



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

KLINIKA REHABILITACE
A TĚLOVÝCHOVNÉHO LÉKAŘSTVÍ

PETR KRÍŽ

ZMĚNY VNÍMÁNÍ SUBJEKTIVNÍ VERTIKÁLY U PACIENTŮ PO CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODĚ

Diplomová práce

PRAHA 2014

Autor práce: **Petr Kříž**

Vedoucí práce: **PhDr. Ondřej Čákr Ph.D.**

Oponent práce:

Datum obhajoby: **2014**

Bibliografický záznam

KŘÍŽ, Petr. *(Změny) vnímání subjektivní vertikály u pacientů po cévní mozkové příhodě*. Praha 2014. 82 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce PhDr. Ondřej Čákr Ph.D.

Anotace

Cévní mozková příhoda často postihuje oblasti zodpovědné za prostorovou orientaci. Optimální integrace aference z vestibulárního, zrakového a somatosenzorického systému je podstatná především pro udržení posturální stability a často ve výsledku pro soběstačnost pacienta. Citlivým ukazatelem poruch orientace v prostoru a zejména schopnosti správně posoudit směr gravitace je vyšetření subjektivní vertikály. Klinickým vyšetřením subjektivní vizuální vertikály je možné objektivizovat a kvantifikovat poruchu vnímání směru gravitace při vyloučení vizuálního kontextu. Teoretická část této práce stručně shrnuje současnou úroveň vědeckého poznání v této oblasti. V praktické části byla vyšetřena subjektivní vizuální vertikála pomocí bucket-method 29 pacientům po cévní mozkové příhodě a jejich výsledky byly statisticky porovnány s výsledky skupiny 34 seniorů. Dále byly také testovány hypotézy o vlivu doby uplynulé od léze a vlivu strany léze. Výsledky této studie potvrzují, že vnímání vertikality u pacientů po cévní mozkové příhodě může být zásadním způsobem narušeno. Dalším přínosem studie je zvýšení reliability vyšetření pomocí klinicky velmi praktické bucket-method na pacientech po cévní mozkové příhodě.

Klíčová slova

Subjektivní vizuální vertikála, gravicepce, orientace v prostoru, cévní mozková příhoda.

Bibliographic identification

KŘÍŽ, Petr. (*Changes in*) *Perception of subjective vertical in cerebrovascular accident patients*. Prague 2014. 82p. Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine. Supervisor PhDr. Ondřej Čákr Ph.D.

Annotation

Cerebro-vascular accident often affects parts of brain responsible for spatial orientation. Optimal integration of afference from visual, somatosensory and vestibular system is necessary for maintaining balance and often in the end for the functional independence of the patient. Examination of subjective vertical is a sensitive signifier for spatial orientation and the ability to discern graviception. By using clinical examination of subjective visual vertical it is possible to objectify and quantify graviception disorder excluding visual context. Current level of understanding in this field is briefly summarized in theoretical part of this study. In practical part subjective visual vertical examination by bucket-method was for statistically comparison of 29 patients after a cerebro-vascular accident with 34 healthy seniors. Hypotheses about the influence of a side of a lesion and a time elapsed since the lesions were also tested. The study concludes that the perception of verticality in patients after cerebro-vascular accident can be severely affected. Additionally, the study highlights the reliability of examination of patients after cerebro-vascular accident using clinically practical bucket-method.

Key words

Subjective visual vertical, graviception, spatial orientation, cerebro-vascular accident.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Ondřeje Čakrta Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 1. 7. 2014

Petr Kříž

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce PhDr. Ondřeji Čákrtovi, Ph.D. za trpělivé vedení práce, za konstruktivní kritiku, rady a inspiraci. Další poděkování patří ošetřujícím lékařům a primářům klinik, na jejichž půdě byla vyšetření provedena, o. s. Rehalb a také pacientům samotným, že k vyšetření poskytli souhlas. Za odborné rady v oblasti statistiky a vynaloženou energii při práci s daty velice děkuji Mgr. Jindřichu Libovickému. A na závěr patří velké poděkování i kolegovi Mgr. Janu Kmeťovi za spolupráci, odborné konzultace nad metodikou a sdílení potřebných vědomostí i prostředků v této oblasti výzkumu.

SEZNAM ZKRATEK

ACA	arteria cerebri anterior
ACM	arteria cerebri media
ACP	arteria cerebri posterior
ACPI	arteria cerebelli inferior
BG	bazální ganglia
CMP	cévní mozková příhoda
COP	centre of pressure
CT	computational tomography
FIM	Functional Independence Measure
LBA	longitudinal body axis
PASS	Postural Assessment Scale for Stroke
RIND	reverzibilní ischemický neurologický deficit
RMI	Rivermead Mobility Index
SHV	subjektivní haptická vertikála
SPV	subjektivní posturální vertikála
SSA	subjective straight ahead
SV	subjektivní vertikála
SVV	subjective visual vertical
VB	vertebrobazilární povodí
WHO	world health organization

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 PŘEHLED POZNATKŮ	11
1.1 Percepce prostoru.....	11
1.1.1 Vestibulární aparát.....	12
1.1.2 Somatosenzorický systém	13
1.1.3 Zrak	13
1.1.4 Vzájemný vztah systémů percipujících prostor	14
1.1.5 Subjektivní vertikála.....	15
1.1.6 Subjektivní vizuální vertikála.....	17
1.2 Cévní mozková příhoda	19
1.2.1 Perfuze mozku.....	19
1.2.2 Následky příhody podle lokalizace.....	21
1.3 Percepce prostoru u pacientů po cévní mozkové příhodě	24
1.4 Současný výzkum v oblasti poruch vnímání vertikality u pacientů po cévní mozkové příhodě	27
1.4.1 Přehled studií zabývajících se vyšetřováním subjektivní vizuální vertikály u pacientů po cévní mozkové příhodě.....	29
2 CÍLE A HYPOTÉZY	45
3 METODIKA.....	46
3.1 Probandi.....	46
3.2 Vyšetření SVV.....	47
3.3 Statistické zpracování dat	49
4 VÝSLEDKY.....	50
4.1 Stáří léze.....	51
4.2 Strana léze.....	52
4.3 Pohlaví.....	54
4.4 Poruchy perimetru.....	55

4.5	Vztahy mezi testovanými proměnnými.....	56
4.6	Povodí léze	57
5	DISKUZE	58
5.1	Pacienti po CMP v porovnání s kontrolní skupinou.....	61
5.2	Vliv doby uplynulé od léze.....	62
5.3	Vliv strany léze	63
5.4	Vliv pohlaví.....	65
5.5	Povodí léze	66
5.6	Shrnutí	67
5.7	Limity studie	70
	ZÁVĚR	71
	REFERENČNÍ SEZNAM	73
	SEZNAM PŘÍLOH.....	80
	PŘÍLOHY	81

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá poruchami gravicepce a prostorové orientace u pacientů po cévní mozkové příhodě. Cévní mozková příhoda je ve vyspělých zemích třetí nejčastější příčinou úmrtí, ačkoliv do 1 roku po ní umírá jen třetina postižených – zbylé dvě třetiny si nesou různě těžké následky (Kaňovský 2007, 25). Z hlediska rehabilitace je nutné řešit především míru soběstačnosti těchto pacientů. Mezi následky cévní mozkové příhody značně snižující soběstačnost patří poruchy posturální stability. Posturální stabilita je komplexní motorická úloha podmíněná kvalitní multimodální aferencí a její optimální integrací. Jako klíčový mechanismus pro tuto schopnost se ukazuje správné posouzení vertikality prostoru, respektive směru gravitace. Úzký vztah mezi zhoršenou stabilitou a poruchami vnímání subjektivní vertikály prokázali například Bonan et al. (2006, 2007).

Poškození mozkové tkáně v oblastech odpovědných za vedení nebo integraci vestibulárních, zrakových a somatosenzorických drah má za důsledek chybné posuzování vertikality. Objektivizace a kvantitativní posouzení této poruchy má podstatný klinický význam a proto bylo v uplynulých 15 letech věnováno tomuto fenoménu značné výzkumné úsilí. Druhým motivem tohoto úsilí byla snaha lépe porozumět neurofyzilogickým mechanismům a neuroanatomii lidského mozku pomocí propojení výsledků moderních zobrazovacích metod a klinického vyšetření posouzení vertikality (Pérennou et al. 2013, 26).

První kapitola této diplomové práce stručně pojednává o současném stavu poznání v této oblasti výzkumu a představuje nejvýznamnější studie touto problematikou se zabývající. Zbývající kapitoly představují studii, která si klade za cíl prokázat a analyzovat poruchy posouzení subjektivní vizuální vertikály u skupiny pacientů po cévní mozkové příhodě.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

Orientace v prostoru a vypořádání se s gravitačním polem jsou základními podmínkami samostatné (nejen) lidské existence. Z objektivizovaného medicínského hlediska jsou tyto schopnosti výsledkem optimální/normální integrace multimodální aference. Výsledkem této integrace je však u každého z nás subjektivní dojem posturální a pohybové jistoty. Představa optima/normy je zde výsledkem odborné zpětné analýzy naší percepce, vymezení jejích jednotlivých složek, které je možné kvantifikovat a následně měřit. Tato kapitola stručně pojedná o současné představě konstrukce prostorovosti a konkrétněji se zaměří na některé její složky pro jejich souvislost s praktickou částí práce.

1.1 Percepce prostoru

Orientace v prostoru dosahována integrací mnohačetných sensorických vstupů pocházejících z otolitických orgánů, polokruhových kanálků, somatosenzorického systému a vizuálního systému (Tarnutzer et al. 2009, 1657). Podstatnou roli ale můžeme připsat i sluchu (Grantham 1995, 297).

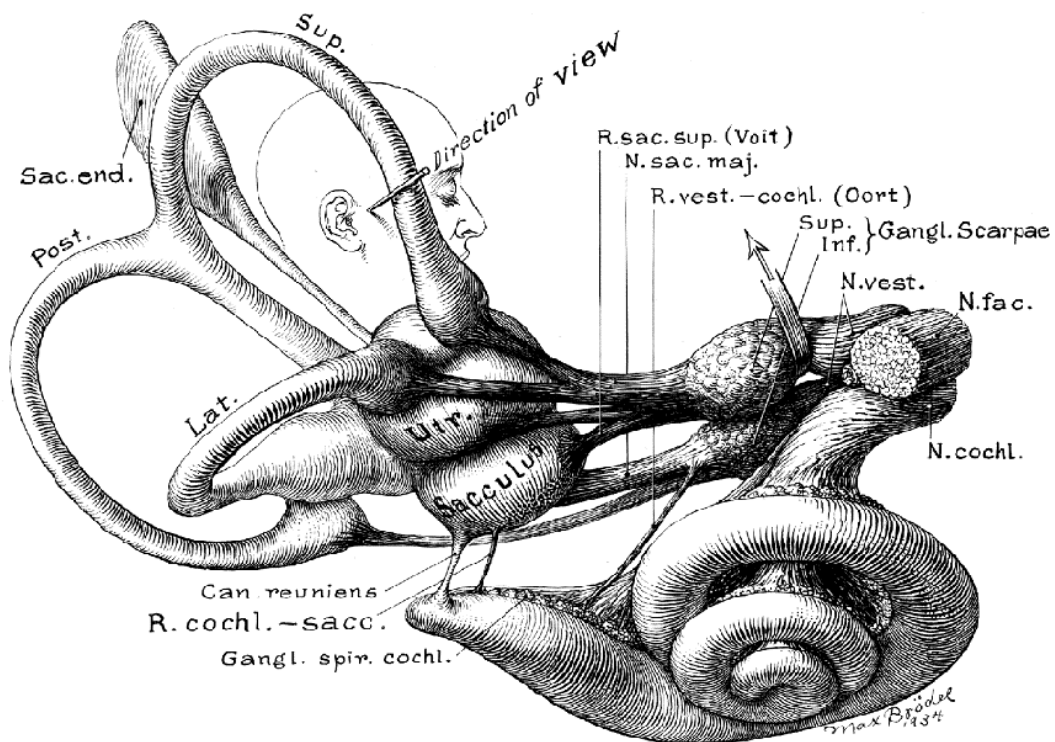
Gravicepce je pojem označující schopnost na základě těchto sensorických vstupů posoudit relativní polohu a pohyb hlavy (a propojením se somatosenzorickým systémem i polohu a pohyb celého těla) vůči směru gravitace. Vertikalita prostoru je determinována právě touto schopností – bude o ní pojednáno v samostatné kapitole.

Dalšími podstatnými aspekty vnímání prostoru, které kvůli úzkému vymezení této práce nebudou blíže rozvedeny, jsou například lateralita (nikoliv pouze ve smyslu preference pravé nebo levé části těla, nýbrž ve smyslu schopnosti odlišení a propojení pravé a levé části prostoru) nebo tělesné schéma (představa o zaujímání prostoru vlastním tělem) – podrobně o těchto a dalších aspektech a jejich vzájemných vztazích pojednávají například už v roce 1952 Goody a Reinholdová.

1.1.1 Vestibulární aparát

Vestibulární aparát je součástí blanitého labyrintu vnitřního ucha. Je tvořen třemi polokruhovitými kanálky (canales semicirculares) a dvěma váčky (sacculus a utriculus). Ve váčcích jsou čivá políčka, macula utriculi a macula sacculi, na nichž při pohybu dochází k tangenciálnímu posunu otolitových membrán vlivem gravitace, čímž vzniká vjem polohy hlavy v prostoru a jejího přímočarého pohybu ve fázi zrychlení nebo zpomalení. Směr pohybu je odečten kombinací vjemu z obou makul (Tarnutzer et. al. 2009, 1658).

V jednotlivých rozšířeních třech na sebe kolmých polokruhových kanálků se nachází smyslové hřebínky, cristae ampullares, které jsou drážděné pohybem endolymfy při zrychlujících nebo zpomalujících rotačních pohybech hlavy (obrázek 1).



Obrázek 1. Vestibulární aparát (<http://dc312.4shared.com/doc/WmGESLDv/preview.html>).

Přesný mechanismus a možnosti kompenzace jsou stále předmětem diskuzí a sporů (Hybášek 2012; Angelaki et al. 2009; Pagarkar et al. 2008; Tarnutzer et al. 2010). Dendrity z makul a hřebínků se sbíhají do vestibulárního ganglia, odkud je aference vedena do vestibulárních jader v prodloužené míše jako vestibulární část VIII. hlavového nervu.

1.1.2 Somatosenzorický systém

Somatosenzorický systém je široký pojem zahrnující aferenci z receptorů všech tkání lidského těla – exterocepci, propiocepci a enterocepci. Pro orientaci v prostoru a schopnost koordinované motorické odpovědi je podstatná správná integrace této aference v centrálním nervovém systému. Největší význam pro tyto schopnosti zaujímá propiocepce, hluboké čítí. Proprioceptory informují o tlaku nebo tahu ve tkáních pohybového aparátu. Kombinací těchto vjemů získává centrální nervový systém přehled o vzájemné poloze a vzájemném pohybu jednotlivých tělesných segmentů a o jejich vztahu k bodům opory. Integrace probíhá ve všech etážích od míchy po mozkovou kůru a neustálá činnost pohybového aparátu je ve svém průběhu na základě propiocepce regulována, zpřesňována a zefektivňována. Potenciál výstupu integrace takto mohutného aferentního toku je obrovský, jak je možné pozorovat například u sportovců nebo umělců – záleží na tom, jaké nároky jsou na ni dlouhodobě kladeny.

Z exterocepce má pro orientaci v prostoru zásadní význam především aference z oblastí komunikujících s okolím, tedy zejména plosky nohou – zajímavou studii o souvislosti exterocepce s vnímáním vertikality provedl Faralli et al. (2009).

Výše popsaná aference je označována za elementární, běžně se popisuje ještě takzvané syntetické somatické čítí. Rozlišujeme tak ještě diskriminační čítí (rozeznávání dvou bodů), statestézii (určení polohy), kinestézii (určení pohybu), barestézii (vnímání váhy a tlaku), planestézii (rozpoznávání rovné či křivé čáry, určení tvaru geometrického obrazce), grafestézii (rozpoznávání písmen), topoestézii (určení místa dotyku), somatognozii (orientace na vlastním těle) a stereognozii (rozpoznávání předmětů zrakem). Gnostické funkce jsou již záležitostí kortikální (Nevšímalová et al. 2002, 61).

1.1.3 Zrak

Uvádí se, že zrak je nejdůležitějším smyslem. Tomu odpovídá i složitost jeho orgánu, oka. Oko obsahuje receptory (tyčinky a čípky) drážděné

fotochemicky světlem o vlnové délce 400-740nm. Integrací jednotlivých drážděných receptorů vzniká v mozkové kůře obraz vzájemné pozice předmětů v okolí (Pfeiffer 2007, 111). Pro orientaci v prostoru ale i celkovou představu prostoru včetně jeho zaujímání vlastním tělem představuje zrak klíčovou konstitutivní roli.

Zrak je navíc zdokonalený možností akomodace a koordinovaných pohybů očními bulvami. Rychlost a přesnost těchto procesů opět vypovídá o jejich významu a tedy i o nárocích, které na ně klademe.

Oproti somatosenzorickému systému nebo přímé gravicepci jsou všechny zrakové funkce (vyjma fotoreakce a některých regulačních okruhů očních pohybů) kortikalizovány (Nevšímalová et al. 2002, 55) – zrakový vjem zaujímá velkou část našeho vědomí, somatosenzorické a graviceptivní vjemy jsou v tomto smyslu běžně značně upozaděny.

1.1.4 Vzájemný vztah systémů percipujících prostor

Axony neuronů vestibulárních jader vedou vzruchy čtyřmi směry: míšním motoneuronům (tractus vestibulospinalis), mozečku (tractus vestibulocerebellares), jádrům okohybných nervů (fasciculus longitudinalis medialis) a talamu (druhý neuron vestibulární dráhy). Vestibulocerebelární spoje zpřesňují vestibulospinální informaci, která hraje roli především v napřimení osového orgánu. Vzestupnými drahami fascikulu longitudinalis medialis jsou korigovány pohyby očí při pohybu hlavy – tzv. vestibulookulární reflex, velice rychlá a přesná souhra pohybu hlavy a očí umožňující fixaci objektu při pohybu. Sestupná vlákna svazku začínají z Cajalova a Darkševičova jádra mesencefala a sestupují k jádrům okohybných nervů, k vestibulárním jádrům a až k míšním interneuronům, čímž jsou koordinovány pohyby očí s pohyby hlavy a krku v závislosti na informaci z vestibulárního aparátu (Čihák 2004, 348). Po těchto drahách probíhá koordinace jednotlivých výše zmíněných systémů pod kortikální etáží. Aference z těchto systémů se však zároveň setkává a kombinuje v kortexu. Experimentálně na opicích bylo zjištěno, že stěžejním místem multimodální integrace představ o prostoru je zadní parietální

kůra, kde se sbíhají vizuální, taktilní a sluchové s korovou reprezentací propiocepce a třetími neurony vestibulární dráhy (Galati et al. 2001, 737).

Současná vědecká představa dynamiky těchto integračních procesů u člověka byla utvořena nepřímo, na základě patoneurofyziologických klinických poznatků. Vzájemné vztahy pod systémů ovlivňujících percepci prostoru a zejména jejich hierarchie jsou předmětem mnoha studií a akademických diskuzí. Angelaki et al. (2009, 6) na základě nejnovějších poznatků z oblasti elektrofyziologie a psychofyziky shrnují, že uplynulých deset let intenzivního výzkumu integrace vestibulární a vizuální aference zdaleka nevedlo k teoretickému pochopení propojení neurálních mechanismů a pohybového chování. Doposud uznávané koncepty integrace, na kterých bylo stavěno, je podle autorů třeba opustit – navrhuje alternativní přístupy, podle kterých by bylo možné dekódovat, kdy je které aferentní dráze dána při integraci přednost. Důsledkem této změny přístupu v bádání je ovšem mnohem více otázek než odpovědí.

1.1.5 Subjektivní vertikála

Schopnost přesně posoudit směr gravitace (gravicepce) je podmínkou postury – posturu chápeme jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil (Kolář 2009, 38) – a jeví se proto jako naprosto klíčová, čemuž odpovídá i její multimodalita. Modality ji zajišťující byly probrány v předchozí kapitole. Tato kapitola stručně pojedná o vertikalitě – aspektu prostoty, který je z gravicepce odvozen.

Přímé vnímání směru gravitace zprostředkovávají pouze otolitové orgány v utrikulu a sakulu (Tarnutzer et al. 2009, 1657). Kvalita tohoto čítí je však značně závislá na vzpřímené poloze hlavy. Makuly váčků jsou mechanicky uspořádány tak, že odklon od běžné klidové polohy hlavy způsobí zásadní znepřesnění a snížení aference (Dichgans et al. 1974, 396). Částečně se na makulách uplatňuje specifická jednotlivých jejích oblastí (Fluur et al. 1970), ale ze samotného mechanismu plyne, že nejsenzitivnější budou otolitové orgány v nejčastěji zaujímané vzpřímené pozici. Jak bylo zmíněno výše, utrikulu a sakulu se připisuje vjem přímočarého pohybu ve fázi zrychlení či zpomalení –

otokonie nepůsobí klidovou hmotností (Hybášek 2012). Je pochopitelné, že primitivní mechanismus těchto jediných přímých graviceptorů je nutné je doplnit dalšími sensorickými systémy.

Doplňkovou informaci přivádí především polokruhové kanálky, anatomicky propojené (přes utrikulus) s otolitovými orgány. Odečítání polohy hlavy při jejích rotačních pohybech má při posuzování směru gravitace korekční význam – zaručují výpovědní hodnotu otolitových orgánů i při těchto pohybech (nejedná se pouze o rotační pohyb hlavy vůči tělu, zásadního významu nabývají polokruhové kanálky právě ve chvíli, kdy se vůči prostředí pohybuje celé tělo).

Samotná představa vertikality vzniká až v kůře a je vždy výsledkem kombinace modality přímé gravicepce a modality další. „Vizuální“ vnímání vertikality (subjektivní vizuální vertikála, SVV) závisí na vizuovestibulární informaci a na jejím základě nacházíme zrakem předměty rovnoběžné s objektivní vertikálou (skutečný směr gravitace), „posturální“ vnímání vertikality (subjektivní posturální vertikála, SPV) je odvozeno z graviceptivně-somatosenzorické informace a díky ní jsme schopni určit, kdy se celé naše tělo nachází ve vzpřímené poloze, „taktilním (haptickým)“ vnímáním vertikály (subjektivní haptická vertikála, SHV) dokážeme pomocí hmatu určit, které předměty se shodují s objektivní vertikálou (Pérénou et al. 2008, 2402). Tyto vertikály, označované jako subjektivní, vznikají sice v kůře, avšak jednotlivé zúčastněné aferentní systémy jsou již v prekortikálních etážích značně propojeny, jak již bylo popsáno v předchozí kapitole.

Pro dostatečnou a optimální motorickou kontrolu těla v prostoru je nutné neustálé zpětnovazebné zhodnocování jednotlivých zmíněných vstupů. Jednotlivé typy vertikál si totiž mohou vzájemně odporovat. Přes mnohé studie není zatím možné přesněji rozluštit dynamiku takové integrace. Galati et al. (2001) na základě analýzy aktivace jednotlivých oblastí mozkové kůry dedukuje různé částečné koordinační rámce, jejichž vzájemnou kombinací vzniká reprezentace prostoru pro potřeby různých motorických úkonů, avšak data jsou nedostatečná pro posouzení toho, který z těchto rámců hraje při výsledné určení vztahů jednotlivých segmentů významnější roli. Koordinační rámce a jednotlivé korové reprezentace vertikality jsou předmětem současných rozsáhlých studií a diskuzí, o nichž bude pojednáno níže v souvislosti s jejich možnou poruchou (konkrétně u pacientů po cévní mozkové příhodě).

