UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

1. lékařská fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2009 **Zuzana Bestová**

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

1. lékařská fakulta

Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN

Obor: fyzioterapie

Bakalářská práce

HODNOCENÍ PORUCH POSTURÁLNÍ STABILITY U HEMIPARETICKÝCH PACIENTŮ POMOCÍ POSTUROGRAFIE

ASSESSMENT OF THE POSTURAL STABILITY DISORDERS IN HEMIPARETIC PATIENTS USING POSTUROGRAPHY

Vedoucí práce:
Mgr. Kateřina Mikešová

Autor:
Zuzana Bestová

Praha 2009

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně a uvedla všechny použité prameny a literaturu. Souhlasím s použitím mé práce ke studijním účelům.

V Praze dne 28. 3. 2009

Podpis autora

Poděkování:

Chtěla bych tímto poděkovat vedoucí práce Mgr. Kateřině Mikešové za odborné vedení, cenné rady a připomínky a Ing. Aleně Dohnalové za pomoc se statistickým zpracováním dat. Dále bych ráda poděkovala všem dobrovolníkům za jejich ochotu a trpělivost.

Zuzana Bestová

Jméno a příjmení autora: Zuzana Bestová

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Kateřina Mikešová

Název bakalářské práce: Hodnocení poruch posturální stability u hemiparetických pacientů pomocí posturografie

Pracoviště: Klinika rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Rok obhajoby bakalářské práce: 2009

ABSTRAKT

Cílem práce bylo stanovit kritéria pro hodnocení poruch posturální stability u hemiparetických pacientů s využitím dat získaných metodou statické posturografie. Vytvořili jsme skupinu 21 hemiparetických pacientů, kteří byli vyšetřeni ve věku 40 – 55 let, a kontrolní skupinu 20 dobrovolníků stejného věku bez poruch posturální stabilizace. Vyšetření bylo provedeno na přístroji Posturograph STP-03, který slouží mimo jiné k hodnocení posturální stability jedince při klidném stoji. Nejprve byli jedinci vyšetřeni při stoji o široké bázi a poté při stoji o úzké bázi. V každém z těchto dvou typů stoje jsme prováděli měření vždy s otevřenýma očima a následně se zavřenýma očima.

Hodnoty jednotlivých sledovaných parametrů stoje, které byly zjištěny pomocí statické posturografie v minulosti u hemiparetických pacientů, jsme porovnali s hodnotami naměřenými u jedinců kontrolní skupiny. Pomocí neparametrického Mann-Whitneyova testu jsme prokázali, že u parametrů Way, Area, LAT a AP jsou statisticky významné rozdíly mezi oběma sledovanými skupinami osob. Rovněž jsme potvrdili, prostřednictvím neparametrického Wilcoxonova testu pro dva závislé výběry, vliv ztížených podmínek stoje na výsledné hodnoty sledovaných parametrů stoje, a to u obou vyšetřovaných skupin osob. Závěrem jsme stanovili normy pro vybrané parametry stoje. Stanovení kritérií pro hodnocení poruch posturální stability však nebylo na základě dostupných dat možné.

Klíčová slova: cévní mozková příhoda, hemiparéza, posturální stabilita, posturografie

Author's first name and surname: Zuzana Bestová

Bachelor thesis supervisor: Mgr. Kateřina Mikešová

Title of bachelor thesis: Assessment of the postural stability disorders in hemiparetic patients using posturography

Working place: Department of Rehabilitation Medicine of the First Faculty of Medicine and General Teaching Hospital in Prague

Year of bachelor thesis defence: 2009

ABSTRACT

The aim of this thesis was to establish the criteria for the evaluation of disorders of postural stability in hemiparetic patients group using data obtained by using static posturography. We have created a group of 21 hemiparetic patients who were examined at the age of 40 - 55 years in the past, and the control group of 20 volunteers at the same age without any disorder of postural stability. Testing was carried out on the device Posturograph STP-03, which serves inter alia to assess the postural stability of individuals in quiet standing. First, subjects were examined in the standing on the broad base support and then in the standing on the narrow base of support (feet together). In each of these two cases, we performed measurements with eyes open and then eyes closed.

The values of all standing parameters, which had been measured for hemiparetic patients by using static posturography in the past, were compared to the results measured in the control group of volunteers. Using non-parametric Mann-Whitney test, we have demonstrated that the parameters Way, Area, LAT and the AP have statistically significant distinction between the two groups of people pursued. Through non-parametric Wilcoxon signed-rank test for two related samples, we have also confirmed the influence of difficult standing conditions to the resulting values of monitored standing parameters for both investigated groups of people. Finally, we set standards for selected standing parameters. Determination of criteria for the evaluation of disorders of postural stability wasn't possible on the basis of data available.

Keywords: stroke, hemiparesis, postural stability, posturography

OBSAH

ÚVOD 8
CÍL PRÁCE 10

1. TEORETICKÁ ČÁST 11
1.1 POSTURÁLNÍ STABILITA 11
1.1.1 Senzorická složka posturální stability 12
1.1.2 Řídící složka posturální stability 13
1.1.3 Výkonná složka posturální stability 14
1.1.3.1 Opěrná část 15
1.1.3.2 Hybná část 16
1.2 HEMIPARÉZA A JEJÍ PŘÍČINY 21
1.2.1 Patofyziologie a klinický obraz CMP 22
1.2.1.1 Ischemické CMP 22
1.2.1.2 Hemoragické CMP 25
1.2.2 Vliv hemiparézy a sdružených poruch na posturální stabilitu 26
1.2.2.1 Poruchy hybnosti a svalových synergií 26
1.2.2.2 Poruchy čití, spasticita 27
1.2.2.3 Poruchy vestibulárních funkcí, mozečku a bazálních ganglií 28
1.2.2.4 Poruchy vnímání vertikály 28
1.2.2.5 Další poruchy 29
1.2.3 Posturální stabilita u hemiparetických pacientů 29
1.2.4 Hodnocení poruch posturální stability 30
1.3 POSTUROGRAFIE 30
1.3.1 Základní terminologie 31
1.3.2 Sledované parametry stoje 32

2. PRAKTICKÁ ČÁST 33
2.1 METODIKA 33
2.1.1 Výběr vyšetřovaných osob 33

2.1.2 Posturografické vyšetření kontrolní skupiny 34
2.1.3 Zpracování získaných dat 35
2.1.3.1 Prosté porovnání 35
2.1.3.2 Statistické testy 37
2.2 HODNOCENÍ ZÍSKANÝCH DAT 40
2.2.1 Popis jednotlivých parametrů stoje 40
2.2.2 Neparametrický Mann-Whitneyův test pro dva nezávislé výběry 48
2.2.3 Neparametrický Wilcoxonův test pro dva závislé výběry 50
2.2.4 Neparametrický Spearmanův koeficient korelace 53
2.2.5 Normy pro hodnocení poruch posturální stability 55
ZÁVĚR 65
POUŽITÉ ZDROJE 66
SEZNAM ZKRATEK 73
SEZNAM GRAFŮ A OBRÁZKŮ 74
SEZNAM TABULEK 75
SEZNAM PŘÍLOH 77

ÚVOD

Jednostranné postižení poloviny těla, tedy stejnostranné horní a dolní končetiny, je označováno jako hemiparéza či hemiplegie. Zatímco hemiplegie představuje totální poruchu hybnosti, při hemiparéze je motorická porucha jen částečná (Ambler, Bednařík, Růžička, 2004). Nejčastější příčinou vzniku hemiparézy je cévní mozková příhoda (CMP). Hemiparéza může ovšem vzniknout rovněž v důsledku traumatického poranění mozku (*traumatic brain injury*, TBI), intrakraniálních nádorů, zánětů a jiných poruch centrálního nervového systému (Velký lékařský slovník, 2007).

Cévní mozková příhoda je nejčastějším zdrojem vážného poškození zdraví a druhou nejfrekventovanější příčinou smrti. Každý rok postihne CMP přibližně 13 milionů nových obětí, a tak se stala celosvětovým zdravotním problémem narůstající závažnosti. Je jedním z nejvíce destruktivních mozkových postižení, které s sebou přináší závažné následky. A to nejen po stránce fyzické, nýbrž je provázeno rovněž enormními psychologickými a finančními tlaky na pacienty, jejich rodiny i společnost (Feigin, 2007).

V Evropě představuje CMP nejzávažnější příčinu dlouhodobé invalidity, která přináší značnou ekonomickou zátěž. Například ve Velké Británii představují výdaje na léčbu CMP a následnou péči takřka pět procent z celkového ročního objemu státního zdravotního zabezpečení (EUSI, 2003). Snahou zdravotnických týmů na celém světě je proto navrácení maximální možné nezávislosti a co nejlepší kvality života osobám, které CMP prodělaly.

Tato práce se blíže zaměří na problematiku zajištění posturální stability, která je základním předpokladem pro obnovení mobility pacienta s hemiparézou, čímž značně přispívá k navrácení jeho soběstačnosti.

V teoretické části popíšeme posturální stabilitu u zdravých jedinců, způsoby jejího zajištění a faktory, které ji ovlivňují. Poté zmíníme patofyziologické mechanismy vzniku hemiparézy a její důsledky, přičemž se zaměříme především na poruchy, které mohou ovlivnit posturální stabilitu hemiparetického jedince a její hodnocení.

V současné době se pro hodnocení míry soběstačnosti jedince a jeho funkční zdatnosti používá řada mezinárodně uznávaných testů, jako je např. Barthel Index (BI), Functional Independence Measure (FIM) ad. (Vaňásková, 2005). Tyto testy jsou však vždy zatíženy určitou chybou plynoucí ze subjektivního hodnocení. Oproti tomu posturografie (viz dále) umožňuje kvantitativně i kvalitativně objektivní přístup ke smyslové diagnostice, posouzení

objektivních i subjektivních potíží pacienta (Švestková). Klasifikace poruch posturální stability u hemiparetických pacientů pomocí této metody by tedy mohla nahradit či vhodně doplnit dosavadní využívané testy a škály.

Závěr teoretické části věnujeme právě posturografii. Jedná se o moderní přístrojovou metodu, která slouží k hodnocení stability klidného vzpřímeného stoje, a to při různých modifikacích stoje a senzorické aferentace. Řada studií z celého světa (Allum, Shepard, 1999; Błaszczyk, Bacik, Juras, 2003; Hirvonen, Hirvonen, Aalto, 2002; Nováková, Tichý, Ťupa, 2001; Rogind et al., 2005) se zabývá možnostmi využití posturografie v klinické praxi, a to zejména v neurologických oborech, v ORL a v oblasti rehabilitace. Přesto však nebyly dosud stanoveny konkrétní normy jednotlivých sledovaných parametrů stoje, které by bylo možno využít při kvantitativním hodnocení míry postižení posturální stabilizace u jednotlivých typů poruch. Situaci komplikuje také fakt, že posturografické přístroje a metodika vyšetření se liší laboratoř od laboratoře, a tak jsou získané výsledky často těžko porovnatelné mezi jednotlivými pracovišti.

Praktická část bakalářské práce se zabývá hodnocením posturální stability hemiparetických pacientů pomocí statické posturografie. Vyšetření podstoupila v minulosti skupina hemiparetických pacientů a nyní stejným způsobem vyšetříme skupinu zdravých jedinců stejného věku. Poté provedeme vzájemné porovnání hodnot získaných metodou statické posturografie u kontrolní skupiny s hodnotami naměřenými u skupiny hemiparetických pacientů. K tomuto účelu využijeme jednak prosté porovnání několika základních statistických ukazatelů obou vyšetřovaných skupin osob, a dále svá zjištění potvrdíme pomocí několika statistických testů. Závěrem se pokusíme stanovit normy pro osoby bez poruch posturální stability a určit klasifikaci poruch posturální stability u hemiparetických pacientů.

CÍL PRÁCE

Cílem práce je stanovit kritéria pro hodnocení poruch posturální stability u hemiparetických pacientů s využitím dat získaných metodou statické posturografie. Porovnáním dat naměřených v minulosti u hemiparetických pacientů s hodnotami, které získáme od kontrolní skupiny zdravých osob bez poruch posturální stability, stanovíme vhodné parametry stoje, jež budeme dále sledovat. Na základě konkrétních hodnot těchto parametrů se pokusíme určit kritéria pro klasifikaci poruch stability do tří skupin: těžká, středně těžká a mírná porucha stability.

S ohledem na konečný cíl práce jsme si stanovili následující dílčí cíle:

1. Porovnat posturografická data obou vyšetřovaných skupin osob.
2. Zjistit statistickou významnost rozdílů mezi oběma skupinami osob.
3. Zjistit závislost výsledných hodnot na různých podmínkách vyšetření (různých typech stoje a vizuální kontroly).
4. Vybrat vhodné parametry stoje pro hodnocení poruch posturální stability hemiparetických pacientů.
5. Vytvořit kritéria pro klasifikaci poruch posturální stability.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 POSTURÁLNÍ STABILITA

Pojem posturální stabilita byl definován již řadou autorů. V následující pasáži se pokusím některé z těchto přístupů přiblížit. Z mechanického hlediska lze stabilitu chápat jako míru úsilí potřebného k dosažení změny polohy tělesa z jeho klidové polohy (Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001). Z pohledu kineziologického charakterizuje Vařeka (2002a, s. 116) posturální stabilitu jako „*schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému a/nebo neřízenému pádu*.“ Člověk samotný vnímá stabilitu jako pocit určité jistoty při udržování polohy těla a jeho segmentů (Véle, Čumpelík, Pavlů, 2001).

Schopnost posturální stabilizace jedince je nutným předpokladem nejen pro udržení určité postury, ale rovněž pro uskutečnění všech motorických programů, jelikož postura je součástí a základní podmínkou jakéhokoli pohybu (Vařeka, 2002a). Zatímco posturální systém působí jako „brzda“ proti změně polohy jednotlivých segmentů, lokomoční systém o tuto změnu usiluje. Zdánlivě protichůdné funkce obou systémů tedy musí vždy probíhat současně, aby byl uskutečněn plynulý a koordinovaný pohyb. Podobně vystihl tuto závislost již Magnus, který konstatoval, že postura provází pohyb jako stín (Véle, 2006).

Pro člověka je vzpřímené držení těla druhově specifické a je geneticky fixované. Problematika vzpřímeného držení těla je mimo jiné komplikována terminologickou nejednotností různých autorů. Véle (2006, s. 102) jej definoval jako „*uspořádání pohybových segmentů v podélné ose těla probíhající ve vertikále tak, aby vzdálenost od paty, opírající se o podložku, na které stojíme, k vrcholu hlavy byla co největší, při zachování mírných fyziologických zakřivení páteře*“. Zcela jinak se k pojmu staví Vařeka (2002a), podle kterého je vzpřímené držení těla synonymem pro posturu. V jeho pojetí vzpřímeného držení těla se nejedná o napřímení těla ve smyslu optimálního „narovnání“ osového orgánu, ale o vyjádření aktivního držení segmentů těla proti působení zevních sil, a to nejen vestoje, ale i vsedě či v jiné poloze. Může být tedy přítomné i u osob s vadným držením těla.

Systém vzpřímeného držení těla má tři stěžejní složky: senzorickou, řídící a výkonnou. Neoddělitelnost těchto tří funkcí je zdůrazňována v řadě konceptů založených na principu senzomotorické stimulace (Janda, Vávrová, 1992; Holubářová, Pavlů, 2007).

1.1.1 Senzorická složka posturální stability

Ačkoli je činnost posturálního systému rámcově hrubě naprogramována, průběžně se přizpůsobuje současnému stavu zevního i vnitřního prostředí. Aferentace hraje důležitou roli jak ve vytváření, tak ve spouštění a řízení polohových i pohybových programů, pro stabilizaci i pro korekce pohybu (Véle, 1995).

Pro zajištění posturální stability mají zásadní význam následující tři složky: zraková, vestibulární a proprioceptivní, přičemž názory na jejich podíl jsou různé. Zatímco někteří autoři považují za stěžejní úlohu zraku (Trojan, Druga, Pfeiffer, 1991), jiní přisuzují větší významnost propriocepci (Horak, Nashner, Diener, 1990). Podle provedených studií má vyřazení propriocepce v klidném stoji minimálně srovnatelné důsledky jako vyřazení zraku a vestibulárního systému současně. Podobně je tomu i při přímé plynulé chůzi (Vařeka, 2002b).

Pokud některá ze senzorických složek vypadne, je nutná zvýšená aktivace jiné smyslové složky, aby byl deficit vykompenzován, přičemž informace z proximálních oblastí jsou zřejmě důležitější (převažující) než informace z oblastí distálních. Také je třeba si uvědomit, že proximální oblasti mají daleko více receptorů než oblasti distální, a tak přispívají ke stabilizaci více než vzdálenější distální oblasti. Pokud jsou informace z různých receptorů odlišné, objevuje se polohová nejistota (Véle, 2006).

Zrak výrazně ovlivňuje stabilizační proces zprostředkováním informací o prostoru v zevním prostředí. Společně se sluchem má zásadní význam při anticipaci vhodného držení těla i pro volbu odpovídajícího stabilizačního mechanismu tvořením dopředné vazby (*feed forward*). Pomáhá kontrolovat polohu a postavení hlavy a je důležitým zdrojem informací pro celkovou orientaci v prostoru (tamtéž).

Vestibulární aparát slouží zejména k detekci úhlového a lineárního zrychlení pohybu hlavy, pročež jeho význam narůstá při rotačních pohybech a rychlých změnách polohy hlavy. Účastní se tak udržování rovnováhy v závislosti na poloze hlavy a současně řídí vyrovnávací pohyby končetin a očí. Podílí se rovněž na regulaci svalového tonu (Trojan et al., 2003).

Proprioceptivní vstupy slouží jako zpětnovazebná kontrola polohy těla a jeho jednotlivých segmentů. Jedná se o receptory uložené ve svalech, šlachách a kloubních pouzdrech. Svalová vřeténka jsou uložena ve svalu paralelně s vlastními svalovými vlákny a reagují zejména na pasivní protažení svalu. Podávají informace jak o rychlých změnách délky svalu, tak i o změnách dlouhodobých. Golgiho šlachová tělíska jsou umístěna ve šlaše v blízkosti svalového bříška. Reagují především na svalovou kontrakci vedoucí k napnutí šlachy a v menší míře také na pasivní protažení svalu. Zatímco signály ze svalových vřetének

aktivují α-motoneurony svého svalu, informace ze šlachových tělísek jejich aktivitu tlumí (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005).

Pro zajištění posturální stability jsou významným faktorem také **informace přicházející z exteroreceptorů** uložených v kůži. Jako příklad nám poslouží Maissnerova tělíska, která slouží k zaznamenání dotyku a tlaku na povrchu kůže, Ruffiniho tělíska registrující natažení kůže, či Krauseova tělíska informující o tlaku a tahu (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Dalším zdrojem informací jsou nociceptivní a interoceptivní vstupy. Nociceptivní aferentace je obranným signálem. Upozorňuje na přetížení dané tkáně s možností jejího poškození, nebo značí změny ve vnitřním prostředí, které neumožňují realizaci zamýšleného výkonu. Interoceptivní aferentace přináší informace o stavu vnitřních orgánů (Véle, 1995).

Podle Brüggera nemusejí být nociceptivní a interoceptivní informace zpočátku vědomé, ale mohou již podvědomě modifikovat posturální nebo i pohybový program, aby nedocházelo pohybem k dalšímu poškozování struktury (Véle, 1995; Valihrach, 2002).

1.1.2 Řídící složka posturální stability

Řízení systému opěrné motoriky se účastní zejména struktury mozkového kmene (retikulární formace), statokinetické čidlo a mozeček (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005).

1.1.2.1 Funkce mozkového kmene

Udržování polohy těla je primárně řízeno hybnými centry mozkového kmene, zejména retikulární formací a vestibulárními jádry. Z těchto oblastí mozkového kmene vedou sestupné dráhy, tractus reticulospinálnis a tractus vestibulospinalis, které působí na činnost míšního segmentu (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005).

