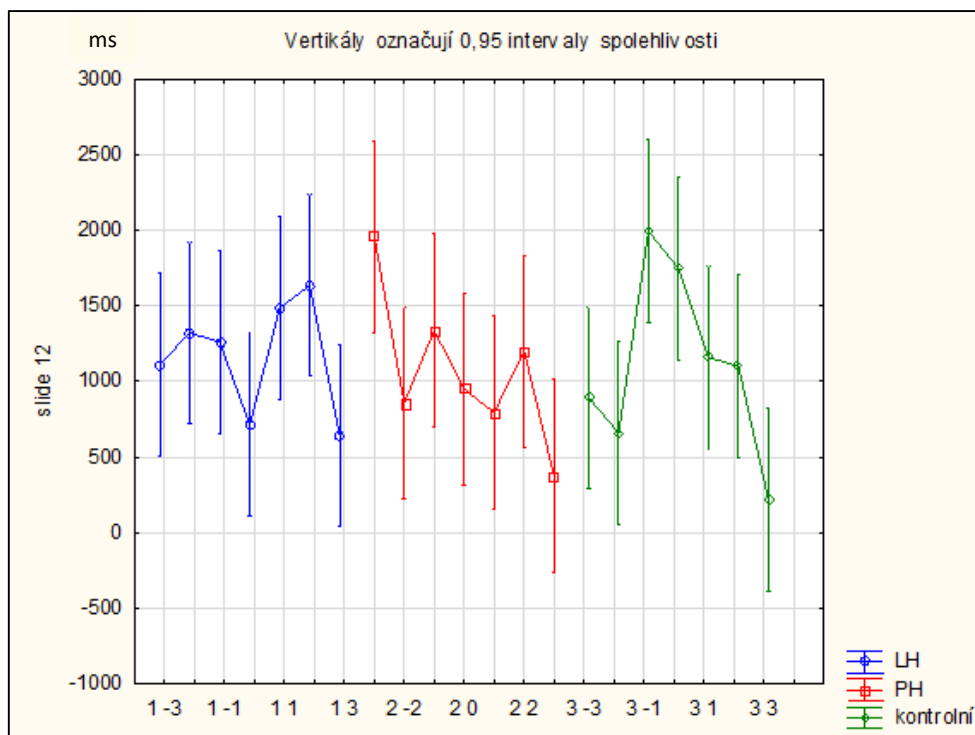
Graf 8 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 8
 Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza

Hierarchickou ANOVOU byly hodnoceny údaje všech probandů rozdělených do 3 skupin – LH, PH, kontrolní z každého kvadrantu pro úkol – Slide 8. Srovnání těchto výsledků je vidět při pohledu na Graf 7. Graf 8 pak znázorňuje jednotlivé kvadranty každé skupiny. Na tomto grafu můžeme vidět nepatrný rozdíl v rozložení vnímaného prostoru. Probandi s PH mají oproti kontrolní skupině a LH skupině o něco nižší hodnoty v kvadrantech 1 až 3. Probandi s PH mají také o něco vyšší hodnoty v kvadrantech -3 až 0 ve srovnání s probandy s LH.

Hypotézu H₀₅ ve znění „Z vybraného úkolu – Slide 12 (Příloha 17) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



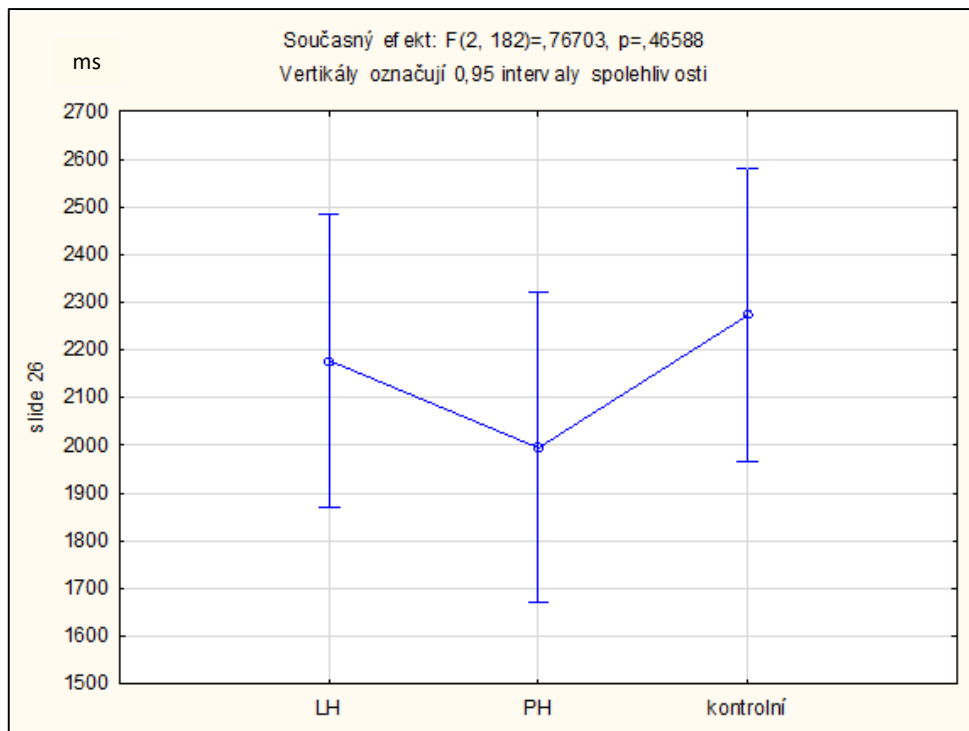
Graf 9 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 12
 Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza



Graf 10 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 12
 Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza

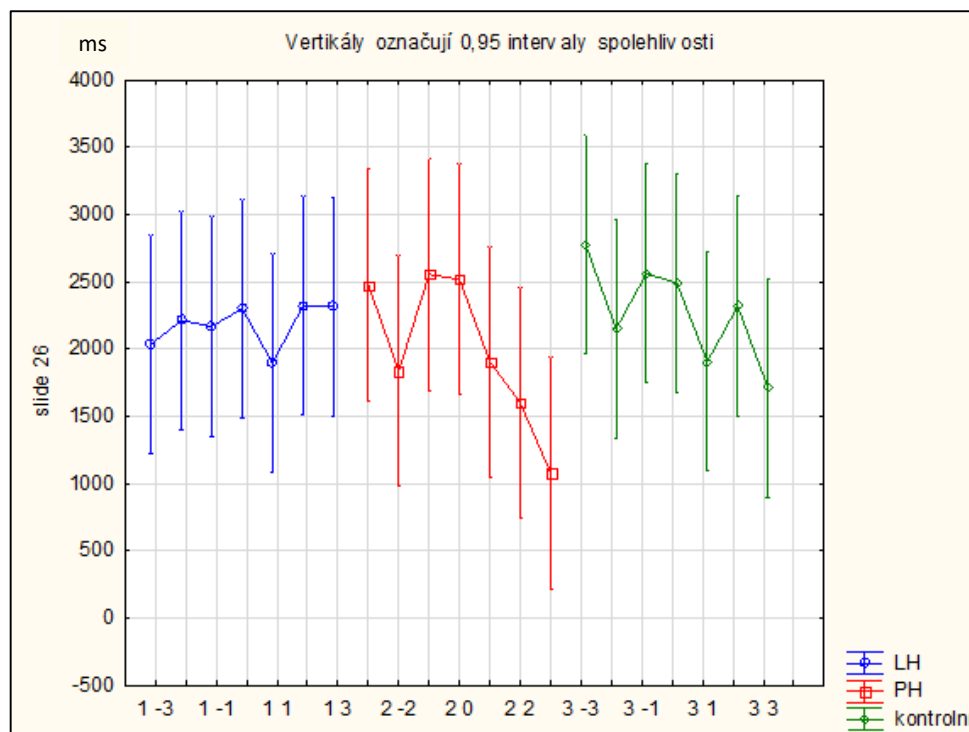
Hierarchickou ANOVOU byly hodnoceny údaje všech probandů rozdělených do 3 skupin – LH, PH, kontrolní z každého kvadrantu pro úkol – Slide 12. Srovnání těchto výsledků je vidět při pohledu na Graf 9. Graf 10 pak znázorňuje jednotlivé kvadranty každé skupiny. Na tomto grafu můžeme vidět nepatrný rozdíl v rozložení vnímaného prostoru. Probandi s LH mají výrazně vyšší hodnoty percepčního vnímání v kvadrantech 1 až 3 oproti ostatním skupinám. Probandi s PH mají naopak výrazně vyšší hodnoty v kvadrantech -3 až -2 oproti kontrolní skupině a -3 a -1 oproti skupině LH. Křivka kontrolní skupiny jde v porovnání se zbylými nejvíce od středu do stran a středové hodnoty od -1 do 1 jsou zde s porovnání s ostatními skupinami nejvyšší.

Hypotézu H₀₆ ve znění „Z vybraného úkolu – Slide 26 (Příloha 23) zaměřeného na spontánní orientaci v prostoru není průkazná stranová predilekce u pacientů po CMP s klinicky nevýznamným neglect syndromem. a zároveň není statisticky významný rozdíl vnímání prostoru mezi pacienty po CMP s pravostrannou a levostrannou hemiparézou“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



Graf 11 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 26

Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza



Graf 12 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 26

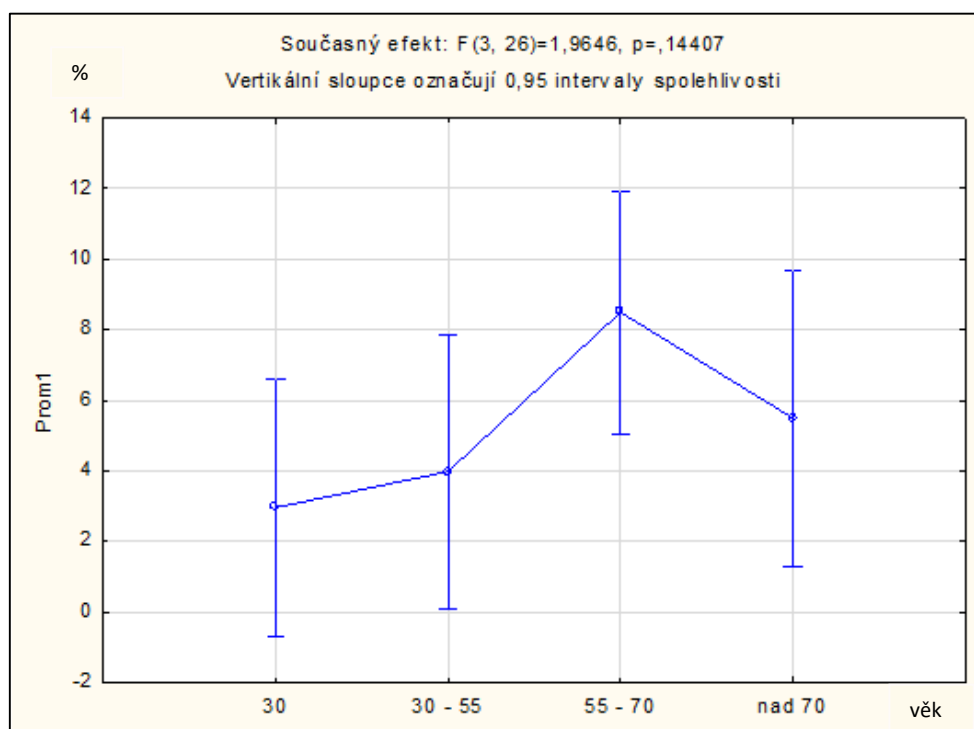
Legenda: LH – levostranná hemiparéza, PH – pravostranná hemiparéza

Hierarchickou ANOVOU byly hodnoceny údaje všech probandů rozdělených do 3 skupin – LH, PH, kontrolní z každého kvadrantu pro úkol – Slide 1. Srovnání těchto výsledků je vidět při pohledu na Graf 11. Graf 12 Graf 2 pak znázorňuje jednotlivé kvadranty každé skupiny. Na tomto grafu můžeme vidět nepatrný rozdíl v rozložení vnímaného prostoru. Probandi s PH mají nižší hodnoty v segmentech 1 až 3 oproti ostatním skupinám. Skupiny PH a kontrolní mají naproti tomu vyšší hodnoty v segmentech -3 a -1 oproti skupině LH. Probandi ze skupiny LH dominují svými hodnotami v segmentech 2 a 3 nad skupinou PH a kontrolní.