1.1.6 Subjektivní vizuální vertikála

SVV je, jak bylo zmíněno výše, kortikální reprezentace propojení zrakové a vestibulární informace – jedná se o schopnost určit směr gravitace v zorném poli (ve frontální rovině). Tato schopnost se v klidu u zdravých osob pohybuje v rozmezí $\pm 2^\circ$ od objektivní vertikály (například Pérennou et al. (2008, 2405) na 33 zdravých probandech určili normu podle nejvyšších odchylek na $\pm 2.2^\circ$), ale je běžně ještě zpřesněna vyjádřením této vertikály v zorném poli (okraje budov, hrany místnosti, stromy...). Zrak hraje v určení vertikality významnou roli zejména při pohybu. Význam správného posouzení SVV při pohybu (tzv. dynamické) prokázal Kobayashi et al. (2002), který přikládá významné zhoršení posouzení dynamické vizuální vertikály u starších osob jejich zhoršenému zraku. Tento vztah je případně možné nahlédnout i z druhé strany a uvažovat o možném zhoršení schopnosti přímé gravicepce z důvodu spoléhání na přítomnost mnohačetného vyjádření objektivní vertikály v běžném prostředí.

Na základě výše uvedených informací o funkci otolitových orgánů, jediných přímých graviceptorů, je zřejmé, že odchylka SVV se nebude zvyšovat ani tak při samotném pohybu (při kterém jsou makuly váčků a cristy kanálků naopak drážděny nejvíce) jako v kombinaci klidu a významného vychýlení hlavy ze vzpřímené polohy. Fenomémem změn vnímání SVV při odklonu celé osy těla se zabýval už v roce 1861 Aubert (Tarnutzer et al. 2009, 1657). V současnosti jsou fenomény hyper nebo hypokompence (A-efekt a E-efekt) takového vychýlení vysvětlovány právě nerovnoměrnou hustotou čivých buněk jak na makulách tak na cristách (Fluur et al. 1970, nověji zejména Jaeger et al. 2008 a Tarnutzer et al. 2009). V běžném motorickém projevu člověka se však s takovou situací příliš nesetkáme – obvykle dochází k odklonům osy těla od směru gravitace aktivně a jsou proto doprovázeny masivním přílivem proprioceptivní aference (zejména proprioceptory šijového svalstva zprostředkovávající vztah mezi osou těla a hlavou zde hrají významnou roli). Nedostatečnost modelů, v jejichž rámci byly zkoumány vztahy změn vnímání vertikality (a obecně prostoru) k pohybu a pozici hlavy, ve své studii ukázali Laurens et al. (2011). Pro dešifrování nejznámějších prostorových klamů využili tzv. Bayesovský model, který považují za nejadekvátnější především proto, že umožňuje popsat orientaci v prostoru během krátce trvajících přirozených

pohybů hlavy. V tomto modelu rovněž zkoumají, jakým způsobem je usměrňována přímá graviceptivní informace – jakou roli hrají při rotacích a translacích hlavy různých frekvencí a rychlostí jednotlivé vstupní kanály ve dvou hlavních integračních procesech: ukládání rychlosti (rotačních pohybů) a míra odklonu od směru gravitace.

Pochopení dynamiky mechanismů, jejichž pomocí se jedinec vyrovnává s působením gravitace, se stává významným v momentě, kdy je tato dynamika narušena. Pro klinické využití je nutné vědět, co lze vyšetřit, o čem výsledky vyšetření vypovídají a pak především, jaké jsou možnosti intervence. Velkou skupinu pacientů, u kterých je třeba si tyto otázky klást, jsou pacienti po cévní mozkové příhodě. O této diagnóze pojednává další kapitola.

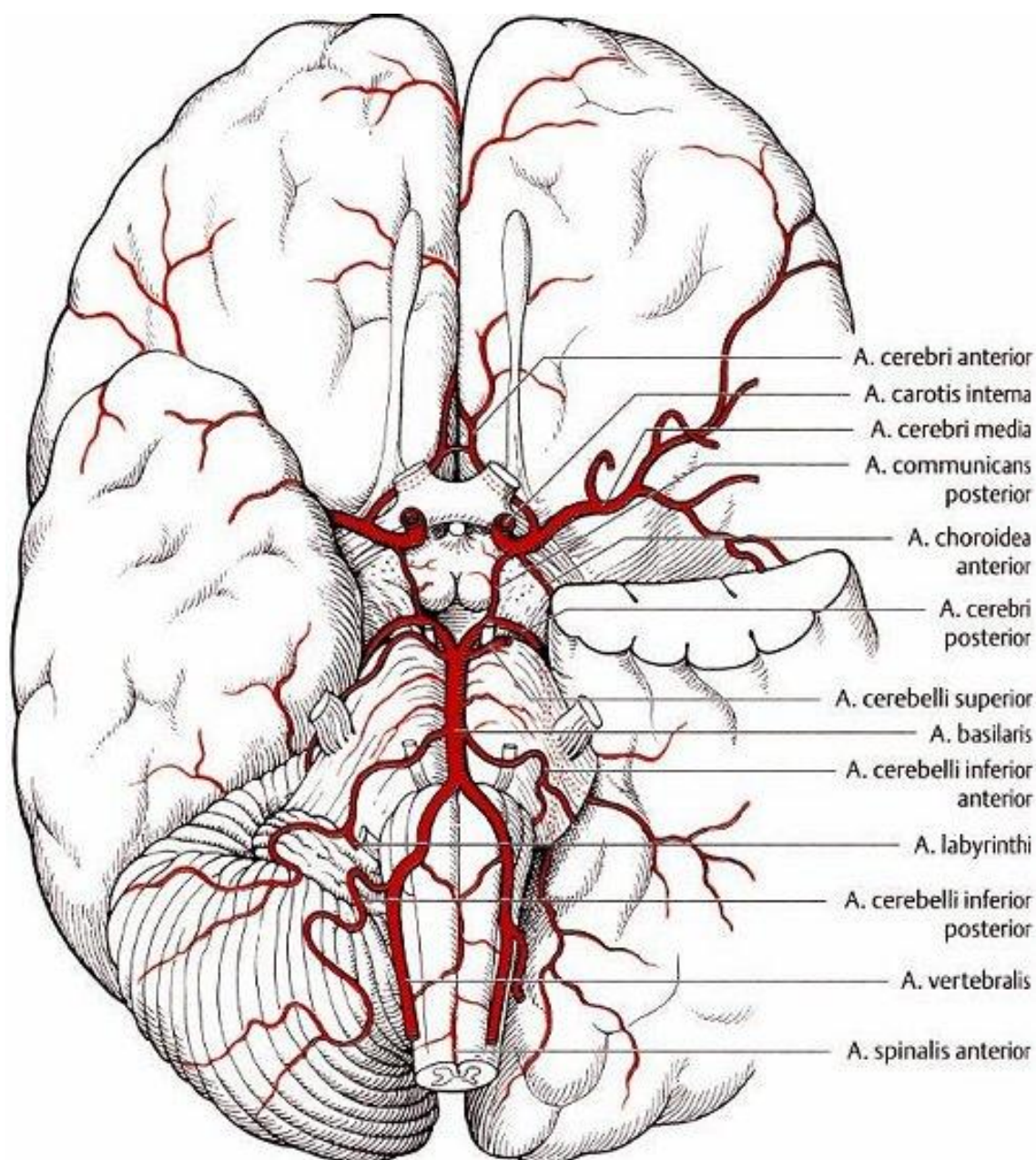
1.2 Cévní mozková příhoda

WHO definuje cévní mozkovou příhodu (cerebrovascular accident, dále CMP) jako rychle se rozvíjející ložiskové, někdy i celkové příznaky poruchy funkce mozku trvající více než 24 hodin nebo vedoucí k úmrtí nemocného, které nemají jinou zjevnou příčinu než cévní onemocnění mozku. Cévní onemocnění mozku se běžně dělí na tři skupiny: z 80% ischemie (lokální nebo celkové), z 15% hemoragie (krvácení) do mozkové tkáně a z 5% krvácení do subarachnoidálního prostoru (Kaňovský et al. 2007, 25).

CMP je třetí nejčastější příčinou úmrtí ve vyspělých zemích. V České republice má dlouhodobě prevalenci kolem 400 na 100 000 lidí (2x více než v severní a západní Evropě). Přibližně třetina nemocných umírá do 1 roku, další třetina má vážné následky, které je odkážou na trvalou institucionální léčbu. Znepokojivé je zvyšování incidence v mladších věkových kategoriích (Kaňovský et al. 2007, 25).

1.2.1 Perfuze mozku

Prokrvení mozku je zajištěno čtyřmi magistralními tepnami vycházejícími z aortálního oblouku – párovými karotidami a párovými vertebrálními arteriemi. Tyto čtyři vstupují do lebky, na spodině lební se vertebrální arterie nejdříve spojují v arterii bazilární, která pak s karotidami tvoří v tzv. Willisův okruh (obrázek 2). Propojení je velmi významné v situacích, kdy dochází ke snížení nebo zastavení toku v některé z tepen – pouze pokud se jedná o náhlé zastavení toku jedné z krkavic, nestihá se perfuze mozku kompenzovat (Pfeiffer 2007, 145). Z Willisova okruhu vybíhají dva páry velkých tepen zásobující především kůru (arteria cerebri anterior a media) a mnoho dalších menších arterií zásobující centrální mozkové struktury – bazální ganglia, talamus, hypotalamus, capsula interna. Z bazilární tepny vystupuje párová arteria cerebri posterior, tři párové tepny pro mozeček a několik menších párů pro mozkový kmen (Čihák 2004, 312).



Obrázek 2. Willisův okruh (<http://www.darknumina.de/stage/pi5/index.html>)

Optimální funkce neuronů je zajištěna při perfuzi 50-60ml/min na 100g mozkové tkáně. Klesne-li tato hodnota pod 20, dostávají se klinické příznaky ischemické léze, nastává tzv. ischemický polostín, penumbra. K selhání regulačních mechanismů a mozkovému infarktu dochází při perfuzi nižší než 10ml/min na 100g mozkové tkáně. K CMP v důsledku kriticky snížené perfuze (ischemické), dochází buď lokálním tepenným uzávěrem (ateromem nebo embolem), nebo z příčin celkových – srdeční zástava, těžká komorová arytmie,

obstrukce dýchacích cest, déle trvající výrazná arteriální hypotenze, těžká anemie a další (Kaňovský 2007, 27).

Ischemické CMP je možné dělit ještě podle průběhu. Tzv. tranzitorní ischemická ataka je náhle vzniklá ložisková symptomatologie odeznívající do 24 hodin (a podle definice WHO ji tedy mezi „cerebrovascular accidents“ neřadíme). Tzv. reverzibilní ischemický neurologický deficit je rovněž akutně vzniklá ložisková symptomatologie, trvá však déle než 24 hodin, odeznívá 2 až 3 týdny a může z ní zůstat drobné reziduum. Méně častá je tzv. progredující CMP, charakterizovaná pozvolným nástupem symptomů, což je většinou dáno pokračující trombózou (účastníci se zároveň na celkové hypoxii). O dokončené CMP mluvíme u akutně vzniklého prakticky ireverzibilního ložiskového výpadku mozkové funkce (Kaňovský et al. 2007, 32).

K hemoragii nejčastěji (až 40-55%) dochází v oblasti putamen z Charcotovy „hemoragické“ arterie (a. lenticulostriata) (Pfeiffer 2007, 149). Další časté krvácení je lobární (14-47%) nebo talamické (10-30%). Infratentoriální hemoragie jsou méně časté – mozečkové (8-10%) a kmenové (5-8%) (Kaňovský et al. 2007, 44). Hemoragie mají vyšší mortalitu než ischemie – do jednoho měsíce zemře 50% nemocných, do jednoho roku 55% (Kalina 2008, 160).

1.2.2 Následky příhody podle lokalizace

V karotickém povodí je nejčastěji postižena arteria cerebri media (ACM). Klinicky se taková ischemie projeví na kontralaterální straně těla hemiparézou s výraznějším postižením horní končetiny, zejména akrálně, doprovázená často parézou VII. a/nebo XII. hlavového nervu. Kontralaterálně je rovněž zhoršeno čítí, častá je hemianopsie. Při postižení dominantní hemisféry se objevují fatické poruchy, při nedominantní anozognozie (neschopnost uvědomovat si své postižení) nebo neglect syndrom, o kterém bude pojednáno níže (Kaňovský et al. 2007, 30). Hemiparéza se vyvíjí přes pseudochabé stadium do spasticity s následným typickým Wernicke-Mannovým držením. Čím je ložisko v arterii výše, tím je celkově menší vyjádření motorických symptomů, protože pyramidová dráha je vějířovitě rozprostřena. Pokud se ložisko dostává až ke korovým partiím, může být paréza typu pseudochabého (Pfeiffer 2007, 146).

Při ischemii arterie cerebri anterior (ACA) je z motorických symptomů nejvýraznější těžká paréza kontralaterální dolní končetiny, horní je postižena jen lehce. Na končetinách je někdy popisována apraxie, dyskoordinace nebo i alien-hand syndrom. Má-li tepna větévky do capsula interna, je zasažen i VII. hlavový nerv (Kalina 2008, 33). Přítomna je psychická alterace frontálního typu připomínající až počínající psychózu (Pfeiffer 2007, 147).

Porucha prokrvení centrálně perforujících arterií se projeví tzv. lakunárním infarktem, častým u diabetiků. Deficit je čistě senzitivní nebo čistě motorický (ataxie, dysartrie), vždy podle toho, kde přesně k poruše došlo. Postihne-li bazální ganglia (BG), tvoří obraz označovaný jako status lacunaris – pseudobulbární symptomatika a parkinsonský syndrom (Kaňovský et al. 2007, 30).

Buď přímo z vnitřní krkavice nebo z arterie cerebri media odstupuje arteria chorioidea anterior zásobující zadní raménko capsula interna, část zrakové dráhy (radiatio Gratioleti), bazální ganglia a talamus. Kromě kontralaterální hemiparézy, hemihypestezie a hemianopsie se do symptomatiky přidává ještě talamický syndrom – ostré talamické bolesti a choreoatetoidní příznaky na postižené straně (Pfeiffer 2007, 147).

K uzávěru vnitřní krkavice (ACI) dochází většinou pozvolna obliterací trombem, perfuze se tak celkem dobře kompenzuje anastomózami, zejména Willisovým okruhem. Dojde-li skutečně k úplnému nedokrvení, například při úrazu karotidy, je hemiplegie velmi těžká, symptomy odpovídají kombinaci postižení výše zmíněných tepen (Pfeiffer 2007, 145).

Ischemie arterie cerebri posterior (ACP) se nejčastěji projeví poruchami zraku, většinou homonymní kontralaterální hemianopsií. Při oboustranném postižení (embolie do oblasti vidlice arterie basilaris) dochází ke kortikální slepotě, fotoreakce zornic je zachována. Poruchy zraku mohou nabývat i charakteru mikropsie, makropsie nebo dysmorfopsie. Je-li postižena dominantní hemisféra, objevuje se optická agnosie, agrafie a alexie (Kaňovský et al. 2007, 31). Z distálnějších větví této tepny je významně zásoben talamus – jejich uzávěrem vzniká tzv. čistý sensorický iktus, který se může projevit až jako celková hemianestezie. Někdy je však zároveň s talamem postižena i část capsula interna a dochází tak k iktu senzomotorickému. Přerušení dentato-rubrotalamického traktu vede k hemiataxii silně připomínající mozečkový

syndrom. Uzávěr ještě distálnějších větví může vést k Déjerine-Roussyho syndromu, v kterém se k hemiataxií přidává ještě hemianestezie, astereognozie a hyperkineze při celkově lehké hemiparéze (Kalina 2008, 35).

Z mozečkových tepen se nejčastěji vyskytuje ischemie arterie cerebelli posterior inferior (ACPI), klinicky vyjádřená Wallenbergovým syndromem. Tento syndrom se homolaterálně projeví neocerebelární symptomatikou, Hornerovým syndromem a postižením trigeminu, kontralaterálně disociovanou poruchou čítí, syringomyelického typu na končetinách a trupu. Obraz je doplněn bolestmi hlavy, vestibulárním syndromem, dysfagií, dysfonií a singultem (Kaňovský et al. 2007, 31).

Jednostranná ischemie tepének zásobujících mozkový kmen se projeví alternujícími hemiparézami jednotlivých hlavových nervů, zejména II., VII. a XII. Prchavé a krátkodobé příznaky dysfunkce v této oblasti jsou popisovány jako vertebrobazilární insuficience. Patří mezi ně zejména závrativost doprovázená vegetativní i ložiskovou symptomatikou. Ateroskleroticky rigidní řečiště zásobující kmen je nejcitlivějším barometrem, který upozorňuje na klesající adaptační schopnosti krevního oběhu, proto jsou ve valné většině příznaky vertebrobazilární insuficience známkou kardiogenní oběhové nedostatečnosti (Kaňovský 2007, 31).

Důsledky celkové hypoxie mozku závisí na její tíži a délce trvání. Je-li perfuze zastavena úplně, brzy nastává koma s rozvojem permanentního vegetativního stavu (apalický syndrom), případně k mozkové smrti. V případě obnovy je symptomatika velice pestrá (Kaňovský et al. 2007, 32).

Symptomatika méně častých hemoragických CMP odpovídá ischemiím v daných povodích, a proto by bylo zbytečné jí zde podrobně rozepisovat. Prevalence postižení konkrétních oblastí je zmíněna v závěru předchozí kapitoly.

1.3 Percepce prostoru u pacientů po cévní mozkové příhodě

Kalina (2008, 19) symptomatiku příhody v progresi a dokonaného iktu dělí do těchto oblastí: poruchy vědomí, poruchy vyšších mozkových funkcí, poruchy hybnosti, poruchy somatosenzorické, poruchy smyslové, poruchy koordinace a rovnováhy a průvodní příznaky. Poruchy percepce prostoru nebo konkrétněji poruchy vnímání vertikality, kterými se tato práce zabývá, bychom v tomto dělení řadili mezi poruchy vyšších mozkových funkcí, zároveň však úzce souvisí s poruchami somatosenzorickými a smyslovými z hlediska aference, stejně jako s poruchami hybnosti, koordinace a rovnováhy z hlediska eference.

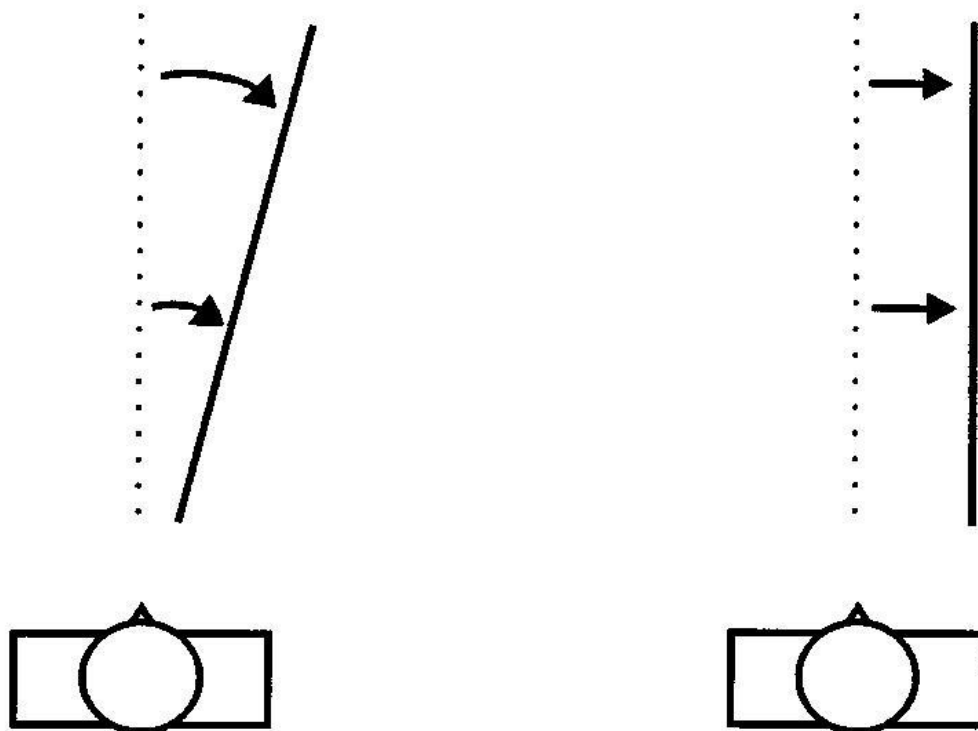
Poruchy vnímání vlastního těla a/nebo prostoru kontralaterálně k lézi jsou běžně málo klinicky zohledňovány pro jejich těžkou uchopitelnost. Nejčastěji a nejvíce popisovanou klinickou jednotkou z této skupiny je neglect syndrom – porucha schopnosti referovat, reagovat nebo se zaměřit na originální a smysluplné podněty přítomné v určité oblasti, přičemž není možné zmíněné připsat poruše senzorické nebo motorické (Heilman et al. 2011, 296). Už z vyznění této zřejmě nejuznávanější definice je patrné, že je tento syndrom často klinicky zjednodušován. Nejběžněji je považován za absenci pozornosti k prostoru kontralaterálně k lézi, z čehož jsou pak odvozovány ostatní symptomy. Jednotlivé symptomy jsou však s tímto rovnocenné a mohou se různě kombinovat. Ztráta pozornosti se tak může týkat jen kontralaterální strany těla (a tedy ne prostoru) nebo nemusí jít o ztrátu pozornosti, nýbrž o ztrátu záměru (Mennemaier 2011). Za lehčí formy poruch pozornosti v rámci neglect syndromu (popřípadě za stupeň jejich relativního zlepšení) můžeme považovat neschopnost pozornosti k podnětu při oboustranné stimulaci nebo allestézii (podnět na kontralaterální straně je interpretován jako podnět na straně ipsilaterální k lézi). V případě poruch záměru můžeme pozorovat akinezi, hypokinezi (obvykle ve formě opoždění pohybu), motorické „vyhasnutí“ (akineza se objeví pouze při povelu k pohybu oběma končetinami), ztrátu schopnosti vytrvat v pohybu nebo allokinezi (pohyb buď ipsilaterální místo kontralaterálního nebo v opačném směru než byl vyžádán). Vertikální složka neglectu bývá navíc často doplněna složkou horizontální (pouze nahoře nebo dole) nebo radiální (pouze konkrétní úhel) a vymezení samotného prostoru se nemusí odvíjet

od osoby (i zde jsou variace – od očí, od hlavy nebo od těla), ale i od objektu nebo prostředí pozornosti (Heilman et al. 2011, 299).

Symptomatika neglect syndromu je tedy velmi široká a pacientovi může způsobovat velké potíže. Tomu odpovídá i rozsah vědeckého úsilí v této oblasti a množství detailních klinických testů. Je však třeba připomenout i další symptomy přítomné u pacientů po CMP týkající se percepce prostoru nebo orientace v něm. Patří mezi ně porucha odhadu pozice předmětů v prostoru (Tartaglione et al. 1981), porucha rozlišení nebo detekce předmětů v prostoru (Warrington et al. 1967), porucha posouzení šikmých linií (Denis 2001) a pak především poruchy posouzení hlavních os prostoru (Utz 2011b, 1). O posledních zmíněných bylo rozsáhleji pojednáno výše – jako zásadní se ukázalo posouzení subjektivní (vizuální, posturální nebo haptické) vertikály (SV) jako směru gravitace. Tato schopnost může být u pacientů po CMP značně narušena jak ve frontální (Yelnik et al. 2002, Saj et al. 2005, Rousseaux et al. 2013 a další), tak v sagitální rovině (Saj et al. 2005) – podrobný přehled výzkumů zabývajících se poruchami posouzení vertikality bude obsahem následujících kapitol.