Retikulospinální dráha přivádí signály z retikulární formace, která je důležitým integračním systémem. Funkčně lze rozdělit tento sestupný systém retikulární formace na dvě oblasti. První je oblast facilitační, jež je aktivována ze statokinetického čidla, vestibulárního mozečku, kolaterál specifických senzorických drah a z mozkové kůry. Jelikož ovlivňuje α- i γ-motoneurony, působí na řízení úmyslných i neúmyslných pohybů. Prostřednictvím interneuronů zvyšuje dráždivost míšních motoneuronů a jejich počet. Facilituje zejména reflexní tonus antigravitačních svalů, zatímco tonus flexorů obvykle tlumí. Facilitační oblast je proto velmi důležitá pro udržování (vzpřímené) polohy těla. Druhá oblast je inhibiční. Je aktivována spinálním mozečkem, bazálními ganglii a mozkovou kůrou. Má tlumivý vliv na

míšní reflexy, především na reflexní tonus extenzorů, ale i na úmyslné pohyby (Trojan et al., 2003).

Vestibulospinální dráha přináší do míchy impulzy z vestibulárních receptorů a z vestibulární části mozečku a - zejména prostřednictvím interneuronů - ovlivňuje motoneurony extenzorů, šíjových a zádových (axiálních) svalů (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005).

1.1.2.2 Funkce mozečku

Mozeček zajišťuje optimalizaci hybných reflexů polohy, je důležitým integračním a koordinačním centrem reflexní i úmyslné hybnosti. Průběh polohových reflexů je ovlivňován vestibulární a spinální částí mozečku. Část vestibulární, archicerebellum, integruje signály ze statokinetického čidla se signály z proprioreceptorů a mozkové kůry, aktivuje facilitační sestupný systém retikulární formace a zajišťuje tak vzpřimovací reflexy. Spinální část mozečku, paleocerebellum, analyzuje zejména informace z proprioreceptorů. Proto má úzký vztah k řízení svalového tonu. Aktivuje inhibiční sestupný systém retikulární formace a spolu s ním se tak podílí na útlumu míšních reflexů. Působí inhibičně především na antigravitační svaly (Trojan et al., 2003).

1.1.2.3 Nastavení svalového tonu

Na nastavení svalového tonu se podílí zejména proprioceptivní spinální reflexy a gama-systém řízený retikulární formací. Gama-systém zajišťuje přiměřené svalové napětí a jeho řízení v závislosti na různém zatížení svalu. Inervuje intrafuzální vlákna, tedy vlákna svalových vřetének, a působí tak jako autoregulační zpětnovazební systém. Prostřednictvím retikulární formace se uplatňují také regulační vlivy mozečku, bazálních ganglií a mozkové kůry (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005). Dále působí na nastavení svalového tonu také stav mysli, což vysvětluje možnost ovlivnění svalového tonu např. autogenním tréninkem (Véle, 2006).

1.1.3 Výkonná složka posturální stability

Vzhledem ke vzpřímenému držení těla při stoji i lokomoci je axiální systém hlavní částí posturálního systému člověka. Skládá se z řady komponent soustředěných kolem páteře. Zahrnuje jak samotný osový skelet, tak spoje na páteři, svaly pohybující osovým skeletem, kosterní základ hrudníku, jeho spoje a dýchací svaly. Dále posturální systém zahrnuje oblasti

pánve a dolních končetin, které se rovněž podílejí na posturálních funkcích (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

1.1.3.1 Opěrná část

Páteř je orgánem pevným, avšak rovněž flexibilním, pročež je schopna dynamicky stabilizovat posturu, a to již v době pohybového záměru. Podle Véleho (2006) je z pohledu zajištění posturální stability funkčně nejvýznamnější oblastí osového orgánu horní krční páteř (C páteř) spolu s kraniocervikálním přechodem. Jiní autoři považovali za klíčový úsek oblast pánve. Posturální korekce v oblasti pánve, kterou tito autoři zaznamenali, je nicméně reakcí na informace z nohou, okohybných svalů a z krční páteře, která je tedy funkčně nadřazena.

Význam horní C páteře pro posturální funkce je dán zejména proprioceptivní aferentací z horních krčních obratlů a šíjových svalů, které obsahují čtyřikrát více proprioreceptorů než jiné příčně pruhované svaly těla (Janda, Vávrová, 1992). Sektor horní C páteře rovněž iniciuje pohyb v ostatních, kaudálnějších oblastech axiálního orgánu, a má tedy zásadní význam pro posturální stabilizaci. Mimo to má horní C páteř topický i funkční vztah k strukturám uloženým v zadní jámě lební (ncl. vestibularis Deitersi a cerebellum), které mají vliv na udržování rovnováhy a ovlivňují pohybovou koordinaci (Véle, 1995).

Další významnou součástí posturálního systému je pánev, která tvoří základnu pro axiální systém, přestože ve vzpřímeném stoji není pevnou oporou. Pánev tvoří funkční jednotku spolu s páteří, kterou spojuje s dolními končetinami. Plní tak funkci tlumiče nárazů, přenáší váhu horní poloviny těla na dolní končetiny, ale také působí ve směru opačném, kdy přenáší síly z dolních končetin na osový aparát. Pro vzpřímenou polohu těla je zásadní postavení pánve – pánevní sklon. Ten významně ovlivňuje zakřivení páteře i postavení dolních končetin (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000; Lewit, 2004). Postavení pánve samotné je ovlivňováno zejména svaly, které ji spojují s páteří, hrudníkem a dolními končetinami, ale rovněž se uplatňují vzdálenější svalové skupiny, a to prostřednictvím delších svalových řetězců propojených fasciemi (Véle, 2006).

Dolní končetiny působí v posturální funkci jako dynamická oporná báze a současně jako aktivní systém udržující a korigující vzpřímené držení. Zajišťují přenos váhy těla na podložku, pevný kontakt s podložkou nutný pro posturální i lokomoční funkce a představují rovněž systém čidel, který informuje o charakteru terénu a o posturálních změnách. Ty se projevují změnou rozložení tlaku na chodidlech (Véle, 1995).

1.1.3.2 Hybná část

Podle Véleho (2006) je výchozí poloha segmentů udržovaná „flexibilní segmentovou stabilizací páteře“. Jedná se o pružnou stabilizaci pohybových segmentů tvořených (dle Junghanse) pružným spojením dvou sousedních obratlů prostřednictvím meziobratlové ploténky, meziobratlových kloubů, vazivových elementů a krátkých svalů uložených v hluboké vrstvě podél osy páteře. Tyto stabilizující svaly (podle Basmajiana nazývané *shunt muscles*) probíhají paralelně s pohybovým segmentem a působí tak svým tahem v ose pohybového segmentu. Udržují kloubní hlavici v jamce, čímž příslušný segment stabilizují a ovlivňují tak držení těla.

Hluboko uložené stabilizační svaly tvoří tzv. hluboký stabilizační systém páteře, který zahrnuje zejména musculus tranversus abdominis, svaly pánevního dna, bránici a krátké svaly spojující sousední obratle, tzv. autochtonní svaly (Čech). Podle Véleho (2006) se v hlubokém stabilizačním systému uplatňují rovněž hluboké zevní rotátory ramenních kloubů (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. subscapularis, m. teres minor) a hluboké zevní rotátory kloubů kyčelních (mm. obturatorii, mm. gemelli, m. quadratus femoris, m. piriformis).

Proces udržování vzpřímené polohy těla nutně vyžaduje souhru svalů podílejících se na posturálních funkcích. Pro kvalitní stabilizaci osového orgánu spolu s hrudníkem a pánví je stěžejní spolupráce mezi ventrální a dorzální muskulaturou. V oblasti krční a horní hrudní páteře má zásadní význam souhra mezi hlubokými extenzory (m. semispinalis capitis et cervicis, m. splenius capitis, m. splenius cervicis, m. longissimus cervicis et capitis) a flexory (m. longus coli et capitis) krku. Pro oblast dolní hrudní a bederní páteře je analogicky klíčová souhra mezi extenzory a flexory bederní a dolní hrudní páteře. Ta je zajištěna prostřednictvím spolupráce autochtonní muskulatury, bránice, břišních svalů a svalů pánevního dna (Kolář, 2006).

Kromě právě popsané segmentové stabilizace je zajišťována také stabilizace sektorová a celková. Sektorová stabilizace je zprostředkována tzv. záběrovými svaly (podle Basmajiana nazývané *spurt muscles*). Jedná se o povrchněji uložené svaly, které působí přes několik pohybových segmentů a integrují jejich funkci. Celková stabilizace osového orgánu jako celku je zajišťována dlouhými, silnými svaly mm. erectores trunci (tamtéž).

K udržování stability těla ve vzpřímené poloze současně přispívají také svaly dolních končetin a svaly pánevního dna. Jak uvádí Lewit (2004), aktivita svalů pánevního dna se zobrazuje do držení těla. Zároveň je pánevní dno také součástí stěn břišní dutiny, a tak má význam nejen pro posturální funkce, ale i pro dýchání a konfiguraci páteře.

Rovněž dechová mechanika je součástí posturálních programů. Jak dokázal Skládal, má bránice nejen funkci hlavního dýchacího svalu, ale má i funkci posturální. Také interkostální svaly mají podle některých autorů spíše funkci posturální, jelikož na EMG vykazovaly trvalou aktivitu nezávislou na dechu (Véle, 1995).

1.1.4 Zajištění posturální stabilizace

Schopnost udržovat rovnováhu v podmínkách nestability patří k základním pohybovým dovednostem. Tato schopnost se vytváří většinou podvědomě, ale je možné ji zdokonalit i vědomým učením. Řídícím mechanismem pro posturální funkce je posturální program, který vzniká při posturální ontogenezi. Ačkoli je geneticky předprogramován, je dále působením zevního prostředí, vnitřních faktorů a psychiky individuálně upravován (Véle, 1995).

Z biomechanického hlediska je základním předpokladem vzpřímeného držení těla kontinuální dynamicko-elastická fixace kloubů prostřednictvím svalové činnosti - koaktivace agonistů a antagonistů (Javůrek, 1986).

Posturální stabilita je zprostředkována koordinací postojových a vzpřimovacích reflexů, má tedy reflexní charakter. Základem veškeré hybnosti i postojových reflexů je svalový tonus (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005).

1.1.4.1 Postojové a vzpřimovací reflexy

Postojové reflexy se mohou uplatnit několika způsoby v závislosti na rozsahu reakce. V prvním případě může dojít k tzv. lokální statické reakci, kdy je reflex omezen jen na určitou část těla. Druhou možností je tzv. celková segmentální reakce, kdy dojde k reakci více končetin. Posledním typem je tzv. celková statická reakce, které se účastní svalstvo více končetin, šíje i trupu. Pro udržení vzpřímené polohy těla mají zásadní význam tzv. tonické reflexy labyrintové, které reagují na aferentaci ze statického čidla (Trojan, Druga, Pfeiffer, 1991).

Vzpřimovací reflexy představují vyšší koordinaci reakcí statických a pro jejich řízení je stěžejní činnost retikulární formace. Hlavní funkcí těchto reflexů je návrat těla do vzpřímeného stoje. Jsou regulovány stálým působením gravitace (tamtéž).

1.1.4.2 Průběh posturální stabilizace

Proces posturální stabilizace má několik nepostradatelných fází, které na sebe navazují.

Nejprve je potřeba detekovat aktuální situaci, k čemuž slouží senzorický systém. Aferentní signály musí být následně vyhodnoceny v CNS, a v souladu s tímto vyhodnocením dochází k volbě vhodného programu. Pro volbu vhodné strategie jsou důležitými faktory také aktuální fyzický a psychický stav a předchozí zkušenost. Aby se mohl zvolený program uskutečnit, jsou v další fázi aktivovány příslušné svalové skupiny prostřednictvím eferentních signálů. Vyvinutá kontrakční svalová síla je poté převedena na momenty sil mezi příslušnými segmenty těla a výsledkem je vyvolání reakční síly okolí (Vařeka, 2002b).

Iniciaci posturálních funkcí zprostředkovává postavení očních bulbů a poloha hlavy – zejm. horní C páteře, na které v určitém sledu navazuje zapojování svalů jednotlivých částí těla. Na dolních končetinách jsou svaly napojovány od nejdistálnějších oblastí směrem proximálním, tady k mohutnějším a silnějším svalům. Na trupu postupuje proces zapojení od krátkých, hluboko uložených svalů směrem k povrchním svalům. Větší svaly se tak zapojují až při zvýšeném stupni lability. Týká se to zejména silných flexorů a extenzorů kyčelních a kolenních kloubů zajišťujících postavení pánve. Tím je ovlivněna také velikost bederní lordózy a konfigurace páteře vůbec. Pro celkové vzpřímené držení těla je tedy nutná souhra svalů jdoucích k pánvi od páteře, hrudníku i dolních končetin. Typicky převládá při vzpřímeném držení aktivita extenzorů nad flexory, a to jak v oblasti páteře, tak v kyčelních a kolenních kloubech. Korekční pohyby hluboko uložených intersegmentálních svalů probíhají již ve fázi příprav pohybu, tj. jen při pouhé představě. Jsou prvotním stabilizačním systémem člověka (Véle, 1995).

Úroveň posturální aktivity závisí na míře lability dané polohy. Nejvyšší je tedy ve vzpřímené poloze, kdy je těžiště nejvýše nad opornou bází, zatímco vsedě je aktivita nižší a nejmenší je v poloze vleže. Při anticipaci pohybu zvyšuje osový orgán excitabilitu jednotlivých sektorů systému, a tím zvyšuje úroveň své činnosti. Posturální systém je tedy jako celek stále aktivní (tamtéž).

1.1.4.3 Mechanismy zajištění posturální stability

Strategie zajištění posturální stability lze rozdělit dvěma způsoby. Prvním způsobem je dělení na strategii proaktivní (anticipatorní) a reaktivní (Pitrmanová, 2009). Druhým způsobem je dělení na strategii statickou a dynamickou (Vařeka, 2002b). Nyní se zaměříme na druhý způsob dělení.

Statická strategie využívá rovnovážné reakce, při kterých nedochází ke změně opěrné báze. Jsou zde využity zejména „hlezenní“ a „kyčelní“ mechanismus. Tyto reakce jsou mimo

jiné podstatou řady technik v různých terapeutických systémech, jako je např. Bobath koncept, proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) či senzomotorické cvičení dle Jandy (Janda, Vávrová, 1992).

Stabilizace v sagitální rovině, tedy ve směru předozadním, je zajišťována zejména aktivitou plantárních (a zčásti i dorzálních) flexorů v oblasti hlezenních kloubů. Proto se strategie nazývá „hlezenní“ či „kotníková“. Samotná kotníková strategie je ovšem dostatečná pouze při klidném stoji. V náročnějších situacích se uplatňují v sagitální stabilizaci i svaly kyčle. Udržování stability v rovině frontální, ve směru laterolaterálním, je zajišťována převážně „kyčelním“ mechanismem, na kterém se významně podílejí svaly v oblasti kyčelních kloubů (Vařeka, 2002b).

Klíčovou úlohou posturální stabilizace je zajistit polohu průmětu těžiště v rozmezí opěrné báze (*base of support*, BS) (Winter, 1995). Pokud průmět těžiště do opěrné báze překročí bezpečnou hranici BS, je zvolena dynamická strategie, aby obnovila posturální stabilitu. Prostředkem dynamické stability je částečné přemístění kontaktní plochy pomocí úkroku, opory a dalších způsobů, které zvětšují opěrnou bázi (Vařeka, 2002b).

V případě, že ani tato reakce nezajistí dostatečnou stabilitu, systém rezignuje a dochází k „preventivnímu“ řízenému pádu. Aby jedinec mohl využít tohoto programu, je nezbytná dobrá pohybová koordinace. Avšak osoby s motorickým postižením či starší lidé, kteří se obávají jakéhokoli pádu a jeho důsledků, se brání řízenému pádu a setrvávají v nestabilní poloze i v situacích, kdy již nejsou schopni obnovit rovnováhu. Dochází tak k neřízenému pádu, při kterém je vysoké riziko závažných následků (Vařeka, 2002b; Růžička, 2005).

1.1.4.4 Vliv dýchacích svalů na stabilizaci polohy

Pro stabilizaci páteře má zásadní význam zejména zvýšení tlaku v břišní dutině aktivitou bránice, břišních svalů a svalů pánevního dna. V ideálním případě by mělo docházet k současné aktivitě extenzorů trupu, m. transversus abdominis a k izometrické aktivitě přímých i šikmých břišních svalů, čímž dochází k oploštění trupu v předozadním směru a zlepšení stabilizace vzpřímeného držení těla. Bránice svým tahem za úpony na žebrech a páteři a tlakem na útroby rovněž ovlivňuje konfiguraci hrudníku, osového orgánu i tvar hrudníku a tím zasahuje do posturální funkce. Pokud si zároveň uvědomíme trvalé a rytmické působení dýchacích pohybů, je jasné, že ačkoli nejsou svým rozsahem velké, mají značný vliv na postavení osového orgánu (Véle, 2006).

Kromě toho dech ovlivňuje aktivitu nervové a svalové činnosti. Výdech má inhibiční

vliv na svalovou aktivitu posturálně-lokomočního systému a jeho efekt lze zvýšit zadržením dechu před nádechem. Naopak nádech facilituje, má excitační vliv na posturálně-lokomoční systém, a lze jeho účinek umocnit zadržením dechu před výdechem (tamtéž).

1.1.4.5 Faktory ovlivňující posturální stabilitu

Ačkoli vzpřímené držení těla závisí především na svalové aktivitě, je rovněž ovlivňováno řadou faktorů. Jedná se o faktory fyzikální a neurofyziologické (Véle, 2006).

Mezi fyzikální faktory, které ovlivňují posturální stabilizaci, lze zařadit velikost a vlastnosti opěrné plochy, hmotnost těla, polohu těžiště (výška nad podložkou a poloha jeho průmětu do opěrné báze), charakter kontaktu těla s opornou plochou a postavení a vlastnosti hybných segmentů (tamtéž).

Neurofyziologické faktory zahrnují psychické procesy, vlivy vnitřního prostředí organizmu, procesy nastavující excitabilitu, procesy spouštějící pohybové programy a v neposlední řadě hraje důležitou úlohu také zpětnovazebná signalizace z proprioreceptorů a exteroreceptorů, která podává informace o aktuálním stavu systému i okolí (Véle, 1995).

1.1.5 Typy posturální stabilizace

Panjabi (srovnej Véle, 2006) rozlišuje dva druhy stabilizace – vnitřní a vnější.

1.1.5.1 Vnitřní stabilizace

Vnitřní stabilizace je prováděna krátkými intersegmentálními svaly tvořícími hluboký stabilizační systém. V nich uložené receptory (zejm. v oblasti krční páteře) informují o odchylkách od střední polohy obratlů, aby zajistily stabilizaci. Senzory v hluboko uložených zádových svalech jsou velmi citlivé, a tak zaznamenávají i nepatrné odchylky páteře, např. při dýchacích pohybech. Tvoří tak v oblasti centrální zóny pružnou, „sektorově proměnlivou“ adaptaci na aktuální stav prostředí (Véle, 2006).

1.1.5.2 Vnější stabilizace

Vnější (sektorová a celková) stabilizace navazuje na stabilizaci vnitřní. Přesahuje oblast centrální zóny a projevuje se již zřetelnými odchylkami od střední zóny, a to ve všech čtyřech směrech (flexe, extenze, lateroflexe na obě strany). Působí zde delší záběrové svaly spojující jednotlivé sektory páteře. Úkolem těchto svalů je vyvinout po krátkou dobu značnou sílu,

která zabrání destabilizaci systému. Záběrové svaly tedy mění sklon pánve a postavení dolních končetin tak, aby se průmět těžiště pohyboval stále v centrální zóně oporné báze (tamtéž).

1.1.6 Posturální ontogeneze

Ontogeneze motorického vývoje člověka začíná vývojem posturálních motorických funkcí, tzv. posturální ontogeneze (Vojta, 1995). Podnětem pro nastartování procesu posturální ontogeneze je okamžik porodu, kdy se jedinec dostává poprvé do vlivu gravitace. Ačkoli je tento proces kódován geneticky, je potřeba patřičné stimulace, aby byla umožněna jeho realizace (Véle, 1995).

Na počátku extrauterinního života není novorozenec schopen funkčního propojení jednotlivých segmentů těla a jejich stabilizace. Má pouze úložnou plochu a není schopen řídit pohyby trupu ani končetin v prostoru (Vařeka, 1999). Novorozenci mají zprvu zakódované posturální reakce globálního charakteru, které se však postupně mění spolu s vývojem funkční diferenciace CNS. V průběhu vývoje postupně uzrává účelově zaměřená funkce svalů, přičemž se svaly zapojují do držení těla zcela automaticky, tedy bez procesu učení (Kolář, 2001). Prostorová diferenciace regionální a později segmentální je provázena rovněž časovou diferenciací, kdy je původně synchronní aktivita postupně nahrazována aktivitou sekvenční (Véle, 1995). Během posturální ontogeneze člověka se tak postupně začínají uplatňovat režimy koaktivace agonistů s antagonisty, které jsou nutné pro udržení nastavené polohy proti zevnímu působení. Postupně dochází ke zlepšování stabilizace těla (Kolář, 2001).