4.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2

Má věk probanda vliv na kvalitu záznamu pomocí přístroje The Eye Tribe ©?

Hypotézu H₀₇ ve znění „Věk probanda nemá statisticky významný vliv na kvalitu záznamu“ **nelze zamítnout**, nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$).



Graf 13 Závislost věku na kvalitě záznamu

ANOVOU byla hodnocena závislost věku na kvalitě záznamu. Jak naznačuje Graf 13, nejhorší kvalita záznamu byla u věkové skupiny od 55 do 70 let. O něco lepší záznam měli probandi ve věkové skupině nad 70 let. Nejlepších výsledků kvality hodnoceného signálu dosáhly skupiny do 30 let a od 30 do 55 let.

5 DISKUZE

Smyslové dráhy v mozku většinou probíhají zkříženě. Informace z levé poloviny okolního světa putuje do pravé hemisféry a opačně. Toto platí pro zrakové, dotykové a částečně sluchové informace. Obě hemisféry spolu komunikují přes corpus calosum. Pokud je však signál velmi krátký, je možné tento signál dopravit jen do jedné hemisféry (opačné k danému prostoru). Pravá hemisféra je více ve vztahu s kognitivními novinkami, levá pak s kognitivně rutinními postupy (Goldberg, 2004, p. 62).

Orientovaná pozornost pravé hemisféry kontroluje obě poloviny prostoru, levá hemisféra kontroluje jen prostor pravý (Koukolík, 2008, p. 136). Výskyt neglect syndromu u poškozené levé hemisféry nebývá tak častý, neboť pravá mozková hemisféra přebírá kontrolu za modulaci impulzů a pozornosti z obou polovin zorného pole (Menon et Korner-Bitensky, 2004, p. 41–42). Plummer (2003, p. 732) však uvádí výskyt neglect syndromu od 10% do 82% u pravostranných lézí a 15 – 65% u lézí levostranných. Podle studie Bulla-Hellviga et al. (1996, p. 992) neexistuje jednoznačná hemisferická dominance pro procesy prostorové vizualizace. Zatímco někteří autoři popisují výraznější pravostrannou hemisferickou dominanci pro prostorovou vizualizaci, jiní udávají, že žádná asymetrie se v tomto případě nevyskytuje, popřípadě že tato asymetrie není významná či dokonce popisují dominanci levé hemisféry (Bull-Hellvig, 1996, p. 992). Koukolík (2012, p. 345) uvádí, že poškození levého temenního laloku bývá podobně četné, jako pravého, projevy poruch vizuospeciálního vnímání však obvykle bývají překryty afázií.

Poškození spojů bílé hmoty v oblasti okolo sulcus lateralis cerebri - fasciculus longitudinalis superior cerebri, fasciculus occipitofrontalis inferior a fasciculus occipitofrontalis inferior – bývá typickým nálezem u lidí s neglect syndromem (Karnath et al., 2009, p. 2 331). Karnath et al (2009, p. 2 331) svojí analýzou prokázali, že největší část léze – mezi 89,1 – 96,6% je v jiných oblastech, než ve spojích bílé hmoty v oblasti okolo sulcus lateralis cerebri. Převážně se jedná o poškození oblastí šedé kůry – horní temporální část, dolní parietální a frontální oblast a insulární oblast, stejně tak subkortikálních oblastí – putamen a nucleus caudatus (Karnath et al., 2009, p. 2 331). Příčinou neglect syndromu může být také poškození dlouhých drah spojujících parietální a frontální oblast v pravé mozkové hemisféře. Tím pádem by neglect syndrom nebyl výsledkem dysfunkcí jedné kortikální oblasti, ale narušení velkých sítí tvořených ze vzdálených kortikálních oblastí. Bartolomeo et al (2007, p. 2 479) přezkoumali možný podíl rozpojení interhemisferických spojů na neglect syndromu. Závěrem jejich studie bylo, že i když narušení interhemisferických spojů nemusí být

dostatečnou příčinou ke vzniku neglect syndromu, stále může vysvětlit některé jevy s neglectem souvisejícím (Bartolomeo et al, 2007, pp. 2 488).

Některé projevy neglect syndromu jsou nalezeny v přibližně 40 % všech případů poškození mozku (Vleet a kol., 2002, p. 165). Dle Corbalise (2003, p. 171–176) má pravá mozková hemisféra větší vizuospeciální schopnosti. Obvykle se neglect popisuje stranově, může se však týkat všech tří rozměrů prostoru. Mimo horizontální (levostranné, pravostranné) tedy může být i vertikální (horní a dolní poloprostor) a radiální (prostor na dosah paže, označovaný jako „blízký“, a prostor za touto mezí popisovaný jako „vzdálený“, je to však ale prostor, kam lze dohodit předmět) (Koukolík, 2012, p. 345).

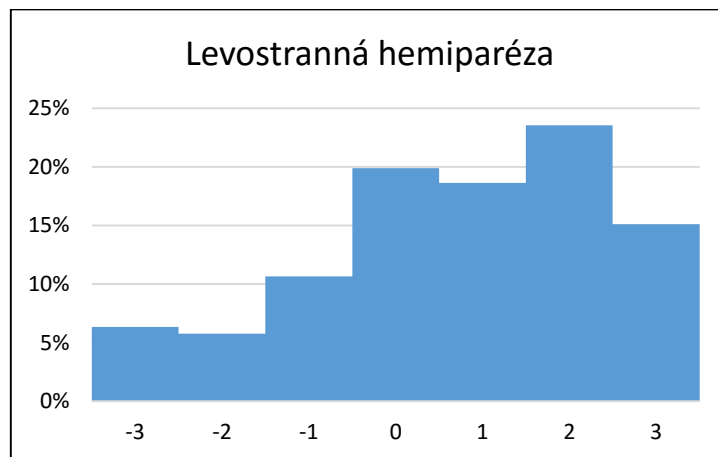
Ačkoli výsledky naší studie neprokázaly statistickou významnost, u některých jedinců byla stranová predilekce jednoznačně prokázána. Pro porovnání k jednotlivým skupinám uvádím kazuistiky tří probandů. Z každé skupiny (pravostranná hemiparéza, levostranná hemiparéza, kontrolní skupina) byl vybrán jeden zástupce, který odpovídá naším předpokladům rozložení percepce prostoru. U každého zástupce je uveden graf a 2 záznamy z měření přístrojem OGAMA a to vždy na obrázku vlevo GazePlot záznam a vpravo HeatMap záznam. Grafický záznam popisuje na ose x jednotlivé kvadranty zaznamenávaného prostoru a na ose y v součtu všech devatenácti hodnocených úkolů procentuální údaj vyjadřující dobu (v ms) strávenou v konkrétním kvadrantu (ve srovnání s ostatními kvadranty).

5.1 Porovnání skupiny s levostrannou hemiparézou se skupinou s pravostrannou hemiparézou a s kontrolní skupinou

Z našich výsledků jsou vidět určité rozdíly v rozmístění pozornosti v prostoru. Na většině grafů jsou vidět nižší hodnoty v levostranných kvadrantech (-3 až -1) oproti skupině probandů s pravostrannou hemiparézou. Naopak v pravostranných kvadrantech (1 až 3) jsou hodnoty vyšší oproti skupině probandů s pravostrannou hemiparézou, graf 10 dokonce zaznamenal vyšší hodnoty i ve srovnání s kontrolní skupinou.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že probandi s levostrannou hemiparézou vnímají méně levou stranu prostoru oproti probandům s pravostrannou hemiparézou. Pravou stranu naopak v některých úlohách vnímají více dokonce i ve srovnání s kontrolní skupinou. Pro větší názornost uvádím kazuistické zpracování jednoho probanda ze skupiny levostranných hemiparéz. Tento proband byl muž, 74 let, pravák po prodělané iCMP s lézí v povodí ACM. Hodnota ztracených dat ze záznamu u toho probanda byla 3,23%. Při pohledu na Graf 14 je zřetelně vidět, že proband má výraznou prostorovou predilekci pravé poloviny prostoru a

zanedbává prostor na levé polovině. Nejvyšší průměrná délka fixace je v kvadrantu 2 a rovná se hodnotě 40 327 ms. Nejnižší pak v kvadrantu -2 rovnající se hodnotě 9 863 ms. Také ze záznamu jednotlivých úkolů (Obrázek 8) v programu OGAMA byla zřetelná pravostranná predilekce prostoru. Na GazePlot záznamu jsou, mimo jedné fixace v levém prostoru, všechny fixace umístěny v pravém prostoru. Největší doba trvání fixací se nachází v pravém horním rohu. HeatMap záznam vykresluje sice určité fixace v levé polovině, ale přesto nejsilnější vybarvení je opět vpravo.



Graf 14 Rozložení prostorové predilekce u probanda s levostrannou hemiparézou

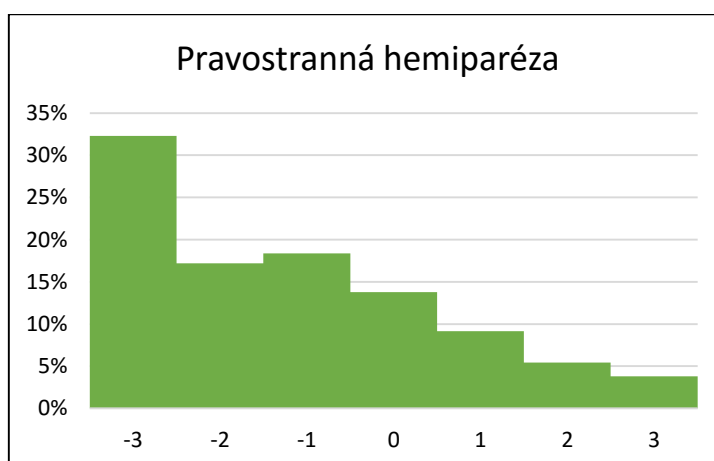


Obrázek 8 Záznam GazePlot (vlevo) a HeatMap (vpravo) u probanda s levostrannou hemiparézou

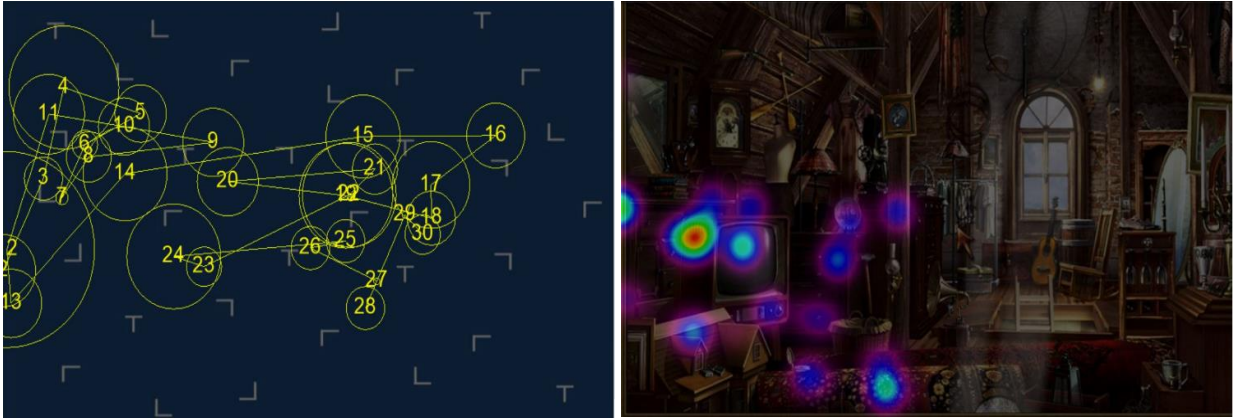
5.2 Porovnání skupiny s pravostrannou hemiparézou se skupinou s levostrannou hemiparézou a s kontrolní skupinou