Výzkumy prokázaly, že oblasti lézí, při kterých se objevily poruchy posuzování vertikality, sousedí nebo se kryjí s oblastmi lézí způsobujícími neglect syndrom (Utz 2011b, 3). Tato anatomická souvislost logicky doplňuje fakt, že tyto dvě klinické jednotky často nacházíme u pacientů po CMP současně (Kerkhoff 1999, Yelnik et al. 2002, Funk et al. 2011). Zároveň však díky tomu nelze jednoznačně posoudit, zda současná přítomnost obou jednotek vyplývá pouze z postižení překrývajících se oblastí, nebo zda na sobě per se závisí (jsou vzájemně podmíněny). Pro vysvětlení neglect syndromu existují řady různých teorií běžně řazených do pěti skupin (Kerkhoff 2001), tedy značně více než modelů vysvětlujících poruchy posuzování vertikality. Nejpříbuznější s těmito modely je skupina transformačních teorií, které neglect syndrom považují za poruchu procesu transformace aference do egocentrického rámce (referujícího o poloze předmětů ve vztahu k tělu pozorovatele), který je klíčový pro správnou motorickou odpověď (Utz 2011b, 5). Vallar (1997) a Karnath et al. (1997) na základě těchto teorií postulovali neglect syndrom jako subjektivní posun vnímání střední čáry („subjective straight ahead“) kontralaterálně od léze – Vallar jako důsledek subjektivního posunu osy těla, Karnath jako její rotace.

Tyto teorie stejně jako modely konstituce vertikality vychází z analýzy integrace téže aference – z vestibulárního aparátu, zraku a propriocepce. Funk et al. (2011, 125) z uvedených souvislostí dovozuje, že úklon SV je jen dalším projevem neglect syndromu (jeho konstitutivním prvkem), že jde pouze o jeho vyjádření ve frontální rovině, přičemž velkou část symptomatiky, která je běžně popisována jako neglect syndrom, považuje (jako Karnath) za důsledek úklonu předožadní horizontály, tedy v horizontální rovině (obrázek 4).



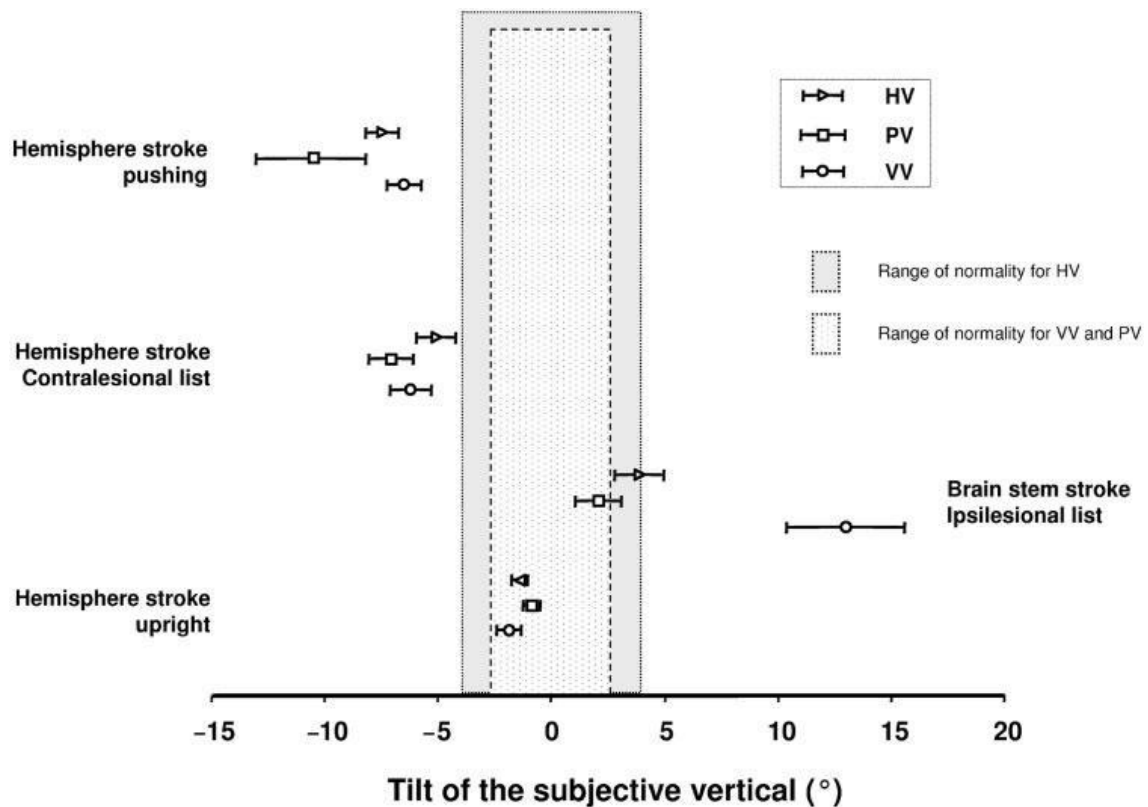
Obrázek 4. Hypotézy poruchy posouzení SSA u neglect syndromu. Karnath (viz kapitola 1.5.) prokázal variantu na obrázku vlevo, tedy rotaci SSA v horizontální rovině (Karnath 1997, 1415).

Přes silnou korelaci přítomnosti neglectu a výchylek ve vnímání vertikality je nutné si uvědomit, že se zaprvé výchylka ve vnímání vertikality objevuje i při postižení nedominantní hemisféry a zadruhé, jak bylo výše popsáno, je toto vnímání determinováno především gravicepcí. Způsoby vyšetření SVV principiálně nevypovídají o žádném opomíjení části prostoru, měřená výchylka je pouze úhlová, přičemž střed otáčení je v úrovni očí probandů. V následující části budou detailněji probrány metody a výsledky studií zabývající se poruchami percepce prostoru u pacientů po CMP.

1.4 Současný výzkum v oblasti poruch vnímání vertikality u pacientů po cévní mozkové příhodě

Na konci roku 2013 sepsali Pérennou et al. review ohlížející se za uplynulými patnácti až dvaceti lety, v kterých neuvěřitelně vzrostl výzkumný zájem o vyšetřování narušeného vnímání vertikality u pacientů po CMP. Studie nebo kapitoly o poruchách gravicepce při této diagnóze se objevili již v poválečných letech – za první významnou se v této oblasti se považuje studie Benders a Junga z roku 1948 (Utz 2011a, 68) – avšak nebyl jim přikládán takový klinický význam. Pérennou et al. vidí dva hlavní důvody vzruchu tohoto fenoménu: zaprvé objevení souvislosti mezi odchylkami SV a odchylkami posturálními a zadruhé možnost si na základě vypočítané patofyziologie CMP (s použitím výrazně zdokonalených zobrazovacích metod) ozřejmit neurofyziologické podklady vnímání vertikality a obecněji orientace v prostoru. Článek hodnotí přínos intenzivního výzkumu SV u pacientů po CMP (cca 80 studií v posledních dvaceti letech) a snaží se zodpovědět na dvě kardinální otázky: proč a jak?

Na první z nich nachází čtyři odpovědi. Zaprvé dnes díky těmto výzkumům dokážeme vysvětlit posturální výchylky, které jsou u pacientů po CMP nejčastějším důvodem ztráty soběstačnosti a výrazně u nich zvyšují riziko pádu. Jde především o tzv. lateropulze (aktivní posturální laterální náklon) a pusher syndrom (aktivní odpor při snaze o korekci lateropulze). Souvislostmi těchto fenoménů se intenzivně zabývali Pérennou et al. v roce 2008. Jejich studie se zúčastnilo 86 pacientů, z toho 35 s lateropulzemi, z nich 6 s pusher syndromem. Z grafu 1 je zřejmá korelace mezi přítomností těchto posturálních výchylek s výchylkami jednotlivých typů SV.



Graf 1. Orientace tří modalit vnímání vertikality (SVV kruhy, SHV trojúhelníky a SPV čtverce) u čtyř skupin pacientů po CMP: léze v kmeni způsobily ipsilaterální výchylku (v grafu vpravo), léze v hemisférách výchylku kontralaterální (v grafu vlevo), přičemž nejmenší výchylky vykazovali pacienti bez lateropulzí a pushing syndromu (vlevo dole), větší s lateropulzí bez pusher syndromu (vlevo uprostřed) a nejmenší ti s lateropulzí i pusher syndromem. Větší obdélník označuje zdravou normu pro SHV, menší pro SVV a SPV, která byla změřena na 33 probandech (shodného věku a pohlaví) bez poškození mozku. (Pérennou et al. 2008, 2409.)

Druhou odpovědí je, že měřením SV je možné (díky výše zmíněné úzké souvislosti s posturálními obtížemi) kvantifikovat zlepšení během rehabilitace, jak to pomocí follow-upu po třech a šesti měsících změřili například Bonan et al. (2007). Třetím důvodem, proč měřit SV, může být snaha zlepšit teoretické zázemí rehabilitace. V průběhu uplynulých let vzniklo mnoho teoretických modelů, z kterých by vyplynuly významy jednotlivých složek aference, a tedy i nejvhodnější způsoby jejich ovlivnění (například cvičení před zrcadlem, facilitace somatosenzorického vstupu, elektrická stimulace vestibulárního systému a další). Vznik těchto modelů je velkým přínosem pro širší neuropsychologické bádání o lidském vnímání prostoru a gravicepci – tento přínos je čtvrtou odpovědí na otázku po významu měření SV u pacientů po CMP. Díky objemu těchto studií je dnes možné považovat za klíčovou oblast

mozku pro tyto lidské schopnosti parietální insulární kůru a posteriorní laterální talamus pravé (nedominantní) hemisféry. Projasnil se rovněž vztah mezi alocentrickými a egocentrickými koordinačními systémy (Pérennou et al. 2014, 26-29).

Při revizi způsobů měření vnímání vertikality se ukazuje jejich relativní shoda: měří se obvykle SVV, SPV a SHV, konkrétní metody se rozcházejí jen málo. Pacienti mají vsedě ve tmě buď korigovat promítnutou svítící křivku (vizuální), oznámit moment, v kterém se cítí ve vzpřímené pozici v otočném bubnu (posturální) nebo nastavit otočný kolík do polohy, která je podle nich shodná se směrem gravitace (haptická). Pérennou et al. se ve své review příliš nezabývají studii o vztahu neglect syndromu s poruchami vnímání vertikality, čímž se vyhnou nejednoznačnosti při rozlišování poruch percepce prostoru od poruch gravicepce stejně jako rozlišení jednotlivých typů vertikál od vnímání střední osy těla (longitudinal body axis), osy před tělem (subjective straight ahead) a jejich rotacemi podle různých bodů otáčení. Zůstávají u jednoduchého porovnání významu měření jednotlivých typů vertikál u pacientů po CMP. SVV uznávají jako nejsenzitivnější v tom smyslu, že bývá u těchto pacientů nejčastěji a nejvíce vychýlena. Ukazuje se však jako problematická, protože se ve všech výzkumech vyskytuje nezanedbatelné procento hemisférických lézí způsobujících ipsilaterální vychýlení (po směru hodinových ručiček u pravostranných a proti směru u levostranných). Navíc nejen díky těmto případům SVV tolik nekoreluje s posturálními výchyly – oproti SPV, jak je dobře zřetelné z grafu 1. Z těchto korelací autorům vyplývá mnohem větší význam somatosenzoriky pro konstituci subjektivní vertikality, než se dříve myslelo. Doporučují proto měřit především SPV. SHV bývá narušena u nejmenšího procenta pacientů po CMP a navíc i nejméně koreluje s ostatními typy. Není tedy příliš spolehlivou metodou, ale stále má význam při zjišťování multimodality postižení úsudku vertikality.

1.4.1 Přehled studií zabývajících se vyšetřováním subjektivní vizuální vertikály u pacientů po cévní mozkové příhodě

Jen malá část výzkumu v této oblasti sleduje změny SV u pacientů po CMP v oblasti mozkového kmene. Za nejvýznamnější lze označit studii

Baiera et al. (2012), kteří vyšetřovali SVV u 79 pacientů s ischemií v mozkovém kmeni, aby výsledky porovnali s detailními snímky magnetické resonance. Vertikála byla vyšetřena v průměru šest dní po lézi pomocí duté polokoule – pacienti měli vsedě pomocí joysticku sedmkrát sami nastavit metr vzdálenou tyč v polokouli z nahodilě do vertikální pozice. Průměrnou hodnotou pokusů se nad obecně uznávanou normu (2.5° na oba směry od objektivní vertikály) dostalo 42 z vyšetřovaných, z toho 19 kontralaterálně a 23 ipsilaterálně. (Předpony „kontra“ a „ipsi“ vůči straně léze jsou v naprosté většině studií užívány k označení výchyly, která se laterality vůbec netýká, neboť podle metod měření jde čistě o rotační pohyb. Konvenčně je předpokládáno, že v případě měření SV sledujeme jen horní část od bodu otáčení, která se od něj naklání buď do kontralaterální nebo ipsilaterální strany prostoru od léze. Správnější označení podle směru hodinových ručiček je komplikované nutností doplnění informace o straně léze.) Baier et al. upozorňují, že nízké procento pacientů mimo normu (53%) je nejspíš způsobeno vysokou úrovní diagnostických zobrazovacích metod schopných rozlišit i mnohem menší léze, než tomu bylo dříve. Díky tomu jsou oproti minulým výzkumům nižší i celkové průměry kontralaterálních (4.2°) a ipsilaterálních (4.5°) vychylek. Význam celé studie však spočívá především ve statistickém zhodnocení vztahu odchylek SVV k místu léze, z něhož jasně plyne, že pontomesencefalické léze vykazují výchytku kontralaterálně od léze, zatímco léze pontomedulární způsobují výchytku ipsilaterální k lézi (studie se rovněž zabývá detailním určením struktur v kmeni zodpovědných za percepci vertikality). Tento objev činí z jednoduchého klinického vyšetření SV citlivý indikátor místa ischemie v mozkovém kmeni. Do své rozsáhlé studie zahrnuli pacienti s lézí v mozkovém kmeni i Pérennou et al. (2008), bylo jich však pouze šest. Jejich výsledky souhlasí s pozdějšími poznatky Baiera et al. – u všech šesti šlo o pontomedulární lézi a všichni proto vykazovali ipsilaterální výchytku SVV.

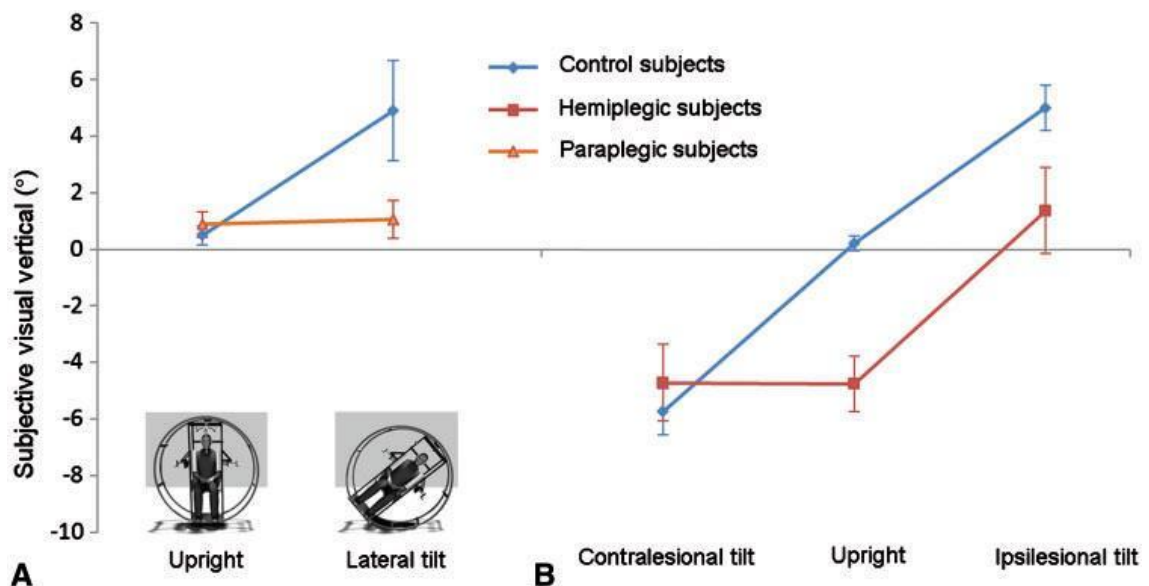
Znatelně větší pozornost je věnována CMP v oblasti hemisfér – na tyto pacienti se orientují všechny dále zmíněné studie. První „novodobou“ (především metodikou, užitím zobrazovacích metod a kladením vztahu s posturální stabilitou) studii provedli v roce 2002 Yelnik et al. a sami ji považují za první stupeň rozsáhlého výzkumu o významu měření SV pro klinickou praxi, zejména pro potřeby rehabilitace. Měření se zúčastnilo 20 pacientů

s levostrannými a 20 s pravostrannými lézemi nejvýše 3 měsíce po CMP. Měřena byla SVV (pacienti v temné místnosti dálkovým ovládáním nastavili dva metry vzdálenou svítící tyč do vertikální pozice) monokulárně i binokulárně, ve vzpřímené pozici i v 15° náklonu na obě strany. Dále bylo pacientům provedeno CT mozku, vyšetření posturální stability (PASS), vyšetření soběstačnosti (FIM), a neurologické vyšetření se zaměřením na poruchy zorného pole a přítomnost neglect syndromu (Albertův test a Bergerova škála). Nebyl nalezen rozdíl mezi výsledky monokulárního a binokulárního vyšetření. Léze v pravé i v levé hemisféře způsobily abnormální „kontralaterální“ výchylky (nad 3°) SVV ve vzpřímené pozici u 8 z 20 pacientů, ipsilaterální abnormální výchylka se u pravostranných vyskytla dvakrát, u levostranných jednou. Strana léze se statisticky neprokázala jako faktor určující velikost výchylky, obě strany se však významně lišily od výsledků kontrolní skupiny. Vyšetřením v úklonu bylo prokázáno, že při úklonu na stranu léze chybí E-efekt (hyperkompenzace). Zajímavé poznatky získali Yelnik et. al. z tzv. míry nejistoty, vypočítané součtem dvou nejvzdálenějších měření u každého z pacientů. U pravostranných lézí se nad normu (8°) dostalo 10 z 20 pacientů, u levostranných 4 z 20. Statisticky byl rozdíl mezi stranami neprokazatelný, ale opět obě strany se významně lišily od kontrolní skupiny. Žádný z pacientů s neglect syndromem (13 pravostranných a 3 levostranné léze) neměl SVV v normě. Závěry autorů zní, že nedávná mozková příhoda prokazatelně způsobuje výchylky SVV, která úzce souvisí s neglect syndromem.

Kromě SV byla ve frontální rovině zkoumána rovněž rotace tzv. podélné osy těla („longitudinal body axis“, LBA). V této oblasti nejvíce přispěli Barra et al. (2007, 2008). Do souvislosti se SVV je LBA kladena ve studii z roku 2008, kde byla na 15 pacientech ve vzpřímeném sedu prokázána jejich vzájemná silná korelace ($r=0.91$). Vzájemnou korelaci však autoři neobjevili mezi těmito koordinátami při 30° úklonech celého těla, z čehož usoudili, že chybný úsudek je u každé z nich způsoben poruchou jiných mechanismů. SVV je považována za alocentrický, zatímco LBA za egocentrický koordinační rámec. Obě byly vyšetřeny vsedě v tmavé místnosti v 1.5m vzdálenosti od svítící tyče, jejíž požadovanou polohu vyšetřovaní určovali slovním povelem. Vyšetření vertikály se víceméně shoduje s předchozími vyšetřovacími postupy, avšak vyšetření osy těla může být považováno za problematické, neboť ze studie není

jednoznačně zřejmé, kde spočíval bod otáčení. Zdá se navíc, že je na ní usuzováno pomocí zraku a tedy by šlo rovněž o alocentrický koordinační rámec. Pro detaily vyšetření odkazuje Barra et al. na studii z roku 2007, kde je však podélná osa těla vyšetřována vleže, vizuálním posouzením jen několik centimetrů před očima a bod otáčení je v oblasti umbiliku. V této studii je navíc zdůrazněno, že přestože se u pacientů našly kontralaterální odchylky od strany léze stejně jako u SVV, neměli bychom je klást do souvislosti, protože při vyšetření vleže nejde o graviceptivní úlohu.

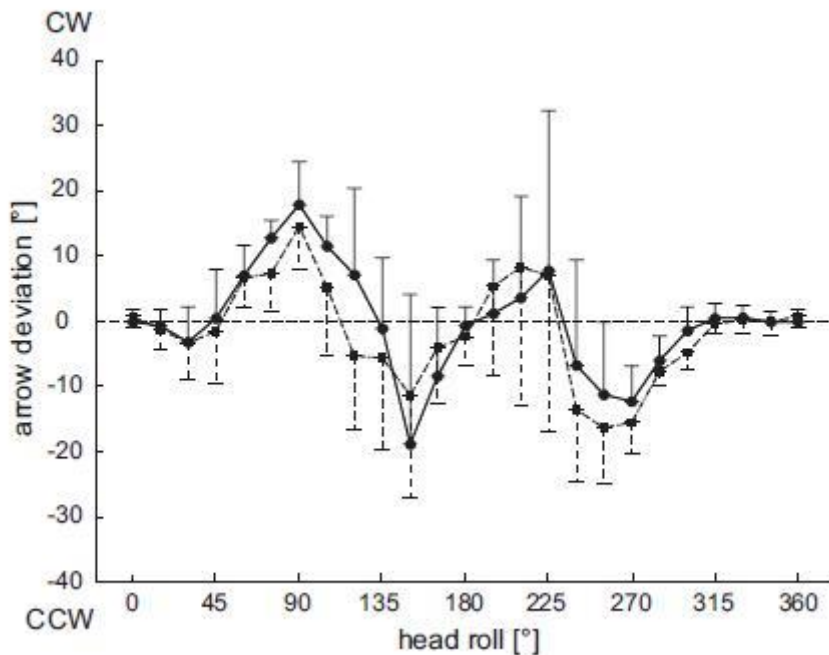
Stejný způsob vyšetření SVV volí Barra et al. (2010) i o dva roky později ve studii, která si klade za cíl určit význam somatosenzorické složky aference pro gravicepci – jejich výzkum podstoupilo kromě 23 pacientů po CMP (9 levostranných lézí, 14 pravostranných) a kontrolních skupin také 14 paraplegiků po úplné transversální míšní lézi. Ti ve vzpřímeném sedu nevykazovali významné odchylky, ale při náklonu se u nich neobjevila fyziologická hyperkompenzace. Na hemiplegických pacientech byla opět prokázána významná odchylka vertikály od strany léze a absence hyperkompenzace pouze při úklonu na stranu léze (graf 2).



Graf 2. Porovnání průměrů odhadů SVV u 14 paraplegiků a jim podle věku přiřazených 12 kontrolních probandů (vlevo) a u 23 hemiplegiků a jim podle věku přiřazených 27 kontrolních probandů (vpravo). Vlevo jsou zaznamenány údaje ve vzpřímené (více vlevo) a 50° nakloněné (více vpravo) pozici. Vpravo jsou zaznamenány údaje při úklonu 30° od strany léze (více vlevo), ve vzpřímené pozici (uprostřed) a při úklonu 30° ke straně léze (vpravo) (Barra et al. 2010, 4).

Tím autoři prokazují silný vliv somatosenzorické aference v momentech, kdy není kongruentní s aferencí z vestibulárního systému. Pro pacienty po CMP vyvozují, že odchylka ve vzpřímené poloze může být do velké míry způsobena sníženou nebo chybějící somatosenzorickou aferencí na parietické straně.