Vývoj probíhá v určitém časovém sledu, a to od horizontální postury indiferentní k horizontální postuře orientované a dále přes horizontální lokomoci k postuře vertikální a nakonec až k bipedální lokomoci ve vertikále (Vojta, 1995).

1.2 HEMIPARÉZA A JEJÍ PŘÍČINY

Obraz centrální hemiparézy se vyvíjí následkem poškození kortikospinální dráhy, které může vzniknout na základě různých příčin. Nejčastěji je hemiparéza způsobená cévním onemocněním mozku. Dalšími příčinami mohou být traumatické poranění mozku, mozkové tumory, degenerativní onemocnění mozku, roztroušená skleróza mozkomíšní či zánětlivá onemocnění mozku (Lippert-Grünerová, 2005). Jelikož cévní onemocnění představují

nejfrekventovanější příčinu hemiparézy a zároveň jsou převažující příčinou hemiparézy v naší studii, popíšeme nyní podrobněji jejich problematiku.

1.2.1 Patofyziologie a klinický obraz CMP

Cévní mozková příhoda (CMP) je náhle vzniklá mozková porucha způsobená poruchou cerebrální cirkulace. Nejčastěji se jedná o poruchu ložiskovou, méně často má porucha globální charakter (Ambler, 2004).

Z hlediska vlastní příčiny je možno CMP rozdělit do dvou kategorií. První skupinu (až 80 % případů) tvoří ischemické CMP způsobené uzávěrem či zúžením některé z mozkových tepen, a to obvykle následkem trombózy či embolizace. Druhá skupina obsahuje hemoragické CMP na podkladě prasknutí mozkové tepny s následným krvácením do mozkové tkáně (v 15 % případů) či subarachnoidálního prostoru (v 5 % případů) (Pfeiffer, 2007; Nevšímalová, Růžička, Tichý et al., 2002).

Závažnost a charakter následných poruch závisí vždy na lokalizaci léze, jejím rozsahu, existenci kolaterálního cévního zásobení, celkovém stavu pacienta a včasnosti zahájení léčby. Nejčastěji bývá postižena arteria cerebri media, a to jak ischemií, tak krvácením (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005).

1.2.1.1 Ischemické CMP

V závislosti na mechanismu vzniku lze rozdělit ischemické příhody na obstrukční a neobstrukční. V případě obstrukční ischémie dochází obvykle k uzávěru cévy trombem či embolem, zatímco příčinou neobstrukčního typu ischémie jsou regionální a systémové poruchy cirkulace. K méně četným příčinám ischemické CMP patří disekce extrakraniálních artérií, která může být spontánní či posttraumatická. Ischemické CMP mohou vzniknout také v důsledku kombinace několika výše uvedených příčin (Ambler, 2004).

Podle vztahu k tepennému povodí rozeznáváme ischemické mozkové infarkty teritoriální, interteritoriální a lakunární. Dvě hlavní arteriální povodí - karotické a vertebrobasilární - určují topickou diagnózu (tamtéž).

1) Ischémie v karotickém povodí

Při poškození karotického řečiště může být postižena arteria carotis interna či její větve, velké povrchní či malé perforující artérie a arteria ophthalmica. V klinickém obrazu se objevují příznaky z poškození kortikosubkortikálních oblastí frontálního, parietálního a

temporálního laloku či z hlubokých struktur mozkové hemisféry (capsula interna, BG, thalamus) (Nevšímalová, Růžička, Tichý et al., 2002). Typická je hemisferální léze, k jejímž projevům patří hemiparéza či hemiplegie, poruchy čití hemicharakteru, afázie, paréza pohledu s konjugovanou deviací, někdy i epileptické paroxysmy a u těžkých iktů poruchy vědomí (Ambler, 2004).

Ischemické poruchy arteria carotis jsou typicky lokalizovány v oblasti bifurkace a výstupu **arteria carotis interna**. Může se manifestovat jak těžkým neurologickým deficitem, tak může proběhnout zcela symptomaticky. Záleží zejména na hemodynamickém významu stenózy (tamtéž). Příznaky jsou často obdobné jako při ischemii v povodí a. cerebri media (viz dále) (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

Přibližně polovinu všech CMP tvoří poruchy v oblasti **arteria cerebri media** charakterizované hemiparézou se závažnějším postižením horní končetiny (převážně akra) a mimického svalstva, zatímco dolní končetina je postižena méně (Ambler, 2004; Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002). Dalším projevem je tendence k flekční kontraktuře loketního kloubu, zápěstí a ruky. Ramenní kloub bývá typicky v addukčním postavení. Na dolní končetině dochází k extenční kontraktuře kolenního kloubu a noha bývá v ekvinovarózním postavení. Popsané držení hemiparetické poloviny těla je známé jako tzv. Wernickeovo-Mannovo držení (Pfeiffer, 2007). Motorický deficit může být rovněž provázen hemihypestézií, homonymní hemianopsií či hemiataxií a pokud je léze lokalizovaná v dominantní hemisféře, objevuje se v klinickém obrazu také afázie. U postižení nedominantní hemisféry (obvykle pravostranné CMP), které postihuje temporo-parietální oblast, může být postižená osoba zmatená a bývá přítomný tzv. neglect syndrom, kdy nemocný opomíjí levostrannou polovinu prostoru. Často dochází také k deviaci očí a hlavy ke straně léze (Ambler, 2004; Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

V povodí **arteria cerebri anterior** jsou poruchy méně časté (jen přibližně 3 % všech CMP). Poškození této oblasti mozku se projevuje vznikem hemiparézy či hemiplegie s převahou postižení na dolní končetině, přičemž se často současně objevují psychické poruchy (Ambler, 2004; Pfeiffer, 2007). Obraz prefrontálního syndromu nemusí být přítomný (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

Postižení **arteria ophthalmica** se projevuje náhlou poruchou až ztrátou zraku na postižené straně - tzv. amaurosis fugax (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

Mozkové infarkty vzniklé v důsledku stenóz a uzávěrů malých **perforujících arteriol** jsou označované jako infarkty lakunární. Jsou často lokalizované v oblasti bazálních ganglií, v

bílé hmotě hemisfér a v pontu. Samostatný lakunární infarkt se klinicky projevuje pouze lehkou a obvykle přechodnou symptomatologií, avšak tyto solitární infarkty se opakují, což postupně vyústí v tzv. status lacunaris s diseminovanými ischemickými ložisky. Výsledný klinický obraz obvykle obsahuje smíšenou pyramidovou i extrapyramidovou symtomatologii, parkinsonský syndrom, poruchy chůze „stařeckého typu“, pseudobulbární syndrom, psychickou deterioraci s frontálním syndromem, organickým psychosyndromem až demencí (Ambler, 2004).

2) Ischémie ve vertebrobazilárním povodí

Poškození vertebrobazilární (VB) cirkulace může být způsobené postižením arteria vertebralis, a. basilaris či její větve (a. cerebri posterior), arteriae cerebellares nebo tepny mozkového kmene. Je proto charakterizované symptomatologií kmenovou a cerebelární, poruchami okcipitálního laloku, báze temporálního laloku, zadní části thalamu a vestibulárního a sluchového receptoru (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002). Objevují se závratě, zvracení, porucha rovnováhy, nystagmus, ataxie, diplopie, dysartrie, parestézie či poruchy vědomí. Senzitivní i motorické poruchy mohou být jednostranné i oboustranné, při ložiskovém infarktu v oblasti mozkového kmene vznikají tzv. alternující kmenové syndromy (Ambler, 2004).

Ischémie v povodí **arteria vertebralis** má variabilní symptomatologii. Pokud je dostatečný druhostranný kolaterální oběh, je průběh asymtomatický, v opačném případě je obraz obdobný jako při trombóze arteria basilaris (tamtéž).

Kritické snížení perfúze v oblasti, kterou zásobuje **arteria basilaris,** má často velice závažnou prognózu. Pokud dojde ke kompletnímu uzávěru tepny, manifestuje se progredujícím či fluktuujícím obrazem kmenového syndromu, kdy dochází k poruchám vědomí a rozvoji kvadruplegie. Při nekompletním uzávěru tepny vzniká obraz alternujícího kmenového syndromu s méně závažnou prognózou (tamtéž). Symptomatologie zahrnuje poruchy vědomí různého stupně, poruchy zraku, vertigo, nauzeu a vomitus. Vyvíjí se obraz centrální kvadruparézy, rovněž bývají přítomné okohybné poruchy, poruchy dechu a příznaky oběhového selhání (Pfeiffer, 2007).

Léze **arteria cerebri posterior** se vyskytuje přibližně ve 12 % CMP a jsou pro ni typické zejména poruchy zraku ve formě kontralaterální homonymní hemianopsie, alexie, zrakové agnózie aj. Současně je postižena schopnost fixace pohledu, chybí sledující pohyby očí k hemianoptické straně a dochází rovněž k prostorové dezorientaci. Dalšími příznaky jsou

psychické poruchy a stavy zmatenosti (Ambler, 2004; Pfeiffer, 2007). Mohou se také objevit kontralaterální poruchy čití a porucha tělesného schématu (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

Postižení **arteria choroidea anterior** se projevuje kontralaterální hemiparézou, hemihypestezií a hemianopsií. Současně může být přítomný rovněž talamický syndrom (Pfeiffer, 2007).

Ischemické **léze v mozkovém kmeni** se projevují tzv. alternující hemiparézou či hemiplegií. Podle lokalizace ischemického ložiska je kontralaterální hemiparéza/hemiplegie spojena se současnou parézou III., VII. či XII. hlavového nervu. Tyto stavy jsou známé jako hemiplegia alternans superior (při paréze n. oculomotorius), media (při paréze n. facialis) a inferior (při paréze n. hypoglossus). K obrazu výše popsaných syndromů mohou být přidruženy také obrny dalších hlavových nervů, které se vyskytují v oblasti ischemického ložiska, a případně i druhostranná centrální porucha čití (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

1.2.1.2 Hemoragické CMP

Příčinou hemoragické CMP jsou nejčastěji arteriální hypertenze a ruptura aneuryzmatu. Rovněž může dojít k hemoragii v důsledku arteriovenózní malformace, hemoragické diatézy či krvácení do mozkového tumoru. Takové příčiny ovšem nejsou časté. U mladších jedinců může být příčinou drogová závislost, u starších jedinců se jako příčina může uplatnit mozková amyloidní angiopatie (Ambler, 2004; Seidl, Obenberger, 2004).

Symptomatologie mozkových krvácení odpovídá jejich velikosti a charakteru. Při krvácení v hlubokých strukturách mozkových hemisfér a zadní jámě lební je prognóza závažnější v porovnání s hemoragií v podkorové bílé hmotě (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002). Nejčastěji jsou mozkové hemoragie lokalizované ve strukturách bazálních ganglií, zejména v putamen, a v oblasti capsula interna. Dále krvácení postihuje centrum semiovale, talamus, mozkový kmen, mozeček a nucleus caudatus (Ambler, 2004).

Supratentoriální hemoragie se projevují obvykle kontralaterální hemiparézou či hemiplegií, hemihypestézií a hemianopií (Seidl, Obenberger, 2004). Topická symptomatologie při putaminální hemoragii odpovídá infarktům v povodí a. cerebri media. Thalamické hemoragie jsou charakterizované trojicí následujících symptomů: hemihypestézie, hemiataxie a hemiparéza. Klinicky dominuje senzitivní hemideficit. Současně se často vyskytuje obrna vertikálního pohledu, zejména směrem vzhůru, a spontánní stáčení očí dolů. Lobární

hemoragie jsou lokalizované v centrum semiovale jednotlivých mozkových laloků, přičemž klinický obraz odpovídá míře postižení jednotlivých laloků. Krvácení do nucleus caudatus mají obvykle příznaky subarachnoidálního krvácení. Ložiskové projevy někdy úplně chybí, jindy mohou být nevýrazné - ve formě lehké kontralaterální hemiparézy a konjugované deviace hlavy a očních bulbů ke straně hemoragie (Ambler, 2004).

Pontinní hemoragie se mohou projevit obrazem alternujícího kmenového syndromu, pokud se jedná o krvácení netříštivé. Při krvácení tříštivém se manifestuje porucha vědomí, kvadruplegie s decerebračními projevy a většinou dochází k úmrtí postiženého jedince (tamtéž).

Cerebellární hemoragie se typicky projevují mozečkovou symptomatologií, kde je dominantním příznakem trupová ataxie. Někdy může být postižení pouze jednostranné (tamtéž).

Subarachnoidální krvácení (SAK) je lokalizované v prostoru mezi arachnoideu a pia mater. Nejčastější příčinou je ruptura vakovitého aneuryzmatu, dalšími příčinami mohou být například arteriovenózní malformace, hypertenze, krvácivé choroby, vaskulopatie či tumory mozku (Seidl, Obenberger, 2004). Jelikož se jedná o extracerebrální krvácení, nejsou příznaky obvykle ložiskové. Může však dojít k provalení krvácení do mozkové tkáně s následným vznikem ložiskové symptomatologie (Nevšímalová, Růžička, Tichý, 2002).

1.2.2 Vliv hemiparézy a sdružených poruch na posturální stabilitu

Schopnost zajištění posturální stability jedince je nutným základem pro vykonávání jakýchkoli činností člověka. Je nezbytná pro obnovení mobility pacienta s hemiparézou a značně přispívá k jeho soběstačnosti.

1.2.2.1 Poruchy hybnosti a svalových synergií

Následkem patologických změn v průběhu kortikospinální dráhy, vedoucí informace z mozku do míchy, dochází k poruše hybnosti ve smyslu parézy či plegie. Obvykle je poškození sestupné dráhy jednostranné, a tak se objevuje obraz centrální hemiparézy až hemiplegie na kontralaterální straně těla, než je lokalizována hemisferální léze (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005). V závislosti na lokalizaci léze může nabývat postižení hemiparetických končetin různé intenzity.

Jak bylo uvedeno výše, častým projevem je tzv. Wernickeovo-Mannovo držení těla. Charakteristickým rysem je váznoucí flexe v kolenním kloubu, která způsobuje cirkumdukci postižené končetiny při chůzi, kdy pacient vytáčí dolní končetinu zevně a provádí krok krouživým pohybem končetiny do strany. Zevní hranu nohy přitom často táhne po podložce (Pfeiffer, 2007). Posturální stabilita jedince je tak značně narušena. K nepřímému ovlivnění posturální stabilizace může dojít také následkem syndromu bolestivého ramene, který často vzniká při nedostatečné aktivitě svalů v oblasti pletence ramenního hemiparetické horní končetiny. Mimo to se u většiny pacientů s centrální parézou, jak uvádí Lippert-Grünerová (2005), vyskytují patologické svalové synergie, které rovněž komplikují proces posturální stabilizace.

1.2.2.2 Poruchy čití, spasticita

Současně s poškozením sestupné dráhy kortikospinální může dojít k poruše vláken vzestupných a následné poruše citlivosti v příslušné oblasti. Nejčastějším typem senzitivní poruchy je postižení všech kvalit na hemiparetické polovině těla, přičemž hrubá kožní citlivost pro teplo, chlad a bolest je narušena méně (Ambler, Bednařík, Růžička et al., 2004). Závažným problémem z hlediska posturální stability jsou zejména poruchy propriocepce. Kromě samotného nedostatku proprioceptivních informací o poloze a pohybu jednotlivých segmentů těla dochází také k poruchám svalového napětí, pro jehož regulaci je nutná vyvážená proprioceptivní aferentace s eferentní signalizací. U centrálních poruch tato rovnováha není zajištěna, a tak dochází ke změně svalového napětí. Svalový tonus může být zvýšený, snížený nebo se může projevit kombinace obou typů. Obvykle však dochází po počáteční hypotonické fázi ke vzniku centrální spasticity (Véle, 2006).

Spasticita je definována jako porucha svalového tonu vznikající v důsledku zvýšení tonických napínacích reflexů, které je závislé na rychlosti pasivního protažení. Příčinou nárůstu tonických napínacích reflexů je abnormální zpracování proprioceptivních impulzů (Kaňovský, Bareš, Dufek et al., 2004). Zvýšený tonus vedoucí ke spasticitě pozorujeme u mnoha svalů současně, především u svalů antigravitačních. Predilekčními svalovými skupinami jsou flexory na horní končetině (zejm. m. biceps brachii) a extenzory spolu s adduktory na končetině dolní (Ambler, Bednařík, Růžička, 2004). Díky tomu má spasticita kromě negativních důsledků také jistý pozitivní vliv, jelikož extenční spasticitu dolní končetiny lze využít k obnovení mobility hemiparetického jedince (Kaňovský, Bareš, Dufek et al., 2004).

Změna svalového tonu jedince vede k narušení procesu posturální stabilizace. V důsledku narušení posturálních funkcí je omezena schopnost hemiparetického jedince provádět běžné kontrolované pohyby a každodenní úkony. Je to způsobeno především neschopností iniciovat pohyb na postižené straně, což způsobuje asymetrii, ztrátu rotace, absenci adaptace těla na gravitaci, neschopnost či sníženou schopnost změny pohybu a absenci obranné extenze paže (Rehabilitace po cévní mozkové příhodě, 2004). V antagonistech spastických svalů se projevy zvýšeného svalového napětí nevyskytují. Naopak tyto svaly bývají chabé, utlumené a je obtížné je volní cestou aktivovat (Trojan, Druga, Pfeiffer, Votava, 2005). Mezi spastickými svaly na straně jedné a ochablými svaly na straně druhé tak nastává svalová nerovnováha, která může vést až ke vzniku trvalé kontraktury a tím deformace polohy segmentu (Véle, 2006).

Chronické přetěžování α-motoneuronů hypertonických svalů na postižené straně může vést dále k náhlému selhání jejich aktivity. To se projeví oslabením postižené dolní končetiny a následným pádem (Kaňovský, 2003).

1.2.2.3 Poruchy vestibulárních funkcí, mozečku a bazálních ganglií

V případě ischémie či hemoragie v oblasti mozečku a mozkového kmene, který obsahuje vestibulární jádra a dráhy, se objevuje centrální vestibulární syndrom. Základními projevy jsou vertigo a nystagmus. Rozsáhlé léze jedné mozečkové hemisféry se projevují hypotonií, posturálními abnormalitami, ataxií a popř. slabostí ipsilaterálních končetin. Při poruchách bazálních ganglií se může objevit akční myoklonus, choreatické syndromy, hemibalismus či dystonické syndromy (Ambler, Bednařík, Růžička, 2004). Všechny tyto projevy mají významný negativní vliv na posturální stabilitu, jelikož narušují posturální funkce jedince.

1.2.2.4 Poruchy vnímání vertikály

Z hlediska posturální stability hemiparetických jedinců má rovněž značný význam snížená schopnost vnímání vertikály v porovnání se stejně starými zdravými jedinci. U hemiparetických jedinců je subjektivní vizuální vertikála nakloněna směrem k hemiparetické či hemiplegické straně, což může působit problémy v procesu posturální stabilizace (Snowdon, Scott, 2005).

1.2.2.5 Další poruchy

Hemiparézu mohou také provázet poruchy zraku, prostorové orientace, neuropsychické deficity, inkontinence či zácpa (Feigin, 2007). Všechny tyto i výše zmíněné poruchy se podílejí přímo či nepřímo na schopnosti posturální stabilizace pacienta, a tak je třeba mít je stále na paměti a při posuzování stability stoje pacienta musíme uvažovat o vlivu každého z nich.

1.2.3 Posturální stabilita u hemiparetických pacientů

Existuje řada studií, které zkoumají postižení posturální stability hemiparetických pacientů. Shumway-Cook et al. ve své studii *Postural sway biofeedback* (1988) porovnávali posturální stabilitu hemiparetických pacientů se zdravými jedinci stejného věku pomocí statické silové plošiny. Zjistili, že celková plocha, na které se pohybují výchylky těžiště během klidného stoje, je u pacientů po CMP vyšší než u zdravých jedinců. Lee et al. ve studii *Comparison of balance responses and motor patterns during sit-to-stand task with functional mobility in stroke patients* (1997) došli k závěru, že hemiparetičtí pacienti mají během pohybu větší tendenci k výchylkám těžiště, a to zejména v mediolaterálním směru (Pyöriä, 2007).