Stejně jako u skupiny s levostrannou hemiparézou, i tady se ve výsledcích vyskytují určité rozdíly v rozmístění pozornosti. Na většině z grafů jsou vidět vyšší hodnoty v levostranných kvadrantech (-3 až -1) oproti skupině probandů s levostrannou hemiparézou a v grafu 2 i oproti kontrolní skupině. Naopak v pravostranných kvadrantech (1 až 3) jsou hodnoty nižší oproti skupině probandů s pravostrannou hemiparézou a v grafu 12 i oproti kontrolní skupině.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že probandi s pravostrannou hemiparézou vnímají méně pravou polovinu prostoru ve srovnání s probandy s levostrannou hemiparézou a v některých případech i ve srovnání s kontrolní skupinou a naopak ve srovnání s oběma skupinami více vnímají levou polovinu prostoru. Opět pro lepší znázornění uvádím kazuistiku jednoho probanda s pravostrannou hemiparézou. Jedná se o muže, 65 let, praváka po iCMP s lézí v povodí ACM vlevo. Hodnota ztráty dat při měření byla 9%. Graf 15 znázorňuje výraznou predilekci levé poloviny zorného pole a výrazné zanedbávání pravé poloviny. Nejvyšší naměřená hodnota byla v kvadrantu -3 a činila 54 014 ms. Nejnižší hodnotou bylo 6 377 ms v kvadrantu 3. Na záznamech úloh z programu OGAMA (Obrázek 9) je levostranná prostorová predilekce také evidentní. V záznamu GazePlot jsou sice některé fixace i v pravé polovině prostoru, avšak převaha počtu a doby trvání fixací je v levé polovině. Obrázek s HeatMap záznamem zobrazuje fixace pouze v levé polovině.



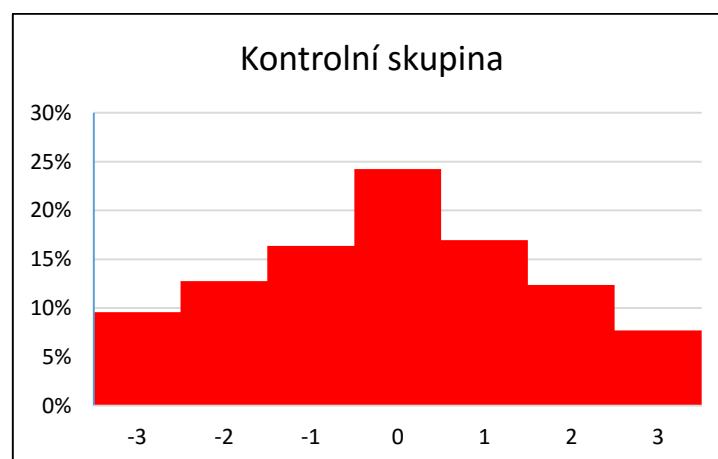
Graf 15 Rozložení prostorové predilekce u probanda s pravostrannou hemiparézou



Obrázek 9 Záznam GazePlot (vlevo) a HeatMap (vpravo) u probanda s pravostrannou hemiparézou

5.3 Kontrolní skupina

Jelikož porovnání kontrolní skupiny s levostrannou a pravostrannou hemiparézou je uvedeno v předchozích dvou kapitolách, zaměřím se v této kapitole pouze na kazuistiku vybraného probanda a porovnání všech tří kazuistik. Probandem byla žena, 24 let, levák. Ztráta dat čítala 1,47%. Graf 16 je důkazem toho, že proband bez prodělaného CMP vnímá prostor rovnoměrně, prakticky symetricky s maximem uprostřed. Právě od prostřední části prostoru pak vyhledává informace směrem ke stranám. Maximální hodnota je tedy uprostřed (nulový kvadrant) a činí 52 925 ms, nejnižší hodnotou je 16 834 ms v kvadrantu 3 a v kvadrantu -3 27 895 ms. Z OGAMA záznamů (Obrázek 10) lze také vyčíst rovnoměrné rozložení fixací po celé ploše a to jak z GazePlot záznamu, tak z HeatMap záznamu.

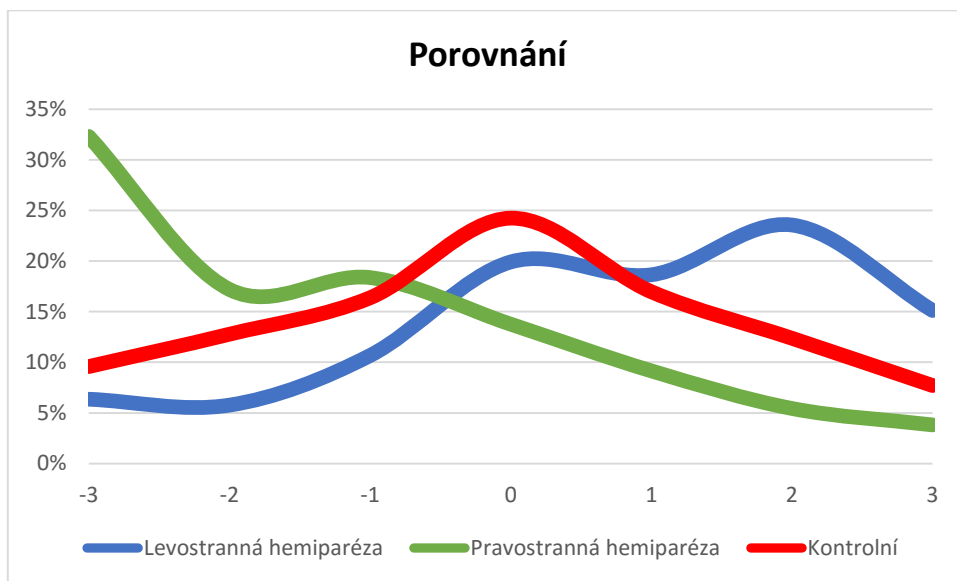


Graf 16 Rozložení prostorové predilekce u probanda z kontrolní skupiny



Obrázek 10 Záznam GazePlot (vlevo) a HeatMap (vpravo) u probanda z kontrolní skupiny

K porovnání všech tří kazuistik slouží níže uvedený Graf 17. Na tomto grafu je jasně znázorněna predilekce prostoru u probandů po prodělané CMP v porovnání se zdravým probandem. Křivka zdravého probanda má vrchol uprostřed a rovnoměrně se snižuje směrem ke stranám. Nejvyšší hodnotou probanda s levostrannou hemiparézou je kvadrant 2 a postupně se tato křivka snižuje směrem k levé straně. A nejvyšší hodnota probanda s pravostrannou hemiparézou byla v kvadrantu -3 a hodnota se postupně snižuje směrem pravému poli.



Graf 17 porovnání kazuistik

5.4 Závislost věku na kvalitě záznamu

Posledním hodnoceným údajem v praktické části je závislost naměřeného záznamu na věku probanda. Ve skupině do 30 let, kam spadalo 8 probandů, byl průměr ztráty naměřeného záznamu 2, 97%. Do věkové skupiny 30 let až 55 let bylo zařazeno 7 probandů, průměr ztrát

byl 3, 99%. Nejpočetnější skupinou s devíti probandy byla věková skupina 55 až 70 let a jejich průměr ztrát byl 8,5%. Nad 70 let bylo změřeno 6 probandů a jejich průměr ztracených hodnot je 5,5%. Z těchto číselných údajů k určitému mírnému zhoršení kvality záznamu u starších lidí dochází. Tyto nuance ale nejsou natolik velké, aby nějak významně ovlivnili průběh našeho měření.

5.5 Limity práce

V průběhu měření vyvstalo hned několik nedostatků a limitací, které ovlivnily výsledky našeho měření. První limitací ovlivňující naše výsledky je značně nehomogenní vzorek zkoumaných probandů. Výskyt poruch vizuospeciálního vnímání je vztahován k určité oblasti v mozku a to zejména k oblasti parietotemporální. Funkčně jsou sakadické pohyby úzce spjaty s vizuospeciální orientací. Síť kortikálních oblastí kontrolujících sakádu je zapojena do prostorového vnímání a orientace. V důsledku toho by mělo dojít k poškození v obou kategoriích. Pacienti s poruchou frontální a parietální kůry často vykazují kombinaci sakadických a vizuospeciálních poruch, z nichž většina jsou místně specifické (Heide et Kömpf, 1998, p. 164).

Zadní parietální kůru lze považovat za centrum pro reflexní zkoumání prostoru s dominancí v pravé hemisféře. Léze způsobí percepčně smyslový typ hemineglectu, což také zahrnuje kontralaterální deficit vizuálního vnímání. Tato oblast je také zásadní pro prostorové programování sakád. Frontální zrakové pole je nezbytné pro systematické úmyslné zkoumání prostoru a to zejména v případě, kdy vizuální scéna neobsahuje žádné zajímavé podněty pro zrakovou pozornost. Dorsolaterální prefrontální pole slouží jako prostorová pracovní paměť pro sakádu interně reprezentovaných vizuálních cílů a je zapojena do potlačení nežádoucích reflexních sakád. Suplementární motorické pole je zapojeno do časování a spouštění sakadických sekvencí (Heide et Kömpf, 1998, p. 170).

Ve skupině probandů s levostrannou hemiparézou bylo 7 probandů s ischemickou CMP s lézí a. cerebri media vlevo, jeden proband s ischemickou CMP s lézí v bazálních gangliích, jeden s ischemickou CMP s lézí v oblasti a. basilaris a jeden s intracerebrální hemoragií frontoparietálně vlevo zároveň se subarachnoideálním krvácením. Skupinu probandů s pravostrannou hemiparézou tvořili 3 probandi s ischemickou CMP s lézí v a. cerebri media vpravo, jeden proband po subarachnoideálním krvácení parietálně, jeden proband po tranzitorních ischemických atakách ve vertebrobasilárním povodí, jeden proband s ischemickým CMP s lézí ve vertebrobasilárním povodí, jeden proband s ischemickým CMP

s krvácením v oblasti pontu, jeden proband s ischemickou CMP s lézí v oblasti a. cerebri posterior, jeden proband s hemoragickou CMP v oblasti bazálních ganglií vpravo a jeden pacient s ischemickým CMP v oblongatě při okluzi a. vertebralis. Saj a Vuilleumier (2007, p. R1061) uvádějí, že nejčastější etiologií neglectu bývá velký infarkt v oblasti a. cerebri media. V naší studii však bylo pouhých 10 (z celkových 20) probandů s infarktem v oblasti a. cerebri media.

Další limitací byl vyšší věk testovaných probandů. Jak již výsledky z druhé vědecké otázky naznačují, záznam u probandů s vyšším věkem je o něco horší kvality v porovnání s mladšími probandy. Při samotném měření byl problém nastavit u starších probandů přístroj The Eye Tribe tak, aby bylo dosaženo vysoké kvality při kalibraci. U mladších probandů nebyl problém získat kvalitu kalibrace v hodnotě „perfect“ (tedy vynikající). U starších probandů byla častěji kvalita „good“ (tedy dobrý) či „moderate“ (tedy mírný či průměrný). Bergstrom et al. (2013, p. 541) ve své práci uvádějí, že starší lidé se při plnění úkolů na webových stránkách dívali častěji do středové oblasti a plnění úkolů jim trvá déle. Delší trvání při plnění úkolů můžeme potvrdit i v naší studii. Někteří ze starších probandů měli i potíž danou úlohu pochopit a podařilo se jim to často až v momentě, kdy vypršel časový limit pro danou úlohu. Stárnutí je přirozený proces, se kterým dochází ke ztrátě některých neuronů a dendritických synapsí v rozdílných částech nervového systému, modifikacím specifických neurotransmiterových systémů a oblastním změnám v krevní cirkulaci mozku. Tyto změny mohou zapříčinit zhoršení kontroly okohybných svalů. Zvýšená proměnlivost zájmu u starších jedinců je pravděpodobně způsobena nespécifickými změnami v bdělosti a pozornosti, jež se často vyskytuje stárnutím. S rostoucím rozsahem stimulu klesá zisk hladkých a sakadických pohybů. To je zapříčiněno s největší pravděpodobností věkově závislou neurální degenerací v určitých visuomotorických drahách (Moschner et Baloh, 1994, p. M237).