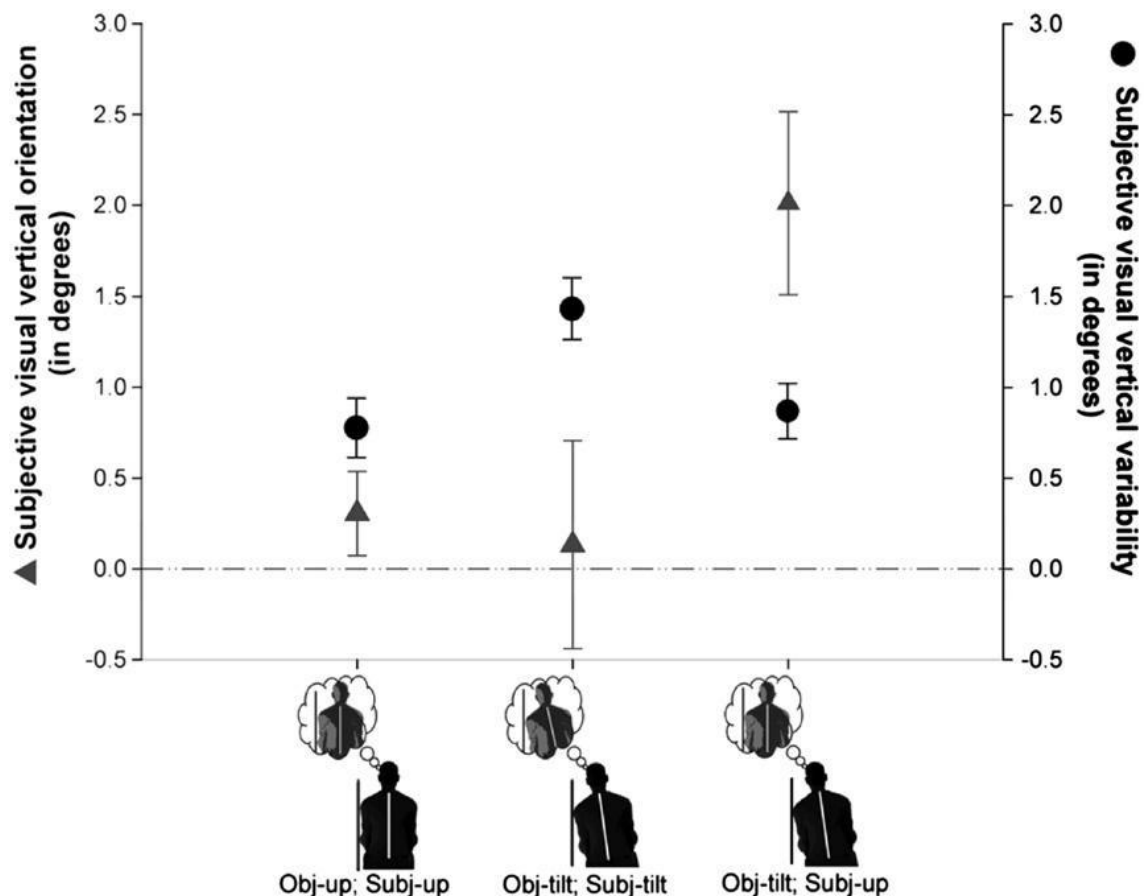
Značným zkreslením výsledků by však mohl být rozdílný postup při měření paraplegiků a hemiparetiků – první byli nakláněni pouze na jednu stranu (aby vyšetření netrvalo dlouho) a to o 50°, zatímco druzí jen o 30° (jako kompromis kvůli nepohodlí) na obě strany. Tarnutzer et al. (2009) však na zdravých jedincích ukázali přesnou dynamiku fenoménů hyper a hypokompence SVV v jednotlivých úhlech úklonu a z jejich výsledků je zřejmé, že právě rozdíl mezi 30° a 50° hraje významnou roli (graf 3).



Graf 3. Celkové průměrné odchylky a interindividuální směrodatné odchylky SVV při otáčení ve frontální rovině. Čtverce spojené přerušovanou čarou vyjadřují měření při otáčení proti směru hodinových ručiček, kolečka spojené plnou čarou vyjadřují měření při otáčení po směru hodinových ručiček (Tarnutzer et al. 2009, 1665).

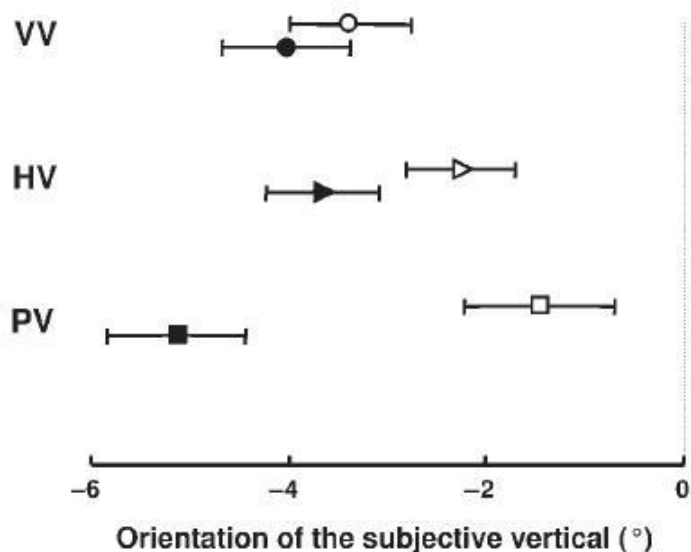
Pro rehabilitaci podstatnou studii provedli Barra et al. v roce 2012. Na 9 zdravých jedincích zkoumali vliv jejich vědomí o náklonu celého těla na posouzení SVV. V leteckém simulátoru joystickem 12x nastavovali 60cm vzdálenou 15cm dlouhou linku na obrazovce ve třech různých situacích.

Nejdříve byli změřeni ve vzpřímeném sedu, o kterém jim bylo řečeno, že je vzpřímený, následně byli natočeni o 30° a tak 5 minut ponecháni, poté pozvolna otáčení zpět k objektivní vertikále a vyzváni, aby hlasovým znamením zastavili otáčení ve své SPV. Jak autoři předpokládali, tato vertikála byla značně vychýlena od objektivní (9.6° po levostranných a 7.9° po pravostranných náklonech). V této situaci byli změřeni podruhé 12x a následně po houpání a odpočinku změřeni v náklonu odpovídajícím jejich předešlé odchylce posturální vertikály. Podle výsledků je zřejmé, jakou roli hraje jejich vědomí náklonu pro posouzení vizuální vertikály (graf 4). Autoři vyvozují existenci mentálního procesu, který zvyšuje reliabilitu vestibulární aference na úkor somatosenzorické, je-li si jedinec vědom svého úklonu.



Graf 4. Výsledky měření SVV ve třech situacích: objektivně i subjektivně ve vzpřímené poloze (vlevo), objektivně i subjektivně v náklonu (uprostřed) a objektivně v náklonu ale subjektivně ve vzpřímené poloze (vpravo). Průměr z naměřených hodnot je zaznamenán trojúhelníky, průměrná variabilita kruhy (Barra et al. 2012, 2494).

Již vícekrát byla zmíněna rozsáhlá studie z roku 2008, ve které Pérennou et al. prokazují souvislost odchylek SV s posturálními obtížemi pacientů po CMP. Jejich výzkum významně posunul chápání významu měření subjektivní vertikality v několika aspektech. Jde především o velikost vzorku – kromě již zmíněných 6 pacientů s lézí v kmeni se studie zúčastnilo 80 pacientů s lézí v hemisféře. Takové množství umožnilo začít uvažovat o případech, které se vymykají, v jiných perspektivách. Jde zejména o ty případy, v tomto šetření jich bylo 7, u kterých se změřila ipsilaterální (proti směru hodinových ručiček u levostranných nebo po směru u pravostranných lézí) odchylka SVV. Pérennou et al. (2008, 2410) tento fenomén označují za kuriozitu hodnou dalšího prozkoumání a zároveň tím deklamují SVV jako slabý prediktor posturálních obtíží (lateropulze a pusher syndrom), které jsou typicky vyjádřeny kontralaterálně od léze. Za lepší prediktor prokázali SPV, která se sice mimo normu dostala pouze u 34 z 80 probandů (oproti 44 kontralaterálních a 7 ipsilaterálních abnormálních odchylek SVV), avšak skvěle korelovala s tíží i stranou (ve všech případech) posturálních obtíží ($r=-0.71$). Možnost porovnat výsledky měření jednotlivých typů vertikál na tak velkém vzorku je dalším velkým přínosem studie. Vizuální se tedy prokázala jako nejcitlivější, ale zároveň nejproblematičtější. To platí i pro souvislost se stranou léze – dosavadní výzkum vedl k zjištění, že odchylka ve vnímání vertikality se významně více projevuje u lézí pravé hemisféry (naprostá většina studií pracuje s dichotomií pravá versus levá, zcela výjimečně je zohledněna lateralita a dominance, leváctví je statisticky „zanedbáno“). To se v této studii potvrzuje významně opět hlavně u vertikály posturální, zatímco haptická a především vizuální dokázaly najít významnou odchylku ve vertikalitě i u lézí v levé hemisféře (graf 5). Při interpretaci grafu je dobré zohlednit rovněž fakt, že u SVV je průměr snížen a rozptyl zvětšen sedmi případy ipsilaterálních vychylek (a platí to i pro graf 1).



Graf 5. Komparativní analýza průměrů výsledků měření jednotlivých typů SV u pacientů s pravostrannými (plné symboly) a levostrannými (nevyplněné symboly) lézemi (Pérennou et al. 2008, 2408).

Tato zjištění opět dotvrzují citlivost a zároveň problematičnost vyšetření tohoto typu vertikály. Pozornost autorů se i proto zaměřila na výsledky měření posturální vertikály, kterou pro již zmíněnou korelaci s posturálními obtížemi vyhodnotili jako klinicky relevantnější. Jde o bezpochyby nejpodstatnější výstup celé studie, významný především pro neurorehabilitaci. Z 35 pacientů s lateropulzemi mělo abnormální výchylku SPV 29 (u zbylých šesti nebude náhodou, že léze byla levostranná), z toho 28 pravostranných lézí. Odchylna SVV byla nalezena dokonce u 30 z těchto 35, avšak byla zaznamenána i u 5 z 6 levostranných lézí a jedna byla ipsilaterální. U všech 6 pacientů s pusher syndromem byla změřena transmodální kontralaterální výchylka (všech typů SV), u jednoho z nich šlo o levostrannou lézi, u pěti o pravostrannou. Tato rozsáhlá a významná studie bohužel neobsahuje informace o míře nejistoty při určování vertikality, jejíž význam a relevanci prokázali Yelnik et al. (2002).

Míru nejistoty úsudku při měření SVV zohlednili ve své studii rovněž Bonan et al. (2006), ačkoliv ji definovali jinak, a sice jako intraindividuální rozptyl 8 měření (4x otáčel vyšetřující ve tmě promítnutou svítící linku po směru a 4x proti směru hodinových ručiček). Na vzorku 30 pacientů (nejvýš 3 měsíce od léze v hemisféře, 13 levostranných a 17 pravostranných) prokázali silnou

korelaci těchto výchylek se zhoršenou stabilitou měřenou pomocí PASS a laterálně pulzující židle, na které se měří průměr výchyly a délka trajektorie COP. Z 30 pacientů se mimo normální rozpětí SVV se dostalo 12, zvýšenou míru nejistoty mělo rovněž 12, oboje 8. Strana léze se opět (jako u Yelnika) neprokázala jako významný faktor, avšak s takto jinak definovanou mírou nejistoty se již rozdíl mezi stranami léze stal významným – pravostranné léze ji vykazovali znatelně vyšší. Hlavní výstup studie však spočívá v korelacích s měřením stability. S výchylo SVV výrazně korelovaly PASS a délka trajektorie na pulzujícím křesle (-0.47 a 0.32), s mírou nejistoty pouze PASS (-0.35). Z toho autoři vyvozují diagnostický a kontrolní význam těchto parametrů u pacientů po CMP, kteří mají potíže s posturální stabilitou.

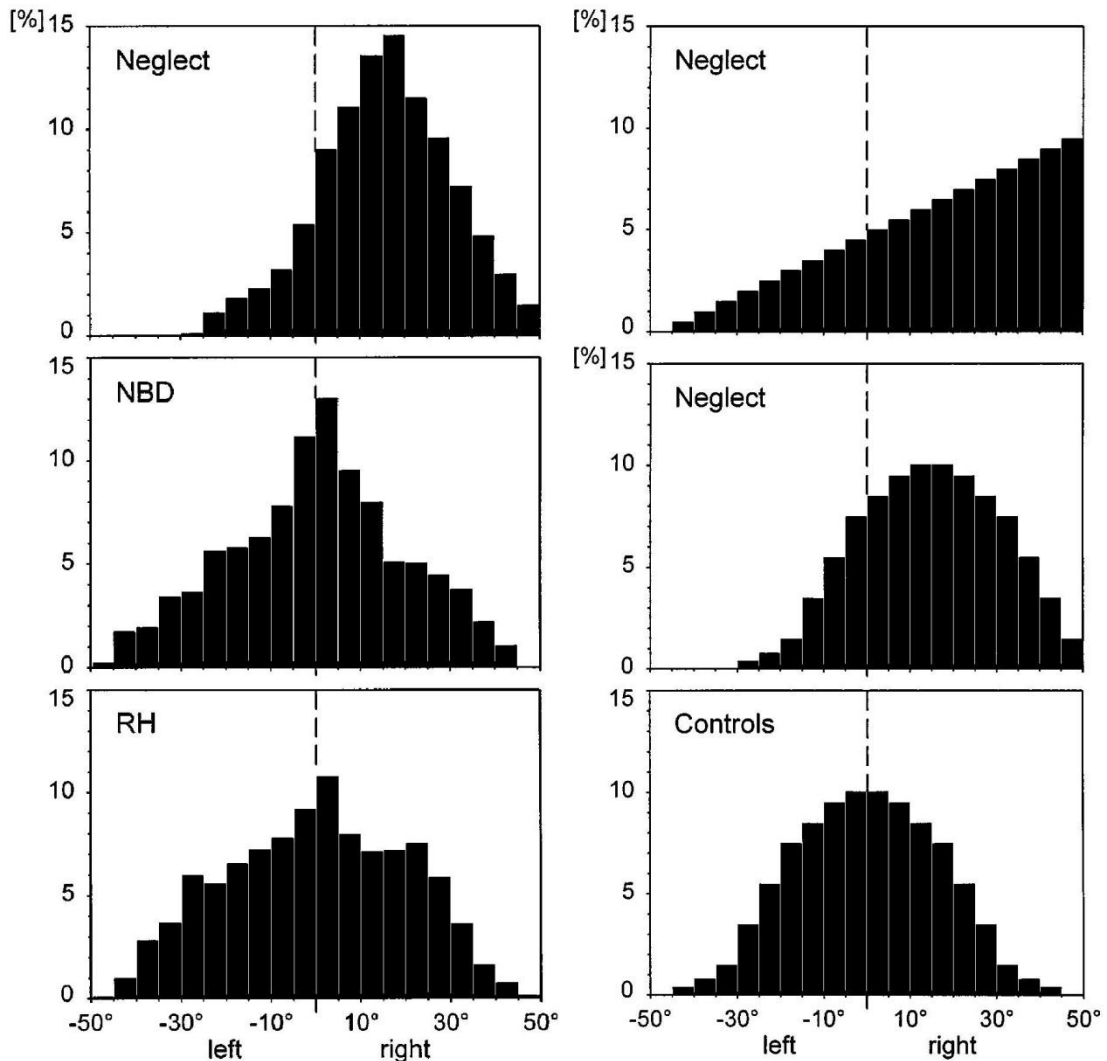
Tento závěr Bonan et al. podpořili další studií rok poté (2007). Na vzorek 28 pacientů (přesně 3 měsíce po příhodě, 14 pravostranných a 14 levostranných) použili stejná měření, navíc po 3 měsících následoval follow-up (ubyl 1 pacient s levostrannou a 4 s pravostrannou lézí) obohacený ještě dalšími vyšetřeními posturální stability (RMI a rychlost chůze). Strana léze se ve 3 měsících po příhodě opět ukázala jako nevýznamný faktor pro určení velikosti odchylky změřené SVV – u obou stran léze se průměry pacientů lišily od kontrolní skupiny, nikoliv však mezi sebou. Jako významný se tento faktor projevil až díky follow-upu, ve kterém se odchylka SVV potvrdila u pouhé poloviny z vyšetřovaných a to více u levostranných (3 ze 4) než u pravostranných lézí (3 z 8). Tyto poznatky mohou podle autorů do velké míry vysvětlit odlišnou prevalenci odchylek SVV ve studiích, kde jsou pacienti měřeni v různém časovém rozpětí od příhody. Míru nejistoty měli znatelně horší pacienti s lézí v pravé hemisféře a to jak 3 měsíce (10 z 14 oproti 2 z 14 u levostranných), tak 6 měsíců (6 z 13 oproti 0 u levostranných) po příhodě. Mezi pacienty s pravostrannou lézí se vyskytlo 8 s neglect syndromem, 7 při follow-upu, z nich mělo po 3 měsících 6 abnormální odchylku a 7 zvýšenou míru nejistoty, po 6 měsících pak 5 abnormální odchylku a 4 zvýšenou míru nejistoty při posuzování SVV. Neglect syndrom tedy v této studii silně koreluje s odchylkami SVV. Autoři se však přiklání k názoru, že souvislost je dána anatomicky (především temporoparietální junkce) a že samotné mechanismy spolu nesouvisí – zaprvé kvůli absenci časového limitu, zadruhé kvůli tomu, že svítící linka nikdy neopouští 15° perimetru, což je u neglect syndromu oblast

zřídka nebo málo zasažená a zatřetí protože se původní pozice linky neprokázala jako významný faktor. Hlavním cílem studie bylo zjistit souvislost s posturální stabilitou. V tomto směru autoři zjišťují, že významná odchylka SVV 3 měsíce po příhodě je kvalitním prediktorem pomaleji se zlepšující posturální stability (měřené 6 měsíců po příhodě).

Značně důsledněji se změnám subjektivních koordinát prostoru věnovali Rousseaux et al. (2013). Kromě SVV vyšetřovali na vzorku 42 pacientů s pravostrannou hemisférickou lézí (z toho 21 s neglect syndromem) rovněž subjektivní čelnou osu před tělem („subjective straight ahead“, SSA). Obě osy byly vyšetřovány vsedě v temné místnosti, SVV pomocí frontálně otočitelné světélkující kovové tyče 50cm před hrudníkem a SSA pomocí horizontálně posuvné a otočitelné (zaznamenával se však pouze posun) světélkující kovové tyče 50 cm před umbilikem. Probandi upravovali obě tyče pravou rukou (šlo tedy o vizuohaptickou úlohu). Měření bylo navíc doplněno moderní funkční magnetickou rezonancí. Stejně jako v jiných výzkumech se potvrdilo, že pacienti s neglect syndromem vykazují větší kontralaterální výchylky SVV (-6.9° oproti 3°) a zde navíc i SSA (posun 4.7cm oproti 2.5cm). Koordináty spolu zároveň korelovaly ($r = 0.38$). Magnetická rezonance odhalila vyšší aktivitu přední části parietálního laloku při vyšetření SSA, zatímco při vyšetření SVV se aktivovaly spíše zadní oblasti tohoto laloku. Studie tedy nachází rozdílné neuroanatomické mechanismy pro SSA a SVV, které však v klinických vyšetřeních korelují. Podle tabulky korelací jednotlivých vyšetření je dále zřejmé, že SSA koreluje s výsledky testů pro neglect syndrom podobně jako SVV (Bell test 0.426 oproti -0.425, Scene copy 0.383 oproti -0.360 a Line bisection 0.332 oproti -0.469) ačkoliv podle zobrazovacích metod se oblast spojovaná s posouzením SSA kryje více s oblastmi léze, u kterých je pozorován neglect syndrom.

Za velký přínos pro lepší pochopení uspořádání přední poloviny prostoru u pacientů po CMP je možné považovat práci Karnatha (1997), která je byla výše zmíněnými studii značně opomíjena. Karnath důsledně rozlišuje jednotlivé symptomy, které jsou součástí neglect syndromu a zabývá se čistě jen poruchou rozložení pozornosti v prostoru (jednotlivé složky neglect syndromu byly zmíněny v kapitole 1.3.), kterou považuje na základě předchozích studií za důsledek léze ve spodní části parietálního laloku. Zajímá

se tedy rozložení pozornosti v horizontální rovině. Na základě své studie z roku 1996, ve které měřil oční pohyby při hledání neexistujícího bodu podle instrukcí svítícího ve tmě (výsledky v grafu 6a), se přiklonil k hypotéze výchyly rozložení pozornosti a zamítl hypotézu gradientu (hypotézy v grafu 6b).

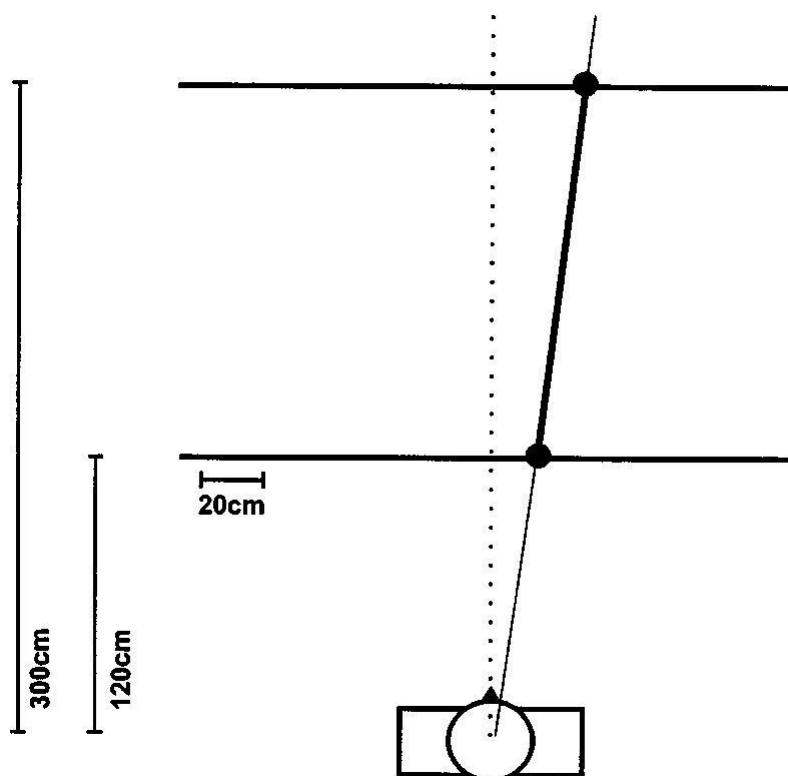


Graf 6a. Rozložení prozkoumání prostoru očními pohyby podle předozadní horizontály u 5 pacientů s neglect syndromem, 5 pacientů bez poškození mozku (NBD) a 5 pacientů s pravostrannou lézí bez neglect syndromu (RH) (Karnath 1997, 1415).

Graf 6b. Hypotézy pravděpodobného rozložení pozornosti podle předozadní horizontály u teorie „gradientu“ (a), u teorie „výchyly“ (b) a u kontrolních subjektů (graf dole) (Karnath 1997, 1414).

Dále se článek z roku 1997 zabývá již výše zmíněnou otázkou, zda je třeba neglect syndrom spojovat se subjektivní translací či spíše rotací LBA. Pro odpověď provedl měření u 4 pacientů s neglect syndromem, 5 s pravostrannou lézí bez neglect syndromu a u 5 neurologických pacientů bez poškození mozku.