Další studie ukázaly, že u hemiparetických pacientů je ve stoji menší zátěž na paretické dolní končetině. Bylo zdokumentováno, že pacienti po CMP přenášejí 60 až 90 % váhy těla na neparetickou dolní končetinu. Rovněž bylo zjištěno, že míra posturální stability osob po CMP významně koreluje s rizikem pádů u těchto osob. Riziko pádu stoupá s narůstajícím motorickým a senzorickým postižením. Klinické zkušenosti naznačují, že také kognitivní deficit má nepříznivý vliv na posturální stabilizaci (Pyöriä, 2007).

Jak uvádějí Horváth se svými kolegy (2005) či Chrápková (2003), existuje významný rozdíl mezi posturální stabilitou pravostranných a levostranných hemiparetiků. Obě studie zaznamenaly, že pacienti po pravostranném iktu (tzn. s levostrannou hemiparézou) vykazují větší posturální instabilitu oproti osobám s levostrannou hemisferální lézí (tzn. s pravostrannou hemiparézou), a to bez ohledu na přesnou lokalizaci léze.

U osob s poruchami centrálního nervového systému dále nalezl Demura se spolupracovníky (2005) výchylky těla významně závislé na zrakové kontrole a rovněž byla zjištěna signifikantně větší plocha, na které se pohybuje těžiště během vyšetření stoje, než u zdravých osob. Vzrůstající výchylky těžiště uvádí ve svém článku také Laufer a kolektiv (2005).

1.2.4 Hodnocení poruch posturální stability

Pro hodnocení míry soběstačnosti jedince a jeho funkční zdatnosti lze použít řadu mezinárodně uznávaných testů, jako je např. Barthel Index (BI), Functional Independence Measure (FIM), International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) a další, přičemž každý z nich posuzuje a zohledňuje řadu parametrů (Vaňásková, 2005).

Pro měření posturálního kolísání byla vyvinuta také řada rozličných typů testovacích zařízení, z nichž jsou v současnosti nejčastěji využívány statické a dynamické silové plošiny (Browne et al., 2002), známé jako plošiny stabilometrické či posturografické. Posturografické vyšetření osob s hemiparézou lze využít jak při základním hodnocení posturální stability stoje, tak při posuzování vlivu terapie, kterou pacient absolvoval (Procházková, 2008).

1.3 POSTUROGRAFIE

Posturografie je neinvazivní, jednoduchá, rychlá a bezpečná metoda, která se začala rozvíjet v druhé polovině 20. století. V současné době je často využívaná v řadě laboratoří (Błaszczyk, 2008). Umožňuje kvantitativně i kvalitativně objektivní přístup ke smyslové diagnostice, posouzení objektivních i subjektivních potíží pacienta (Švestková). Přístroj lze použít rovněž pro terapii poruch posturální stability. Speciální programy založené na biologické zpětné vazbě umožňují pacientovi sledovat pohyb těžiště během stoje či při plnění určitých pohybových úkonů (Véle, 1995).

Základem systému je měřící plošina s nášlapnou deskou pro stojícího pacienta. Měřící silová plošina disponuje elektronickým systémem čtyř senzorů, které snímají zátěž během vyšetření. Následně dochází k zesílení a převedení do digitální formy (Švestková). Na základě poměru zátěže ve čtyřech bodech plošiny je měřící platforma schopná rekonstruovat pohyb průmětu pacientova těžiště do oporné báze (Véle, 1995).

Při posturografickém vyšetření sledujeme výchylky pacientova těžiště ve všech směrech, titubace, jejich rychlost a velikost plochy, kterou vyšetřovaný vytvoří svým těžištěm, a to při různých variantách stoje.

Pro zajištění porovnatelnosti měření je nutno stanovit konstantní podmínky vyšetření, zejména stálost velikosti opěrné báze, okolního prostředí, polohy končetin, páteře a hlavy. Poté můžeme předpokládat, že variabilita křivky, která zobrazuje pohyb těžiště (resp. jeho průmět do oporné plochy), je úměrná stabilizační schopnosti posturálního systému vyšetřované osoby. V závislosti na schopnosti posturální stabilizace jedince můžeme

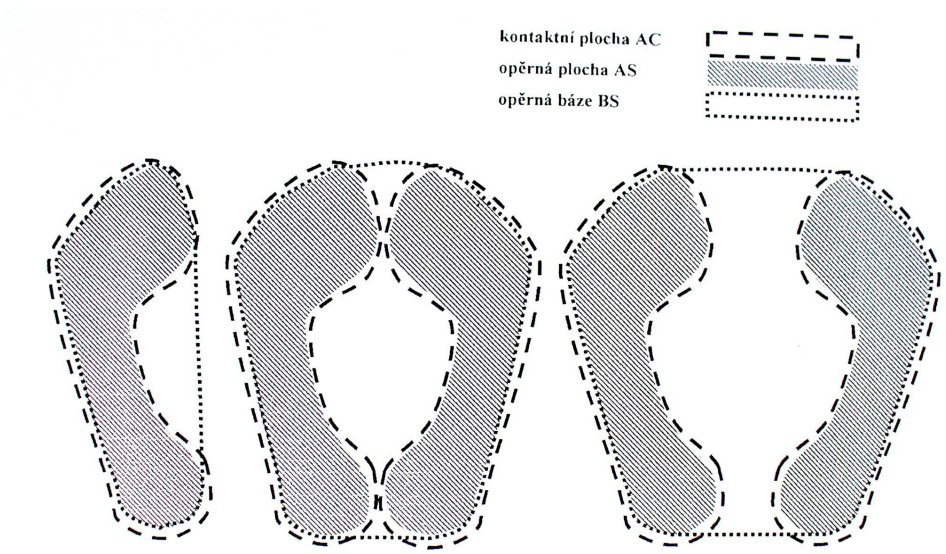
pozorovat pohyb průmětu těžiště během klidného stoje, přičemž rozkmit průmětu těžiště je nepřímo úměrný stabilizační schopnosti jedince. S narůstající labilitou tedy dochází ke zvětšování výchylek (Véle, 1995).

1.3.1 Základní terminologie

Plocha kontaktu (*area of contact*, AC) představuje celou plochu, kde je tělo v kontaktu s podložkou (Balková, 2005).

Opěrná plocha (*area of support*, AS) je definována jako ta část celé plochy kontaktu, která je aktuálně využita k vytvoření opěrné báze (Vařeka, 2002a). Posturální stabilita je přímo úměrná velikosti této opěrné plochy a také jejím vlastnostem, zejm. adhezivitě povrchu (Véle, 1995).

Opěrná báze (*base of support*, BS) jedince je tvořena sustentačním polygonem, který spojuje báze metatarzů, laterální okraje nohou a paty (Véle, 2006). Je tedy ohraničena nejvzdálenějšími hranicemi AS, resp. jejích jednotlivých částí (Vařeka, 1999). Čím více se průmět těžiště přibližuje okrajům opěrné báze, tím je udržování posturální stability náročnější (Véle, 2006). Vzájemný vztah výše popsaných pojmů ilustruje obr. 1.



Obr.1 Vzájemný vztah kontaktní plochy, opěrné plochy a opěrné báze (převzato z: Vařeka, 2002a)

Úložná plocha (*area of Load*, AL) představuje plochu kontaktu těla s podložkou v případě, že není vytvořen segmentový systém těla (novorozenec či hluboké bezvědomí). Tato plocha není využita k vytvoření opěrné báze (Vařeka, 2002a).

Centre of Mass (*COM*, těžiště) je označením pro hypotetický „hmotný bod“, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla v globálním vztažném systému. Z pohledu biomechaniky může být stanoven jako vážený průměr COM všech segmentů těla, a to bez ohledu na to, zda je tato poloha těla pasivní (bezvědomí, smrt), či aktivně udržovaná (Winter, 1995). V kineziologii je však podmínkou pro určení COM aktivní zaujetí postury (Vařeka, 2002a).

Centre of Gravity (COG) je vertikálním průmětem COM do roviny opěrné báze. Má tedy vztah k BS a bez ní nelze COG stanovit (Winter, 1995). Na základě newtonovské mechaniky lze stanovit, že ve statické poloze (např. stoj, sed) musí být COG vždy v oblasti opěrné báze (Vařeka, 2002a).

Centre of Pressure (COP) je působištěm vektoru reakční síly podložky a lze jej vypočítat z hodnot reakční síly naměřených v rozích silové plošiny. Naprostá většina výzkumů zaměřených na vyšetření klidného stoje používá COP zjištěné pomocí jedné silové plošiny jako kritérium pro výsledné hodnocení. Záznam pohybu COP a jeho výchylek během vyšetření je považován za určující parametr pro hodnocení posturální stability jedince (Winter, 1995).

1.3.2 Sledované parametry stoje

Way, neboli dráha, určuje délku trajektorie těžiště (COG, resp. COP) za jednu vteřinu. Je vyjádřena v cm/s.

Area, plocha, vyjadřuje velikost plochy vymezené průvodičem těžiště za jednu vteřinu. Je vyjádřena v cm2/s.

LAT je označením pro velikost výchylek těžiště v latero-laterálním směru, opět je vztažena na jednu vteřinu. Jednotkou je tedy cm/s.

AP popisuje velikost výchylek těžiště ve směru antero-posteriorním za jednu vteřinu. Jednotkou je rovněž cm/s.

AP/LAT je poměr výchylek v obou výše popsaných směrech. Veličina je bezrozměrná.

Romberg Way a **Romberg Area** získáme poměrem hodnoty příslušného parametru při otevřených očích vůči hodnotě tohoto parametru při vyšetření se zavřenýma očima (Počítačový Posturograph STP-03).

2. PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 METODIKA

Základem práce je vyšetření posturální stability na přístroji Posturograph STP-03 metodou statické posturografie, která monitoruje stabilitu vzpřímeného stoje v klidu při různých modifikacích stoje.

Toto vyšetření podstoupily dvě odlišné skupiny jedinců. Nejprve se jednalo o skupinu hemiparetických pacientů, kteří byli pomocí statické posturografie vyšetřeni v minulosti, a poté shodné měření absolvovala námi vytvořená kontrolní skupina zdravých jedinců. Hodnoty získané v minulosti od hemiparetických pacientů jsme poté porovnávali s hodnotami naměřenými nyní u kontrolní skupiny zdravých jedinců.

2.1.1 Výběr vyšetřovaných osob

Na Klinice rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty UK a VFN v Praze (dále jen KRL) byla v minulých letech vyšetřena řada hemiparetických pacientů metodou statické posturografie. Ze souboru všech těchto pacientů jsme vybrali jedince, kteří byli vyšetřeni ve věku 40 až 55 let. Pokud byl některý z pacientů vyšetřen na posturografu opakovaně, použili jsme hodnoty z prvního vyšetření. Získali jsme tak soubor 21 hemiparetiků, přičemž skupinu tvořilo 10 žen a 11 mužů. Příčinou hemiparézy byla u patnácti jedinců cévní mozková příhody, u zbylých šesti osob se nám nepodařilo zjistit primární příčinu vzniku hemiparézy.

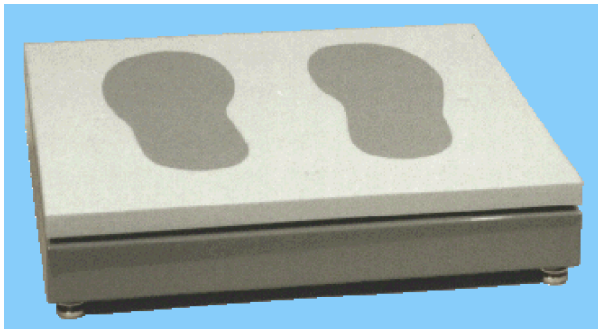
Pro vytvoření kontrolní skupiny jsme požádali dobrovolníky stejného věkového rozmezí, tedy ve věku 40 až 55 let. Kontrolní skupina obsahovala 20 jedinců, z toho 15 žen a 5 mužů. Tyto „zdravé“ osoby nesměly vykazovat poruchy rovnovážných funkcí, hlubokého čití, nekorigované poruchy zraku, výrazné oslabení vzpřimovacích svalů, závažnější degenerativní změny končetinových kloubů a páteře či jiné poruchy, jež by mohly ovlivnit výsledky posturografického měření. Všichni dobrovolníci byli předem seznámeni s účelem, průběhem i okolnostmi měření a svůj souhlas s účastí na studii potvrdili podepsáním informovaného souhlasu (viz příloha 1).

2.1.2 Posturografické vyšetření kontrolní skupiny

Nejprve jsme provedli vyšetření při stoji o široké bázi s nohama umístěnýma na vyznačených šablonách měřící plošiny a následně ve stoji snožném. Obě varianty stoje jsme vyšetřovali vždy nejprve s otevřenýma očima a poté se zavřenýma očima. Stoj o široké bázi s otevřenýma očima označujeme jako stoj I, stejný stoj avšak se zavřenýma očima značíme stoj I - ZO, stoj o úzké bázi s otevřenýma očima nazýváme stoj II a konečně stoj o úzké bázi se zavřenýma očima označujeme jako stoj III (stoj I, II, III tedy odpovídají Rombergovu stoji I, II, III).

Vyšetření probíhalo v samostatné místnosti určené pro posturografii. Testované osoby jsme předem seznámili s postupem. Při měření bylo v místnosti přiměřené osvětlení a ticho, aby nebyl testovaný jedinec rušen.

Prvním typem měření bylo vyšetření stoje I. Vyšetřovaná osoba se naboso postaví na měřící plošinu posturografu na vyznačená místa (viz obr. 2), a to tak, aby střed klenby každé nohy byl umístěn uprostřed předozadního rozměru plošiny. Zároveň musí být nohy umístěny stejně daleko od pomyslné středové linie plošiny probíhající v předozadním směru. Vyšetřovaná osoba stojí vzpřímeně, horní končetiny má volně podél těla, hlavu vztyčenou tak, aby se dívala přímo před sebe. Obrazovka počítače, na které je zobrazován průběh měření, je zakryta, abychom vyloučili modifikaci stoje vyšetřovaného v závislosti na průběhu měření. Vlastní měření spustíme, až se testovaný „srovná“ v nastavené pozici. Samotné měření trvá 20 vteřin. Následuje stejné měření, avšak se zavřenýma očima (stoj I-ZO).



Obr. 2 Posturografická plošina počítačového posturographu STP – 03 s vyznačenými plochami pro správné postavení plosek vyšetřované osoby ve stoji o široké bázi. (převzato z: Carreta s.r.o)

Druhým typem měření bylo vyšetření ve stoji spojném, tedy stoj II. Vyšetřovaná osoba se postavila na měřící plošinu, tentokrát s nohama těsně u pomyslné středové linie plošiny. V předozadním směru musí být klenba každé nohy opět ve středu předozadního rozměru plošiny. Dále je postup shodný s předchozím měřením. Hodnoty jednotlivých parametrů stoje naměřené u kontrolní skupiny jsou zaznamenané v příloze 2. Hodnoty hemiparetických pacientů vyšetřených v minulosti zachycuje příloha 3.

2.1.3 Zpracování získaných dat

Nejprve bylo potřeba zjistit, které parametry je vhodné sledovat pro stanovení míry postižení hemiparetických pacientů. Hledali jsme tedy parametry, ve kterých se hodnoty obou vyšetřovaných skupin nejvíce lišily. K tomu jsme využili nejprve prostého porovnání získaných dat s následným ověřením našich domněnek pomocí statistického Mann-Whitneyova testu.

Abychom zjistili, zda je nutné zohlednit při výběru nejprůkaznějších parametrů i podmínky vyšetření (typ stoje a stav očí), sledovali jsme dále také závislost získaných hodnot na těchto podmínkách. Nejprve jsme opět provedli prosté zhodnocení získaných dat, a to zvlášť pro skupinu hemiparetických pacientů a zvlášť pro kontrolní skupinu. Výsledky obou skupin jsme poté porovnali a ověřili pomocí neparametrického Wilcoxonova testu pro dva závislé výběry.

Posledním sledovaným jevem byla vzájemná závislost (korelace) všech vyšetřovaných parametrů, a to jak prostým zhodnocením, tak následně pomocí Spearmanova koeficientu korelace. Vzhledem k charakteru sledovaných parametrů stoje lze předpokládat, že některé parametry jsou na sobě navzájem závislé. Pro další hodnocení stability stoje by tedy bylo možné využít pouze některý ze sledovaných parametrů, který by současně odpovídal i dalším parametrům, které s ním korelují.

Z hodnot získaných od jedinců kontrolní skupiny jsme nakonec stanovili normu a hodnoty hemiparetických pacientů porovnávali s touto normou.

2.1.3.1 Prosté porovnání

Prosté porovnání získaných dat obou vyšetřovaných skupin jsme prováděli s využitím následujících základních statistických charakteristik: aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián a normální rozložení.

Aritmetický průměr ($\bar{x}$) je dán vztahem:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad , \qquad (1)$$

kde n označuje počet prvků ve výběru a x_i označuje jednotlivé prvky výběru. Index i nabývá hodnot 1 až n (Anděl, 2003).

Směrodatná odchylka (s) je určena vztahem:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \ , \qquad (2)$$

kde n označuje počet prvků ve výběru, $\bar{x}$ označuje hodnotu aritmetického průměru a x_i označuje jednotlivé prvky výběru. Index i nabývá opět hodnot 1 až n (Anděl, 2003).

Medián je definován jako padesátý kvantil výběru a označujeme jej $\tilde{x}$. Je-li počet prvků ve výběru (n) lichý, pak je při seřazení hodnot dle velikosti medián určen jako prostřední hodnota výběru. Pokud je n sudé, pak je medián aritmetickým průměrem prostředních dvou hodnot (Anděl, 2003, Zvárová, 1998).

Normální (Gaussovo) rozdělení je pravděpodobnostní rozdělení náhodné spojité veličiny. Je charakteristické jednovrcholovou a symetrickou hustotou pravděpodobnosti ve tvaru zvonu – tzv. Gaussovy křivky. (Zvárová, 1998)

Normu můžeme při normálním rozložení hodnot stanovit jako interval ohraničený krajními hodnotami A a B, kde:

$$A = \bar{x} - 2s \ , \qquad (3)$$

$$B = \bar{x} + 2s \ , \qquad (4)$$

kde s je směrodatná odchylka a $\bar{x}$ označuje hodnotu aritmetického průměru (Anděl, 2005). Při tomto výpočtu krajních hodnot se v intervalu normy vyskytuje 95 % pozorování (Disman, 2007).

S ohledem na fakt, že hodnoty jednotlivých parametrů naměřené při statické posturografii jsou vždy kladné, omezili jsme normu pouze na čísla větší nebo rovná nule. Pokud se tedy vypočítaná spodní hranice normy pohybovala v záporných hodnotách, nahradili jsme ji číslem nula.

Pro každý z vyšetřovaných parametrů stoje jsme vytvořili tabulky se základními statistickými charakteristikami (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, maximum, minimum, medián) a provedli jsme zhodnocení získaných dat na základě vzájemného porovnání těchto statistických ukazatelů obou vyšetřovaných skupin jedinců.

Dále jsme zjišťovali také rozdíly mezi jednotlivými podmínkami vyšetření – tedy zda se liší hodnoty získané a) při vyšetření s očima otevřenýma a zavřenýma a b) při stoji o široké a úzké bázi (stoj I vs. stoj II, popř. stoj I se ZO vs. stoj III). Také jsme sledovali vzájemnou závislost (korelaci) jednotlivých měřených parametrů.

Pravdivost našich domněnek, které jsme formulovali na základě výše popsaného prostého porovnání, jsme v další části práce ověřovali pomocí několika různých statistických testů.

U kontrolní skupiny jsme dále předpokládali normální - tzv. Gaussovo rozložení hodnot jednotlivých parametrů. Na základě tohoto předpokladu jsme podle vzorců 3 a 4 (viz. str. 36) stanovili normu pro vybrané parametry stoje a hodnoty získané u skupiny hemiparetických pacientů jsme porovnali s těmito normami. Následně jsme pro vybrané parametry stoje vypracovali grafické znázornění hodnot všech vyšetřovaných jedinců vzhledem k této normě.