Dalším z faktorů, který mohl mít vliv na výsledky měření je vhodnost výběru úkolů k měření. U mnoha úloh bylo přesně dáno, co má daný proband plnit. Tyto úlohy tím pádem trochu zastírají vlastní prostorovou preferenci daného probanda. Jelikož je přesně dáno, co kde v prostoru hledat, tak je proband nucen svůj pohled do daného místa opravdu směřovat. Lepší volbou by byl vyšší počet úloh bez pátrání po konkrétním objektu. Dobrým příkladem tohoto úkolu z našeho měření je úkol s vyhledáváním a pojmenováváním předmětů v prostoru (viz Příloha 14 a Příloha 17). V této úloze má proband pouze hledat a pojmenovat věci, které v prostoru vidí. Není však určeno, které konkrétně. Tudíž je možné v této úloze skutečně zaznamenat prostorovou preferenci daného probanda. Tato úloha se v měření vyskytovala ve 2 podobách - v normální a ve stranově převrácené. Toto opatření by mělo eliminovat zkreslení

výsledků při preferencích určitého předmětu. Vhodné úlohy pro toto měření by tedy měly být více osvobozené od příliš konkrétního zadání.

Poslední úvahou je, zda by na výsledky mohlo mít vliv praváctví a leváctví probandů. Praváci většinou mívají větší pravý čelní lalok oproti levému, levý spánkový a týlní větší ve srovnání s pravými a týlní roh levé postranní komory větší než pravý. Leváci mají o něco častěji také větší pravý čelní lalok než levý, ale v sestavách je větší podíl laloků stejně velkých či menších napravo oproti levé straně než je tomu u praváků. Stejně tak je tomu u týlního laloku a týlního rohu postranní komory. Sylviova rýha (oddělující čelní lalok od spánkového) je u lidí co sami sebe označili za praváky na pravé straně výše a zároveň je nalevo delší, než u leváků. Vyšetření MRI dokládá, že největší vztah k velikosti anatomických rozdílů pravé a levé strany mozku má preference ruky. U praváků je širší pravý čelní a levý týlní lalok a dominance levého zrakového pole pro čtení u praváků je doprovázena širším levým temenním lalokem (Koukolík, 1997, p. 97).

Rozeznávání tváří jde podstatně lépe pravé hemisféře, než levé. Obě hemisféry jsou schopné zaměřit pozornost na bod jak v pravém, tak v levém zrakovém poli. Zrakové vyhledávání předmětů je v hemisférách vzájemně nezávislé a odlišné. Sakadické oční pohyby kontrolují obě hemisféry (Koukolík, 1997, p 103). Z výše uvedeného usuzuji, že praváctví a leváctví pravděpodobně naše výsledky příliš neovlivnilo.

ZÁVĚR

V práci jsme hodnotili, zda se u pacientů po cévní mozkové příhodě vyskytují poruchy vizuospaciálního vnímání, a dochází tak k určité stranové predilekci. Měření probíhalo pomocí metody eye tracking.

Ačkoli statisticky signifikantní se naše výsledky nejevily, přesto je z grafického hodnocení poznat, že se určité stranové predilekce ipsilezionálních prostorů u pacientů v akutní fázi po prodělané cévní mozkové příhodě vyskytují a to zejména při porovnání skupin s pravostrannou a levostrannou hemiparézou. Byla hodnocena i kvalita záznamu ve vztahu k věkovým skupinám probandů. Toto hodnocení také vyšlo statisticky nevýznamné, ačkoli při pohledu na samotné výsledky je určité zhoršení kvality záznamu patrné. Co se týče samotného měření, bylo by vhodnější vybrat úlohy méně konkrétní, aby měli probandí větší možnost svobody a tím se mohla více projevit prostorová predilekce.

V současné době se nevyskytují žádné studie, které by využívaly eye tracking k podobným účelům. Eye tracking je nejvíce využíván v kartografii a marketingu. Ve zdravotnictví pak při hodnocení např. schizofrenie. Jak ale naše studie prokázala, lze tuto metodu aplikovat i k diagnostice diskrétních poruch vizuospaciálních funkcí. Bylo by možné využít eye tracking metodu také u pacientů, kteří měli v akutní fázi nemoci klinicky významný neglect syndrom, který však již odezněl. V tomto případě by bylo zajímavé zjistit, zda u těchto pacientů stále přetrvávají nějaké stranové predilekce.

6 ZDROJE

ARCINIEGAS, D. B., ANDERSON, C. A., FILLEY, C. M. 2013. *Behavioral neurology and neuropsychiatry*. New York, NY, US: Cambridge University Press, 2013. 668 pp. ISBN 978-0-521-87501.

ARX von, S. W., MÜRI, R. M., HEINEMANN, D., HESS, C. W., NYFFELER, T. 2010. Anosognosia for cerebral achromatopsia – A longitudinal case study. *Neuropsychologia*. 2010, vol. 48, no. 4, pp. 970–977 [cit. 2016-05-18]. ISSN 00283932.

AMBLER, Z. 2011. *Základy neurologie*. 7. vydání. Praha: Galén, 351 pp. ISBN 978-80-7262-707-3.

ÁLVAREZ, R., MASJUAN J. 2016. Visual ataxia. *Revista Clínica Española* [online]. 2016, vol. 216, no. 2, pp. 85–91 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S2254887415001009/1-s2.0-S2254887415001009-main.pdf?_tid=cc436f2e-19c4-11e6-abb1-00000aab0f02&acdnat=1463224551_b621104642750a68d5d2b5f6a23031e0.

BARTON, J.J.S., CORROW, S. L., KINGSTONE, A. 2016. Selectivity in acquired prosopagnosia: The segregation of divergent and convergent operations. *Neuropsychologia*. 2016, no. 83, pp. 76–87. ISSN 00283932.

BARTOLOMEO, P., THIEBAUT DE SCHOTTEN M., DORICCHI, F. 2007. Left Unilateral Neglect as a Disconnection Syndrome: the origin, evolution, and impact of *doi moi*. *Cerebral Cortex*. 2007, vol. 17, no. 11, pp. 2479–2490. ISSN 1047-3211.

BIEDERT, R., BUSCHER, G., DENGEL, A. 2009. The eye book – using eye tracking to enhance the reading experience. *Informatik-Spektrum* [online], vol. 33, pp. 272–281. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://ureca.recherche.univ-lille3.fr/sparrow/cesi2013/The%20eyeBook.pdf>.

BRÁZDIL, M. 2002. Neglect syndrom a „příznak skrytého vidění“. *Neurologie pro praxi* [online]. 2002, vol. 3, pp. 146–148 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: http://www.neurologiapreprax.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=2105&magazine_id=3.

- CARLESIMO, G. A., CASADIO, P., SABBADINI, M., CALTAGIRONE, C. 1998. Associative Visual Agnosia Resulting from a Disconnection Between Intact Visual Memory and Semantic Systems. *Cortex*. 1998, vol. 34, no. 4, pp. 563–576. ISSN 00109452.
- CUMMINGS, J. L., MEGA, M. S. 2003. *Neuropsychiatry and behavioral neuroscience*. New York: Oxford University Press. 428 pp. ISBN 0195138589.
- DALRYMPLE, K. A. 2013. A world unglued: simultanagnosia as a spatial restriction of attention. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013, vol. 7. pp. 1–10. ISSN 1662-5161.
- DELABARRE, E. B. A Method of Recording Eye-Movements. 1898. *The American Journal of Psychology* [online]. vol. 9, no. 4, pp. 572–574. [cit. 2015-05-18] Dostupné z: http://www.jstor.org/stable/pdf/1412191.pdf?_=1465836527146.
- DUC, H. A., BAYS, P., HUSAIN, M. 2008. Eye movements as a probe of attention. *Progress in Brain Research*, vol. 171, pp. 403–411. ISSN 0079-6123.
- DUCHOWSKI, A. T. 2003. *Eye tracking methodology: theory and practice*. New York: Springer, 360 pp. ISBN 1-85233-666-8.
- FARRAN, E. K., FORMBY, S. C. 2011. Visual perception and visuospatial cognition. *Neurodevelopmental Disorders Across the Lifespan*. Oxford University Press, 2011, 225 pp. ISBN 9780199594818.
- FITTS, P. M., JONES, R. E., MILTON, J. L. 1950. Eye movements of aircraft pilots during instrument landing approaches. *Aeronautical Engineering Review*, vol. 9, pp. 24–29.
- GABRIELI, J. D. E., WHITFIELD-GABRIELI, S. 2007. Attention to Neglect. *Neuron*. 2007, vol. 53 no. 6, pp. 776–777. ISSN 08966273.
- GIENKO, G., LEVIN, E. 2005. Eye-tracking in augmented photogrammetric technologies. *ASPRS 2005 Annual Conference “Geospatial Goes Global: From Your Neighborhood to the Whole Planet”* [online]. 2005, 8 pp. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ftp://ftp.ecn.purdue.edu/jshan/proceedings/asprs2005/Files/0043.pdf&gws_rd=cr&ei=QUf2VsbBLsmqU4OChIgJ.

GOLDBERG, Elkhonon. 2004. *Jak nás mozek civilizuje: čelní laloky a řídicí funkce mozku*. Překlad František Koukolík. Praha: Karolinum, 2004. 257 pp. ISBN 80-246-0713-1.

GULLI, G., MARKUS, H. S. 2012. The use of FAST and ABCD2 scores in posterior circulation, compared with anterior circulation, stroke and transient ischemic attack. *Journal of Neurology, Neurosurgery*. 2012, vol. 83, no. 2, pp. 228–229. ISSN 0022-3050.

HEIDE, W., KÖMPF, D. 1998. Combined deficits of saccades and visuo-spatial orientation after cortical lesions. 1998. *Exp Brain Res* [online]. no. 1, pp. 164–171 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s002210050558>.

HEILMAN, K. M., VALENSTEIN, E. (eds.). 2012. *Clinical neuropsychology*. 5th ed. Oxford: University Press. 690 pp. ISBN 978-0-19-538487-1.

HOLMQVIST, K. B., NYSTRÖM, M., ANDERSSON, R., DEWHURST, R., JARODZKA, H., WEIJER, J. 2015. *Eye tracking: a comprehensive guide to methods and measures*. 1st pub. in pbk. Oxford: Oxford University Press, 537 pp. ISBN 978-0-19-873859-6.

JEWELL, G., MCCOURT, M. E. 2000. Pseudoneglect: a review and meta-analysis of performance factors in line bisection tasks. *Neuropsychologia*. 2000, vol. 38, no. 1, pp. 93–110. ISSN 00283932.

KALVACH, P. 2010. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 456 pp. ISBN 978-802-4727-653.

KARNATH, H. O., RORDEN, C., TICINI, L. F. 2009. Damage to White Matter Fiber Tracts in Acute Spatial Neglect. *Cerebral Cortex*, vol. 19, no. 10, pp. 2331–2337 [cit. 2016-04-10]. ISBN 10.1093/cercor/bhn250.

Dostupné z: <http://www.cercor.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/cercor/bhn250>.

KERKHOFF, G., SCHENK, T. 2012. Rehabilitation of neglect: An update. *Neuropsychologia*, [online]. vol. 50, no. 6, pp. 1072–1079. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0028393212000504/1-s2.0-S0028393212000504-main.pdf?_tid=6873332e-316d-11e6-bb06-00000aab0f01&acdnat=1465825845_1dc6622c246db20be4b4198a9014848c.