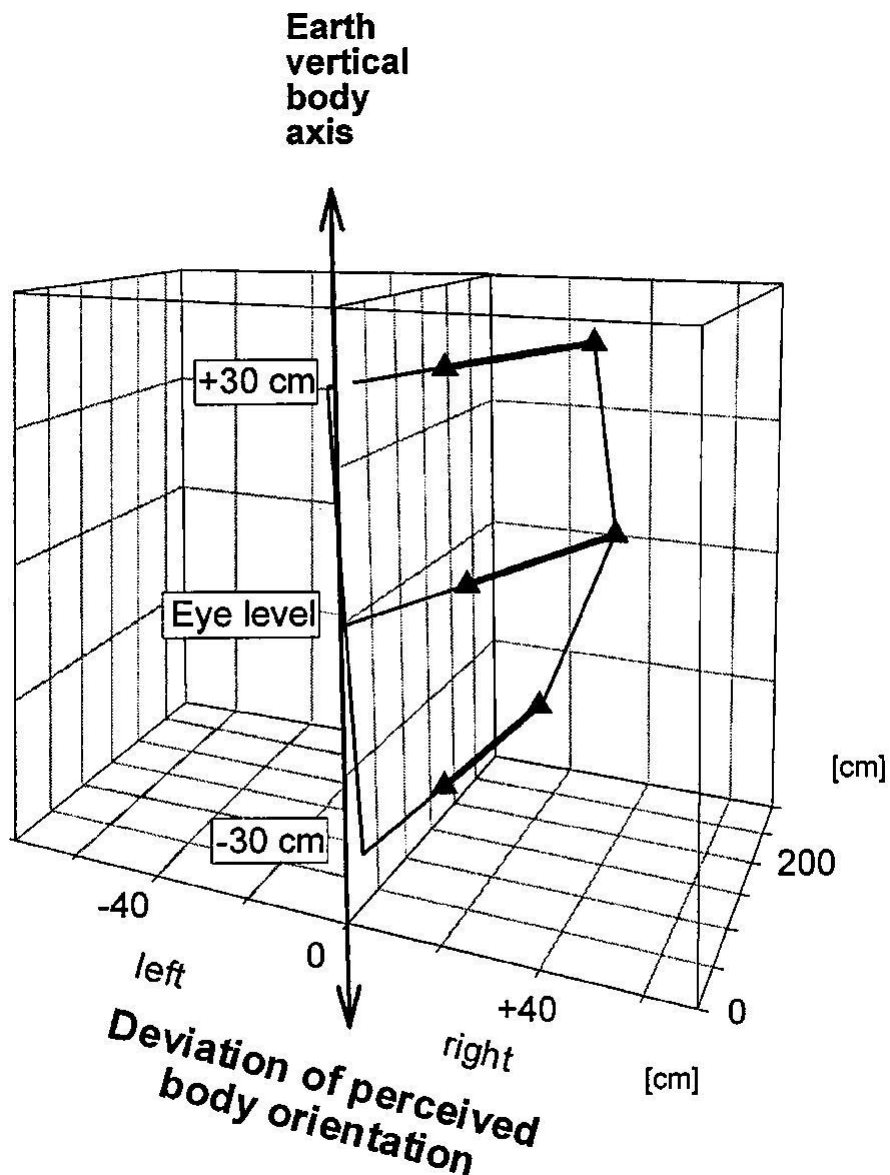
Ve tmě byla dle instrukcí probandů posouvána svítící dioda v úrovni očí 4x zleva a 4x zprava (počáteční poloha vždy nahodile v rozpětí 20° a 40°) v e vzdálenosti 120cm a poté 4x zprava a 4x zleva ve vzdálenosti 300cm. Výsledky potvrdili hypotézu (hypotézy jsou na obrázku 4), že výchylyk SSA jsou důsledkem rotace subjektivní LBA (obrázek 5).



Obrázek 5. Znáznornění SSA naměřené u 4 pacientů s neglect syndromem, změřené ve dvou vzdálenostech (Karnath 1997, 1415).

Největším přínosem pro pochopení souvislosti poruchy rozložení pozornosti vůči prostoru se SVV je však doplnění Karnathových poznatků o ta samá měření v úrovni 30cm nad a 30cm pod úrovní očí – z výsledků si lze dobře vytvořit prostorovou představu o rozložení pozornosti těchto pacientů (graf 7). Pro potřeby této práce lze na základě Karnathových zjištění polemizovat o příčině odchylek SVV u pacientů s neglect syndromem. Podle prostorového modelu je zřejmé, že pod úrovní očí je prostor zakřiven po směru, zatímco nad úrovní očí proti směru hodinových ručiček – jedná se tedy o odchylku nevysvětlitelnou pouhou rotací rovné osy v úrovni očí. Dále je třeba si klást otázku, do jaké míry může fakt, že je SVV vyšetřována v oblasti s výrazně

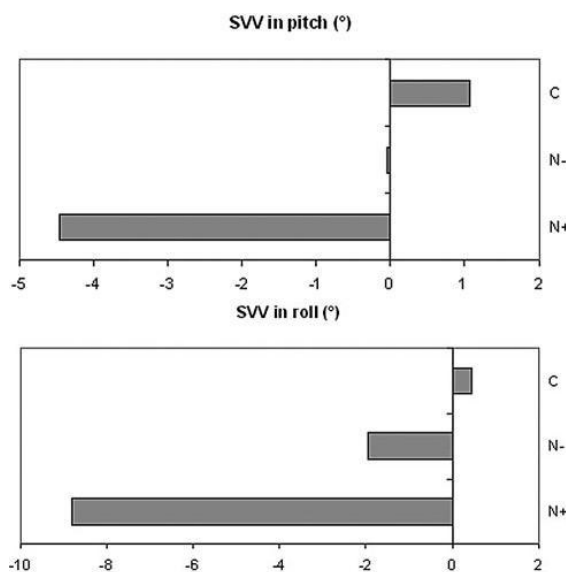
sníženou schopností pozornosti, zhoršit nebo zkreslit výsledky takového měření.



Graf 7. 3D vyjádření vnímání přední poloviny prostoru u pacientů s neglect syndromem. Vertikální rovina uprostřed značí střední sagitální rovinu pacienta. Trojúhelníky vyznačují průměrné naměřené hodnoty ve dvou vzdálenostech (120m a 300cm) od těla pacienta a to ve třech vertikálních úrovních (30cm nad úrovní očí, v úrovni očí a 30cm pod úrovní očí). Pospojováním jednotlivých trojúhelníků vzniká představa o zakřivení subjektivní střední sagitální roviny u pacientů s neglect syndromem (Karnath 1997, 1416).

Mnoho studií tedy (nehledě na Karnathovy poznatky) považuje výchylyk SVV za součást neglect syndromu, což dokládají četnými daty. Mezi ně patří i studie zabývající se kromě výchylyk SVV ve frontální rovině i jejími výchylykami

v rovině sagitální. První taková měření provedli v roce 2005 Saj. et al. Na 4 pacientech s neglect syndromem, 4 s pravostrannou lézí bez neglect syndromu a 4 kontrolních zdravých probandech měřili v temné místnosti SVV ve frontální rovině na stejném zařízení jako Rousseaux (2013). Poté zařízení otočili o 90° tak, aby byl otočný kotouč v sagitální rovině odpovídající střední sagitální rovině těla. V obou případech probandi sami pravou rukou upravovali svítící kovovou tyč (obrázek 6). Výsledky ukazují významně větší konstantní odchylky v obou rovinách u pacientů s neglect syndromem, zatímco pacienti s pravostrannou lézí bez neglect syndromu ve frontální rovině vykazovali výchylku zřetelně menší a v rovině sagitální dokonce statisticky nevýznamnou oproti objektivní vertikále (graf 8). Kromě otázek, které byly výše položeny na základě zjištění Karnatha, je v případě této studie nutné zvážit, vede-li způsob vyšetření SVV v sagitální rovině ke zjištění schopnosti posoudit směr gravitace skutečně vizuálně a ne pouze hapticky.

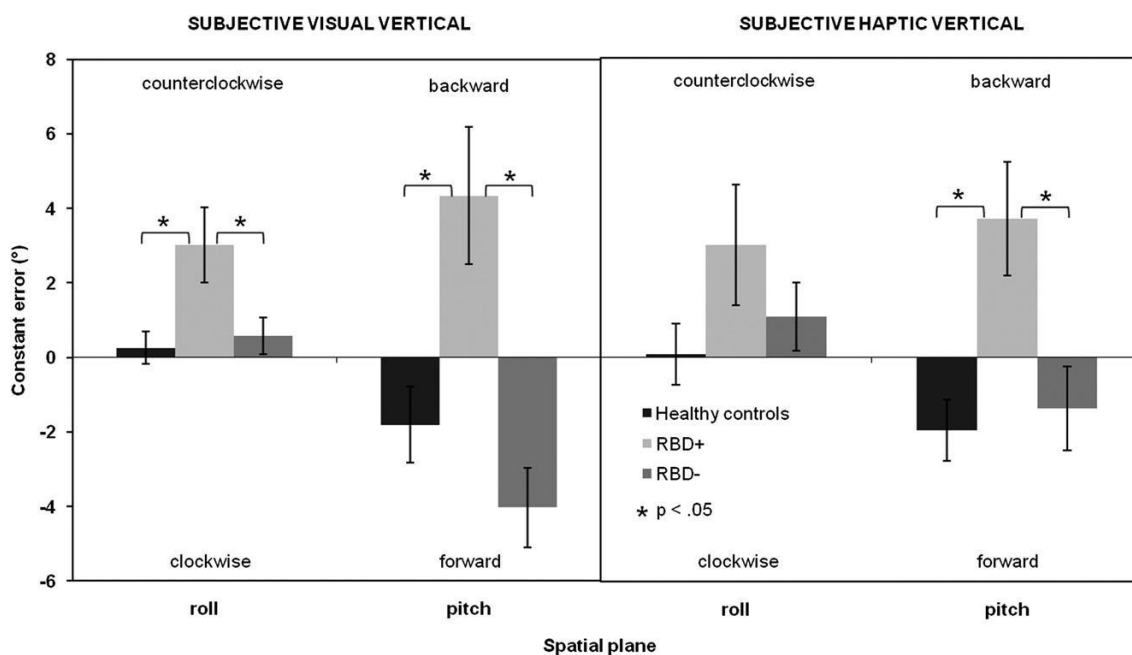


Obrázek 6. Měření SVV v sagitální (a) a frontální (b) rovině (Saj et al. 2005, 589).

Graf 8. Průměrné odchylky SVV kontrolní skupiny (C), skupiny pacientů s pravostrannou lézí bez neglect syndromu (N-) a s neglect syndromem (N+) – vlevo nahoře v sagitální rovině, vlevo dole ve frontální rovině (Saj et al. 2005, 590).

Podrobněji tuto problematiku rozpracovali Utz et al. (2011a), kteří předchozí studii kritizují právě kvůli haptickému charakteru určení SVV. Sami měřili SVV i SHV v obou rovinách na 16 pacientech s neglect syndromem, 16 pacientech s pravostrannou lézí bez neglect syndromu a 16 kontrolních

probandech. K měření bylo použito speciální zařízení – krabice, na jejíž čelní ploše byl malý kotouč a k němu připevněná tyč. Vizuální úloha probíhala ve tmě, kdy měli probandi pravou rukou otáčet svítící tyč pomocí malého kotouče, haptická úloha probíhala při zavřených očích, kdy probandi nastavovali úhel tyče tím, že ji přímo drželi v pravé ruce. Krabice byla elektrifikovaná a naprogramovaná na odečítání odchylky od nekalibrované objektivní vertikály, po každém pokusu navíc od ní vychýlila tyč o 20° po nebo proti hodinovým ručičkám. Z výsledků (graf 9) je zřejmé nejen opět, že pacienti s neglect syndromem vykázali významně větší odchylky v obou rovinách i modalitách – ukázalo se, že zatímco mezi výchylkami SHV v sagitální a frontální rovině není výrazný rozdíl, SVV je v sagitální rovině oproti frontální výrazně zhoršena u všech skupin probandů.



Graf 9. Průměrné hodnoty odchylek tří skupin při různých úlohách. Odhady kontrolní skupiny (Healthy controls) a pacientů s pravostrannou lézí s neglect syndromem (N+) a bez neglect syndromu (N-) při (zleva) SVV ve frontální rovině, SVV v sagitální rovině, SHV ve frontální rovině a SHV v sagitální rovině. Kladné hodnoty znamenají rotaci proti směru hodinových ručiček ve frontální rovině a horní částí tyče dozadu v sagitální rovině (Utz et al. 2011a, 76).

I toto zjištění by mohlo vypovídat o smysluplnosti měření SVV v sagitální rovině. Nicméně Utz et al. z výsledků vyvozují především výrazně zhoršenou schopnost posouzení směru gravitace u pacientů s neglect syndromem neprokazatelnou u pacientů s pravostrannou lézí bez neglect syndromu.

Na základě Karnathových poznatků je však možné uvažovat o zásadních zkreslujících faktorech. Dalším takovým faktorem uváděným v kapitolách o limitech studií je fakt, že neglect syndrom se obecně vyskytuje u těžších lézí, zatímco jeho absence je právě často známkou léze menší.

Na závěr kapitoly je na místě zmínit alternativu měření SVV prezentovanou poprvé Zwergalem et al. (2009). Jedná se o tzv. „bucket-method“ – vyšetřující před obličejem vyšetřovaného přidržuje a otáčí kyblíkem, na jehož dně je výrazná černá čára, a odečítá hodnotu naměřenou na úhломěru připevněném na jeho spodní zevní ploše, přičemž objektivní vertikálu mu určuje olovnička zavěšená na středu kyblíku (obrázek). Porovnáním s uznávanou metodou užívající hemisférické dutiny tak prokázali na 30 zdravých probandech a 30 pacientech s periferní nebo centrální vestibulární lézí reliabilitu této metody (interindividuálně 90%, intraindividuálně 92% shoda). Výhoda bucket-method spočívá především v jednoduchosti a praktičnosti – je možné ji použít vsedě na lůžku bez změny osvětlení.

2 CÍLE A HYPOTÉZY

CMP je ve vyspělých zemích třetí nejčastější příčinou úmrtí. Třetina postižených umírá do 1 roku, třetina má vážné a třetina lehké následky. Mezi následky patří mimo jiné i zhoršená posturální stabilita a orientace v prostoru. S těmito symptomy úzce souvisí poruchy vnímání vertikality, které jsou důsledkem poškození mozkové tkáně v oblastech zodpovědných za tuto schopnost. Tato porucha je měřitelná pomocí vyšetření SVV, která se v současném výzkumu u pacientů po CMP prokazuje jako citlivý klinický ukazatel abnormalit v jejich gravicepci a orientaci v prostoru. Jednoduché, praktické, ale zároveň citlivé zhodnocení SVV u těchto pacientů by mohlo přispět k lepšímu cílení a optimalizaci rehabilitace, popřípadě jako objektivizace změn jejich stavu.

Cílem této studie je zhodnotit změny SVV u pacientů po CMP pomocí „bucket-method“. Výsledky měření pacientů budou porovnány s výsledky kontrolní skupiny zdravých osob. Pro práci jsme si zvolili následující hypotézu:

- Hodnoty SVV pacientů po CMP a kontrolní skupiny se liší.

Dále budou výsledky měření SVV u pacientů po CMP analyzovány s ohledem na možné související faktory – věk, pohlaví, strana léze, povodí léze a stáří léze. Na základě dosavadních poznatků v této oblasti výzkumu si studie stanovuje tyto hypotézy:

- Hodnoty SVV pacientů do 3 měsíců po CMP a pacientů 6 a více měsíců po CMP se liší a obě kategorie se zároveň liší od kontrolní skupiny.
- Hodnoty SVV pacientů s lézí v levé a pravé hemisféře se liší.
- SVV u pacientů po CMP v levé hemisféře se vychyluje po směru hodinových ručiček, zatímco u pacientů po CMP v pravé hemisféře proti směru hodinových ručiček.

3 METODIKA

3.1 Probandi

V rámci studie bylo vyšetřeno 29 pacientů po CMP hospitalizovaných na Lůžkovém oddělení Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství Fakultní nemocnice v Motole, na Klinice rehabilitačního lékařství a Neurologické klinice Fakultní nemocnice na Královských Vinohradech, na lůžkové části Rehabilitačního centra při Rehabilitační nemocnici v Berouně nebo účastnících se rekondičního pobytu pořádaného o. s. Rehalb. Všichni pacienti byli předem seznámeni s účelem studie a poskytli souhlas k vyšetření. Všichni byli schopni samostatného aktivního sedu (bez opory), v kterém bylo vyšetření prováděno. Do studie nebyly zařazeny osoby s výraznou fatickou poruchou znemožňující pochopení nebo provedení měření, žádný z pacientů nevykazoval výrazné lateropulze nebo pusher syndrom. V tabulce 1 jsou uvedeny základní charakteristiky skupiny pacientů.

Pohlaví (muži/ženy)	10/19
Typ CMP (ischemie/hemoragie)	20/9
Strana léze (levá/pravá/obě)	11/16/2
Lokalizace léze (hemisféry/zadní jáma lební)	25/4
Výpadky perimetru (nepřítomny/přítomny)	25/4
Průměrný věk	60.1 ±14.93
Stáří léze (do 3 měsíců/starší než 6 měsíců)	18/11

Tabulka 1. Základní charakteristiky skupiny vyšetřených pacientů

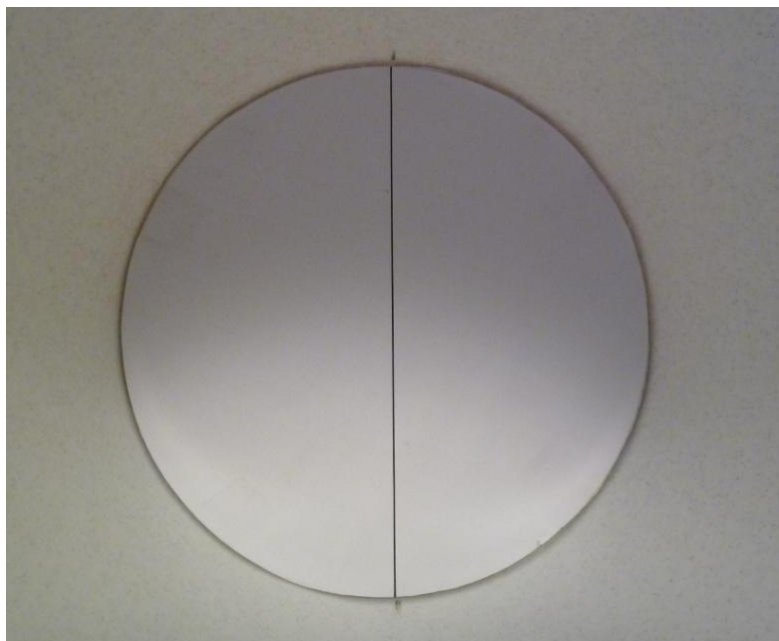
Typ CMP a strana, lokalizace a povodí léze byly zjištěny na základě CT vyšetření. Poruchy perimetru byly standardním neurologickým vyšetřením ošetřujícím lékařem zjištěny u 4 pacientů.

Kontrolní skupinu změřil Kmeť (2014). V této skupině seniorů nad 60 let bylo zahrnuto 23 žen a 11 mužů a průměrný věk byl 74.6 ±7.5. Měření SVV u kontrolních skupin proběhlo pomocí téže metody a téhož aparátu (viz dále).

3.2 Vyšetření SVV

K změření SVV byla použita tzv. „bucket-method“ publikovaná Zwergalem (2009), jenž prokázal její reliabilitu srovnáním s klinicky užívanou a uznávanou „hemispheric dome method“ na 30 pacientech s akutní periferní nebo centrální vestibulární lézí a na 30 kontrolních probandech.

Měřicí zařízení se skládá z dutého z jedné strany otevřeného válce (kbelíku), na jehož podstavě je zevnitř nakreslená na bílém kruhu zřetelná černá přímka. Na zevní straně podstavy je v přesném středu připevněna úchytko (pro zavěšení olovnice) a úhломěr tak, aby na něm jeho střed (90°) souhlasil s průběhem uvnitř narýsované přímky (obrázek 5). Takto sestrojená pomůcka umožní na zevní straně podstavy při otáčení okolo podélné osy válce odečíst vychýlení vnitřní přímky od skutečného směru gravitace (daného olovnicí), je-li tato podstava ve vertikální pozici (rovnoměrně s frontální rovinou vyšetřovaného).



Obrázek 5. Vnitřní strana podstavy měřicího zařízení – pohled pacienta.

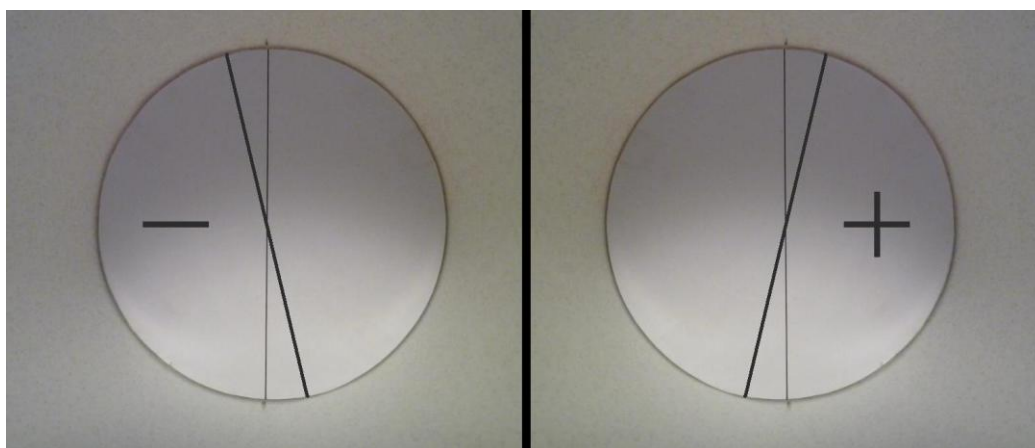
Vyšetření všech probandů proběhlo v samostatném aktivním sedu. Válec byl vyšetřujícím přiložen před obličej vyšetřovaného tak, aby byla jeho podélná osa co možná nejvíc v horizontální rovině a aby vyšetřovanému zakryl celé zorné pole, ale aby se vyšetřovaného nedotýkal a nebyla v něm příliš tma

(obrázek 6). V této pozici probíhá měření točením válce z krajních poloh (vnitřní přímka vychýlena cca 60° od objektivní vertikály) nejdříve třikrát po a poté třikrát proti směru hodinových ručiček. Válcem pomalu otáčí vyšetřující, vyšetřovaný dává hlasové znamení v momentě, kdy považuje vnitřní přímku za vertikálu. Poté je dotázán, zda je si jistý a má možnost slovně (povely „dále“ nebo „zpět“) instruovat vyšetřujícího ke korekci dalším otáčením.



Obrázek 6. Průběh vyšetření pomocí bucket-metod.

Celé vyšetření nikdy nepřesáhlo čtyři minuty. Při všech šesti pokusech byly výchylky ve směru hodinových ručiček zaznamenány jako kladné a proti směru hodinových ručiček jako záporné (obrázek 7).



Obrázek 7. Příklad výchylky označené záporným (vlevo) a kladným (vpravo) znaménkem.

3.3 Statistické zpracování dat

Pro porovnání základních hodnot získaných výše popsaným měřením SVV byly vybrány následující veličiny:

- Průměrná výchylka – rovna průměrné hodnotě všech šesti měření
- Střední chyba – rovna průměru absolutních hodnot všech šesti měření
- Průměrná přetáčivost – rovna polovině rozdílu průměru měření po směru a průměru měření proti směru hodinových ručiček

Průměrná výchylka při porovnání jednotlivých skupin vypovídá o tendenci skupin odhadovat SVV konstantně chybně více po nebo proti směru hodinových ručiček.

Střední chyba při porovnání jednotlivých skupin vypovídá o tendenci skupin odhadovat SVV chybně oproti objektivní vertikále neohledě na znaménko jednotlivých výchylek.

Průměrná přetáčivost při porovnání jednotlivých skupin vypovídá o tendenci skupin při jednotlivých pokusech odhadovat SVV až po překonání objektivní vertikály oproti pozici začátku pokusu.

Hodnoty těchto veličin byly testovány dvouvýběrovými t-testy u skupin zvolených podle hypotéz studie. Pro zamítání nulových hypotéz o shodnosti skupin byla zvolena hladina významnosti 5%.

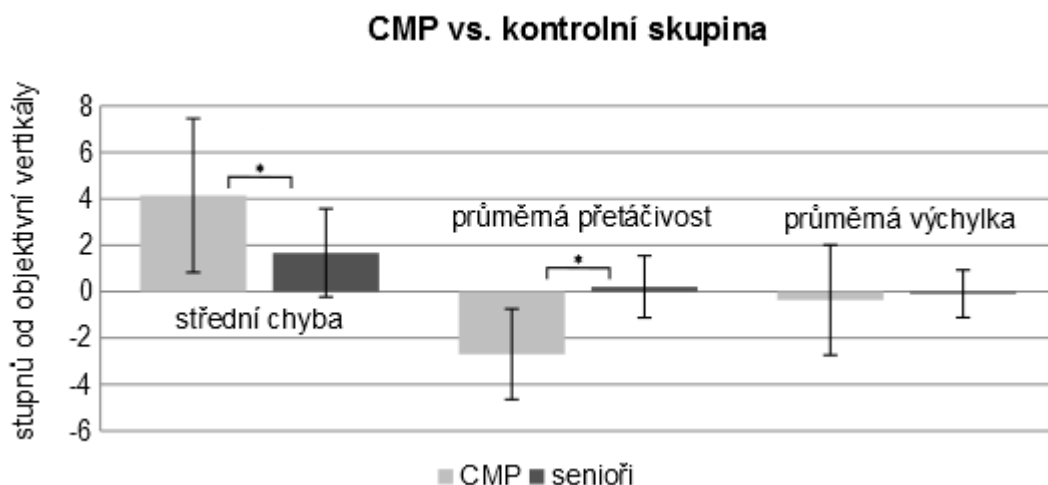
4 VÝSLEDKY

Pro testování hlavní hypotézy byla skupina 29 pacientů po CMP porovnána skupinou seniorů (Graf 10).