2.1.3.2 Statistické testy

Jelikož jsme měli k dispozici pouze malé výběry testovaných hodnot a nejsme si jisti tvarem distribuční funkce měřené veličiny, využili jsme statistické testy určené pro takovéto situace. Jedná se o neparametrický Mann-Whitneyův test pro dva nezávislé výběry a Wilcoxonův test pro dva závislé výběry. Tyto testy jsou často používány právě v medicíně a jiných biologických vědách (Havránek, 1993). Dále jsme využili ještě Spearmanův koeficient korelace.

Neparametrický Mann-Whitneyův test pro dva nezávislé výběry byl první použitou metodou. K výpočtu jsme využili statistický program R volně dostupný na internetu (R-project). Test vychází ze dvou náhodných výběrů $X_1,..., X_m$ *a* $Y_1,..., Y_n$, které jsou navzájem

nezávislé. Cílem je testovat nulovou hypotézu H_0: *Rozdělení obou skupin je shodné*. Pokud je nulová hypotéza zamítnuta, přijímáme alternativní hypotézu H_1: *Rozdělení obou skupin se liší*.

Prvky obou náhodných výběrů vytvoří tzv. sdružený výběr. Všechny prvky tohoto výběru uspořádáme vzestupně podle velikosti a stanovíme pořadí pro jednotlivé prvky. Dále spočteme součet pořadí zvlášť pro každou vyšetřovanou skupinu. Získáme tak T_1 a T_2, kde T_1 je součet pořadí hodnot $X_1,..., X_m$ a T_2 je součet pořadí hodnot $Y_1,... Y_n$ ve sdruženém výběru. Označení výběrů volíme tak, aby platilo $m \geq n$. Následně spočteme testové veličiny U_1 a U_2,

kde:

$$U_1 = mn + \frac{1}{2}m(m+1) - T_1 \qquad (5)$$

$$U_2 = mn + \frac{1}{2}n(n+1) - T_2 \qquad (6)$$

Pokud menší z hodnot U_1, U_2 je menší nebo rovno tabelované kritické hodnotě (viz příloha 4 a 5), nulová hypotéza se zamítá. Pro $m > 10$, $n > 10$ lze dále využít následující postup:

$$U = \frac{U_1 - \frac{1}{2}mn}{\sqrt{\frac{1}{12}mn(m+n+1)}} \ . \qquad (7)$$

Pokud $|U| \geq p(\alpha/2)$, zamítneme nulovou hypotézu. Symbol α označuje tzv. hladinu významnosti. V praxi se volí nejčastěji α = 0,05 popř. 0,01 i méně. Prokážeme-li určitou hypotézu na hladině významnosti 0,05, pak je tato hypotéza platná v 95 % případů a pouze 5 % případů této hypotéze neodpovídá. Čím menší je tedy hodnota α, tím nižší je pravděpodobnost chybného závěru. Symbol p značí kritickou hodnotu (Anděl, 2005).

Neparametrický Wilcoxonův test pro dva závislé výběry je druhou použitou statistickou metodou. Jedná se o tzv. párovou metodu, kterou je možné použít v případě, kdy se u každého z n objektů zjišťují hodnoty nějakých dvou spolu souvisejících veličin (Anděl, 2003). Metodu jsme použili pro zjištění rozdílnosti hodnot sledovaných parametrů při různých podmínkách vyšetření, a to zvlášť pro skupinu hemiparetických pacientů a zvlášť pro

kontrolní skupinu. Výsledky obou skupin jsme následně porovnali.

Testujeme zde hypotézu H_0: *Medián rozdílů je nulový* proti alternativní hypotéze H_1: *Medián rozdílů není nulový* (Zvárová, 1998). Test vychází z předpokladu, že máme dva soubory vzájemně závislých vyšetření X_1,..., X_n a Y_1 ,..., Yn. Znak n určuje počet měření v každém souboru. Stanovíme $Z_i = X_i - Y_i$, pro i = 1,..., n. Každé Z_i má hustotu symetrickou kolem mediánu $\tilde{x}$. Veličiny Z_i seřadíme do rostoucí posloupnosti podle jejich absolutní hodnoty: $|Z_1| \leq |Z_2| \leq ... \leq |Z_n|$. Pořadí veličin Z_i označíme R_i^+. Dále provedeme součet kladných pořadí S^+ a součet záporných pořadí S^-, kde platí vztah:

$$S^+ = \sum_{Z_i \geq 0} R_i^+ , \qquad S^- = \sum_{Z_i < 0} R_i^+ , \tag{8}$$

(Wikipedia). Vybereme nižší z čísel S^+, S^-, a pokud je tato hodnota menší nebo rovna tabelované kritické hodnotě $w_n(\alpha)$ (viz příloha 6), zamítáme H_0 (Anděl, 2003).

Třetí užitou statistickou metodou byl **neparametrický Spearmanův koeficient korelace**, kterým jsme zjišťovali vzájemnou závislost jednotlivých měřených parametrů, a to opět zvlášť pro skupinu hemiparetických pacientů a zvlášť pro kontrolní skupinu. Výsledky obou skupin jsme poté porovnali.

Vycházíme z předpokladu, že $(X_1, Y_1)'$,..., $(X_n, Y_n)'$ je výběr ze spojitého dvojrozměrného rozdělení. Pořadí veličin X_1, ..., X_n je označeno R_1, ..., R_n a pořadí veličin Y_1, ..., Y_n je označeno Q_1, ..., Q_n. Často se dvojice $(X_1, Y_1)'$, ..., $(X_n, Y_n)'$ předem uspořádají vzestupně podle velikosti hodnot X_1, ..., X_n. V takovém případě pak dostáváme rovnou $R_i = i$, i = 1, ..., n.

Spearmanův korelační koeficient rs je definován jako výběrový korelační koeficient počítaný z dvojic $(R_1, Q_1)'$, ..., $(R_n, Q_n)'$, kde platí:

$$rs = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^{n} (R_i - Q_i)^2 . \tag{9}$$

Kritické hodnoty rs (α) jsou uvedeny ve statistických tabulkách (viz příloha 7). Je-li $|rs| > rs$ (α), zamítneme hypotézu o nezávislosti Y_i a X_i (Anděl, 2005).

2.2 HODNOCENÍ ZÍSKANÝCH DAT

2.2.1 Popis jednotlivých parametrů stoje

Way

Zjistili jsme, že průměrné hodnoty Way u pacientů jsou téměř dvakrát vyšší než hodnoty kontrolní skupiny, a to pro všechny typy stoje (viz tab.1). Současně je z naměřených hodnot patrné, že průměrná hodnota Way je u obou vyšetřovaných skupin přibližně dvojnásobná v podmínkách se zavřenýma očima oproti její hodnotě při měření s očima otevřenýma. Při vyšetření stoje o úzké bázi jsou průměrné hodnoty Way opět téměř dvojnásobné oproti stoji o široké bázi, a to při očích otevřených i zavřených (porovnávali jsme stoj I se stojem II a stoj I-ZO se stojem III).

Zároveň je však nutné si povšimnout hodnot mediánů. Zatímco u kontrolní skupiny se medián významně neliší od hodnoty průměrné, u skupiny pacientů jsou hodnoty průměru a mediánu značně odlišné. Je to dáno velkým rozptylem hodnot u skupiny vyšetřovaných pacientů a zejména několika extrémními hodnotami (viz tab. 2). Právě tyto extrémní hodnoty způsobují značné odchýlení průměru od mediánu.

Když jsme porovnali hodnoty mediánů (které lépe popisují rozložení hodnot většiny pacientů) obou vyšetřovaných skupin namísto aritmetických průměrů, zjistili jsme, že rozdíly mezi kontrolní skupinou a skupinou pacientů nejsou tak značné. Přesto jsou hodnoty mediánů, zjištěné pro jednotlivé podmínky vyšetření, vyšší u skupiny hemiparetických pacientů, a to o 20 % až 63 % ve srovnání s hodnotami mediánů kontrolní skupiny, což naznačuje zhoršenou schopnost posturální stabilizace hemiparetických pacientů. Největší rozdíly jsou při stoji I s otevřenýma očima a při stoji II (60 % a 63 %), zatímco u stoje I se zavřenýma očima a u stoje III jsou rozdíly méně výrazné (20 % a 34 %).

Dále jsme porovnávali rozdíly hodnot mediánů získaných při různých podmínkách vyšetření (viz tab. 1). Zatímco u kontrolní skupiny odpovídají rozdílům průměrných hodnot, u skupiny hemiparetických pacientů jsou tyto rozdíly odlišné. Při porovnání mediánů získaných při stoji s otevřenýma a se zavřenýma očima jsme zjistili, že zatímco ve stoji o úzké bázi jsou hodnoty dvojnásobné při vyšetření se zavřenýma očima, ve stoji o široké bázi jsou hodnoty při zavřených očích jen nepatrně vyšší oproti hodnotám mediánů s očima otevřenýma. Rozdíly hodnot mediánů mezi vyšetřením stoje o široké a úzké bázi jsou vyšší při vyšetření se

zavřenýma očima (porovnání stoje I-ZO se stojem III). Zde je medián více než dvakrát vyšší při stoji o úzké bázi. Při vyšetření s otevřenýma očima je hodnota mediánu vyšší u stoje o úzké bázi jen přibližně o polovinu oproti stoji o široké bázi.

Way (cm/s)				
	Aritmetický průměr		Medián	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,75	1,35	0,72	1,15
Stoj I - ZO	1,55	2,63	1,455	1,75
Stoj II	1,22	2,67	1,15	1,88
Stoj III	2,70	5,04	2,80	3,74

Tab. 1 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr Way při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

Way (cm/s)				
	Směrodatná odchylka		Minimum - maximum	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,26	0,85	0,42 – 1,49	0,65 – 4,52
Stoj I - ZO	0,79	2,80	0,58 – 3,55	1,10 – 13,83
Stoj II	0,41	2,34	0,77 – 2,49	1,05 – 9,23
Stoj III	0,89	3,78	1,30 – 4,08	2,02 – 15,02

Tab. 2 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr Way při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

Area

Jak je patrné z tabulky 3, průměrné hodnoty Area jsou u skupiny hemiparetických pacientů téměř třikrát až čtyřikrát vyšší v porovnání s kontrolní skupinou, přičemž toto platí pro všechny typy stoje. Dále lze v tabulce 4 pozorovat, že jsou průměrné hodnoty parametru Area několikanásobně větší při vyšetření se zavřenýma očima než při vyšetření s očima otevřenýma, a to při obou typech stoje. U skupiny pacientů i nemocných jsou hodnoty naměřené při zavřených očích přibližně třikrát až čtyřikrát vyšší. Také při vyšetření stoje o úzké bázi jsou průměrné hodnoty obou skupin přibližně třikrát větší než hodnoty naměřené při stoji o široké bázi. Toto opět platí pro oba stavy očí.

Zatímco u kontrolní skupiny jsou hodnoty mediánů velmi blízké průměrným hodnotám, u skupiny pacientů nám větší hodnoty směrodatných odchylek (viz tab. 4) naznačují větší rozptyl hodnot, a tedy i významný rozdíl hodnot průměrů a mediánů. Hodnoty mediánů jsou u

skupiny hemiparetických pacientů výrazně nižší než hodnoty příslušných aritmetických průměrů, a proto jsme zjistili menší rozdíly mezi hodnotami skupiny pacientů a kontrolní skupiny při vzájemném porovnání hodnot mediánů než při porovnávání průměrných hodnot. Mediány parametru Area jsou pro jednotlivé podmínky vyšetření u hemiparetických pacientů vyšší o 9 % až 41 % oproti kontrolní skupině. Stejně jako u parametru Way jsou největší rozdíly u stoje I s otevřenýma očima a u stoje II (41 % a 36 %). U stoje I se zavřenýma očima a u stoje III jsou rozdíly menší (9 % a 16 %).

Při porovnání hodnot mediánů pro různé podmínky vyšetřování (viz tab. 3) jsme zjistili, že u skupiny hemiparetických jedinců se tyto rozdíly liší oproti těm, které jsme zjistili porovnáním průměrných hodnot. Rozdíly mezi hodnotami mediánů při podmínkách s otevřenýma a zavřenýma očima jsou výraznější u stoje o úzké bázi, kde je hodnota mediánu při zavřených očích více než dvaapůlkrát vyšší oproti hodnotě při otevřených očích. Ve stoji o široké bázi je medián při zavřených očích vyšší jen o polovinu oproti mediánu u stoje s otevřenýma očima. Rozdíly mediánů mezi vyšetřením o úzké a široké bázi jsou větší při podmínkách se zavřenýma očima, kdy je hodnota mediánu při stoji o úzké bázi přibližně čtyřikrát vyšší oproti stoji o široké bázi. U vyšetření s očima otevřenýma je hodnota mediánu při stoji o úzké bázi dvaapůlkrát větší než při stoji o široké bázi.

Area (cm^2/s)				
	Aritmetický průměr		Medián	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,08	0,29	0,07	0,19
Stoj I - ZO	0,29	1,21	0,215	0,32
Stoj II	0,22	0,98	0,17	0,52
Stoj III	0,89	3,26	0,83	1,35

Tab. 3 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr Area při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

Area (cm^2/s)				
	Směrodatná odchylka		Minimum - maximum	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,06	0,29	0,02 – 0,21	0,06 – 1,28
Stoj I - ZO	0,29	3,01	0,06 – 1,31	0,02 – 14,0
Stoj II	0,23	1,76	0,07 – 1,10	0,16 – 8,10
Stoj III	0,55	4,59	0,27 – 2,47	0,49 – 18,14

Tab. 4 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr Area při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

LAT

Porovnáním průměrných hodnot parametru LAT obou vyšetřovaných skupin jedinců jsme zjistili, že průměrné hodnoty jsou u skupiny hemiparetických pacientů při všech typech vyšetření přibližně dvojnásobné oproti průměrným hodnotám kontrolní skupiny (viz tab. 5). Co se týče rozdílů mezi hodnotami získanými při vyšetření s otevřenýma a zavřenýma očima, jsou zde patrné podobné rozdíly jako u dříve uvedených parametrů. Hodnoty naměřené při stoji se zavřenýma očima jsou tedy u obou vyšetřovaných skupin přibližně dvojnásobné v porovnání s hodnotami získanými při stejném stoji, avšak s očima otevřenýma. Odlišnosti mezi hodnotami LAT zjištěnými při stoji o široké a úzké bázi jsou u kontrolní skupiny i skupiny pacientů značné, a to jak při vyšetření s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. Hodnoty jsou při stoji o úzké bázi dvakrát (při otevřených očích) až třikrát (při zavřených očích) větší oproti stoji o široké bázi. Stejný poměr je patrný u obou vyšetřovaných skupin.

Mediány zjištěné u kontrolní skupiny jsou velmi podobné průměrným hodnotám (viz tab. 5). U skupiny hemiparetických pacientů je však patrný značný rozptyl hodnot (viz tab. 6) a díky tomu i rozdíl mezi mediánem a příslušným aritmetickým průměrem. Hodnoty mediánů jsou pro jednotlivé typy stojů nižší než hodnoty průměrné. Celkový rozdíl hodnot mediánů u obou pozorovaných skupin osob navzájem je tedy menší než rozdíl průměrů. Hodnoty mediánů u skupiny pacientů převyšují hodnoty kontrolní skupiny o 13 % až 32 %. Největší rozdíl je u mediánů zjištěných při stoji I s otevřenýma očima.

Co se týče rozdílů mezi mediány zjištěnými při vyšetření s otevřenýma a zavřenýma očima, nejsou u pacientů tak značné rozdíly jako při porovnání aritmetických průměrů. Ve stoji o úzké bázi je hodnota mediánu při zavřených očích téměř dvojnásobná proti mediánu při očích otevřených. Ve stoji o široké bázi jsou rozdíly mezi oběma stavy očí jen nepatrné. Rozdíly mediánů mezi vyšetřením stoje o úzké a široké bázi jsou obdobné jako příslušné rozdíly aritmetických průměrů.

LAT (cm/s)				
	Aritmetický průměr		Medián	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,38	0,76	0,37	0,61
Stoj I - ZO	0,65	1,29	0,605	0,77
Stoj II	0,84	1,79	0,83	1,36
Stoj III	1,84	3,22	1,79	2,43

Tab. 5 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr LAT při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

LAT (cm/s)				
	Směrodatná odchylka		Minimum - maximum	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,14	0,48	0,2 – 0,72	0,23 – 2,16
Stoj I - ZO	0,28	1,28	0,26 – 1,12	0,47 – 5,93
Stoj II	0,26	1,41	0,45 – 1,59	0,60 – 5,59
Stoj III	0,64	2,17	0,92 – 3,09	1,28 – 9,16

Tab. 6 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr LAT při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

Ant-Post (AP)

Porovnáním získaných průměrných hodnot obou vyšetřovaných skupin jsme zjistili, že průměrné hodnoty AP jsou u skupiny hemiparetických pacientů přibližně dvakrát vyšší než průměrné hodnoty AP kontrolní skupiny, a to při všech typech vyšetření (viz tab. 7). Obdobně jako u předešlých parametrů, i zde jsou průměrné hodnoty při vyšetření se zavřenýma očima přibližně dvojnásobné oproti vyšetření ve stejném typu stoje s očima otevřenýma, a to u kontrolní skupiny i skupiny hemiparetických pacientů. Dále jsme sledovali rozdíly mezi hodnotami naměřenými při stoji o úzké a široké bázi. Zjistili jsme, že zatímco u kontrolní skupiny jsou rozdíly jen nepatrné, u skupiny hemiparetických pacientů jsou hodnoty při stoji o úzké bázi přibližně o polovinu vyšší oproti stoji o široké bázi.

Z hodnot směrodatných odchylek a rozmezí minimálních a maximálních hodnot (viz tab. 8) lze vyčíst větší rozptyl naměřených hodnot u skupiny pacientů. Porovnali jsme proto hodnoty mediánů obou vyšetřovaných skupin (viz tab. 7), přičemž jsme odhalili menší rozdíly mezi oběma vyšetřovanými skupinami osob. Významnější rozdíly mediánů jsme nalezli u vyšetření stoje I s otevřenýma a zavřenýma očima a u stoje II (26 %, 16 % a 23 %), u stoje III byly rozdíly minimální (5 %).

Dále jsme hodnotili rozdíly v hodnotách mediánů při různých podmínkách vyšetření u skupiny hemiparetických pacientů. Rozdíly mezi hodnotami mediánů při vyšetření s otevřenýma a zavřenýma očima jsou nepatrně vyšší při stoji o úzké bázi, kde je hodnota mediánu více než dvakrát vyšší při zavřených očích než při očích otevřených. Ve stoji o široké bázi je hodnota mediánu při zavřených očích téměř dvojnásobná oproti stoji s otevřenýma očima. Rozdíly mezi hodnotami mediánů při stoji o úzké a široké bázi jsou výraznější při vyšetření se zavřenýma očima. Zde je medián při stoji o úzké bázi vyšší o více než polovinu oproti stoji o široké bázi. Naproti tomu při vyšetření s otevřenýma očima je hodnota mediánu

u stoje o úzké bázi přibližně o třetinu vyšší v porovnání se stojem o široké bázi.

Ant-Post (cm/s)				
	Aritmetický průměr		Medián	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,56	0,94	0,48	0,72
Stoj I - ZO	1,26	2,00	1,16	1,25
Stoj II	0,69	1,59	0,59	0,95
Stoj III	1,58	3,17	1,55	2,05

Tab. 7 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr Ant-Post při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

Ant-Post (cm/s)				
	Směrodatná odchylka		Minimum - maximum	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	0,23	0,66	0,02 – 0,21	0,06 – 1,28
Stoj I - ZO	0,72	2,25	0,06 – 1,31	0,02 – 14,0
Stoj II	0,31	1,62	0,07 – 1,10	0,16 – 8,10
Stoj III	0,56	2,67	0,27 – 2,47	0,49 – 18,14

Tab. 8 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr Ant-Post při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

AP/LAT

Z tabulky 9 je patrné, že převaha AP nad LAT je u obou vyšetřovaných skupin pouze ve stoji o široké bázi. Převaha předozadních výchylek je přitom vyšší než 10 %, které uvádí v Lejska (1998) jako normu. Při podmínkách náročnějších na posturální stabilizaci – ve stoji II a III – je poměr u obou vyšetřovaných skupin opačný, tedy s mírnou převahou výchylek v pravolevém směru.