KOUKOLÍK, F. 1997. *O vztahu lidského mozku a chování: strukturální a funkční podklady některých neuropsychiatrických chorob*. Praha: Karolinum. 256 pp. ISBN 80-7184-276-1.

KUCHYNKA, P. et al. 2007. *Oční lékařství*. 1.vyd. Praha: Grada, 2007. 768 pp. ISBN 978-80-247-1163-8.

LI, X., COLTEKIN, A. A., KRAAK, M. J. 2010. Visual exploration of eye movement data using the Space-Time-Cube. *Geographic Information Science, Lecture Notes in Computer Science* [online]. vol. 6292, pp. 295–309. [cit. 2016-03-16] Dostupné z: <http://www.geo.uzh.ch/~arzu/publications/li-coltekin-kraak-LNCS2010.pdf>.

MARTIN, G, VALENSTEIN, E. (ed.). 2006. *Human neuropsychology*. 2nd ed. New York: Pearson/Prentice Hall. 536 pp. ISBN 978-013-1974-524.

MENDEZ, M. F., CHERRIER, M. M. 2003. Agnosia for scenes in topographagnosia. *Neuropsychologia*. 2003, vol. 41, no. 10, pp. 1387–1395. ISSN 00283932.

MENON, A., KORNER-BITENSKI, N. 2004. Evaluating Unilateral Spatial Neglect Post Stroke: Working Your Way Through the Maze of Assessment Choices. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. vol. 11, no. 3, pp. 41–66 [cit. 2016-06-13]. ISBN 10.1310/KQWL-3HQL-4KNM-5F4U. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/KQWL-3HQL-4KNM-5F4U>.

MERVIS, C. B., ROBINSON, B. F., PANI, J. R. 1999. Cognitive and Behavioral Genetics '99: Visuospatial Construction. *Am. J. Hum. Genet* [online]. 1999, vol. 65, no. 5, pp. 1222–1229 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0002929707621272/1-s2.0-S0002929707621272-main.pdf?_tid=87ed96b0-1cee-11e6-8fc6-00000aacb35d&acdnt=1463572329_cd0f7f90a6a5cc8a566adb45866f9f2c.

MORT, D. J., MALHOTRA, P., MANNAN, S. K., RORDEN, C., PAMBAKIAN, A., KENNARD, C., HUSAIN, M. 2003. The anatomy of visual neglect. *Brain*. 2003, vol. 126, no. 9, pp. 1986–1997 [cit. 2016-03-20]. ISSN 1460-2156.

MOSCHNER, C., BALOH, R. W. 1994. Age-Related Changes in Visual Tracking. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCE* [online]. 1994, vol. 49, no. 5, pp. M235–M238 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://geronj.oxfordjournals.org/content/49/5/M235.short>

- KLEINMAN, J. T., NEWHART, M., DAVIS, C., HEIDLER-GARY, J., GOTTESMAN, R. F. HILLIS, A. E. 2007. Right hemispatial neglect: Frequency and characterization following acute left hemisphere stroke. *Brain and Cognition* [online]. 2007, vol. 64, no. 1, pp. 50–59 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278262606002454>.
- McDERMOTT, A. 2012. Catherine Bergego Scale (CBS) [online]. Montreal: Stroke Engine [cit. 2015-21-05]. Dostupné z: <http://www.strokengine.ca/assess/cbs/>.
- PARTON, A., MALHOTRA, P., HUSAIN, M. 2004. Hemispatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [online], vol. 75., no. 1. pp. 13–21 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1757480/pdf/v075p00013.pdf>.
- PERNICE, K., NIELSEN, J. 2009. Eyetracking web usability: how to conduct and evaluate usability studies using eyetracking. *Berkeley (Nielsen Norman Group)* [online]. 159 pp. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: https://media.nngroup.com/media/reports/free/How_to_Conduct_Eyetracking_Studies.pdf.
- PLUMMER P., MORRIS, M. E, DUNAI, J. 2003. Assessment of unilateral neglect. *Phys Ther* [online]. vol. 83, no. 8, pp. 732–740. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://ptjournal.apta.org/content/ptjournal/83/8/732.full.pdf>.
- POPELKA, S., BRYCHTOVÁ, A, VOŽENÍLEK V. 2012. Eye-tracking a jeho využití při hodnocení map. *Geografický časopis Geografický ústav SAV*, pp. 71–87. ISSN 0016-7193.
- POPELKA, S., BRYCHTOVÁ, A. 2013. Eye-tracking – historie, principy, využití, aplikace v kartografii. *Prezentace ze seminářů na Masarykově Univerzitě*.
- PURVES, D., AUGUSTINE, G. J., FITZPATRICK, D., HALL, W. C., LAMANTIA, A., MCNAMARA, J. O., WILLIAMS, S. M. c2004. *Neuroscience*. 3rd ed. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, Publishers, 773 pp. ISBN 08-789-3725-0.
- RAIHA, K. J., AULA, A., MAJARANTA, P., RANTALA, H., KOIVUNEN, K. 2005. Static visualization of temporal eye-tracking data. *Human – computer interaction – INTERACT, Lecture Notes in Computer Science* [online], vol. 3585, pp. 946–949. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F11555261_76#page-1.

ROBERTSON, I. H., MARSHALL, J. C. 1993. *Unilateral Neglect: Clinical And Experimental Studies*. 2. vydání. Hove: Lawrence Erlbaum Associates Ltd. 366 pp. ISBN 0863772080.

ROMANO BERGSTROM, J. C., OLMSTED-HAWALA, E. L., JANS M. E. 2013. Age-Related Differences in Eye Tracking and Usability Performance: Website Usability for Older Adults. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2013, vol. 29, no. 8, pp. 541–548 [cit. 2016-04-09]. ISSN 1044-7318.

RORDEN, Ch., HJALTASON, H., FILLMORE, P., FRIDRIKSSON, J., KJARTANSSON, O., MAGNUSDOTTIR, S., KARNATH, H. 2012. Allocentric neglect strongly associated with egocentric neglect. *Neuropsychologia*. 2012, vol. 50, no. 6, pp. 1151–1157. ISSN 00283932.

SAEVARSSON, S., HALSBAND, U., KRISTJÁNSSON, Á. 2011. Designing Rehabilitation Programs for Neglect: Could 2 Be More Than 1?. *Applied Neuropsychology* [online]. vol. 18, no. 2, pp. 95–106. [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4544767/>.

SAJ, A., VUILLEUMIER, P. 2007. Neglect: Remembering the Space Left Behind. *Current Biology*. 2007, vol. 17, no. 24, pp. R1060–R1062. ISSN 09609822.

STACHO, J., KROBOT, A., HÁJKOVÁ M. 2016. Poruchy percepcie priestoru a vizuospeciálních funkcí u pacientů po CMP. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2016, vol. 23, no. 1, pp. 3–9. ISSN 1803-6597.

ŠIKL, R. 2012. *Zrakové vnímání*. 1. vyd. Praha: Grada. Psyché (Grada). 312 pp. ISBN 978-80-247-3029-5.

VLEET, T. M., HELDT, S. A., PYTER, B., CORWIN, J. V., REEP, R. L. 2003. Effects of light deprivation on recovery from neglect and extinction induced by unilateral lesions of the medial agranular cortex and dorsocentral striatum. *Behavioural Brain Research* [online]. vol. 138, no. 2, pp. 165–178. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0166432802002462/1-s2.0-S0166432802002462-main.pdf?_tid=b57ebd86-3173-11e6-afd2-0000aacb360&acdnat=1465828551_af668812eaa231123c92df9e6ffcab3.

VOßKÜHLER, A. 2009. OGAMA Description. In: OGAMA: open gaze and mouse analyzer [online]. Berlin: Freie Universität Berlin, [cit. 2013-08-09]. Dostupné z: <http://www.ogama.net/sites/default/files/pdf/OGAMA-DescriptionV25.pdf>.

YARBUS, A. L. 1967. *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press. pp. 7–27. ISBN 978-0306302985.

YORK, C. D., CERMAK, S. A.. 1995. Visual Perception and Praxis in Adults After Stroke. *The American Journal of Occupational therapy* [online]. 1995, no. 49, pp. 543–550 [cit. 2016-02-09]. Dostupné z: <http://ajot.aota.org/article.aspx?articleid=1871782>.

ZEKI, S. Cerebral akinetopsia (visual motion blindness) review. *Brain* [online]. 1991, no. 114, pp. 811–824 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://brain.oxfordjournals.org/content/brain/114/2/811.full.pdf>.

ZILLMER, E., SPIERS, M., CULBERTSON W. C. 2008. *Principles of neuropsychology*. 2nd ed. United States: Thomson/Wadsworth. 608 pp. ISBN 04-950-0376-X.

7 Seznam zkratek

a. – arterie

ACM – arteria cerebri media

AJ – anglický jazyk

CBS – Catherine bergego scale

cm - centimetr

CMP – cévní mozková příhoda

ČJ – český jazyk

FOV – zorné pole

EOG – elektrookulografie

et – a

et al. – a kolektiv

Hz – hertz

iCMP – ischemická cévní mozková příhoda

ISBN International Standard Book Number

ISSN International Standard Serial Number

KO – kontrolní skupina

LH – levostranná hemiparéza

MRI – magnetická rezonance

ms – milisekunda

p. – page

P1 – P4 – Purkyňovy obrázky

pp. – pages

PET – pozitronová emisní tomografie

PH – pravostranná hemiparéza

příl. – příloha

r. – rok

s – sekunda

s. – strana

USB – universal serial bus

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Allocentrický a egocentrický neglect (Rorden et al., 2012, p. 1152).	16
Obrázek 2 Vizualní oblasti kůry mozku.....	19
Obrázek 3 Čtyři Purkyňovy obrázky (Popelka et al. 2012, p. 75).	23
Obrázek 4 GazePlot (OGAMA).....	25
Obrázek 5 GazeReplay (OGAMA).....	25
Obrázek 6 HeatMap (OGAMA).....	26
Obrázek 7 Měření pomocí Eye Tribe.....	31
Obrázek 8 Záznam GazePlot (vlevo) a HeatMap (vpravo) u probanda s levostrannou hemiparézou.....	46
Obrázek 9 Záznam GazePlot (vlevo) a HeatMap (vpravo) u probanda s pravostrannou hemiparézou.....	48
Obrázek 10 Záznam GazePlot (vlevo) a HeatMap (vpravo) u probanda z kontrolní skupiny	49

9 Seznam grafů

Graf 1 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u všech úkolů ...	34
Graf 2 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – všechny úkoly.....	35
Graf 3 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 1	36
Graf 4 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 1.....	36
Graf 5 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 5	37
Graf 6 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 5.....	38
Graf 7 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 8	39
Graf 8 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 8.....	39
Graf 9 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu – Slide 12	40
Graf 10 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 12.....	41
Graf 11 Srovnání pravostranné CMP, levostranné CMP a kontrolní skupiny u úkolu –	42
Graf 12 Jednotlivé kvadranty (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) u každé skupiny – Slide 26.....	42

Graf 13 Závislost věku na kvalitě záznamu.....	43
Graf 14 Rozložení prostorové predilekce u probanda s levostrannou hemiparézou	46
Graf 15 Rozložení prostorové predilekce u probanda s pravostrannou hemiparézou	47
Graf 16 Rozložení prostorové predilekce u probanda z kontrolní skupiny	48
Graf 17 porovnání kazuistik	49