Střední chyba byla pro pacienty po CMP $4.14 \pm 1.95^\circ$ a pro seniory $1.67 \pm 1.34^\circ$. Kontrolní skupina se ve střední chybě signifikantně liší od skupiny pacientů po CMP $p=2.71 \times 10^{-7}$.

Průměrná přetáčivost byla pro pacienty po CMP $-2.70 \pm 2.38^\circ$ a pro seniory $0.21 \pm 1.03^\circ$. Kontrolní skupina se v průměrné přetáčivosti signifikantně liší od skupiny pacientů po CMP na hladině významnosti $p=2.25 \times 10^{-7}$.

Průměrná výchylka byla pro pacienty po CMP $-0.36 \pm 3.32^\circ$ a pro seniory $0.10 \pm 1.91^\circ$. Kontrolní skupina se v průměrné výchylce signifikantně neliší od skupiny pacientů po CMP ($p=0.359$), což je dáno definicí této veličiny – kladné výchylky v průměrné hodnotě kompenzují záporné výchylky. Veličina průměrná výchylka má proto význam jen pro testování vedlejší hypotézy o odlišnosti skupin pacientů po CMP v pravé a pacientů po CMP v levé hemisféře (dále tedy bude testována pouze pro tuto vedlejší hypotézu).



Graf 10. Porovnávání tří zvolených veličin u pacientů po CMP a kontrolní skupiny.

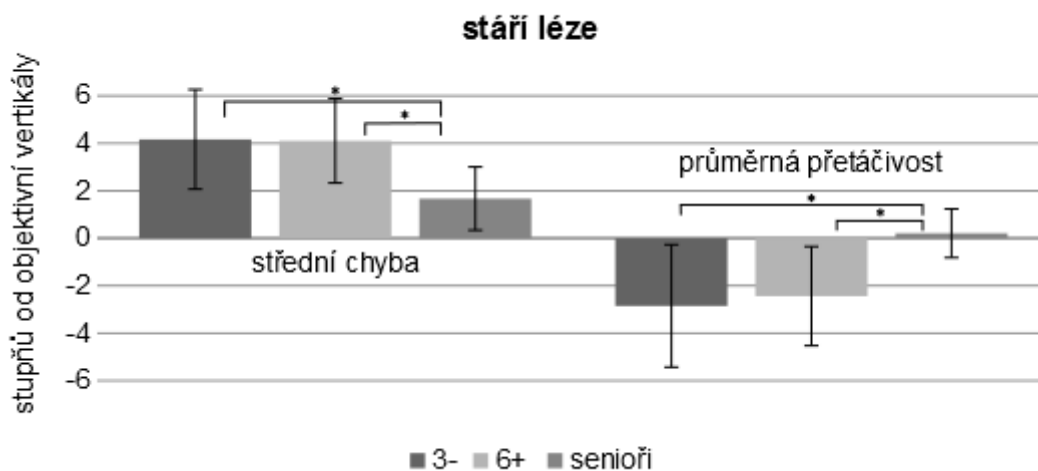
* Signifikantně se liší na hladině významnosti 5% (platí pro všechny následující grafy).

4.1 Stáří léze

Pacienti po CMP byli rozděleni na dvě skupiny podle stáří léze: 18 z nich bylo v momentě měření méně jak 3 měsíce po příhodě (3-) a 11 bylo více jak 6 měsíců po příhodě (6+). Obě skupiny byly testovány vzájemně a s kontrolní skupinou seniorů (Graf 11).

Střední chyba byla pro 3- skupinu $4.17 \pm 2.10^\circ$, pro 6+ skupinu $4.11 \pm 1.78^\circ$ a pro seniory $1.67 \pm 1.34^\circ$. Obě skupiny pacientů se ve střední chybě signifikantně liší od kontrolní skupiny seniorů ($p=5.77 \times 10^{-5}$; $p=4.71 \times 10^{-4}$). Vzájemně se skupiny pacientů signifikantně neliší ($p=0.467$).

Průměrná přetáčivost byla pro 3- skupinu $-2.85 \pm 2.58^\circ$, pro skupinu 6+ skupinu $-2.44 \pm 2.09^\circ$ a pro seniory $0.21 \pm 1.03^\circ$. Obě skupiny pacientů se v průměrné přetáčivosti signifikantně liší od kontrolní skupiny seniorů ($p=5.12 \times 10^{-5}$; $p=8.66 \times 10^{-4}$). Vzájemně se skupiny pacientů signifikantně neliší ($p=0.321$).



Graf 11. Porovnávání střední chyby a průměrné přetáčivosti u skupin 3-, 6+ a seniorů.

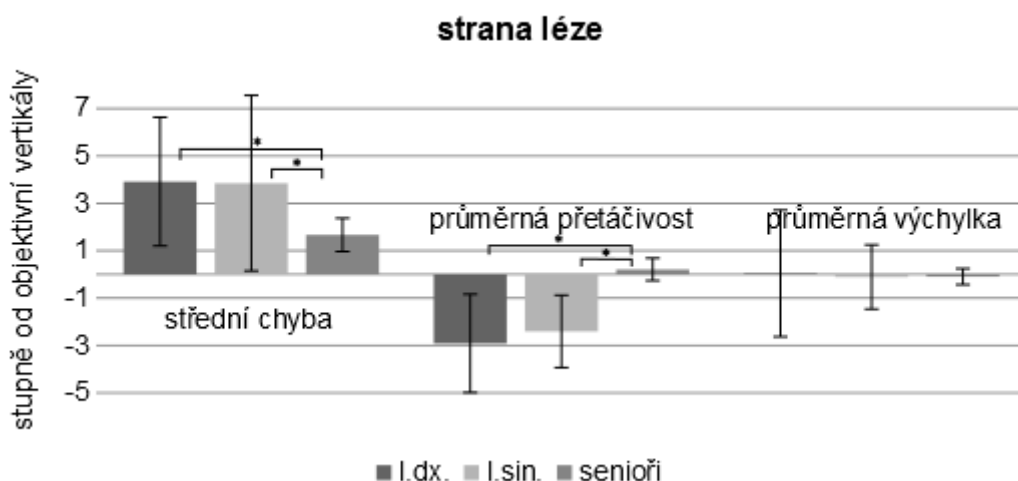
4.2 Strana léze

Pro testování hypotéz o straně léze bylo potřeba ze souboru pacientů vyřadit 4 s lézí v oblasti jámy lební, neboť bylo prokázáno, že poškození různých oblastí kmene a mozečku způsobuje odlišné rotace SVV. Tím ze souboru vypadla i kategorie oboustranné léze – oba pacienti s oboustrannou lézí ji měli lokalizovanu právě v oblasti jámy lební. Zbýlý soubor pacientů byl tvořen 16 s pravostrannou (l.dx.) a 9 s levostrannou (l.sin.) lézí v hemisférách. Skupiny l.dx. a l.sin. byly porovnány vzájemně a se skupinou seniorů (graf 12).

Střední chyba byla pro skupinu l.dx. $3.92 \pm 2.08^\circ$, pro skupinu l.sin. $3.85 \pm 1.53^\circ$ a pro seniory $1.67 \pm 1.34^\circ$. Obě skupiny pacientů se ve střední chybě signifikantně liší od kontrolní skupiny seniorů ($p=3.55 \times 10^{-4}$; $p=1.15 \times 10^{-3}$). Vzájemně se skupiny pacientů signifikantně neliší ($p=0.465$).

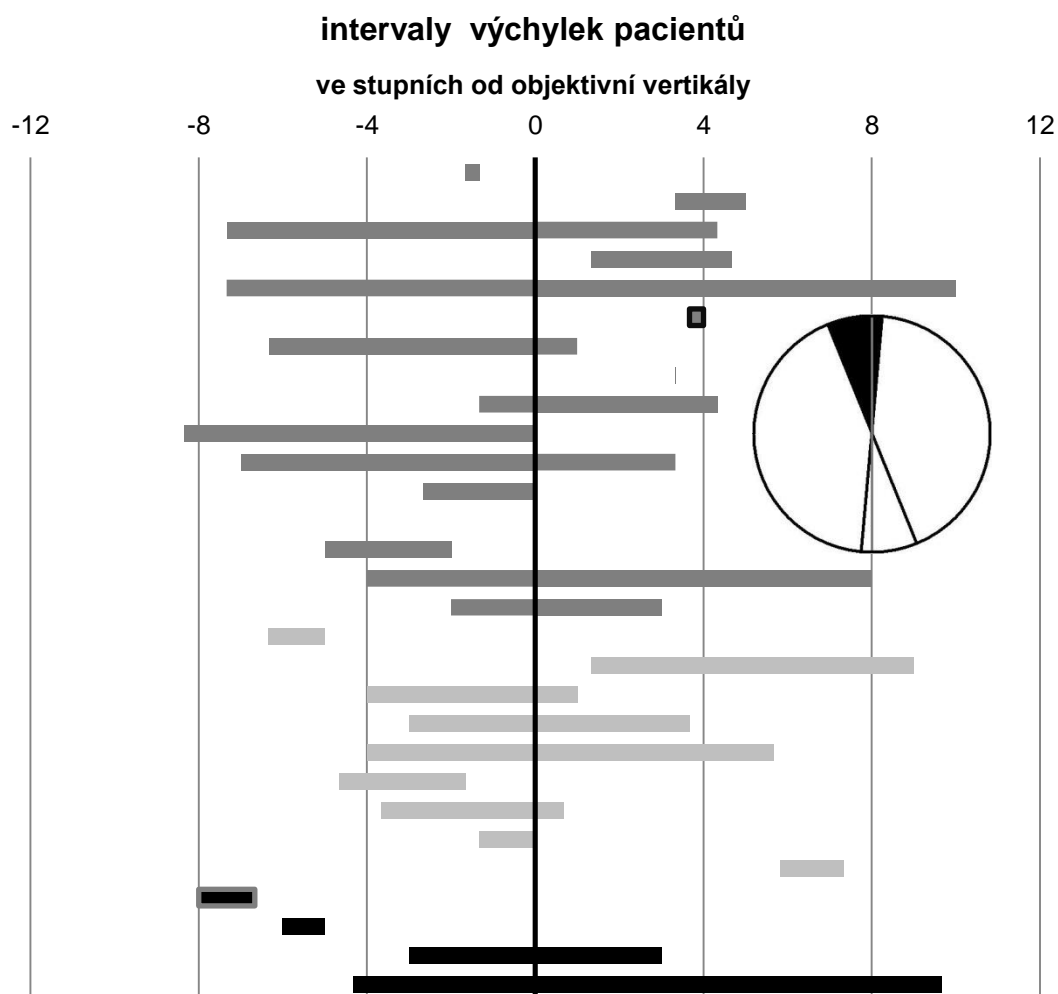
Průměrná přetáčivost byla pro skupinu l.dx. $-2.92 \pm 2.67^\circ$, pro skupinu l.sin. $-2.41 \pm 1.35^\circ$ a pro seniory $0.21 \pm 1.03^\circ$. Obě skupiny pacientů se v průměrné přetáčivosti signifikantně liší od kontrolní skupiny seniorů na hladině významnosti ($p=1.55 \times 10^{-4}$; $p=1.28 \times 10^{-4}$). Vzájemně se skupiny pacientů signifikantně neliší ($p=0.267$).

Průměrná výchylka byla pro skupinu l.dx. $0.04 \pm 2.71^\circ$, pro skupinu l.sin. $-0.11 \pm 3.71^\circ$ a pro seniory $-0.11 \pm 1.91^\circ$. Skupiny pacientů se signifikantně neliší od kontrolní skupiny seniorů ani vzájemně ($p=0.458$; $p=0.459$; $p=0.495$).



Graf 12. Střední chyba, průměrná přetáčivost a výchylka u skupin l.dx., l.sin. a seniorů.

Soubor pacientů i všechny jeho testované dílčí podskupiny (3-, 6+, l.dx. i l.sin.) vykazovaly vždy výrazně zápornou hodnotu průměrné přetáčivosti. Kladné hodnoty nabyla tato veličina pouze u 2 z 29 pacientů a u 2 byla její hodnota nulová – jinými slovy často docházelo k fenoménu „nedotáčení“. U 25 pacientů tak porovnáním průměru po směru a průměru proti směru vzniklo úhlové rozmezí, ve kterém považují přímkou na dně válce za vertikálně orientovanou. Tato rozmezí jsou graficky vyjádřena v grafu 13. Střed rozmezí se vždy rovná průměrné výchylce.



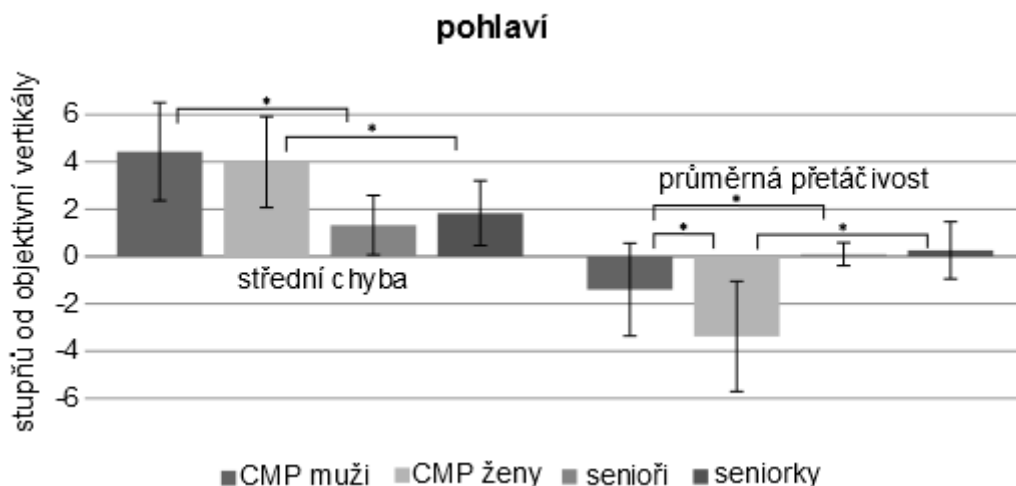
Graf 13. Rozmezí SVV jednotlivých pacientů vymezené zleva průměrem pokusů po směru a zprava proti směru hodinových ručiček. 2 pacienti s kladnou přetáčivostí jsou označeni obrysem, 1 pacient s nulovou přetáčivostí a nenulovou průměrnou výchylkou je označen linkou a jeden pacient měl všechny pokusy nulové a jeho řádek je proto prázdný. Tmavě šedě jsou označeni pacienti po CMP v levé hemisféře, světle šedě pacienti po CMP v pravé hemisféře a černě pacienti po CMP v oblasti zadní jámy lebni. Kruh se začerněnou výsečí je náhodný neexistující příklad, který znázorňuje, že ke grafickému vyjádření byla vybrána rozmezí vzniklá mezi horními částmi odhadované SVV.

4.3 Pohlaví

Pacienti byli dále rozděleni do skupin podle pohlaví na 10 mužů a 19 žen. Tyto skupiny byly testovány vzájemně a se skupinami seniorů téhož pohlaví, tedy s 11 seniory a 23 seniorkami (graf 14).

Střední chyba byla u pacientů $4.43 \pm 2.07^\circ$, u pacientek $3.99 \pm 1.92^\circ$, pro seniory $1.33 \pm 1.26^\circ$ a pro seniorky $1.83 \pm 1.37^\circ$. Testováním skupiny pacientů proti skupině pacientek i skupiny seniorů proti skupině seniorek bylo zjištěno, že se neliší signifikantně ($p=0.291$; $p=0.148$). Při porovnávání pacientů a pacientek s kontrolními skupinami shodného pohlaví se v obou případech prokázala jejich signifikantní odlišnost ($p=4.92 \times 10^{-4}$; $p=1.32 \times 10^{-4}$).

Průměrná přetáčivost byla u pacientů $-1.40 \pm 1.96^\circ$, u pacientek $-3.38 \pm 2.33^\circ$, pro seniory $0.10 \pm 0.49^\circ$ a pro seniorky $0.26 \pm 1.21^\circ$. Signifikantně se nelišily pouze skupinou seniorek od skupiny seniorů ($p=0.291$). Signifikantní odlišnost byla nalezena mezi skupinou seniorek a skupinou pacientek ($p=8.45 \times 10^{-7}$), mezi pacienty po CMP a seniory ($p=2.04 \times 10^{-2}$) i mezi skupinou pacientů a skupinou pacientek ($p=1.24 \times 10^{-2}$).



Graf 14. Porovnání střední chyby a průměrné přetáčivosti podle pohlaví u pacientů a kontrolní skupiny.

4.4 Poruchy perimetru

V souboru pacientů se vyskytly 4 osoby, kterým byla při neurologickém vyšetření diagnostikována porucha zorného pole (v 3 případech pravostranná kongruentní hemianopsie, v 1 případě dolní levá kvadrantopsie). Střední chyba těchto pacientů byla $3.79 \pm 1.86^\circ$ a průměrná přetáčivost $-1.96 \pm 2.66^\circ$, což je v obou veličinách blíže hodnotám kontrolní skupiny než hodnoty pacientů bez poruchy zorného pole, jejichž střední chyba byla $4.20 \pm 2.00^\circ$ a průměrná přetáčivost $-2.81 \pm 2.37^\circ$. Všechny předchozí testy byly zopakovány s vyřazením těchto 4 pacientů a v žádném případě se výsledek testu signifikantně nezměnil.

4.5 Vztahy mezi testovanými proměnnými

Tabulka 2 shrnuje korelace mezi proměnnými, podle kterých byli pacienti děleni do skupin. Z hodnot je zřejmé, že se tyto proměnné vzájemně příliš neovlivňují. Nejvyšší korelace se vyskytly ve vztahu k poruchám perimetru, avšak všechny podskupiny byly testovány i bez těchto pacientů. Zvýšená korelace se objevila také mezi typem léze a pohlavím.

testované proměnné	pohlaví (žena=0, muž=1)	typ léze (hemoragie=0, ischemie=1)	strana léze (levá=0, pravá=1)	doba od léze (>6měsíců=0, <3měsíce=1)
typ léze	-0.336			
strana léze	0.157	-0.097		
doba od léze	0.103	-0.237	0.200	
poruchy perimetru (ne=0, ano=1)	0.300	-0.356	0.343	0.343

Tabulka 2. Pearsonova korelace mezi proměnnými použitými rozdělení souboru pacientů na dílčí skupiny.

4.6 Povodí léze

Z oblasti hemisfér byla nejčastěji (u 12 pacientů) postižena ACM, u 4 z nich byla zároveň postižená i ACA. Všech těchto 12 osob bylo ženského pohlaví, u 7 se jednalo o pravostrannou lézi (z toho 4 izolované ACM) a u 5 o levostrannou (z toho 4 izolované ACM). Pouze u 2 z těchto 12 se jednalo o hemoragii (obě izolovaně z pravostranné ACM – centroparietální a parietookcipitální ložiska). V 5 případech došlo k ischemii v ACI. Jednalo se o léze v pravé hemisféře 3 žen a 1 muže a o lézi v levé hemisféře u jedné ženy. U 5 mužů došlo k lézi v oblasti bazálních ganglií – 1 ischemická v pravé hemisféře, 3 hemoragické v pravé hemisféře a 1 hemoragickou v hemisféře levé. Ve 2 případech nebylo možné použitou technikou zjistit oblast léze a CMP byla diagnostikována jako RIND dle symptomů. U 1 muže došlo k ischemii v povodí levé ACP.

Vyšetření byli 4 pacienti s lézí v oblasti zadní jámy lební: muž s levostrannou ischemickou lézí v oblasti kmene, muž s oboustrannou ischemií mozečkových tepen, žena s levostrannou hemoragií v oblasti Varolova mostu a žena s oboustrannou hemoragií v mozečku.

Pro testování vlivu povodí léze na naměřené hodnoty SVV byl změřen příliš nízký počet pacientů. Průměrné hodnoty skupin podle léze uvádí tabulka 3.

povodí/oblast léze	počet pacientů	střední chyba	průměrná přetáčivost
ACM	8	2.98	-2.19
ACM+ACA	4	3.67	-2.67
BG	5	3.27	-0.80
ACI	5	6.13	-5.87
ACP	1	5.67	-0.67
zadní jáma lební	4	5.71	-2.46

Tabulka 3. Počty, střední chyba a průměrná přetáčivost pacientů podle povodí léze.
V tabulce nejsou obsaženi 2 pacienti, u kterých nebylo možné oblast léze určit.

5 DISKUZE

Současný výzkum prokázal klinicky měřitelné změny v posuzování směru gravitace u pacientů po CMP. Jako nejcitlivější ukazatel se stále jeví vyšetření SVV a to různými metodami a postupy. Správné posouzení SVV je projevem schopnosti optimální integrace vizuální a vestibulární aference. Porucha této schopnosti je po CMP způsobena lézemi v aferentních drahách nebo v oblastech mozkové kůry zodpovědných za jejich integraci. Výsledky jednotlivých studií se z různých důvodů shodují či rozcházejí v představě o vztahu narušené schopnosti správně určit SVV k dalším klinickým projevům (jako jsou jiné typy SV ve frontální i sagitální rovině, neglect syndrom, lateropulze, pusher syndrom, zhoršená soběstačnost nebo posturální stabilita a další) i ke straně, oblasti a rozsahu léze. Tato studie si klade za cíl prokázat různé změny v posuzování vertikality u pacientů po CMP pomocí tzv. „bucket-method“, která na nich zatím nebyla použita.

Než budou diskutovány výsledky studie, je nutné konfrontovat jednotlivé způsoby a metody sběru dat. Volba metody s sebou vždy nese mnoho otázek ohledně možných zkreslujících faktorů běžně zohledňovaných v závěrech diskuzí, avšak některé mohou principiálně pozměnit interpretaci celých výsledků a proto budou uváženy přednostně. Za jeden z nich je možné považovat informaci o tom, kdo při měření otáčí posuzovanou úsečkou, zda vyšetřující nebo vyšetřovaný. V případě této studie to byl vyšetřující s tím, že pacientovi byla umožněna korekce slovními povely „dále“ nebo „zpět“. I v jiných studiích používajících odlišné metody otáčení úsečkou vyšetřující (Bonan et al. 2006, Barra et al. 2008, 2010, Pérennou et al. 2008), jindy prováděl rotaci sám pacient buď dálkově joystickem (Bonan et al. 2007, Barra et al. 2012, Baier et al. 2012), ručně otáčením kolečka, v kterém byla svítící tyč upevněna (Utz et al. 2011a) nebo přímo uchopením svítící tyče (Saj et al. 2005, Rousseaux et al. 2013). Obzvláště v posledních zmíněných studiích je možné se domnívat, že výsledky mohou být značně zkresleny haptickou modalitou, neboť bylo prokázáno (Pérennou et al. 2008), že se SHV a SVV mohou značně lišit (korelace 0.50).