Rozdíly mezi průměrnými hodnotami AP/LAT u kontrolní skupiny a skupiny pacientů jsou malé, a tak pro další porovnávání a hodnocení skupiny pacientů nemá parametr AP/LAT velký význam. Ani porovnání mediánů neukazuje výrazné odlišnosti u skupiny pacientů a kontrolní skupiny. Zjistili jsme však rozdíly mezi hodnotami naměřenými při různých typech stoje. Průměrné hodnoty i hodnoty mediánů jsou při stoji o úzké bázi jedenapůlkrát až dvakrát vyšší než při stoji o široké bázi. Rozdíly mezi hodnotami získanými při různých stavech očí jsou jen nepatrné.

AP/LAT				
	Poměr průměrných hodnot		Poměr mediánů	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I	1,47	1,24	1,30	1,18
Stoj I - ZO	1,94	1,55	1,92	1,62
Stoj II	0,82	0,89	0,71	0,70
Stoj III	0,86	0,98	0,87	0,84

Tab. 9 Hodnoty parametru AP/LAT při poměru aritmetických průměrů a mediánů při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin.

Romberg Way

Jak je patrné z tabulky 10, hodnota Romberg Way je u skupiny hemiparetických pacientů nepatrně vyšší než u skupiny kontrolní, a to u obou typů stoje. Při porovnání mediánů jsou rozdíly mezi skupinou pacientů a kontrolní skupinou větší než při poměru průměrných hodnot Way. Rozdíl mezi hodnotami obou měřených skupin však není příliš významný.

Romberg Way				
	Aritmetický průměr		Medián	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I / Stoj I - ZO	0,54	0,62	0,525	0,66
Stoj II / Stoj III	0,49	0,55	0,45	0,52

Tab. 10 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů parametru Romberg Way pro obě vyšetřované skupiny.

Romberg Area

Hodnoty Romberg Area jsou při obou typech vyšetření vyšší u skupiny hemiparetických pacientů než u kontrolní skupiny, což platí jak pro hodnoty průměrů, tak pro hodnoty mediánů (viz tab.15). U skupiny hemiparetických jedinců jsou hodnoty vyšší přibližně o polovinu v porovnání s kontrolní skupinou.

Romberg Area				
	Aritmetický průměr		Medián	
Podmínky vyšetření	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina	Kontrolní skupina	Hemiparetická skupina
Stoj I / Stoj I - ZO	0,41	0,60	0,36	0,61
Stoj II / Stoj III	0,26	0,41	0,22	0,28

Tab. 11 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů parametru Romberg Area pro obě vyšetřované skupiny.

Celkové zhodnocení sledovaných parametrů

Z popisu naměřených hodnot jednotlivých parametrů vyplývá, že stěžejní úlohu pro hodnocení poruch posturální stability budou mít zejména první čtyři sledované parametry: Way, Area, LAT a AP. U těchto parametrů jsme zjistili největší rozdíly mezi skupinou hemiparetických pacientů a kontrolní skupinou, a to zejména u průměrných hodnot, které jsou dvakrát až čtyřikrát vyšší u skupiny pacientů než u kontrolní skupiny. Také u parametru Romberg Area jsme zjistili, že hodnoty průměrů i mediánů jsou u pacientů vyšší, a to přibližně o polovinu, vzhledem k hodnotám kontrolní skupiny. Poměrné parametry AP/LAT a Romberg Way neukázaly žádné významné rozdíly mezi skupinou hemiparetických pacientů a kontrolní skupinou.

Zaznamenali jsme rovněž významné rozdíly mezi průměrnými hodnotami naměřenými při různých podmínkách vyšetření, a to u obou vyšetřovaných skupin osob. Nejvýznamnější odlišnosti mezi průměrnými hodnotami získanými při různých stavech očí jsme objevili u parametrů Way, Area, LAT a AP. Průměrné hodnoty jsou v těchto parametrech dvakrát až čtyřikrát vyšší při zavřených očích oproti hodnotám s otevřenýma očima. Co se týče rozdílů závislých na typu stoje, zjistili jsme významné odlišnosti (při obou stavech očí) u parametrů Way, Area, LAT a AP/LAT, a to opět u obou vyšetřovaných skupin. Průměrné hodnoty kontrolní skupiny i skupiny pacientů jsou při vyšetření o úzké bázi dvakrát až čtyřikrát vyšší než při stoji o široké bázi. U parametru AP jsou patrné rozdíly jen u skupiny pacientů.

Vliv různých podmínek vyšetření na získané hodnoty jsme sledovali také s pomocí mediánů, které popisují skutečné rozložení hodnot skupiny pacientů lépe než hodnoty aritmetických průměrů. Zjistili jsme, podobně jako z průměrných hodnot, že významné rozdíly jsou zejména u parametrů Way, Area, LAT a AP. Rozdíly mezi hodnotami mediánů získanými při vyšetření s otevřenýma a zavřenýma očima jsou u všech čtyř parametrů výraznější ve stoji o úzké bázi. Při tomto typu stoje je hodnota mediánu dvakrát až třikrát vyšší v podmínkách se zavřenýma očima oproti vyšetření s očima otevřenýma. U stoje o

široké bázi jsou rozdíly odlišné u jednotlivých parametrů. Zatímco u parametrů Way a LAT jsou hodnoty mediánu při zavřených očích jen nepatrně vyšší než při otevřených očích, u parametru Area je medián v podmínkách se zavřenýma očima o polovinu vyšší než při očích otevřených. A u parametru AP je hodnota mediánu při zavřených očích dokonce téměř dvojnásobná oproti podmínkám s otevřenýma očima. Vliv stoje na získané hodnoty parametrů Way, Area a LAT se projevuje výrazněji při vyšetření se zavřenýma očima, kdy je hodnota mediánu u stoje o úzké bázi dvakrát až čtyřikrát vyšší než u stoje o široké bázi. U parametru AP je medián při vyšetření se zavřenýma očima ve stoji o úzké bázi vyšší jen o polovinu oproti stoji o široké bázi. Při otevřených očích jsou rozdíly mezi těmito dvěma typy různé pro jednotlivé parametry. Hodnoty mediánu při vyšetření s otevřenýma očima a stoji o úzké bázi jsou u parametrů Area a LAT vyšší dvakrát až třikrát než při stoji o bázi široké. U parametru Way je medián vyšší při vyšetření stoje s úzkou bází o polovinu a u parametru AP o třetinu v porovnání se stojem o široké bázi. Pro parametr AP/LAT jsme zjistili, že hodnoty průměrů i mediánů při stoji o úzké bázi jsou jedenapůlkrát až dvakrát vyšší než při stoji o široké bázi, a to pro skupinu pacientů i kontrolní skupinu.

Současně jsme zaznamenali, že parametry Way, Area, LAT a AP ukazují podobné rozdíly jak mezi oběma skupinami jedinců, tak mezi různými podmínkami vyšetření. Je tedy pravděpodobné, že jsou navzájem závislé.

Na základě výše uvedených zjištění se domníváme, že nejvhodnějšími parametry pro sledování posturálních poruch u hemiparetických pacientů jsou parametry Way, Area, LAT a AP, jelikož zde byly odhaleny největší rozdíly mezi oběma sledovanými skupinami, a to jak v průměrných hodnotách (u pacientů dvakrát až čtyřikrát vyšší), tak při porovnání hodnot mediánů (u pacientů až o 63 % vyšší). Zároveň jsme zjistili, že u obou vyšetřovaných skupin jsou hodnoty těchto parametrů závislé na podmínkách vyšetření. Proto předpokládáme, že je pro hodnocení poruch posturální stability výhodnější sledovat zvolené parametry ve ztížených podmínkách stoje, kde jsme nalezli vyšší hodnoty parametrů a zřetelnější rozdíly mezi oběma sledovanými skupinami.

2.2.2 Neparametrický Mann-Whitneyův test pro dva nezávislé výběry

Abychom mohli potvrdit, ve kterých parametrech je statisticky významný rozdíl mezi hodnotami kontrolní skupiny a skupiny hemiparetických pacientů, provedli jsme pomocí statistického programu R neparametrický Mann-Whitneyův test pro dva nezávislé výběry.

Pro každý z vyšetřovaných parametrů jsme zjistili (pomocí programu R podle vzorců 5 a 7, viz str. 38) hodnotu *U* testovací statistiky Mann-Whitney a následně hodnotu *p*, která vyjadřuje hladinu významnosti – tedy, v našem případě, zda je rozdíl mezi oběma vyšetřovanými skupinami osob statisticky významný a jak velká je tato významnost. S klesající hodnotou *p* stoupá statistická významnost, přičemž hraniční hodnotou byla zvolena hladina významnosti 0,05. Pokud platí, že $p < 0{,}05$, pak označujeme výsledek jako statisticky významný, pokud platí, že $p < 0{,}01$, nazýváme výsledek statisticky velmi významný. Výsledky testu jsou uvedeny v tabulce 12.

Neparametrický Mann-Whitneyův test pro dva nezávislé výběry				
	parametr	*U*	*p*	statistická významnost
Stoj I	Way	72,5	0,0004	**
	Area	55,5	0,0001	**
	LAT	81	0,001	**
	AP	80	0,001	**
	AP/LAT	246	0,354	–
Stoj I-ZO	Way	135	0,052	*
	Area	139,5	0,068	–
	LAT	132,5	0,044	*
	AP	161,5	0,210	–
	AP/LAT	247	0,341	–
Stoj I / Stoj I-ZO	Romberg Way	164	0,235	–
	Romberg Area	155	0,155	–
Stoj II	Way	70	0,0005	**
	Area	68	0,0004	**
	LAT	87,5	0,002	**
	AP	71,5	0,001	**
	AP/LAT	186,5	0,725	–
Stoj III	Way	99	0,007	**
	Area	95	0,005	**
	LAT	100	0,007	**
	AP	111	0,017	*
	AP/LAT	176	0,525	–
Stoj II / Stoj III	Romberg Way	170	0,425	–
	Romberg Area	163	0,323	–

Tab. 12 Hodnoty neparametrického Mann-Whitneyova testu pro dva nezávislé výběry *U* a hladiny významnosti *p* pro každý z parametrů u jednotlivých typů stoje. Statistickou významnost určují hvězdičky: ** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)
* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)
– výsledek není statisticky významný.

Jak je z tabulky patrné, prokázali jsme, že statisticky velmi významný ($p < 0,01$) je rozdíl mezi oběma vyšetřovanými skupinami osob v následujících parametrech: Way, Area, LAT a AP při stoji I a stoji II, a dále v parametrech Way, Area a LAT při stoji III. Statisticky významný ($p < 0,05$) rozdíl jsme nalezli u parametrů Way a LAT při stoji I - ZO a rovněž u parametru AP při stoji III. Pro poměrné parametry AP/LAT, Romberg Way a Romberg Area jsme neprokázali statisticky významný rozdíl (na hladině významnosti 0,05) mezi skupinou pacientů a kontrolní skupinou, a to v žádném typu vyšetření (stoj I, stoj I - ZO, stoj II, stoj III).

Tyto výsledky potvrzují naše zjištění z prostého porovnání, že parametry Way, Area, LAT a AP vykazují největší rozdíly mezi oběma vyšetřovanými skupinami osob. Zároveň test prokázal, že jsou tyto rozdíly statisticky významné. Co se týče poměrných parametrů AP/LAT, Romberg Way a Romberg Area, jejich sledování nemá pro naši studii velký přínos.

2.2.3 Neparametrický Wilcoxonův test pro dva závislé výběry

Pomocí této statistické metody jsme zjišťovali, zda se hodnoty pro různé vyšetřovací podmínky statisticky významně liší, tedy existuje-li statisticky významný rozdíl v naměřených hodnotách mezi stojem o úzké a široké bázi a obdobně, zda existuje významný rozdíl mezi vyšetřením s otevřenýma a zavřenýma očima. Odlišnosti jsme zjišťovali zvlášť pro skupinu hemiparetických pacientů a zvlášť pro kontrolní skupinu. Výpočet jsme provedli podle vzorce 8 (viz str. 39). Výsledky jsou zobrazeny tabulkách 13 – 16.

U kontrolní skupiny jsme zjistili, že rozdíly hodnot získaných v podmínkách otevřených očí a zavřených očí se od sebe statisticky významně liší, a to při stoji o široké bázi u všech pěti sledovaných parametrů (Way, Area, LAT, AP, AP/LAT). Odlišnost jsme zjistili na hladině významnosti 0,01, jedná se tedy o statisticky velmi významné rozdíly. Při stoji o úzké bázi jsme neprokázali statisticky významnou odlišnost pouze u poměrného parametru AP/LAT. U ostatních parametrů jsme prokázali statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 0,01 (viz tab.13).

Wilcoxonův test pro dva závislé výběry - statistická významnost rozdílů při měření s otevřenýma a zavřenýma očima, kontrolní skupina					
	parametr	R^+	R^-	p	statistická významnost
Stoj I vs. Stoj I-ZO	Way	0	210	0,01	**
	Area	2	208	0,01	**
	LAT	4	206	0,01	**
	AP	1	209	0,01	**
	AP/LAT	30	170	0,01	**
Stoj II vs. Stoj III	Way	0	210	0,01	**
	Area	0	210	0,01	**
	LAT	1	209	0,01	**
	AP	0	210	0,01	**
	AP/LAT	94	116	–	–

Tab. 13 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro kontrolní skupinu – rozdíly měření při různých stavech očí. Statistickou významnost určují hvězdičky:

** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)
* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)
– výsledek není statisticky významný.

Wilcoxonův test pro dva závislé výběry - statistická významnost rozdílů při měření stoje o úzké a široké bázi, kontrolní skupina					
	parametr	R^+	R^-	p	statistická významnost
Stoj I vs. Stoj II	Way	1	209	0,01	**
	Area	0	210	0,01	**
	LAT	0	210	0,01	**
	AP	50	160	0,05	*
	AP/LAT	206	4	0,01	**
Stoj I-ZO vs. Stoj III	Way	0	210	0,01	**
	Area	0	210	0,01	**
	LAT	0	210	0,01	**
	AP	34	176	0,01	**
	AP/LAT	210	0	0,01	**
	Romberg Way	157	53	–	–
	Romberg Area	171	39	0,05	*

Tab. 14 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro kontrolní skupinu – rozdíly měření při různých typech stoje. Statistickou významnost určují hvězdičky:

** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)
* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)
– výsledek není statisticky významný.

Dále jsme u kontrolní skupiny zjistili, že rozdíly mezi hodnotami získanými při stoji o široké a úzké bázi jsou statisticky významné u všech pěti sledovaných parametrů: Way, Area, LAT, AP i AP/LAT, a sice při očích otevřených i zavřených (viz tab. 14). Hladina významnosti pro tyto parametry je 0,01 s výjimkou parametru AP. U parametru AP byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi oběma typy stoje jen při otevřených očích pouze na hladině významnosti 0,05. U parametru Romberg Area jsme zjistili statisticky významný rozdíl mezi hodnotami naměřenými při obou typech stoje na hladině významnosti 0,05. Pro parametr Romberg Way jsme neprokázali statisticky významný rozdíl (na hladině významnosti 0,05) mezi hodnotami zjištěnými při obou typech stoje.

Výsledky u skupiny hemiparetických pacientů jsou velmi podobné jako u kontrolní skupiny. Rozdíly mezi hodnotami získanými při otevřených očích a zavřených očích jsou statisticky významné u čtyř sledovaných parametrů: Way, Area, LAT a AP, a to při obou typech stoje. U parametru AP/LAT jsme zjistili statisticky významný rozdíl jen při stoji o široké bázi. Statistická významnost u všech výše zmíněných parametrů je na hladině významnosti 0,01 (viz tab. 15).

Wilcoxonův test pro dva závislé výběry - statistická významnost rozdílů při měření s otevřenýma a zavřenýma očima, hemiparetická skupina					
	parametr	R^+	R^-	p	statistická významnost
Stoj I vs. Stoj I-ZO	Way	3	228	0,01	**
	Area	30	201	0,01	**
	LAT	14	217	0,01	**
	AP	2	229	0,01	**
	AP/LAT	34	197	0,01	**
Stoj II vs. Stoj III	Way	3	207	0,01	**
	Area	19	191	0,01	**
	LAT	2	208	0,01	**
	AP	3	207	0,01	**
	AP/LAT	72	138	–	–

Tab. 15 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro hemiparetickou skupinu – rozdíly měření při různých stavech očí. Statistickou významnost určují hvězdičky:
** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)
* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)
– výsledek není statisticky významný.

Wilcoxonův test pro dva závislé výběry - statistická významnost rozdílů při měření stoje o úzké a široké bázi, hemiparetická skupina					
	parametr	R^+	R^-	p	statistická významnost
Stoj I vs. Stoj II	Way	0	210	0,01	**
	Area	3	207	0,01	**
	LAT	1	209	0,01	**
	AP	8	202	0,01	**
	AP/LAT	193	17	0,01	**
Stoj I-ZO vs. Stoj III	Way	0	210	0,01	**
	Area	1	209	0,01	**
	LAT	3	207	0,01	**
	AP	22	188	0,01	**
	AP/LAT	201	9	0,01	**
	Romberg Way	128	82	–	–
	Romberg Area	139	71	–	–

Tab. 16 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro hemiparetickou skupinu – rozdíly měření při různých typech stoje. Statistickou významnost určují hvězdičky:
** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)
* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)
– výsledek není statisticky významný.

Rozdíly mezi hodnotami naměřenými při stoji o široké a úzké bázi se u skupiny pacientů liší statisticky významně - na hladině významnosti 0,01 - u všech pěti sledovaných parametrů: Way, Area, LAT, AP a AP/LAT, a to při obou stavech očí. Hladina významnosti je 0,01. Naopak u parametrů Romberg Area a Romberg Way jsme na zvolené hladině významnosti 0,05 neprokázali statisticky významný rozdíl mezi hodnotami zjištěnými při stoji o široké a úzké bázi.

Naše hodnocení, vyvozené z prostého porovnání získaných dat, jsme tedy potvrdili. Významné rozdíly mezi hodnotami zjištěnými při různých stavech očí jsou pro obě skupiny osob zejména u parametrů Way, Area, LAT a AP. Vliv různých typů stoje se projevuje především u parametrů Way, Area, LAT a AP/LAT.

2.2.4 Neparametrický Spearmanův koeficient korelace

Prostřednictvím Spearmanova koeficientu korelace jsme zjišťovali vzájemnou závislost jednotlivých vyšetřovaných parametrů stoje, a to zvlášť pro skupinu hemiparetických pacientů a zvlášť pro kontrolní skupinu.

Hodnoty (resp. pořadí hodnot) každého z měřených parametrů stoje jsme porovnali s hodnotami (pořadím hodnot) každého z ostatních parametrů. Pomocí statistického programu SPSS (dle vzorce 9, str. 39) jsme tak získali pro každou dvojici porovnávaných parametrů hodnotu Spearmanova koeficientu korelace. Tuto hodnotu jsme poté porovnali s tabelovanou kritickou hodnotou a vyvodili tak, zda je mezi danými parametry statisticky významná korelace či nikoliv. Významnost korelace jsme opět určovali na dvou hladinách významnosti (0,05 a 0,01). Výsledky testu jsou zobrazeny v příloze 8 a 9.

Pro kontrolní skupinu (viz příloha 8) jsme zjistili, že téměř všechny parametry stoje korelují statisticky významně s řadou dalších parametrů. Výjimkou je parametr AP/LAT, který nekoreluje statisticky významně téměř s žádným z dalších sledovaných parametrů, a to v podmínkách obou stojů jak s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. Také parametry Romberg Area a Romberg Way korelují statisticky významně jen s několika málo parametry, přičemž nejméně korelují s ostatními parametry při stoji o úzké bázi.

Výsledky u skupiny hemiparetických pacientů (viz příloha 9) jsou obdobné jako u skupiny kontrolní. Parametr AP/LAT opět nekoreluje statisticky významně téměř s žádným z dalších sledovaných parametrů, a to v podmínkách obou stojů jak s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. Parametry Romberg Area a Romberg Way korelují statisticky významně jen s několika málo parametry, přičemž nejméně korelují s ostatními parametry při stoji o úzké bázi. Počet parametrů, které spolu statisticky významně korelují, je v porovnání s kontrolní skupinou menší, a to především při stoji III.