10 Seznam příloh

Příloha 1 Anamnestické údaje	64
Příloha 2 Informovaný souhlas.....	65
Příloha 3 Line bisection test	66
Příloha 4 Albertův test.....	67
Příloha 5 Single letter cancellation test	68
Příloha 6 Clock Drawing Test	69
Příloha 7 CBS scale	70
Příloha 8 Karlův most (předměty, které na obrázek nepatří)	71
Příloha 9 Spočítej balónky s provázkem	71
Příloha 10 Bludiště	72
Příloha 11 Katedrála sv. Václava (hledání číslic 1-10)	72
Příloha 12 Hledání písmene (úkol 6, 9, 13).....	73
Příloha 13 Bludiště, stranově převrácené	73
Příloha 14 Místnost s předměty	74
Příloha 15 Hledání obrazců tvaru "T"	74
Příloha 16 Hledání geometrický obrazců (úkol 11, 15)	75
Příloha 17 Místnost s předměty stranově převrácená.....	75
Příloha 18 Stranová symetrie	76
Příloha 19 Sledování obrázků.....	76
Příloha 20 Hledání názvů zvířat	77
Příloha 21 Sledování obrázků.....	77
Příloha 22 Hledání písmen T	78
Příloha 23 Naleznutí postavy.....	78

Příloha1 Anamnestické údaje

Základní anamnestické údaje

Iniciály:

Věk:

Počet dní od prodělaného iktu:

Typ iktu: hemorrhagický / ischemický

Postižená strana: pravá / levá

Dominantní končetina: pravá / levá

Zrakové vady: ANO / NE

Pokud ANO, jaké:

Příloha 2 Informovaný souhlas



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Etická komise

Tř. Svobody 8, 771 11 Olomouc

Tel./fax: +420 585 632 858, E-mail: lenka.stloukalova@upol.cz

Informovaný souhlas

pro výzkumný projekt: Eye tracking vyšetření predilekce očních pohybů u pacientů po CMP

období realizace: březen 2015-březen 2016

řešitelé projektu: Mgr. Jiří Stacho (hlavní řešitel projektu)

Bc. Markéta Hájková (spoluřešitelka projektu)

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je zkoumat oční pohyby u pacientů po cévní mozkové příhodě pomocí přístroje Eye Tribe. Na monitor počítače Vám budou promítány různé obrázky, které budete po předem stanovenou dobu sledovat, a speciální kamera bude snímat Vaše oční pohyby. Jedná se o vyšetření zcela bezbolestné. Všechna data budou sloužit pouze k potřebám projektu a budou ukládána zcela anonymně. Z účasti na projektu pro Vás nevyplývají žádná rizika. Navíc se můžete dozvědět více o Vašem zdravotním stavu. Pokud s účastí na projektu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném projektu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na projektu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží moje osoba (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____

_____ V _____ dne: _____

Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu (zákonného zástupce): _____

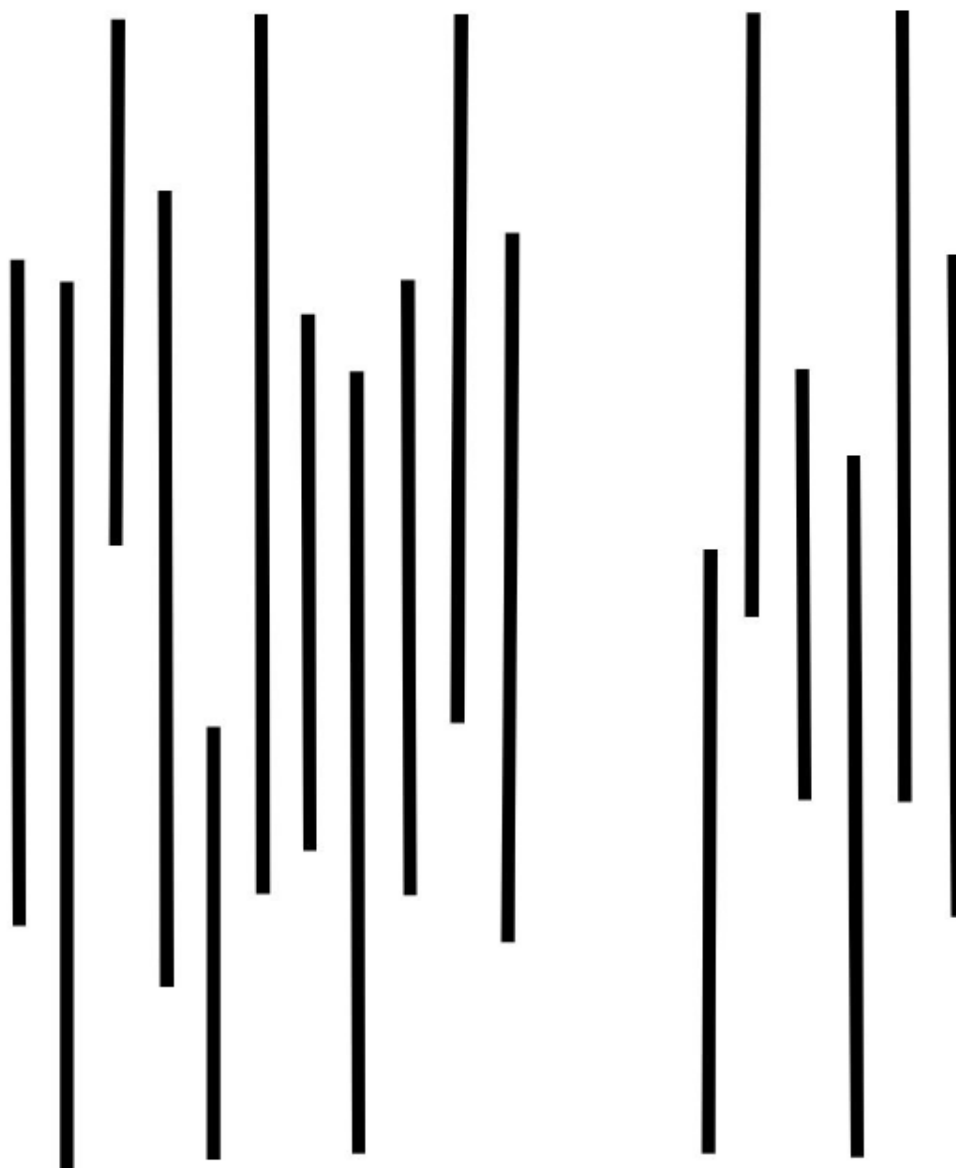
_____ V _____ dne: _____

Bank. spojení: KB, a.s., Olomouc
Č. ú.: 19-1096330227/0100

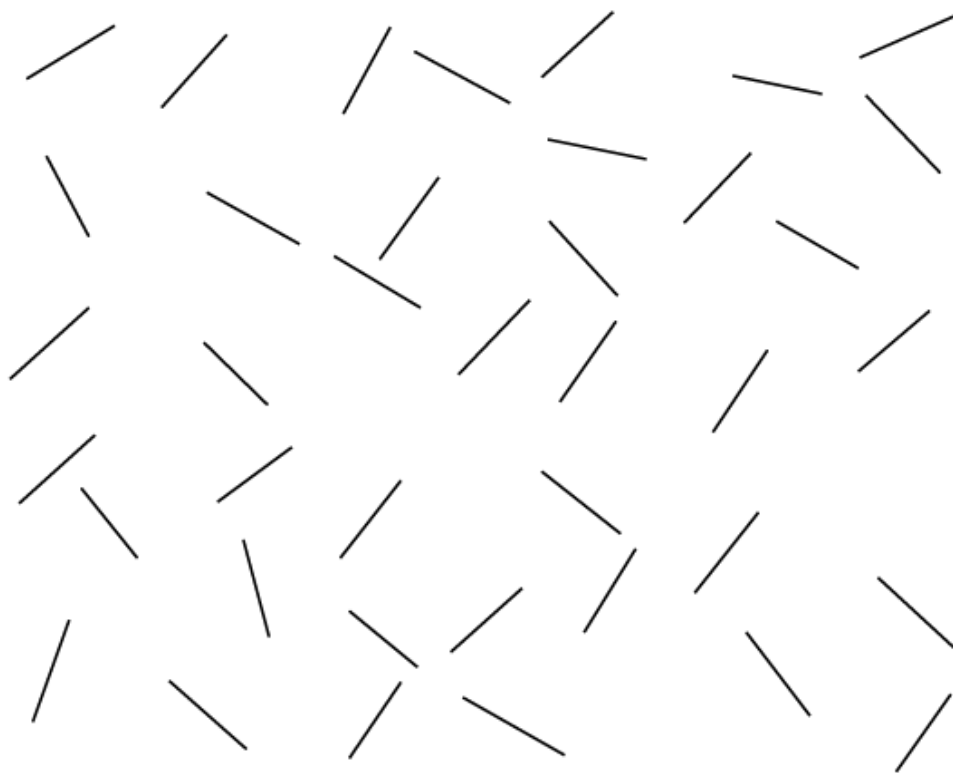
IČ: 61989592
DIČ: CZ61989592

Tel.: +420 585 632 858
Internet: www.upol.cz

Příloha 3 Line bisection test



Příloha 4 Albertův test



Příloha 5 Single letter cancellation test

CANCELLATION SHEET

Test Date: _____

B H D F C H C F H G I H C H I H B D A H C F B H D E H D A F H I C H F H B A F H E H F H C B D H F G H E
 H E G H F E H D H F H C B F H A D H C E H I H G D H G E B H E G H I H C H E H F C I H E B H G F D H B E
 H B H A E H B H C F A H F H G H C G D H C B A H G D E H C H B E H D G H D A F H B I F H E B H D H E H G
 H D G A H C H F B H A F H E B F H C D H F H G E H B H D H F A C H C H F D I H C B I H B H A C H D H F B
 E H B H G B I H C E H A F H I H E B H G F B H F A H E B G H G F E H D B H B H C F H A D C H E I H F H G
 H D C B H E D G H A D F H B H I G E H G H D E H C G H D H E B A H F B H C D A H G B H C H D F H C A I H

Number of Errors: _____

Test 1 Scanning Score: _____

Test 2 Spatial Neglect Score: _____

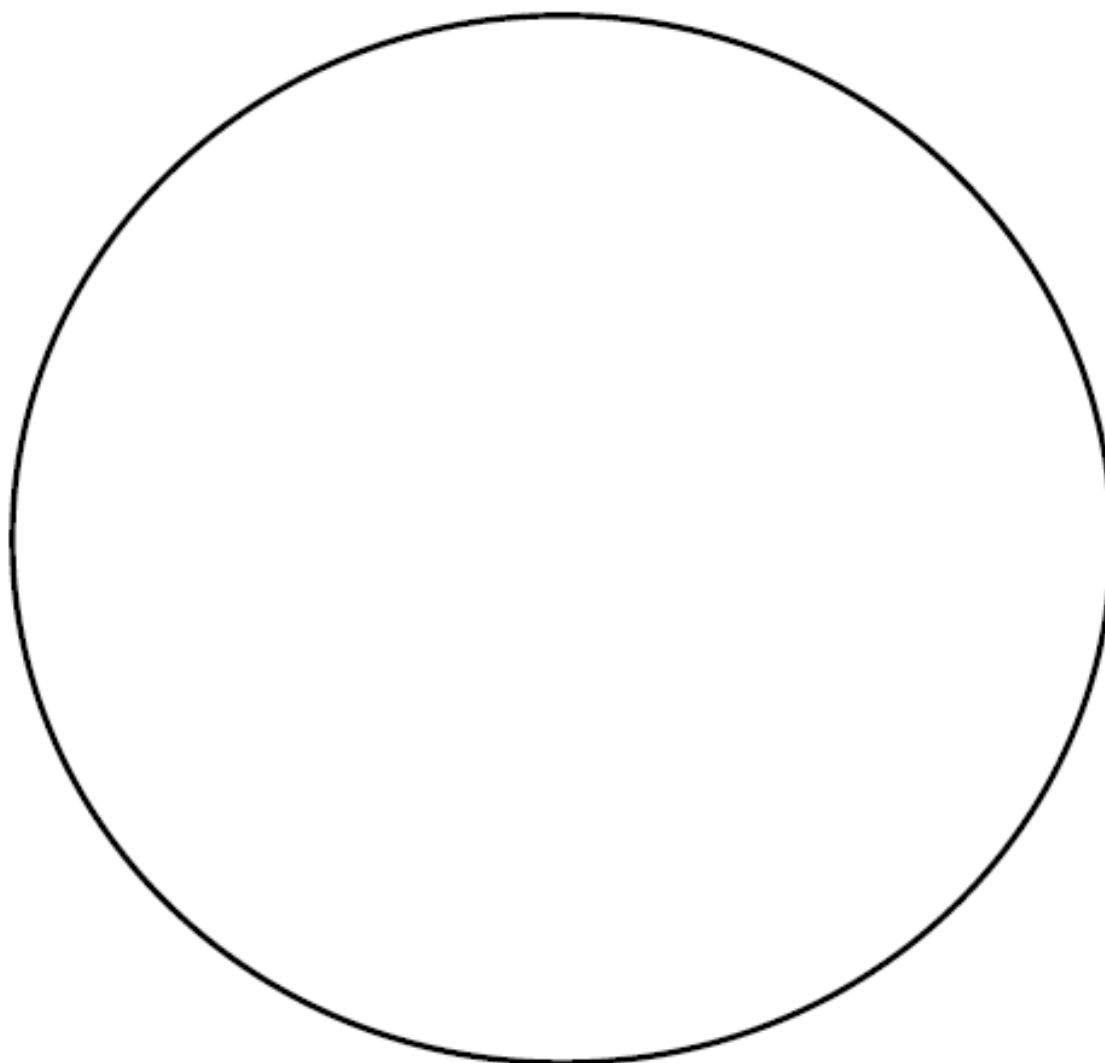
Revised Canada: A Division of Thomson Canada Limited 1989. All rights reserved. Printed in Canada