Význam zmíněného aspektu se zvýrazní, vezmeme-li v úvahu, jaké veličiny si jednotlivé studie ze základních dat konstruují pro následnou

statistickou analýzu. Základními daty jsou obvykle kladné nebo záporné výchylky ve stupních od objektivní vertikály při jednotlivých měřeních. Tato jednotlivá měření jsou získána otáčením z různé výchozí polohy (konstantně $\pm 60^\circ$, $\pm 40^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 20^\circ$ nebo náhodně mezi objektivní vertikálou a těmito hodnotami) po směru a proti směru hodinových ručiček buď střídavě, nahodile nebo nejdřív jedním a pak druhým směrem. Žádná ze studií však k jednotlivým hodnotám nedodává informaci, zda byly získány točením po anebo proti směru hodinových ručiček. Tato studie tuto informaci zaznamenávala, a proto mohla posoudit, zda pacienti při jednotlivých pokusech spíše nenechali vyšetřujícího posuzovanou úsečku dotočit nebo ji naopak nechali přetočit přes objektivní vertikálu. Pro statistickou analýzu byla vytvořena veličina „průměrná nedotáčivost“ (viz kapitola 3.3.). V případě, že by pacienti otáčeli úsečkou sami, neměla by tato veličina takovou výpovědní hodnotu, jako v případě, kdy s ní pomalu v jednom směru z krajní pozice otáčí vyšetřující.

Kromě průměrné přetáčivosti použila tato studie k statistické analýze rovněž průměrnou odchylku, která byla použita téměř ve všech zmíněných studiích jako hlavní. Na základě této veličiny, dané průměrem získaných odchylek včetně jejich znaménka, byly v dosavadním výzkumu zjištěny mírné konstantní výchylky SVV po směru hodinových ručiček u pacientů s lézí v levé hemisféře, výraznější výchylky SVV proti směru hodinových ručiček u pacientů s lézí v pravé hemisféře (zejména při přítomnosti neglect syndromu), výrazné výchylky SVV po směru hodinových ručiček u pacientů s lézí v pontomesencefalické úrovni levého a pontomedulární úrovni pravého mozku a vice versa. Na základě těchto zjištění jsou často průměrné výchylky jednotlivých pacientů s lézemi v hemisférách analyzovány v absolutních hodnotách s předpokladem, že znaménko jednoduše vypovídá o straně léze. Pacienti vykazující opačnou rotaci SVV, než je předpokládáno, jsou považováni za kuriozitu hodnou dalšího výzkumu (Pérennou et al. 2008, 2013). V největší ze studií (Pérennou et al. 2008) jich bylo 9% (6 ze 70 pacientů).

Další zvolenou veličinou v této studii je střední chyba vypočítaná jako průměr absolutních hodnot odchylek všech měření. Takto definovaná veličina vypovídá o obecné chybovosti v odhadech bez zkreslení vlivem strany léze nebo vzájemného vykrácení výchylek s opačnými znaménky v jednotlivých

měřených pokusech. Přes své výhody byla střední chyba použita z výše zmiňovaných studií pouze v práci Utz et al. (2011a) jako „unsigned error“ a Bonan et al. (2006, 2007) jako „mean absolute SVV deviation“.

Častěji se vyskytla veličina označená jako „míra nejistoty“, kterou chtěli autoři více upozornit na různě velké rozdíly v jednotlivých změřených hodnotách každého pacienta. Yelnik et al. (2002) si ji definovali jako rozdíl mezi dvěma nejvzdálenějšími pokusy, Bonan et al. (2006, 2007) jako směrodatnou odchylku vypočtenou ze všech měření každého pacienta. Přestože se v této veličině vždy prokázala výrazná signifikantní odlišnost pacientů po CMP od kontrolních skupin, v novějších studiích se již neobjevuje. Tato studie s ní nepracuje, protože principiálně o tom samém fenoménu vypovídá veličina průměrná přetáčivost, která navíc zohledňuje informaci o směru otáčení, v kterém byla hodnota naměřena.

Ač různé veličiny vypovídají různě o charakteru poruchy správného posouzení směru gravitace, je možné na základě dosavadních poznatků výzkumu vyslovit obecnou hypotézu, že změřené hodnoty SVV u pacientů po CMP se liší od hodnot SVV změřených u zdravých osob. Tuto hypotézu si klade i tato studie. V následujícím textu budou její výsledky porovnány s výsledky dosavadního výzkumu, jak jsou pojednány v kapitole 1.4.1.

5.1 Pacienti po CMP v porovnání s kontrolní skupinou

Při testování hodnot SVV skupiny pacientů proti hodnotám kontrolní skupiny seniorů byla zamítnuta nulová hypotéza o jejich shodnosti ve dvou ze tří zvolených veličin, a sice v průměrné přetáčivosti a střední chybě. Střední chybu měřili u pacientů po CMP rovněž Utz et al. (2011a), avšak pouze na pacientech s pravostrannou lézí a to navíc v rozdělení na skupinu s a bez neglect syndromu – celkový údaj za skupinu pacientů autoři neuvádí. Stejně jako tato studie prokázali Bonan et al. v roce 2006 i v roce 2007 signifikantní odlišnost střední chyby („mean absolute SVV deviation“) skupin pacientů od kontrolních skupin (v obou případech $p < 10^{-3}$).

Průměrnou přetáčivost neuvádí žádný výzkum a není ji tedy možné srovnat s jinými výsledky. Její výrazně záporné výsledky (u 25 pacientů záporné, u 2 nulové a u 2 kladné) vypovídají o fenoménu nedotáčení u těchto pacientů. Tento fenomén se neobjevil u kontrolní skupiny – celkový průměr byl kladný, zápornou hodnotu vykazalo pouze 9 z 34 osob.

Průměrná výchylka tak, jak je definována, je používána pouze při porovnávání skupin rozlišených stranou léze (např. Yelnik et al. 2002 a další) nebo ve studiích, kde jsou měřeni pouze pacienti s lézí v pravé hemisféře (např. Utz et al. 2011a, Saj et al. 2005, Rousseaux et al. a další). O rozdělení skupiny pacientů podle strany léze bude pojednáno níže. Pérennou et al. (2008) a Barra et al. (2010) porovnávali kontrolní skupinu s celou skupinou pacientů po normalizaci znamének hodnot podle stran léze, neboť vycházeli z předpokladu, že se horní část posuzované úsečky vychyluje od strany léze (v obou případech tak, že negativní hodnota označovala vychýlení od strany léze a kladná ke straně léze). Po této úpravě se prokázala signifikantní odlišnost od kontrolní skupiny ($P < 10^{-3}$ Pérennou et al. a $P < 10^{-2}$ Barra et al.). Tato studie takto upravenou veličinu netestovala, protože se nepodařilo vyvrátit nulovou hypotézu o shodnosti skupiny pacientů s lézí v pravé a skupiny pacientů s lézí v levé hemisféře, jinými slovy: nepotvrdil se zmíněný předpoklad.

SVV pacientů po CMP se tedy podle této studie signifikantně liší od SVV zdravých osob, respektive liší se ve velikosti odchylek od objektivní vertikály (nehledě na jejich směr) a v přítomnosti fenoménu nedotáčení (ke své průměrné odchylce) při jejím měření.

5.2 Vliv doby uplynulé od léze

Vlivem faktoru doby uplynulé od léze (tedy změnami SVV u pacientů po CMP v čase) se zabývali především Bonan et al. (2007), když testovali skupinu pacientů 3 měsíce po CMP a poté znovu po 3 dalších měsících. Signifikantní rozdíl se sice nepodařilo prokázat ani ve střední chybě ani v míře nejistoty, avšak autoři uvádí, že z původních 12 pacientů se střední chybou vyšší, než byla přísně zvolená norma 3° , se jich 6 dostalo po 3 měsících pod ní, a že z původních 10 pacientů s abnormálně (opět $>3^\circ$) vysokou mírou nejistoty se do normy dostali 4 z nich.

V této studii byli vyšetřováni pouze pacienti do 3 měsíců po CMP nebo více než 6 měsíců po CMP. Tyto dvě skupiny byly porovnávány za předpokladu náhodnosti výběru pacientů – pro střední chybu ani průměrnou přetáčivost nebyla zamítnuta nulová hypotéza o shodnosti výběrů a zároveň byla prokázána signifikantní odlišnost obou skupin od kontrolní skupiny. Při tak malém vzorku není možné z toho vyvozovat, že SVV se u pacientů po CMP časem nelepší. Avšak můžeme tvrdit, že tento faktor nemohl nijak výrazně zkreslit ostatní testování v této studii. Podobným postupem dochází ke stejnému závěru například Barra et al. (2010). Na častou absenci takového důkazu a tedy na možnost zkreslení výsledků rozdílnou dobou uplynulou od léze upozorňuje ve východiscích i závěrech své studie právě Bonan et al. (2007). Většina studií se s tímto problémem vypořádává stanovením kritéria na relativně krátkou dobu po CMP.

5.3 Vliv strany léze

Ze všech zmíněných studií plyne, že strana léze je kardinální faktor určující směr průměrné výchylky SVV u pacientů po CMP. V největší z nich (Pérennou et al. 2008) se tento poznatek stává pro léze v hemisférách dokonce předpokladem. Běžně se ve výzkumu pacienti rozdělí do skupin podle strany léze nebo se pracuje pouze s těmi s lézí v pravé hemisféře, neboť v některých studiích se prokázalo, že jejich výchylka bývá větší. Žádný z těchto poznatků nebyl potvrzen předkládanou studií. Průměrné výchylky obou skupin (pacientů s lézí v pravé a pacientů s lézí v levé hemisféře) se stejně jako průměrná výchylka kontrolní skupiny pohybovaly těsně kolem nulové hodnoty (objektivní vertikály), dokonce vykazaly mírně opačnou tendenci, než bylo na základě dosavadního výzkumu očekáváno. U skupin pacientů vzájemně ani proti kontrolní skupině nebylo možné vyvrátit nulovou hypotézu o jejich shodnosti. Výsledek testování nezměnilo ani vyřazení 4 pacientů s poruchami perimetru. Korelace strany léze s dalšími vyšetřenými faktory (pohlaví, doba uplynulá od léze, typ léze) byly relativně nízké a není tedy možné usuzovat na jejich významný vliv. Nejpravděpodobnějším důvodem nepředpokládaných výsledků je tedy zřejmě způsob a metoda sběru dat.

Ve střední chybě skupin pacientů podle strany léze rovněž nebyl zjištěn signifikantní rozdíl, avšak obě skupiny vykazaly signifikantní odlišnost od kontrolní skupiny. Ke stejnému závěru došli i Bonan et al. (2006). Ve studii Utz et al. (2011a) byly vyšetřeni pouze pacienti po CMP v pravé hemisféře a navíc rozdělení podle přítomnosti neglect syndromu. Odlišnost celého souboru pacientů od kontrolní skupiny autoři netestují. Při odděleném testování byla zjištěna signifikantní odlišnost skupiny pacientů s neglect syndromem od kontrolní skupiny i proti pacientům s lézí v pravé hemisféře bez neglect syndromu. Ti vykazali dokonce menší střední chybu než kontrolní skupina. Tato studie na základě dosavadních zjištění o neglect syndromu považuje souvislost tohoto fenoménu s poruchami SVV za čistě anatomickou – zhoršení schopnosti správného posouzení SVV nemůže být vysvětleno mechanismy neglect syndromu a proto je třeba přítomnost zvětšených odchylek u těchto pacientů považovat za důsledek většího rozsahu léze.

Průměrná přetáčivost skupiny pacientů po CMP v pravé hemisféře i skupiny pacientů po CMP v levé hemisféře byla v tomto výzkumu signifikantně odlišná od průměrné přetáčivosti kontrolní skupiny. Skupiny pacientů se sice vzájemně nelišily signifikantně, avšak rozdíl jejich průměrů a směrodatné odchylky (svědčící o větší míře nedotáčivosti u pacientů s lézí v pravé hemisféře) je zřetelný oproti rozdílům v ostatních testovaných veličinách. Různou průměrnou přetáčivost skupin pacientů podle strany léze lze považovat za podobný fenomén jako rozdílnou míru nejistoty mezi skupinami pacientů podle strany léze ve studiích Yelnik et al. (2002) a Bonan et al. (2006), v prvním případě také nesignifikantní – pro pravé léze $7.6 \pm 8.8^\circ$, pro levé $4.7 \pm 3.4^\circ$ – a v druhém signifikantní ($p=0.002$) – pro pravé $5.9 \pm 4.9^\circ$, pro levé $1.8 \pm 1.0^\circ$. Pro citlivější určení vlivu faktoru strany léze na průměrnou přetáčivost by bylo nutné vyšetřit větší počet pacientů.

5.4 Vliv pohlaví

Nízký počet zúčastněných pacientů se zřejmě projevil na zkreslení vlivu dalšího faktoru – pohlaví. Pacienti rozdělení na muže a ženy byly porovnávány proti mužům a ženám kontrolní skupiny. Signifikantně odlišné byly ve střední chybě i průměrné přetáčivosti obě skupiny pacientů od skupin kontrolních, ale v průměrné přetáčivosti i skupina pacientek od skupiny pacientů. Pacientky vykazovaly významně větší průměrnou přetáčivost a přitom byla jejich střední chyba nižší než u vyšetřených mužů po CMP. O vlivu pohlaví na výchyly SVV nebyla v současném výzkumu nalezena zmínka. Podle korelací s ostatními zohledněnými faktory by výraznější zkreslení mohlo být dáno typem léze. Při bližším pohledu do dat je však zřejmé, že spíše než typem léze byl vliv pohlaví zkreslen faktorem postižené oblasti.

5.5 Povodí léze

Povodí léze bylo u pacientů určeno ošetřujícím lékařem podle CT vyšetření mozku. Tato studie se technickým zázemím nemůže srovnávat s podrobnými neuroanatomickými studii využívajícími k přesné lokalizaci lézí funkční magnetickou rezonanci. Na základě dostupné informace o povodí léze nelze v této studii léze kvantifikovat nebo bezprostředně usuzovat na anatomické korelace a konfrontovat je s výsledky jiných studií. Je však možné k této informaci přihlídnout při kontrole jednotlivých testování skupin pro odhalení případného zkreslení.

Za takové zkreslení je jistě možné považovat fakt, že všech 12 pacientů s lézí v ACM nebo ACM a ACA byly ženy a všech 5 pacientů s lézí v bazálních gangliích byli muži. Skupiny vytvořené podle povodí léze jsou příliš malé pro statistické testování, ale porovnáme-li jejich průměry, je zřejmé, že se jedná o významný faktor. Střední chyba se zdá výrazně větší, je-li postiženo celé karotické povodí nebo některá ze struktur v zadní jámě lební. Léze v karotickém povodí u vyšetřených pacientů zvýraznila i fenomén nedotáčení. Naopak právě po lézi v bazálních gangliích pravděpodobně k tomuto fenoménu tolik nedochází, přestože střední chyba je u nich srovnatelná se střední chybou všech pacientů. Tyto úsudky je možné chápat jako hypotézy pro studie s větším počtem pacientů nebo studie zaměřující se na pacienty s lézemi v určitých oblastech.

5.6 Shrnutí

Tato studie především poukázala na zásadní význam způsobu sběru dat při měření SVV u pacientů po CMP. Informace o směru otáčení, při kterém byly jednotlivé odhady SVV změřeny, je podstatná pro zjištění míry tendence posuzovanou úsečku nedotáčet. Díky této informaci je možné určit velikost rozmezí, ve kterém pacient pravděpodobně nedokáže lépe rozlišit SVV, a zároveň možné určit pozici tohoto rozmezí v závislosti na objektivní vertikále (graficky vyjádřeno grafem). U každého pacienta je tedy k běžně užívané průměrné výchylce ze všech měření třeba vypočítat zvlášť průměrnou výchylku pokusů měřených točení po směru a průměrnou výchylku pokusů měřených proti směru hodinových ručiček.

Yelnik et al. (2002) a Bonan et al. (2006, 2007) zohlednili veličinu nazvanou „míra nejistoty“, v prvním případě šlo o rozdíl nejvzdálenějších pokusů a v druhém o rozptyl vypočítaný pro každého pacienta ze všech jeho pokusů. Za předpokladu, že by všechny pokusy při točení úsečkou po směru hodinových ručiček byly vychýleny více proti směru hodinových ručiček než všechny pokusy při točení proti směru hodinových ručiček, bylo by možné považovat „míru nejistoty“ ve studiích Bonan et al. za šířku rozmezí, které v této studii určuje průměrná přetáčivost. Protože v této studii tomu tak je u 24 z 29 pacientů, je možné předpokládat, že „míra nejistoty“ ve studiích Bonan et al. vypovídá o témže fenoménu jako průměrná nedotáčivost.

Tvrzení, že ve zjištěném rozmezí není pacient schopný posuzovat SVV, respektive že libovolná úsečka orientovaná v daném rozmezí je posouzena jako SVV, neplyne implicitně ze způsobu sběru dat této studie a je nutné doložit podrobnějším vyšetřením. Bylo by například vhodné u každého pacienta provést ještě 3 měření z výchozí polohy přímo v naměřeném rozmezí, popřípadě několik měření z jeho naměřené průměrné výchylky, a zjistit tak, jestli pacienti v takových případech odhadují SVV uvnitř anebo vně svého individuálně vypočítaného rozmezí.

Zohledněním směru otáčení při jednotlivých pokusech se zároveň zvětšuje význam metody sběru dat, zejména faktu, zda úsečkou otáčí vyšetřující nebo vyšetřovaný. V případě, že s úsečkou jakýmkoliv způsobem manipuluje vyšetřovaný, zvyšuje se pravděpodobnost, že při jednotlivých

pokusech pacient častěji překročí finální odhad, čímž se smaže význam informace o výchozí poloze. V případě, že úsečkou otáčí vyšetřující dostatečně pomalu, snižuje se pravděpodobnost dodatečné úpravy povelom „zpět“ na minimum.

Jedním z cílů této studie bylo prokázat reliabilitu bucket-method a nepřímo i její srovnatelnost s metodami jinými. Přestože byla prokázána významná odlišnost hodnot SVV pacientů po CMP od hodnot kontrolní skupiny zdravých osob, v některých hypotézách se výsledky této studie významně lišily od dosavadních poznatků výzkumu. Z tohoto důvodu je pro další použití bucket-method nutné provést studii porovnávací výsledky této metody s výsledky jiné metody na těch samých pacientech. Nejvhodnější by bylo porovnání s nejčastěji používaným měřením v temné místnosti pomocí projekce svítící linky, kterou by dálkově otáčel vyšetřující. Vzdálenost a délka promítané linky by v principu neměla výsledky zkreslit. Podle výsledků takové studie by bylo možné lépe vysvětlit především odlišná zjištění ohledně role strany léze pro průměrnou výchylku SVV.

Další oblastí výzkumu otevírající se zjištěními této studie je vyšetřování průměrné přetáčivosti u jiných typů SV. Pérennou et al. (2013) relativizuje klinický význam SVV, která je sice nejcitlivější, ale zároveň méně než SPV nebo SHV koreluje s dalšími symptomy CMP, především posturálními (lateropulze a pusher syndrom), ale například právě i se stranou léze. Vycházeje z výsledků této studie se nabízí teze, že klinický význam vyšetření SVV nespočívá pouze ve zjištění velikosti a znaménka průměrné výchylky, ale i ve zjištění velikosti rozmezí, v kterém je úsečka pacientem za SVV považována.

Poruchy správného posouzení SV obecně jsou nejčastěji spojovány s poruchami posturální stability. Přestože je posturální stabilita je velmi komplexní schopnost výsledkem nejpoužívanějších vyšetření (obvykle PASS) je většinou jediná hodnota. Porucha posuzování SVV je v běžných denních činnostech kompenzována vizuálním kontextem a stejně tak tomu je i při většině úkolů v rámci vyšetřování posturální stability. Proto by bylo nutné vyšetřit posturální stabilitu speciálně při absenci vizuálního kontextu, s klamným vizuálním kontextem nebo u pacientů se zhoršeným zrakem. Na stejném principu by mohla být postavená i terapie. Bonan et al. (2007) zkoumali souvislost posturální stability a SVV na pacientech po CMP a vývoj této

souvislosti v čase (follow-up po 3 měsících). Jelikož pacienti během 3 měsíců mezi měřeními podstoupili standardní fyzioterapii, ergoterapii a případně logopedii, bylo možné počáteční hodnoty SVV vztahovat k míře zlepšení posturální stability. Autoři prokázali, že zhoršená schopnost posoudit SVV signifikantně souvisí s pomalejším zlepšováním posturální stability. Takové závěry podněcují hypotézy o vlivu terapie cílené na zlepšení SVV na posturální stabilitu. V této studii byl vyšetřen jediný pacient, jehož každý odhad SVV se rovnal objektivní vertikále – takový případ nebyl zaznamenán ani v kontrolní skupině. Fakt, že tento pacient působil celý život jako geodet v terénu, je informace bez jakékoliv vědecké hodnoty, avšak může být podnětem ke snaze možnosti kompenzace objektivizovat.

5.7 Limity studie

Protože se některé závěry této studie výrazně liší od dosavadních poznatků v této oblasti výzkumu, je nutné posoudit její limity obzvláště přísně. Stejně jako v jiných studiích by bylo vhodné vyšetřit větší množství pacientů především pro možnost dělení na více skupin podle všech relevantních faktorů najednou (především pro stranu léze proti povodí léze). Při větším počtu pacientů by se zároveň zmenšilo zkreslení různým rozsahem léze. Pro větší přesnost by bylo vhodné provést více měření na každém z pacientů. Vyšetření pomocí bucket-method je velmi krátké a nenáročné, což je velká výhoda pro klinické využití. Pro výzkumné záměry (pro potvrzení reliability této metody) by však bylo lépe vyšetřit pacienty důkladněji a přidat k měření několik pokusů s výchozí polohou uvnitř zjištěného rozmezí.

ZÁVĚR

Poruchy posouzení SVV jsou u pacientů po CMP citlivým ukazatelem poruchy integrace aference z vestibulárního, zrakového a somatosenzorického systému. Tato integrace je podstatná pro orientaci v prostoru (utvoření optimální představy o prostoru a polohy těla v něm) a správné posouzení směru gravitace. Bonan et al. (2007) prokázali úzký vztah mezi poruchou vnímání SVV a zhoršenou stabilitou. Při follow-upu po třech měsících bylo také zjištěno, že iniciální větší odchylky SVV jsou relativně spolehlivým prediktorem méně úspěšné balanční terapie.

Cílem této diplomové práce bylo teoreticky pojednat o současném stavu poznání v této oblasti výzkumu a prakticky prokázat rozdíly ve vnímání SVV pacientů po CMP a jedinců bez neurologického deficitu. Pro účely praktické části práce byla vyšetřena SVV 29 pacientů po CMP a získaná data byla statisticky porovnána se skupinou 34 seniorů vyšetřených Kmetěm (2014) stejnou metodou, postupem a aparátem. Z vyšetřených pacientů jich mělo 9 lézí v levé a 16 v pravé hemisféře (4 v zadní jámě lební), proto byla testována i hypotéza o vlivu strany léze. Dále byla testována hypotéza o vlivu doby uplynulé od léze – 18 pacientů bylo vyšetřeno do 3 měsíců od léze a 11 více jak 6 měsíců od léze.

Jako klíčová se ukázala volba posuzovaných veličin. Absolutní hodnoty naměřených výchylek SVV pacientů po CMP se významně lišily od výchylek kontrolní skupiny seniorů ($4.14 \pm 1.95^\circ$ oproti $1.67 \pm 1.34^\circ$, $p=2.71 \times 10^{-7}$). Doba uplynulá od léze se v této veličině ukázala jako nepodstatný faktor ($4.17 \pm 2.10^\circ$ pro léze mladší 3 měsíců a $4.11 \pm 1.78^\circ$ pro léze starší 6 měsíců, $p=0.467$), což by svědčilo pro malou míru zlepšení této schopnosti. S ohledem na nízký počet pacientů a výsledky jiných studií (Bonan et al. 2007) však není možné učinit takový závěr. V současných studiích běžně užívaná průměrná výchylka (zohledňující i směr) byla použita především k porovnání skupin s lézí v levé a pravé hemisféře – rozdíl mezi nimi nebyl v této studii signifikantní ($-0.11 \pm 3.71^\circ$ oproti $0.04 \pm 2.71^\circ$, $p=0.495$), stejně jako rozdíl v hodnotách absolutních ($3.85 \pm 1.53^\circ$ oproti $3.92 \pm 2.08^\circ$, $p=0.465$). Při porovnávání skupin podle strany léze se jen málo studiím nepodařilo prokázat jejich odlišnost (Yelnik et al. 2002, Bonan et al. 2006). Pérennou et al. (2008, 2013) ve své studii změřili pouze 9%

pacientů s ipsilaterální výchylnou a považují tento fenomén za abnormalitu hodnou dalšího výzkumného úsilí.