Tato zjištění potvrzují naši domněnku, že parametry Way, Area, LAT a AP spolu navzájem korelují. Jelikož jsme prokázali statisticky významnou korelaci mezi parametry Way, Area, LAT a AP u kontrolní skupiny i skupiny hemiparetických pacientů (a to vždy při obou typech stoje i obou stavech očí), lze předpokládat, že by bylo pro další srovnávání obou skupin a hodnocení posturální stability dostačující sledování jednoho či dvou z těchto čtyř parametrů. Snažili jsme se proto vybrat jeden až dva nejvhodnější parametry pro hodnocení poruch posturální stability, které budou díky korelaci s ostatními parametry odpovídat i hodnotám těchto dalších parametrů. Podle míry statistické významnosti rozdílů mezi kontrolní a hemiparetickou skupinou jsme vybrali parametry Way a Area.

Naopak poměrné parametry AP/LAT, Romberg Way a Romberg Area jsou na ostatních parametrech nezávislé a jejich další sledování tedy není pro naši studii významné.

2.2.5 Normy pro hodnocení poruch posturální stability

Jak vyplývá z vyhodnocení naměřených dat, pro posuzování poruch posturální stability jsou nejvhodnější parametry Way, Area, LAT a AP. Na základě hodnot naměřených u zdravých pacientů jsme tedy stanovili normu (podle vzorců 3 a 4, str. 35) pro každý z výše uvedených čtyř parametrů, a to vždy pro všechny podmínky vyšetření.

Poté jsme pro výše uvedené čtyři parametry stoje zjistili, při kterých podmínkách vyšetření byly rozdíly hodnot mezi kontrolní a hemiparetickou skupinou statisticky nejvýznamnější. Pro tento typ stoje jsme následně provedli grafické porovnání naměřených hodnot jednotlivých vyšetřovaných osob s námi stanovenou normou.

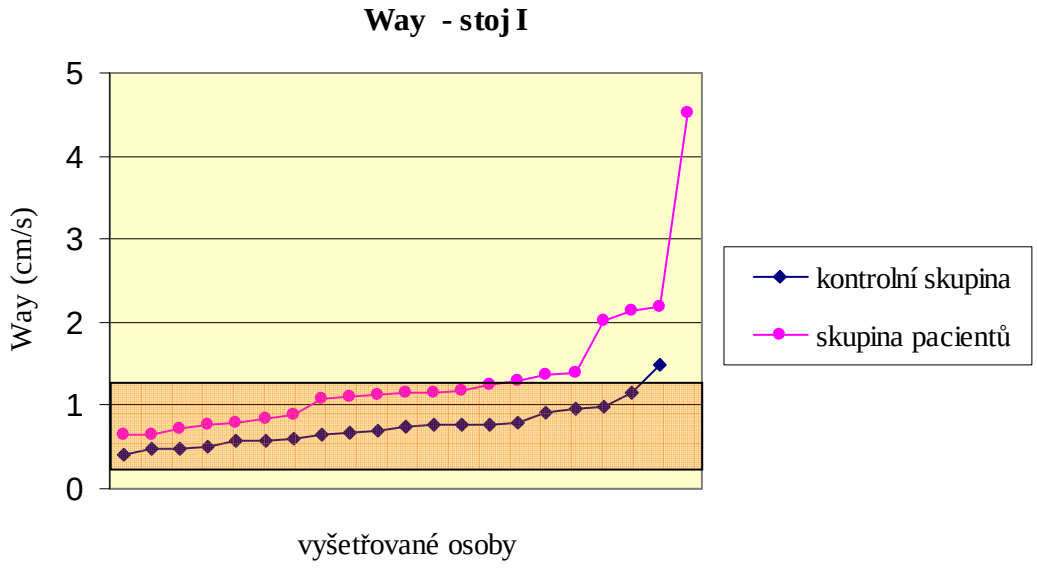
Co se týče závislosti naměřených hodnot na podmínkách vyšetření, prokázali jsme pomocí Wilcoxonova párového testu významnou závislost sledovaných parametrů stoje na typu stoje i stavu očí. Přesto Mann-Whitneyův neparametrický test prokázal nejvýznamnější rozdíly mezi oběma skupinami osob u všech čtyř vybraných parametrů (Way, Area, LAT a AP) ve stoji I, tedy u nejjednodušší varianty stoje. Proto jsme grafické znázornění naměřených hodnot vybraných parametrů provedli z dat záskaných vyšetřením stoje I.

Way

Normy pro parametr Way jsme uvedli v tabulce 17. Největší rozdíly mezi hodnotami mediánů kontrolní skupiny a skupiny pacientů jsme zjistili u stoje II (viz tab.1, str. X), pro který se norma pohybuje v rozmezí 0,40 až 2,04 cm/s. Grafické znázornění naměřených hodnot všech vyšetřovaných osob vzhledem k normě (pro parametr Way při stoji II) představuje graf 1.

Way (cm/s) - norma	
Stoj I	0,23 – 1,27
Stoj I - ZO	0,00 – 3,13
Stoj II	0,40 – 2,04
Stoj III	0,92 – 4,48

Tab. 17 Normy parametru Way pro jednotlivé podmínky vyšetření.



Graf 1 Hodnoty Way všech vyšetřovaných osob při stoji I. Hodnoty jsou u obou vyšetřovaných skupin seřazené vzestupně od nejmenších po největší, oranžový pruh vyznačuje oblast normy.

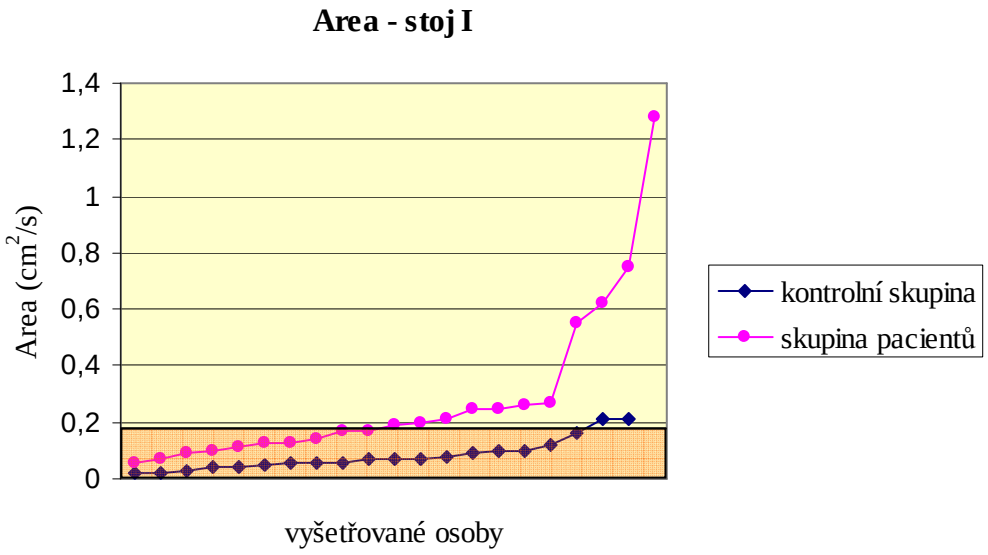
Z grafu je patrné, že se čtrnáct hemiparetických pacientů pohybuje v mezích normy a jen sedm pacientů (a jeden jedinec z kontrolní skupiny) přesahuje její rozsah. Jsou zde patrné i výrazně vyšší hodnoty čtyř pacientů oproti ostatním hemiparetikům.

Area

Normy parametru Area pro všechny vyšetřovací podmínky jsou uvedeny v tabulce 18. Obdobně jako u parametru Way jsme vytvořili graf znázorňující naměřené hodnoty jednotlivých vyšetřovaných osob vzhledem k normě (viz graf 2). Tento graf jsme vypracovali z hodnot parametru Area získaných při stoji I s otevřenýma očima, jelikož zde byl největší rozdíl hodnot mediánů mezi kontrolní skupinou a skupinou hemiparetických pacientů. Normu pro tento typ stoje jsme stanovili na rozmezí 0 až 0,18 cm^2/s.

Area (cm^2/s) - norma	
Stoj I	0,0 – 0,18
Stoj I - ZO	0,0 – 0,87
Stoj II	0,0 – 0,68
Stoj III	0,0 – 1,99

Tab. 18 Normy parametru Area pro jednotlivé podmínky vyšetření.



Graf 2 Hodnoty Area všech vyšetřovaných osob při stoji I. Hodnoty jsou u obou vyšetřovaných skupin seřazené vzestupně od nejmenších po největší, oranžový pruh vyznačuje oblast normy.

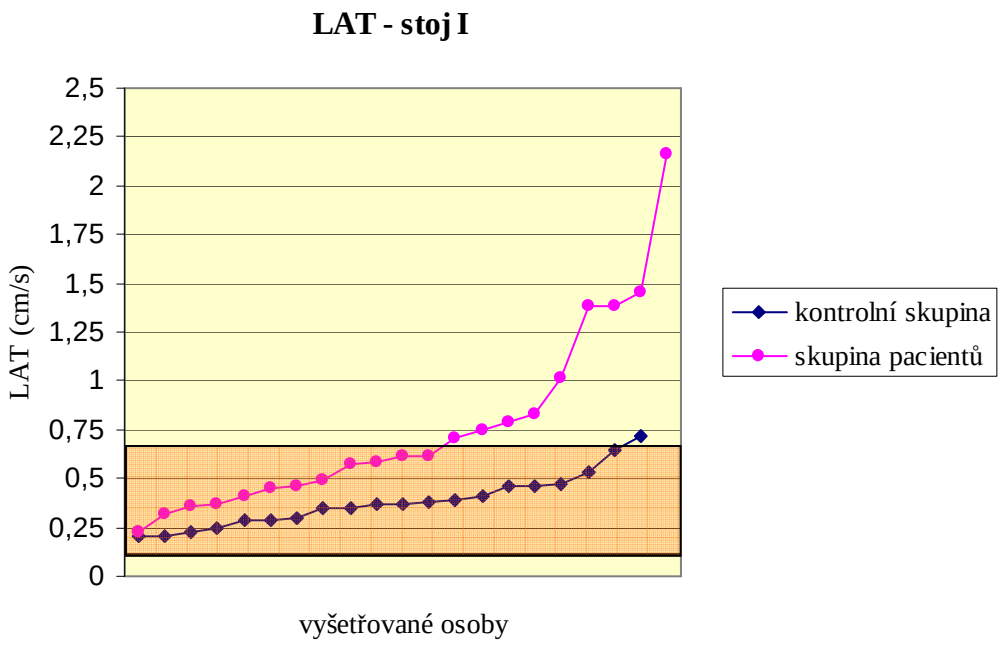
Z grafu můžeme vyčíst, že jedenáct pacientů a dokonce i dvě osoby z kontrolní skupiny se pohybují nad horní hranicí námi stanovené normy. Zbývajících deset pacientů se pohybuje v mezích normy. Čtyři pacienti se svými hodnotami významně liší od ostatních pacientů.

LAT

Z hodnot parametru LAT naměřených u kontrolní skupiny jsme opět stanovili normy pro jednotlivé podmínky vyšetření (viz tab. 19). Následně jsme vytvořili grafické znázornění hodnot získaných při stoji I s otevřenýma očima vzhledem ke stanovené normě (viz graf 3). Ta je pro stoj I určena v rozmezí 0,1 – 0,66 cm/s.

LAT(cm/s) - norma	
Stoj I	0,10 – 0,66
Stoj I - ZO	0,09 – 1,21
Stoj II	0,32 – 1,36
Stoj III	0,56 – 3,12

Tab. 19 Normy parametru LAT pro jednotlivé podmínky vyšetření.



Graf 3 Hodnoty LAT všech vyšetřovaných osob při stoji I. Hodnoty jsou u obou vyšetřovaných skupin seřazené vzestupně od nejmenších po největší, oranžový pruh vyznačuje oblast normy.

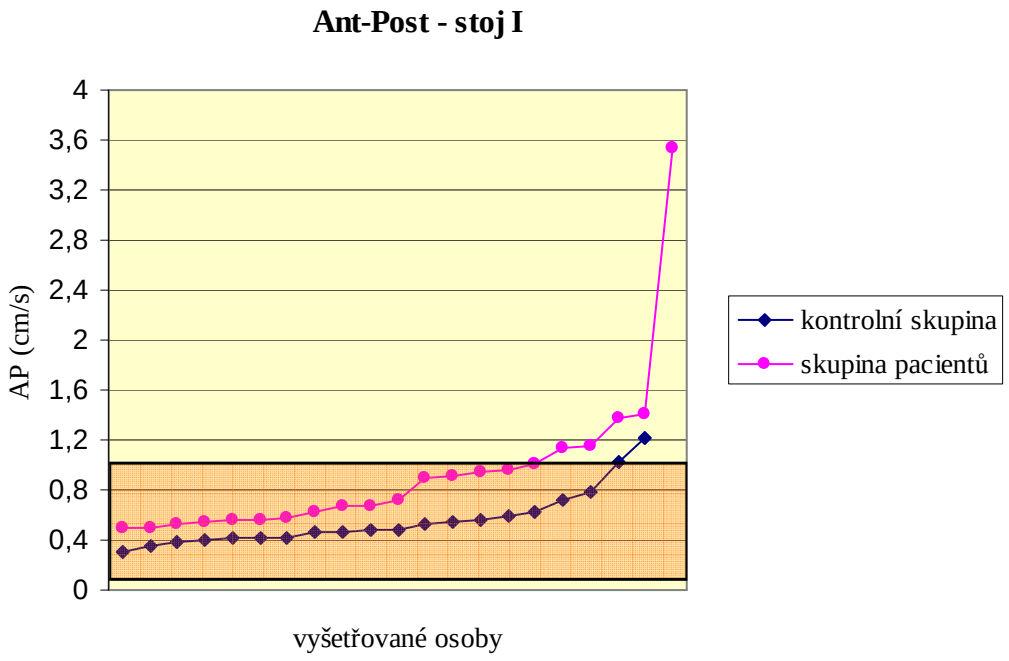
Z grafu můžeme vyčíst, že devět hemiparetických pacientů a jeden jedinec z kontrolní skupiny mají hodnoty LAT vyšší, než je horní hranice normy. Z toho pět pacientů má hodnoty zřetelně vyšší, než ostatní hemiparetici. Ostatní pacienti (i jedinci z kontrolní skupiny) mají hodnoty odpovídající stanovené normě.

AP

Normy parametru AP pro jednotlivé podmínky vyšetření jsou uvedeny v tabulce 20. Pro hodnoty parametru AP naměřené při stoji I s otevřenýma očima jsme vytvořili opět graf, který zobrazuje hodnoty obou vyšetřovaných skupin osob (viz graf 4). Norma se zde pohybuje od 0,1 do 1,02 cm/s.

AP (cm/s) - norma	
Stoj I	0,10 – 1,02
Stoj I - ZO	0,00 – 2,70
Stoj II	0,07 – 1,31
Stoj III	0,46 – 2,70

Tab. 20 Normy parametru AP pro jednotlivé podmínky vyšetření.



Graf 4 Hodnoty Ant-Post všech vyšetřovaných osob při stoji I. Hodnoty jsou u obou vyšetřovaných skupin seřazené vzestupně od nejmenších po největší, oranžový pruh vyznačuje oblast normy.

Graf ukazuje, že šestnáct pacientů se pohybuje v rozpětí normy a pouhých pět hemiparetiků překračuje tuto normu. Současně lze pozorovat i dva jedince z kontrolní skupiny, kteří mají hodnoty AP vyšší než je horní hranice normy. Pouze jeden pacient se výrazně odlišuje od hodnot ostatních pacientů.

Z uvedených grafů (grafy 1 - 4) je patrné, že minimálně polovina pacientů se vždy pohybuje v mezích normy. U parametru AP se v normě vyskytuje dokonce 16 z 21 pacientů. Hodnoty naměřené v jednotlivých parametrech u skupiny hemiparetických pacientů a kontrolní skupiny se značně překrývají, a tak má řada pacientů výsledky srovnatelné či dokonce lepší než někteří jedinci v kontrolní skupině. Přestože jsme tedy prokázali významné rozdíly mezi oběma sledovanými skupinami osob ve vyšetřovaných parametrech stoje, jsou získaná data nedostatečná pro klasifikaci poruch posturálních funkcí.

DISKUSE

Existuje celá řada studií, které se zabývají využitím posturografie při diagnostice a terapii osob s hemiparézou (Horváth, 2005; Laufer et al. 2005; Demura et al. 2005). Ačkoli se výše uvedené studie shodují, že osoby s hemiparézou vykazují větší exkurze COP, a tedy i větší plochu (Area), na které se pohybuje těžiště během vyšetření klidného stoje, v žádné z nich nebyly stanoveny normy pro jednotlivé sledované parametry stoje. V práci jsme se proto zaměřili na stanovení vhodných parametrů pro hodnocení posturální stability hemiparetických pacientů a následné stanovení norem pro vybrané parametry stoje. Případné překročení rozsahu těchto norem by bylo možno posuzovat jako poruchu posturální stability hemiparetického jedince. Na základě těchto norem by bylo možné stanovit klasifikaci poruch posturálních funkcí hemiparetických pacientů.

Jak již bylo uvedeno dříve, posturografie je jednoduchá, rychlá a bezpečná metoda, která umožňuje kvantitativně i kvalitativně objektivní přístup k posouzení objektivních i subjektivních potíží pacienta (Błaszczyk, 2008, Švestková). Současně je v praxi snaha o využívání metod založených na důkazech (*evidence based practice*), a tak by klasifikace poruch posturální stability založená na posturografickém vyšetření mohla nahradit dosavadní využívané testy a škály. Hodnocení by bylo objektivní, pročež by bylo možné navzájem porovnávat jak hodnoty jednotlivých pacientů, tak srovnávat výsledky různých pracovišť. Pacienti by následně mohli být rozděleni na základě klasifikace míry postižení posturálních funkcí do několika skupin, a přestože volba vhodné terapie je vždy individuální, závislá na konkrétních potřebách každého pacienta, bylo by možné odhadnout pro každou skupinu pacientů alespoň základní úroveň potřebné terapie.

Zatímco někteří autoři (např. Nováková, Tichý, Ťupa, 2001) uvádějí posturografii jako metodu kvantifikace poruch posturální stability, podle Vařeky (2002a) není statická posturografie vhodnou metodou pro kvantifikaci posturálních poruch. Domnívá se totiž, že se případné poruchy posturálních funkcí nemusí v klidném stoji vůbec projevit. Pouhý stoj tedy Vařeka považuje za nedostatečný. V naší studii jsme však kromě základního vyšetření ve stoji o široké bázi s otevřenýma očima využili také ztížené podmínky vyšetření, kde by měla být vyšší pravděpodobnost zachycení případných odchylek posturální stability od normy. Jednalo se jednak o vyšetření ve stoji spojném, kdy je díky zúžené opěrné bázi náročnější stabilizace stoje, a současně jsme oba typy stoje vyšetřovali rovněž se zavřenýma očima, tedy bez

zrakové kontroly, která se běžně účastní posturální stabilizace. Tímto způsobem jsme zajistili různě náročné podmínky pro posturografické vyšetření.

Porovnáním naměřených hodnot jednotlivých parametrů stoje obou vyšetřovaných skupin osob a následnou aplikací neparametrického Mann-Whitneyova testu pro dva nezávislé výběry jsme zjistili, že nejprůkaznějšími parametry pro hodnocení poruch posturální stability u hemiparetických pacientů jsou parametry Way, Area, LAT a AP. Zde jsme nalezli statisticky významné rozdíly mezi hodnotami kontrolní skupiny a skupiny hemiparetických pacientů. Statisticky signifikantnější rozdíly jsme nalezli při stoji o úzké bázi, kde jsme prokázali statisticky velmi významné rozdíly (na hladině významnosti $p < 0,001$) u parametrů Way, Area a LAT při obou stavech očí. U parametru AP jsme zjistili statisticky velmi významné rozdíly jen při vyšetření s otevřenýma očima. Při podmínkách se zavřenýma očima jsme prokázali statisticky významné rozdíly v parametru AP pouze na hladině významnosti 0,05. Při vyšetření ve stoji o široké bázi jsme zaznamenali ve čtyřech vybraných parametrech stoje statisticky velmi významné rozdíly ($p < 0,001$) mezi oběma sledovanými skupinami osob pouze při otevřených očích. Při vyšetření se zavřenýma očima byly potvrzeny statisticky významné rozdíly jen u parametru Way a LAT, a to na hladině významnosti 0,05.