Příloha 6 Clock Drawing Test

Clock Drawing Test

Patient's Name: _____

Date: _____



Příloha 7 CBS scale

CBS

0=bez obtíží

1=mírné obtíže

2=střední obtíže

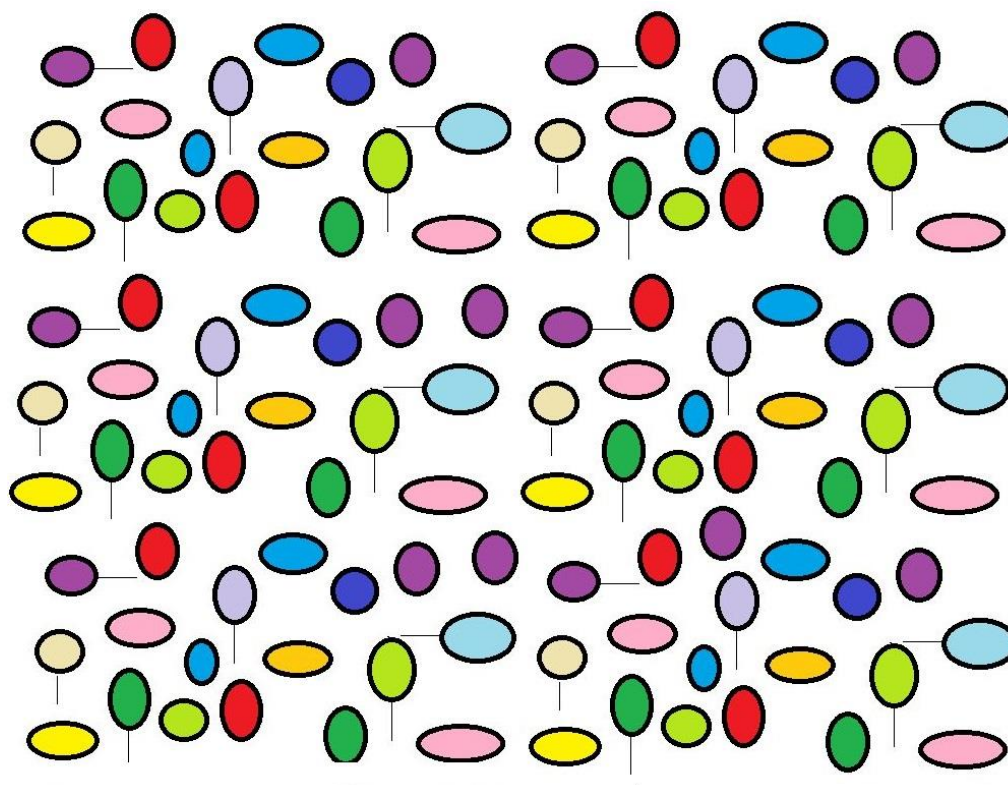
3=těžké obtíže

1. Zapomenete si někdy upravit či oholit levou polovinu obličeje?
2. Míváte obtíže při oblékání levého rukávu nebo pantofle?
3. Zapomenete někdy sníst jídlo z levé poloviny talíře?
4. Zapomenete si někdy očistit levou polovinu úst po jídle?
5. Máte někdy obtíže při pohledu doleva?
6. Zapomínáte někdy na polohu levé poloviny těla? (např. zapomenete někdy opřít levý loket o opěrku, nebo levou nohu o stupačku vozíku, nebo zapomenete použít levou paži, když ji potřebujete)
7. Míváte někdy potíže vnímat zvuky zleva či lidi, které na vás mluví z levé strany?
8. Máte někdy kolizi s lidmi a objekty na levé straně, jako jsou dveře nebo nábytek (ať už při chůzi nebo jízdě na vozíku)
9. Máte někdy potíže najít svou cestu směrem doleva při jízdě na známých místech nebo v rehabilitačním zařízení?
10. Dělá vám někdy problém nacházení osobních věcí v pokoji či koupelně situovaných na levé straně?

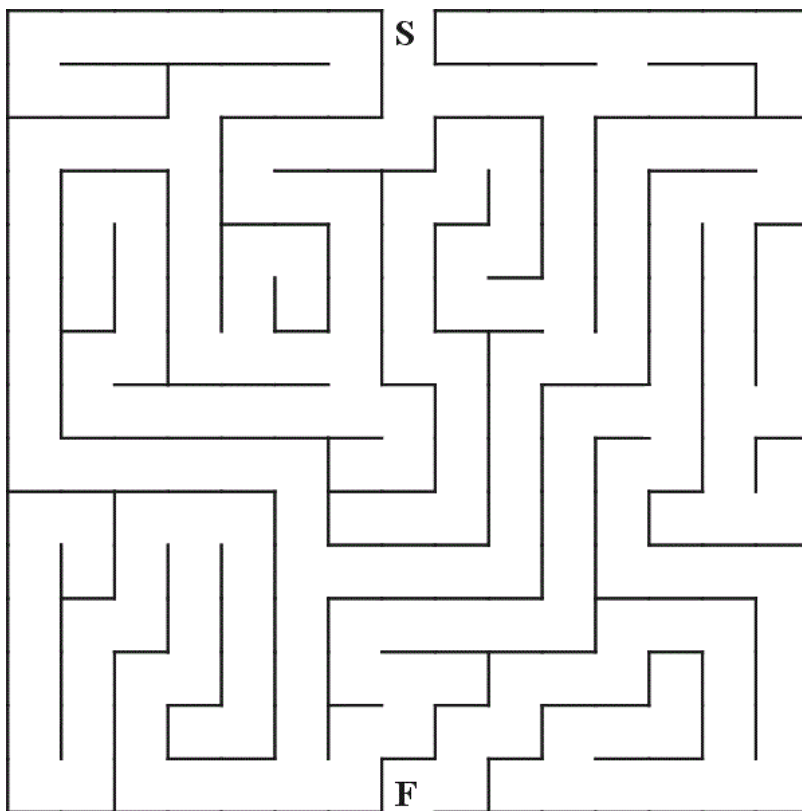
Příloha 8 Karlův most (předměty, které na obrázek nepatří)



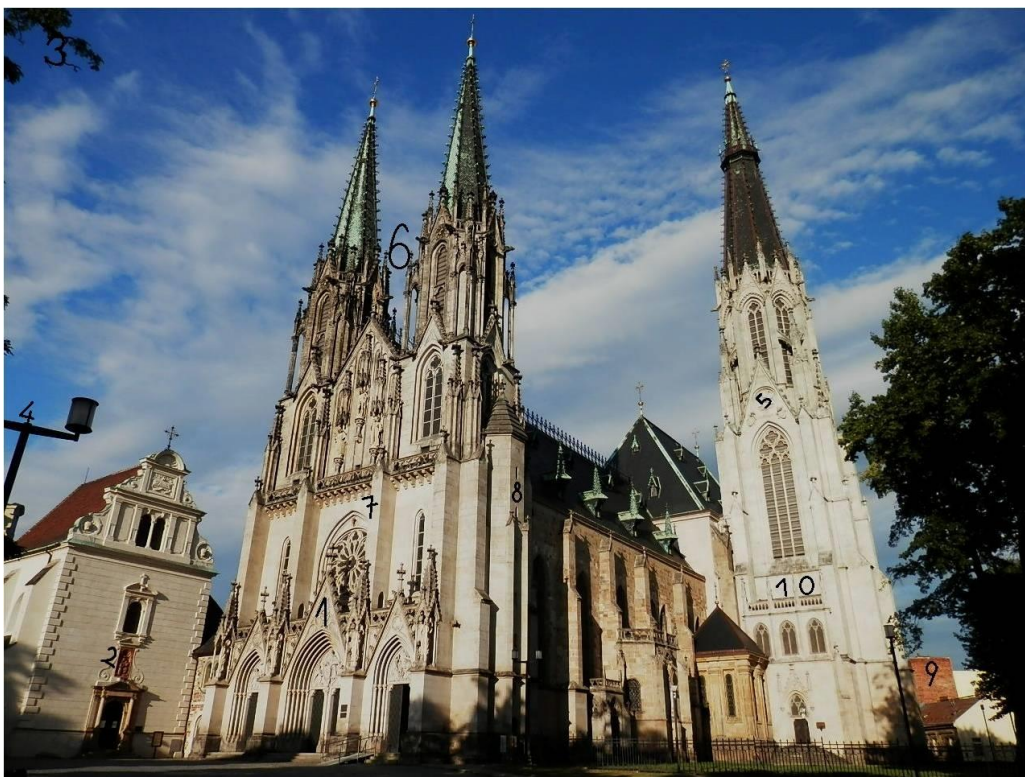
Příloha 9 Spočítej balónky s provázkem



Příloha 10 Bludiště



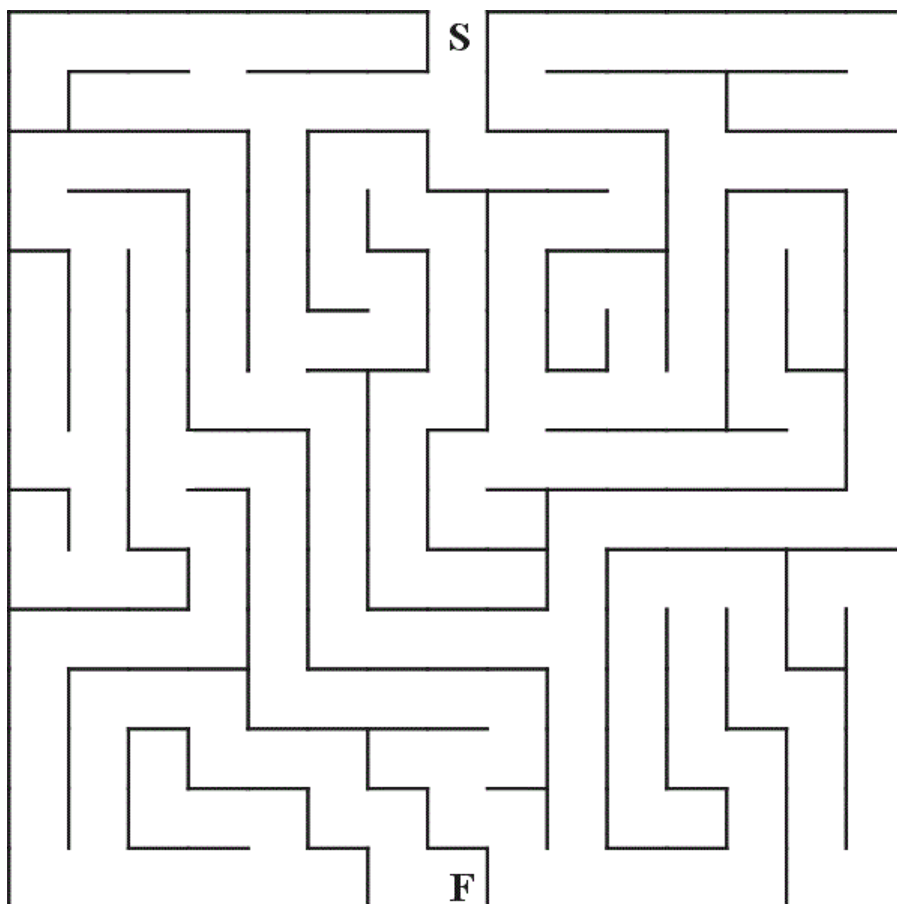
Příloha 11 Katedrála sv. Václava (hledání číslic 1-10)