Přínosem této studie je zohlednění směru otáčení při každém z měřených pokusů, díky kterému bylo možné zjistit míru nedotáčení či přetáčení k vypočítané průměrné výchylně. Tak byl objeven výrazný fenomén nedotáčení u pacientů po CMP nepřítomný u kontrolní skupiny (vyjádřeno ve veličině průměrná nedotáčivost: $-2.70 \pm 2.38^\circ$ oproti $0.21 \pm 1.03^\circ$). Tento fenomén by mohl znamenat, že kromě samotné výchylny mají pacienti po CMP široké úhlové rozpětí, v kterém posuzovanou úsečku považují za vertikálně orientovanou. K takovému tvrzení by však bylo nutné vyšetření doplnit o pokusy s výchozí polohou uvnitř naměřeného úhlového rozpětí. Ač absolutní výchylny skupin podle doby uplynulé od léze i podle strany léze byly v průměrech pro tyto skupiny téměř shodné, průměrná přetáčivost se v případě pacientů s lézí starší 6 měsíců ($-2.44 \pm 2.09^\circ$) a pacientů s lézí v levé hemisféře ($-2.41 \pm 1.35^\circ$) více blížila k průměrné hodnotě kontrolní skupiny ($0.21 \pm 1.03^\circ$) než skupina s lézí v hemisféře levé ($-2.92 \pm 2.67^\circ$) nebo skupina s lézí mladší 3 měsíců ($-2.85 \pm 2.58^\circ$). Rozdíly těchto skupin nebyly sice signifikantní, ale je možné z nich vyvodit hypotézy pro studie s větším množstvím pacientů.

Tato studie potvrzuje přítomnost poruchy vnímání SVV u pacientů po CMP a detailněji proniká do charakteru těchto poruch. Ač Zwergal et al. (2009) potvrdili reliabilitu užití bucket-method pro vyšetření SVV, v této práci bylo touto metodou zjištěno několik zásadních kontroverzí s některými poznatky současného výzkumu v této oblasti a je proto nutné doplnit ji dalšími studiemi. V případě, že by její reliabilita byla přesvědčivěji prokázána, byla by bucket-method velice levným a nenáročným vyšetřením SVV u pacientů po CMP, díky kterému by bylo možné lépe cílit následnou rehabilitaci.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. ANGELAKI, D. E., G. U. YONG, G. C. DEANGELIS. *Multisensory integration: psychophysics, neurophysiology, and computation*. *Current Opinion in Neurobiology*. 2009, vol. 19, issue 4, s. 452-458 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1016/j.conb.2009.06.008.
2. BAIER, B., F. THOMKE, J. WILTING, C. HEINZE, C. GEBER a M. DIETERICH. *A Pathway in the Brainstem for Roll-Tilt of the Subjective Visual Vertical: Evidence from a Lesion-Behavior Mapping Study*. *Journal of Neuroscience*. 2012-10-24, vol. 32, issue 43, s. 14854-14858 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0770-12.2012.
3. BARRA, J., V. CHAUVINEAU, T. OHLMANN, M. GREASY a D. PERENNOU. *Perception of longitudinal body axis in patients with stroke: a pilot study*. *Journal of Neurology, Neurosurgery*. 2007-01-01, vol. 78, issue 1, s. 43-48 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1136/jnnp.2006.089961.
4. BARRA, J., C. BENAÏM, V. CHAUVINEAU, T. OHLMANN, M. GREASY a D. PERENNOU. *Are Rotations in Perceived Visual Vertical and Body Axis After Stroke Caused by the Same Mechanism?*. *Stroke*. 2008-10-27, vol. 39, issue 11, s. 3099-3101 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.515247.
5. BARRA, J., A. MARQUER, R. JOASSIN, C. REYMOND, L. METGE, V. CHAUVINEAU a D. PERENNOU. *Humans use internal models to construct and update a sense of verticality*. *Brain*. 2010-12-01, vol. 133, issue 12, s. 3552-3563 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1093/brain/awq311.
6. BARRA, J., D. PÉRENNOU, K. V. THILO, M. A. GREASY a A. M. BRONSTEIN. *The awareness of body orientation modulates the perception of visual vertical*. *Neuropsychologia*. 2012, vol. 50, issue 10, s. 2492-2498 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.06.021.

7. BONAN, I. V., E. GUETTARD, M. C. LEMAN, F. M. COLLE a A. P. YELNIK. *Subjective Visual Vertical Perception Relates to Balance in Acute Stroke*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2006, vol. 87, issue 5, s. 642-646 [cit. 2014-05-11]. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.01.019.
8. BONAN, I. V., K. HUBAUX, M. C. GELLEZ-LEMAN, J. P. GUICHARD, E. VICAUT a A. P. YELNIK. *Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke*. Journal of Neurology, Neurosurgery. 2007-01-01, vol. 78, issue 1, s. 49-55 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1136/jnnp.2006.087791.
9. ČIHÁK, R. *Anatomie 3. 2., upr. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2004, 673 s. ISBN 80-247-1132-X.
10. DENIS, M. *Imagery, language, and visuo-spatial thinking*. Philadelphia: Psychology Press, 2001, xvi, 216 p. ISBN 1-84169-236-0
11. DICHGANS, J., H. C. DIENER, T. BRANDT. *Optokinetic-graviceptive interaction in different head positions*. Acta otolaryngologica. 1974, vol. 78, 5-6, s. 391-398. ISSN 1651-2251.
12. FARALLI, M., F. LONGARI, G. RICCI, M. C. IBBA, A. FRENGUELLI. *Influence of extero- and proprioceptive afferents of the plantar surface in determining subjective visual vertical in patients with unilateral vestibular dysfunction*. Acta otorhinolaryngologica Italica. 2009, vol. 29, issue 5, s. 245-250. [cit. 2014-04-30]. ISSN 1827-675X
13. FLUUR, E., A. MELLSTRÖM. *Vestibular bidirectional sensitivity*. Acta Otolaryngol. 1970, vol. 69, issue 5 [cit. 2014-04-30]
14. FUNK, J., K. FINKE, H. J. MÜLLER, K. S. UTZ, G. KERKHOFF. *Visual context modulates the subjective vertical in neglect: evidence for an*

- increased rod-and-frame-effect*. Neuroscience. 2011, vol. 173, s. 124-134 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2010.10.067.
15. GALATI, G., G. COMMITTERI, J. N. SANES, L. PIZZAMIGLIO. *Spatial coding of visual and somatic sensory information in body-centred coordinates*. Eur J Neurosci. 2001, vol. 14, issue 4, s. 737-746 [cit. 2014-04-30].
 16. GOODDY, W., M. REINHOLD. *Some aspects of human orientation in space*. Brain. 1952, vol. 75, issue 4, s. 472-509 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1093/brain/75.4.472.
 17. GRANTHAM, D. W. *Spatial hearing and related phenomena*. s. 297-345. In MOORE, B. C. Hearing. San Diego: Academic Press, c1995, xxi, 468 s. ISBN 01-250-5626-5.
 18. HEILMAN M. K., K. M. E. VALLENSTEIN. *Clinical neuropsychology*. Fifth edition. Oxford: Oxford University Press, 2011 [cit. 2014-04-27]. ISBN 978-019-5384-871.
 19. HYBÁŠEK, I., J. VOKURKA, C. *eOtorinolaryngologie*. Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů: Portál Lékařské fakulty v Hradci Králové 6.4.2010, poslední aktualizace 11.1.2014 [cit. 2014-04-30]. ISSN 1803-280X.
 20. JAEGER, R., A. V. KONDRACHUK, T. HASLWANTER. *The distribution of otolith polarization vectors in mammals: Comparison between model predictions and single cell recordings*. Hearing Research. 2008, vol. 239, 1-2, s. 12-19 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1016/j.heares.2008.01.004.
 21. KALINA, M. *Cévní mozková příhoda v medicínské praxi*. 1. vyd. Praha: Triton, 2008, 231 s. ISBN 978-807-3871-079.

22. KAŇOVSKÝ, P., R. HERZIG. *Speciální neurologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 336 s. ISBN 978-80-244-1664-9.
23. KARNATH, H.-O. *Spatial orientation and the representation of space with parietal lobe lesions*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 1997-10-29, vol. 352, issue 1360, s. 1411-1419 [cit. 2014-05-01]. DOI: 10.1098/rstb.1997.0127.
24. KERKHOFF, G. *Multimodal spatial orientation deficits in left-sided visual neglect*. Neuropsychologia 1999, vol. 37, issue 12, 1387-1405. [cit. 2014-05-01]
25. KERKHOFF, G. *Spatial hemineglect in humans*. Prog Neurobiol 2001, vol. 63, issue 1, 1-27. [cit. 2014-05-01]
26. KMEŤ, J. *Vliv věku na percepci vertikality u zdravých jedinců*. Praha, 2014. 71 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce PhDr. Ondřej Čakrt Ph.D.
27. KOBAYASHI, H., Y. HAYASHI, K. HIGASHINO, A. SAITO, T. KUNIHURO, J. KANZAKI, F. GOTO. *Dynamic and static subjective visual vertical with aging*. Auris, Nasus, Larynx. 2002, vol. 29, issue 4, s. 325-328. ISSN 0385-8146.
28. KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, xxxi, 713 s. ISBN 978-807-2626-571.
29. LAURENS, J., D. E. ANGELAKI. *The functional significance of velocity storage and its dependence on gravity*. Experimental Brain Research. 2011, vol. 210, issue 3-4, s. 407-422 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1007/s00221-011-2568-4.

30. MENNEMAIER M. *Neglect Syndrome*. In: B. CAPLAN, J. DELUCA, J. S. KREUTZER. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology: SpringerReference* (www.springerreference.com). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. DOI: 10.1007/SpringerReference_184105 2011-05-09 09:18:39 UTC
31. NEVŠÍMALOVÁ, S., E. RŮŽIČKA, J. TICHÝ. *Neurologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2002, xiv, 367 s. ISBN 80-246-0502-3.
32. PAGARKAR, W., D. BAMIOU, D. RIDOUT, L. M. LUXON. *Subjective Visual Vertical and Horizontal*. *Archives of Otolaryngology–Head*. 2008-04-01, vol. 134, issue 4, s. 394- [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1001/archotol.134.4.394.
33. PERENNOU, D. A., G. MAZIBRADA, V. CHAUVINEAU, R. GREENWOOD, J. ROTHWELL, M. A. GREASY, A. M. BRONSTEIN. *Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship?*. *Brain*. 2008-08-21, vol. 131, issue 9, s. 2401-2413 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1093/brain/awn170.
34. PÉRENNOU, D. A., C. PISCICELLI, G. BARBIERI, M. JAEGER, A. MARQUER, J. BARRA. *Measuring verticality perception after stroke: Why and how?*. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2014, vol. 44, issue 1, s. 25-32 [cit. 2014-05-11]. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.10.131.
35. PFEIFFER, J. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 350 s. ISBN 978-802-4711-355.
36. ROUSSEAU, M., J. HONORE, P. VUILLEUMIER, A. SAJ. *Neuroanatomy of space, body, and posture perception in patients with right hemisphere stroke*. *Neurology*. 2013-10-07, vol. 81, issue 15, s. 1291-1297 [cit. 2014-05-01]. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182a823a7.
37. SAJ, A., J. HONORE, T. BERNATI, Y. COELLO, M. ROUSSEAU. *Subjective Visual Vertical in Pitch and Roll in Right Hemispheric Stroke*.

- Stroke. 2005-02-24, vol. 36, issue 3, s. 588-591 [cit. 2014-05-01]. DOI: 10.1161/01.STR.0000155740.44599.48.
38. TARNUTZER, A. A., C. J. BOCKISCH, D. STRAUMANN, I. OLASAGASTI. *Gravity Dependence of Subjective Visual Vertical Variability*. Journal of Neurophysiology. 2009-09-02, vol. 102, issue 3, s. 1657-1671 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1152/jn.00007.2008.
39. TARNUTZER, A. A., C. J. BOCKISCH, D. STRAUMANN. *Roll-Dependent Modulation of the Subjective Visual Vertical*. Journal of Neurophysiology. 2010-02-05, vol. 103, issue 2, s. 934-941 [cit. 2014-04-30]. DOI: 10.1152/jn.00407.2009.
40. TARTAGLIONE A., A. BENTON, L. COCITO, G. BINO, E. FAVALE. *Point localisation in patients with unilateral brain damage*. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 1981, vol. 44, s. 935-941
41. UTZ, K. S., I. KELLER, F. ARTINGER, O. STUMPF, J. FUNK a G. KERKHOFF. *Multimodal and multispatial deficits of verticality perception in hemispatial neglect*. Neuroscience. 2011, vol. 188, s. 68-79 [cit. 2014-05-12]. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2011.04.068.
42. UTZ, K. S. *Hemispatial Neglect and Deficits of Verticality Perception After Stroke – Neuropsychological Results and Modulation via Galvanic Vestibular Stimulation*. Saarbrücken, 2011. Dissertation. Universität des Saarlandes.
43. VALLAR, G. *Spatial frames of reference and somatosensory processing: a neuropsychological perspective*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 1997-10-29, vol. 352, issue 1360, s. 1401-1409 [cit. 2014-05-01]. DOI: 10.1098/rstb.1997.0126.

44. WARRINGTON E. K., J. MERLE. *Tachistoscopic number estimation in patients with unilateral cerebral lesions*. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 1967, roč. 30, s. 468- 474
45. YELNIK, A. P., F. O. LEBRETON, I. V. BONAN, F. M. COLLE, F. A. MEURIN, J. P. GUICHARD *Perception of verticality after recent cerebral hemispheric stroke*. Stroke 2002, vol. 33, issue 9, 2247-2253. [cit. 2014-05-01]
46. ZWERGAL, A., N. RETTINGER, C. FRENZEL, M. DIETERICH, T. BRANDT a M. STRUPP. A bucket of static vestibular function. Neurology [online]. 2009-05-11, vol. 72, issue 19 [cit. 2014-06-06]. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3181a55ecf.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1.: Tabulka základních dat kontrolní skupiny seniorů

Příloha 2.: Tabulka základních dat vyšetřených pacientů

PŘÍLOHY

Příloha 1. Tabulka základních dat kontrolní skupiny seniorů.

proband	pohlaví	věk	po směru			proti směru			průměr po směru	průměr proti směru	průměrná výchylka	střední chyba	průměrná přetáčivost
			1.	2.	3.	1.	2.	3.					
1.	žena	62	4	3	3	4	3	3	3,33	3,33	3,33	3,33	0,00
2.	žena	63	0	1	-1	-1	0	-1	0,00	-0,67	-0,33	0,67	0,33
3.	žena	64	1	0	0	0	0	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,00
4.	žena	65	1	0	0	0	-1	-2	0,33	-0,83	-0,25	0,58	0,58
5.	muž	65	-1	-2	-2	-2	-1	-2	-1,67	-1,67	-1,67	1,67	0,00
6.	žena	67	2	2	0	1	2	2	1,33	1,67	1,50	1,50	-0,17
7.	muž	67	0	-1	-1	-3	-2	-2	-0,67	-2,33	-1,50	1,50	0,83
8.	žena	67	0	0	1	-1	-1	-1	0,33	-1,00	-0,33	0,67	0,67
9.	muž	68	0	0	-1	0	-1	0	-0,33	-0,33	-0,33	0,33	0,00
10.	žena	71	-1	-1	-2	0	-1	-1	-1,33	-0,67	-1,00	1,00	-0,33
11.	muž	71	1	1	0	1	0	0	0,67	0,17	0,42	0,42	0,25
12.	žena	72	0	0	1	-1	0	0	0,33	-0,33	0,00	0,33	0,33
13.	žena	72	1	1	1	1	1	2	1,00	1,33	1,17	1,17	-0,17
14.	žena	72	1	0	0	1	0	0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,00
15.	žena	72	-3	-5	-5	-4	-6	-4	-4,33	-4,67	-4,50	4,50	0,17
16.	muž	72	0	0	0	2	1	1	0,00	1,33	0,67	0,67	-0,67
17.	žena	72	1	2	1	0	1	2	1,33	1,00	1,17	1,17	0,17
18.	žena	74	-1	0	0	-5	-4	-2	-0,33	-3,67	-2,00	2,00	1,67
19.	muž	74	1	0	1	0	0	0	0,67	0,00	0,33	0,33	0,33
20.	muž	74	0	-4	1	-1	-2	-2	-1,00	-1,67	-1,33	1,67	0,33
21.	žena	75	2	2	2	-1	-1	-1	2,00	-0,83	0,58	1,42	1,42
22.	žena	78	2	0	0	0	1	1	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00
23.	žena	78	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-3,50	-3,83	-3,67	3,67	0,17
24.	žena	80	0	-2	-1	0	2	1	-1,00	1,00	0,00	1,00	-1,00
25.	muž	80	-1	0	1	1	1	1	0,00	1,00	0,50	0,83	-0,50
26.	žena	81	3	5	3	-5	-5	-5	3,67	-5,00	-0,67	4,33	4,33
27.	žena	82	-3	-3	2	-4	-4	-3	-1,33	-3,67	-2,50	3,17	1,17
28.	muž	84	0	0	0	-1	-1	0	0,00	-0,67	-0,33	0,33	0,33
29.	žena	84	-1	-1	-1	0	2	3	-1,00	1,67	0,33	1,33	-1,33
30.	žena	84	-2	-2	-3	-2	-2	-3	-2,33	-2,33	-2,33	2,33	0,00
31.	žena	85	4	3	2	2	3	3	3,00	2,67	2,83	2,83	0,17
32.	žena	86	-2	3	2	5	5	6	1,00	5,33	3,17	3,83	-2,17
33.	muž	87	0	6	6	5	5	5	4,00	5,00	4,50	4,50	-0,50
34.	muž	89	-1	-2	-2	-3	-4	-2	-1,67	-3,00	-2,33	2,33	0,67

Příloha 2. Tabulka základních dat vyšetřených pacientů.

pacient	pohlaví	věk	typ CMP	strana léze	povodí	dni od CMP			porucha perimetru			po směru			proti směru			průměr		průměrná výchylka		střední chyba		průměrná přetáčivost		pracoviště
						1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	po směru	proti směru	průměrná	střední	průměrná	pracoviště						
1.	F	28	isch.	dx.	ACM + ACA	1490	-	0	-2	-3	-3	0	-1	-1,67	-1,33	-1,50	1,50	-0,17	LRHB Motol							
2.	M	44	hem.	dx.	BG	74 dx.	HAP	2	4	4	5	5	5	3,33	5,00	4,17	4,17	-0,83	LRHB Motol							
3.	M	59	isch.	sin.	VB	82	-	-3	-9	-8	-7	-9	-8	-6,67	-8,00	-7,33	7,33	0,67	LRHB Motol							
4.	M	47	isch.	dx.	ACI	66 dx.	HAP	-10	-6	-6	2	5	6	-7,33	4,33	-1,50	5,83	-5,83	LRHB Motol							
5.	M	45	hem.	dx.	BG	41	-	1	2	1	4	5	5	1,33	4,67	3,00	3,00	-1,67	LRHB FNKV							
6.	F	68	isch.	sin.	ACI	4	-	0	1	3	8	10	9	1,33	9,00	5,17	5,17	-3,83	NK FNKV							
7.	F	83	isch.	dx.	ACI	9	-	-8	-6	-8	5	10	15	-7,33	10,00	1,33	8,67	-8,67	NK FNKV							
8.	F	65	isch.	dx.	ACM	8 dx.	HAP	3	3	6	3	5	3	4,00	3,67	3,83	3,83	0,17	NK FNKV							
9.	F	72	hem.	sin.	?	5	-	-5	-4	-3	2	1	0	-4,00	1,00	-1,50	2,50	-2,50	NK FNKV							
10.	M	71	isch.	dx.	?	5	-	-7	-6	-6	0	1	2	-6,33	1,00	-2,67	3,67	-3,67	NK FNKV							
11.	M	55	hem.	dx.	BG	63	-	4	3	3	3	4	5	3,33	3,33	3,33	3,33	0,00	LRHB Motol							
12.	F	85	isch.	dx.	ACM	1218	-	-2	-2	0	4	4	5	-1,33	4,33	1,50	2,83	-2,83	LRHB Motol							
13.	M	46	isch.	dxsin.	VB	360	-	-6	-7	-5	-5	-5	-5	-6,00	-5,00	-5,50	5,50	-0,50	RP Rehabil							
14.	M	41	isch.	sin.	ACP	203	-	-7	-6	-6	-5	-5	-5	-6,33	-5,00	-5,67	5,67	-0,67	RP Rehabil							
15.	F	50	hem.	sin.	VB	2673	-	-4	-2	-3	2	3	4	-3,00	3,00	0,00	3,00	-3,00	RP Rehabil							
16.	F	68	hem.	dxsin.	ACPI	587	-	-6	-4	-3	10	9	10	-4,33	9,67	2,67	7,00	-7,00	RP Rehabil							
17.	F	39	isch.	sin.	ACM	901	-	-4	-3	-2	3	4	4	-3,00	3,67	0,33	3,33	-3,33	RP Rehabil							
18.	F	62	isch.	dx.	ACI	343	-	-7	-7	-7	3	3	3	-2,00	3,00	-2,00	5,00	-5,00	RP Rehabil							
19.	F	73	isch.	sin.	ACM	481	-	-2	-3	-3	-1	-1	2	-1,33	0,00	-1,33	2,00	-1,33	RP Rehabil							
20.	M	69	hem.	sin.	BG	5163	-	2	4	7	5	8	9	5,83	7,33	5,83	5,83	-1,50	RP Rehabil							
21.	F	60	isch.	dx.	ACM + ACA	23	-	-5	-10	-10	0	-2	2	-8,33	0,00	-4,17	4,83	-4,17	RNB							
22.	F	58	hem.	dx.	ACM	37	-	-5	-7	-9	3	3	4	-7,00	3,33	-1,83	5,17	-5,17	RNB							
23.	F	80	isch.	sin.	ACM + ACA	44	-	-5	-4	-3	7	5	5	-4,00	5,67	0,83	4,83	-4,83	RNB							
24.	F	34	hem.	dx.	ACM	14 sin.	dko	0	-4	-4	0	0	0	-2,67	0,00	-1,33	1,33	-1,33	RNB							
25.	M	75	isch.	dx.	BG	57	-	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RNB							
26.	F	70	isch.	dx.	ACM + ACA	1043	-	-5	-6	-4	-3	-2	-1	-5,00	-2,00	-3,50	3,50	-1,50	RNB							
27.	F	66	isch.	sin.	ACM	31	-	-4	-5	-5	-2	-2	-1	-4,67	-1,67	-3,17	3,17	-1,50	RNB							
28.	F	73	isch.	dx.	ACI	21	-	-4	-4	-4	8	8	8	-4,00	8,00	2,00	6,00	-6,00	RNB							
29.	F	57	isch.	sin.	ACM	37	-	-3	-4	-4	1	1	0	-3,67	0,67	-1,50	2,17	-2,17	RNB							

zkratky: M = muž, F = žena, isch. = ischemie, hem. = hemoragie, dx. = pravá, sin. = levá, dxsin. = pravá i levá, ACA = arteria cerebri anterior, ACM = arteria cerebri media, ACP = arteria cerebri posterior, ACI = arteria carotis interna, ACPI = arteria cerebelli posterior inferior, BG = bazální ganglia, VB = vertebrální povodí, dx. HAP = pravostanná hemianopie, sin. dko = levá dolní kvadrantopse, LRHB = Lůžkové oddělení Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství Fakultní nemocnice v Motole, LRHB FNKV = Lůžková část Kliniky rehabilitačního lékařství Fakultní nemocnice na Královských Vinohradech, NK FNKV = Neurologická klinika Fakultní nemocnice na Královských Vinohradech, RP Rehabil = rekondiční pobyt o.s. Rehabil, RNB = Lůžková část Rehabilitačního centra při Rehabilitační nemocnici v Berouně