Příloha 12 Hledání písmene (úkol 6, 9, 13)

B G P R E L K S I F N L A I E R H J I B F I
J N A D U F H Q P O J N F D K L A M N
O I J A N F P O Q E K J N G A N N M A

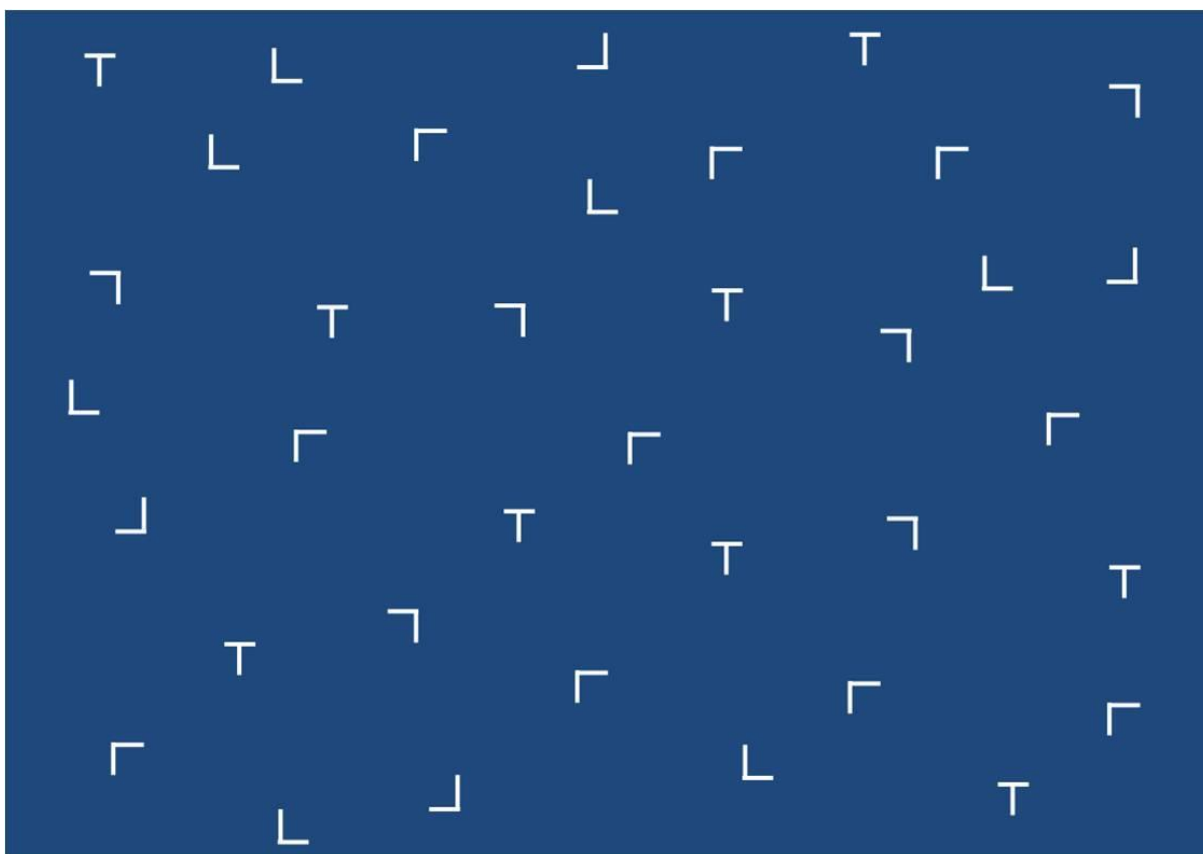
Příloha 13 Bludiště, stranově převrácené



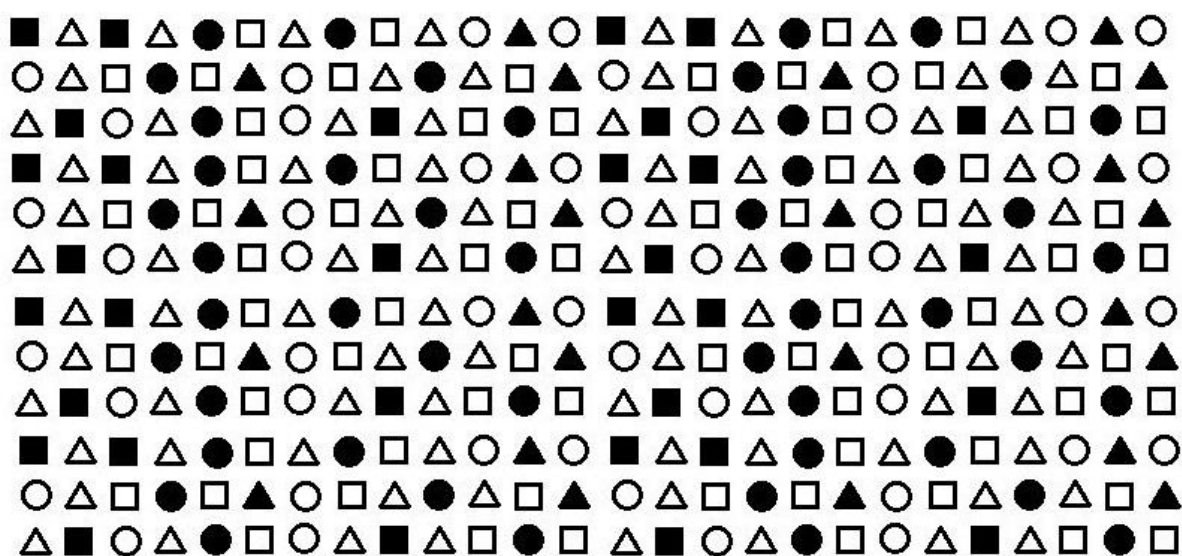
Příloha 14 Místnost s předměty



Příloha 15 Hledání obrazců tvaru "T"



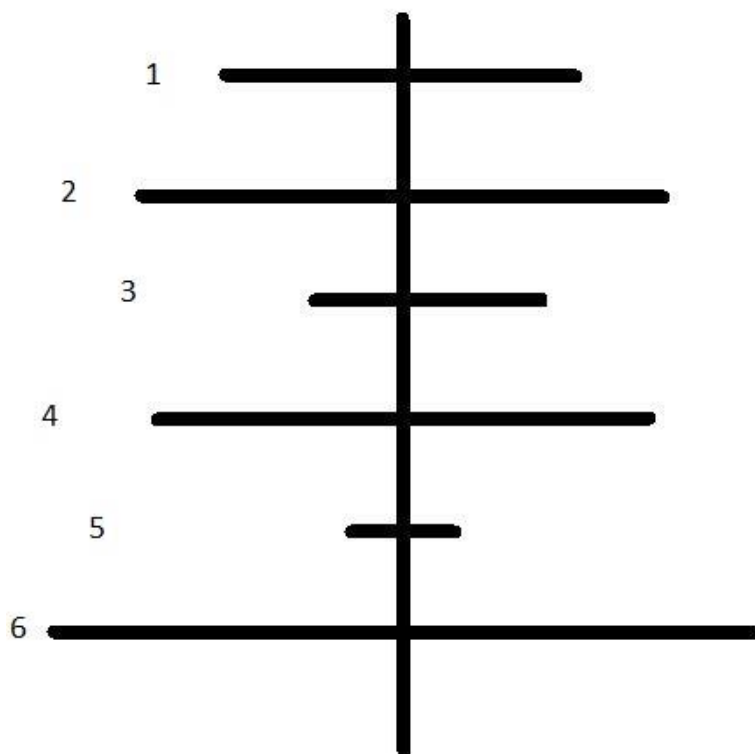
Příloha 16 Hledání geometrický obrazců (úkol 11, 15)



Příloha 17 Místnost s předměty stranově převrácená



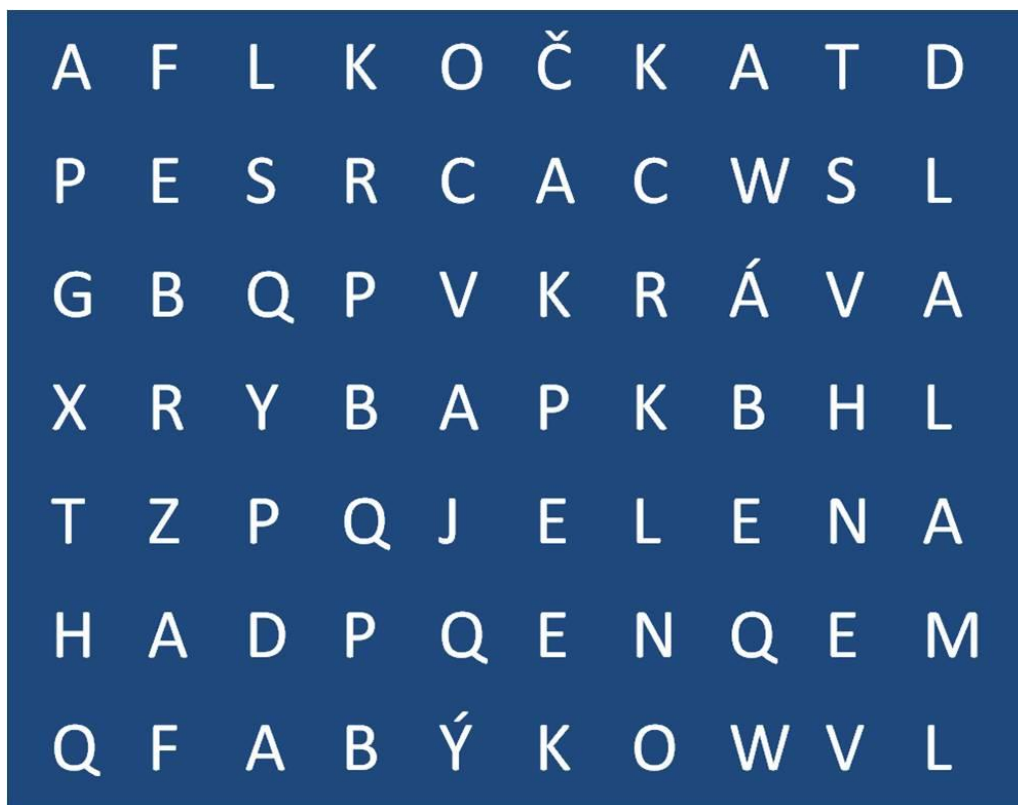
Příloha 18 Stranová symetrie



Příloha 19 Sledování obrázků



Příloha 20 Hledání názvů zvířat



Příloha 21 Sledování obrázků



Příloha 22 Hledání písmen T

LLLLLLLLLLLLLLLLTTTTLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLTTTTLL
LLLLLLTTTTLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLTTTTLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLTTTTLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLTL
LLTTTTLLLLLLLLLL
LLLLTTTTLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLTTTTLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLTTTTLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL



Příloha 23 Naleznutí postavy