Dále jsme prostřednictvím neparametrického Wilcoxonova testu pro dva závislé výběry potvrdili, že hodnoty jednotlivých měřených parametrů jsou závislé na podmínkách vyšetření, tedy na typu stoje (stoj o široké bázi, stoj o úzké bázi) a stavu vizuální kontroly (otevřené oči, zavřené oči). Závislost hodnot na zrakové kontrole byla již zaznamenána v několika dříve publikovaných studiích (Horváth, 2005; Laufer et al., 2005). Avšak ve výše zmíněných studiích byla uvedena významně vyšší závislost na zrakové kontrole u skupiny hemiparetických pacientů v porovnání se zdravými jedinci, což jsme v naší studii neprokázali. Při ztížených podmínkách jsme zaznamenali hodnoty sledovaných parametrů významně vyšší v porovnání s hodnotami získanými při podmínkách méně náročných na posturální stabilizaci, a to u obou skupin osob. Nejvyšší rozdíly v absolutních hodnotách mezi oběma vyšetřovanými skupinami osob byly zjištěny při nejnáročnějších podmínkách vyšetření - tedy ve stoji o úzké bázi se zavřenýma očima. Při přepočtu hodnot těchto rozdílů na procentuální vyjádření jsme však zjistili u většiny parametrů významnější rozdíly ve stoji o široké bázi, ve shodě s výsledky Mann-Whitneyova testu. Proto jsme pro grafické porovnání hodnot vybraných parametrů stoje, naměřených u obou skupin osob, nakonec nevyužili hodnoty zjištěné při stoji II a III, jak by bylo možné předpokládat, ale použili jsme stoj I, kde jsme pozorovali statisticky nejvýznamnější rozdíly hodnot mezi skupinou pacientů a kontrolní

skupinou.

Pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu jsme dále prokázali vzájemnou korelaci řady sledovaných parametrů, z čehož jako nejvýznamnější se pro nás jeví vzájemná korelace čtyř výše zmíněných parametrů. Tuto závislost jsme nalezli u obou vyšetřovaných skupin – jak u skupiny hemiparetických jedinců, tak u kontrolní skupiny. Na základě našeho pozorování je možné konstatovat, že pro hodnocení posturální stability je dostatečné sledovat pouze jeden či dva z výše zmíněných čtyř parametrů, jejichž hodnoty budou díky korelaci s ostatními parametry odpovídat i hodnotám těchto dalších parametrů. Například při zvýšené hodnotě parametru Way lze současně předpokládat zvýšenou hodnotu v parametrech Area, LAT a AP a naopak.

Pro vybrané čtyři parametry (Way, Area, LAT a AP) jsme stanovili normy a graficky znázornili naměřené hodnoty všech vyšetřovaných jedinců z obou sledovaných skupin, a to ve vztahu k určené normě. Z uvedených grafů (grafy 1 - 4) je však patrné, že minimálně polovina pacientů se vždy pohybuje v mezích normy. U parametru AP se v normě vyskytuje dokonce 16 z 21 pacientů. Hodnoty naměřené v jednotlivých parametrech u skupiny hemiparetických pacientů a kontrolní skupiny se značně překrývají. Řada pacientů tak má výsledky srovnatelné či dokonce lepší než někteří jedinci v kontrolní skupině. Tato zjištění si lze vysvětlit vytvořením dostatečných kompenzačních mechanismů u hemiparetických pacientů. Všichni pacienti byli totiž vyšetřeni na posturografu v období několika měsíců až let po vzniku hemiparézy, a tak řada z nich již měla dostatek času pro nácvik posturálních funkcí. Pro následující studie bychom proto doporučili zvolit skupinu hemiparetických pacientů tak, aby časový interval od vzniku hemiparézy do posturografického vyšetření byl kratší a u všech pacientů přibližně shodný.

Dalším důvodem překrývajících se výsledků obou vyšetřovaných skupin osob může být fakt, že použitá metoda statické posturografie nemusí být zcela vhodná pro posuzování poruch posturální stability, jak uvádí Vařeka (2002a). Z tohoto pohledu by tedy bylo výhodnější využít pro hodnocení poruch posturální stability metody dynamické, kde jsou nároky na posturální stabilizaci vyšší, a tak je také vyšší pravděpodobnost zachycení i méně výrazných poruch posturálních funkcí. Současně si uvědomujeme, že normy byly vytvořeny na základě relativně malého vzorku jedinců. Z časových důvodů však nebylo možno provést vyšetření většího počtu osob. Výsledky jsou tedy prozatím jen dílčí, přičemž pro přesnější stanovení norem doporučujeme vyšetřit rozsáhlejší vzorek osob bez poruch posturální stability. Mimo to by bylo do budoucna vhodné stanovit tyto normy i pro další věkové skupiny.

V neposlední řadě jsme se snažili vybrat jeden až dva nejvhodnější parametry pro hodnocení poruch posturální stability, čímž bychom do budoucna mohli zjednodušit hodnocení poruch posturálních funkcí. Parametr AP jsme vyřadili ze souboru významných parametrů stoje, jelikož jsme zde nalezli pouze pět hemiparetiků, kteří se vymykali normě. Ze zbylých parametrů jsme vybrali následující dva - Way a Area. U těchto parametrů jsme zjistili nejvýznamnější rozdíly mezi kontrolní skupinou a skupinou hemiparetických pacientů, a proto se domníváme, že nejlépe poslouží pro hodnocení poruch posturální stability u hemiparetických pacientů. Překrývající se hodnoty obou sledovaných skupin jedinců však komplikují klasifikaci poruch posturální stability, poněvadž pouze polovina z původních jedenadvaceti pacientů vykazuje překročení námi stanovené normy.

Přestože jsme tedy prokázali významné rozdíly ve vyšetřovaných parametrech stoje mezi oběma sledovanými skupinami osob, jsou získaná data nedostatečná pro klasifikaci poruch posturálních funkcí. Domníváme se, že vytvoření kritérií pro klasifikaci poruch posturální stability na základě hodnot pouhých dvaceti pacientů (z nichž polovina vykazuje normální hodnoty ve sledovaných dvou parametrech stoje), by nebylo seriózní. Na nutnost dostatečné velikosti vzorku pro dosažení validního a reliabilního výsledku studie upozorňuje Disman (2007). Abychom byli schopni stanovit míru postižení hemiparetických pacientů a klasifikaci poruch posturální stabilizace pacienta, bylo by nutné vyšetřit větší soubor pacientů. Na KRL však nebyl k dispozici větší vzorek hemiparetických pacientů v daném věkovém rozmezí a zároveň by rozsáhlejší studie přesahovala rozsah této práce.

Také se domníváme, že by bylo vhodné porovnat hodnoty naměřené statickou posturografií u hemiparetických pacientů s výsledky některých standardizovaných testů, jako je např. Barthel Index. Bylo by tak možné zjistit, zda výsledky těchto dvou odlišných metod navzájem korelují. Pokud by byla prokázána závislost některého standardizovaného testu s hodnotami získanými statickou posturografií, bylo by pro stanovení klasifikace poruch posturálních funkcí dostačující vyšetření menšího množství hemiparetických pacientů. Nejprve by bylo třeba provést standardizovaný test, který určí přibližně míru postižení vyšetřovaného jedince, a následně by bylo možné pomocí posturografického vyšetření stejného jedince zjistit hodnoty, které odpovídají zjištěné míře postižení. Bohužel u hemiparetických pacientů, které jsme sledovali, nebyly tyto standardizované testy provedeny.

Závěrem je třeba se zamyslet nad možnostmi stanovení a použití norem pro hodnocení poruch posturální stability. Některé studie (Procházková, 2008) využívají posturografické vyšetření pro intraindividuální hodnocení poruch posturální stability, kdy jsou pacienti

obvykle vyšetřeni před a po aplikaci určité terapie. Podle změn v naměřených hodnotách lze usuzovat, zda měla terapie pozitivní vliv na schopnost posturální stabilizace pacienta. Rovněž existují studie zaměřené na interindividuální hodnocení posturální stability (Horváth, 2005), avšak obvykle jsou zde hodnoty naměřené u pacientů hodnoceny pouze ve vztahu k hodnotám zdravých jedinců, bez určení hraničních hodnot či norem jednotlivých sledovaných parametrů stoje. Z toho lze usuzovat, že vytvoření norem není jednoduchou záležitostí. Zároveň je třeba si uvědomit, že tyto normy by nebyly zcela univerzální, ale byly by vždy vázané na konkrétní použitý vyšetřovací přístroj a zvolenou metodiku vyšetření osob. Normy by si tedy muselo vytvořit každé pracoviště zvlášť, což je však pro řadu laboratoří značně obtížné a proto nepravděpodobné. Přesto existují výzkumy (např. Błaszczyk, 2008), které se pokoušejí stanovit metodiku hodnocení poruch posturální stability pomocí různých indexů vycházejících z hodnot sledovaných parametrů stoje. Pokud by byly v budoucnu stanoveny určité normy pro posuzování poruch posturální stabilizace hemiparetických pacientů, bylo by vhodné sjednotit přístrojové vybavení jednotlivých laboratoří i metodiku vyšetření.

ZÁVĚR

V teoretické části jsme shrnuli poznatky o posturální stabilitě. Kromě definice pojmu a obecného popisu posturální stability jsme se zaměřili rovněž na problematiku posturální stability u hemiparetických jedinců.

Aplikací neparametrického Mann-Whitneyova testu pro dva nezávislé výběry jsme zjistili, že nejprůkaznějšími parametry pro hodnocení poruch posturální stability u hemiparetických pacientů jsou parametry Way, Area, LAT a AP, kde jsme nalezli statisticky významné rozdíly mezi hodnotami kontrolní skupiny a skupiny hemiparetických pacientů. Pro tyto čtyři parametry jsme stanovili normy a graficky znázornili naměřené hodnoty všech vyšetřovaných jedinců z obou sledovaných skupin, a to ve vztahu k určené normě.

Dále jsme prostřednictvím neparametrického Wilcoxonova testu pro dva závislé výběry potvrdili, že hodnoty jednotlivých měřených parametrů jsou závislé na podmínkách vyšetření, tedy na typu stoje (stoj o široké bázi, stoj o úzké bázi) a stavu vizuální kontroly (otevřené oči, zavřené oči).

Pomocí neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu jsme dále prokázali vzájemnou korelaci řady sledovaných parametrů, z čehož jako nejvýznamnější se pro nás jeví vzájemná korelace čtyř výše zmíněných parametrů (Way, Area, LAT a AP). Tuto závislost jsme nalezli u obou vyšetřovaných skupin osob. Snažili jsme se proto vybrat jeden až dva nejvhodnější parametry pro hodnocení poruch posturální stability, které budou díky korelaci s ostatními parametry odpovídat i hodnotám těchto dalších parametrů. Podle míry statistické významnosti rozdílů mezi kontrolní a hemiparetickou skupinou jsme vybrali parametry Way a Area.

Přestože jsme prokázali významné rozdíly mezi oběma sledovanými skupinami osob ve vyšetřovaných parametrech stoje, jsou získaná data nedostatečná pro klasifikaci poruch posturálních funkcí.

POUŽITÉ ZDROJE

ALLUM, J. H. J., SHEPARD, N. T. An overview of the clinical use of dynamic posturography in the differential diagnosis of balance disorders. *Journal of Vestibular Research*. 1999, roč. 9, č. 4, s. 223-252. ISSN 0957-4271.

AMBLER, Z. *Neurologie pro studenty lékařské fakulty*. 5. vydání. Praha: Karolinum, 2004. 399 s. ISBN 80-246-0894-4.

AMBLER, Z., BEDNAŘÍK, J., RŮŽIČKA, E. et al. *Klinická neurologie*. 1. vydání. Praha: Triton, 2004. 975 s. ISBN 80-7254-556-6.

ANDĚL, J. *Statistické metody*. 3. vydání. Praha: Matfyzpress, 2003. 299 s. ISBN 80-86732-08-0.

ANDĚL, J. *Základy matematické statistiky*. 1. vydání. Praha: Matfyzpress, 2005. 358 s. ISBN 80-86732-40-1.

BALKOVÁ, H. Posturografia – literárny prehl'ad o možnostiach počítačového vyhodnotenia pre potreby rehabilitácie. *Rehabilitácia*. 2005, roč. 42, č. 4. ISSN 0375-0922.

BŁASZCZYK, J. W. Sway ratio – a new measure for quantifying postural stability. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2008, roč. 68, č. 1, s. 51-57.

BŁASZCZYK, J. W., BACIK, B., JURAS, G. *Clinical assessment of postural stability*. Dostupné z WWW: <http://utopia.duth.gr/~pmarhav/12th-ICMMB/PDF12thConference/12-Blaszczyk.pdf> [cit. 2008-10-10].

BROWNE, J. et al. Clinical Assessment of the Quantitative Posturography System. *Physiotherapy*. 2002, roč. 88, č. 4, s. 217-223. ISSN 0031-9406.

Carreta s.r.o. *Computer Posturograph STP-03*. Dostupné z WWW: <http://www.caretta.cz/software/posturograph/default.asp?str=200511262125040> [cit. 2008-09-07].

ČECH, Z. *Svaly hlubokého stabilizačního systému bederní páteře, aneb "vypouklá břicha" u kulturistů*. Dostupné z WWW: <http://www.bodybuilding.cz/cech/svaly_hlubokeho_stabilizacniho_systemu_bederni_patere.htm> [cit. 2009-01-10].

DEMURA, S., KITABAYASHI, T., KIMURA, A., MATSUZAWA, J. Body Sway Characteristics during Static Upright Posture in Healthy and Disordered Elderly. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*. 2005, roč. 24, č. 5, s. 551-555.

DISMAN, M. *Jak se vyrábí sociologická znalost*. 4. dotisk 3. vydání. Praha: Karolinum, 2007. 374 s. ISBN 978-80-246-0139-7.

DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ, O. *Funkční anatomie člověka*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2000. 664 s. ISBN 80-7169-681-1.

Evropská iniciativa pro cévní mozkovou příhodu (EUSI). Doporučení pro péči o pacienty s cévní mozkovou příhodou. Verze 2002. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2003, roč. 66, suppl. 2. ISSN 1210-7859.
Dostupné také z WWW: <http://www.cmp.cz/doporuceni-eusi.doc> [cit. 2008-09-07].

FEIGIN, V. *Cévní mozková příhoda*. 1. české vydání. Praha: Galén, 2007. 207 s. ISBN 978-80-7262-428-7.

HAVRÁNEK, T. *Statistika pro biologické a lékařské vědy*. 1. vydání. Praha: Academia, 1993. 478 s. ISBN 80-200-0080-1.

HIRVONEN, T. P., HIRVONEN, M., AALTO, H. Postural Control Measured by Visual Feedback Posturography. *ORL: Journal for Oto-Rhino-Laryngology and Its Related Specialities*. 2002, roč. 64, č. 3, s. 186-190.

HORVÁTH, M., FAZEKAS, M., TIHANYI, T., TIHANYI, J. Standing stability of hemiparetic patients estimated in different ways. *Physical Education and Sport*. 2005, roč. 3, č. 1, s. 59-68.

HOLUBÁŘOVÁ, J., PAVLŮ, D. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace 1. část*. Praha: Karolinum, 2007. 115 s. ISBN 978-80-246-1294-2.

HORAK, F. B., NASHNER, L. M., DIENER, H. C. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*. 1990, roč. 82, č. 1, s. 167-177. ISSN 0014-4819.

CHRÁPKOVÁ, T. První zkušenosti s vyšetřováním posturální stability nemocných po cévní mozkové příhodě. In *XXXVI. Konference studentských vědeckých prací: Abstrakta*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. s. 19.

JANDA, V., VÁVROVÁ, M. Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*. 1992, roč. 25, č. 3, s. 14-34. ISSN 0375-0922.

JAVŮREK, J. *Vybrané kapitoly z klinické kineziologie*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 264 s.

KAŇOVSKÝ, P. Poruchy chůze a pády ve stáří. *Neurologie pro praxi*. 2003, roč. 4, č. 1, s. 21-25. ISSN 1213-1814.

KAŇOVSKÝ, P., BAREŠ, M., DUFEK, J. et al. *Spasticita. Mechanismy, diagnostika a léčba*. Praha: Maxdorf, 2004. 423 s. ISBN 80-7345-042-9.

KOLÁŘ, P. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č. 4, s. 152-164. ISSN 1211-2658.

KOLÁŘ, P. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů – diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, č. 4, s. 155-170. ISSN 1211-2658.

LAUFER, Y., SCHWARZMANN, R., SIVAN, D., SPRECHER, E. Postural control of patients with hemiparesis: force plates measurements based on the clinical sensory organization test. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2005, roč. 21, č. 3, s. 163-171. ISSN 0959-3985.

LEJSKA, M. *Komplexní řešení závrativých stavů funkčními metodami*. Dostupné na WWW: <http://www.caretta.cz/software/posturograph/teorie.asp?str=200511262212040> [cit. 2008-10-02].

LIPPERT-GRÜNEROVÁ, M. *Neurorehabilitace*. 1. vydání. Praha: Galén, 2005. 350 s. ISBN 80-7262-317-6.

LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. zcela přepracované vydání. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s ČLS JEP, 2004. 411 s. ISBN 80-86645-04-5.

NEVŠÍMALOVÁ, S., RŮŽIČKA, E., TICHÝ, J. et al. *Neurologie*. 1. vydání. Praha: Galén, 2002. 367 s. ISBN 80-7262-160-2.

NOVÁKOVÁ, H., TICHÝ, M., ŤUPA, F. Problematika využití posturografie v kineziologii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č. 2, s. 65-69. ISSN 1211-2658.

PFEIFFER, J. *Neurologie v rehabilitaci*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 351 s. ISBN 978-80-247-1135-5.

PITRMANOVÁ, V. *Chůze – poznámky z přednášky*. Praha: Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN. 23.3.2009.

Počítačový POSTUROGRAPH STP-03. Příručka k obslužnému programu.

PROCHÁZKOVÁ, L. *Posturografie a biofeedback. Využití u hemiparetických pacientů: bakalářská práce*. Praha: 1. LF UK, 2008. 63 s.

PYÖRIÄ, O. *Reliable Clinical Assessment of Stroke Patints' Postural Control and Development of Physiotherapy in Stroke Rehabilitation*. Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2007.

Rehabilitace po cévní mozkové příhodě. Průvodce nejen pro rehabilitační pracovníky. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2004. 199 s. ISBN 80-247-0592-3.

RØGIND, H., CHRISTENSEN, J., DANNESKIOLD-SAMSØE, B., BLIDDAL, H. Posturographic description of the regaining of postural stability following stroke. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2005, roč. 25, č. 1, s. 1-9. ISSN 1475-0961.

RŮŽIČKA, E. Poruchy chůze a pády. *Sanquis*. 2005, č. 37, s. 36-37. ISSN 1212-6535.

R-project. Dostupné z WWW: <http://www.r-project.org> [cit. 2008-11-05].

SEIDL, Z., OBENBERGER, J. *Neurologie pro studium i praxi*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2004. 363 s. ISBN 80-247-0623-7.

SNOWDON, N., SCOTT, O. Perception of vertical and postural control following stroke: a clinical study. *Physiotherapy*. 2005, roč. 91, č.3, s. 165-170. ISSN 0031-9406.

ŠVESTKOVÁ, O., et al. *Metodiky hodnocení psychosenzomotorického potenciálu člověka*. Dostupné z WWW: <http://www.edost.cz/rap/uploads/File/Metodika%20hodnoceni%20psychosenzomotorickeho%20potencialu%20cloveka.pdf> [cit. 2008-09-07].

TROJAN, S. et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha: Grada Publishing, 2003. 771 s. ISBN 80-247-0512-5.

TROJAN, S., DRUGA, R., PFEIFFER, J. *Centrální mechanismy řízení motoriky*. 2. doplněné vydání. Praha: Avicenum, 1991. 255 s. ISBN 80-201-0054-7.

TROJAN, S., DRUGA R., PFEIFFER, J., VOTAVA, J. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2005. 237 s. ISBN 80-247-1296-2.

VALIHRACH, J. Příspěvek k diferenciální diagnostice bolestí na hrudníku. *Interní medicína pro praxi*. 2002, roč. 4, č. 11, s. 548-551. ISSN 1212-7299.

VAŇÁSKOVÁ, E. Testování v neurorehabilitaci. *Neurologie pro praxi*. 2005, roč. 6, č. 6, s. 311-314. ISSN 1213-1814.

VAŘEKA, I. Posturální stabilita (I. část). *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002a, č. 4, s. 115-121. ISSN 1211-2658.

VAŘEKA, I. Posturální stabilita (II. část). *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002b, č. 4, s. 122-129. ISSN 1211-2658.

VAŘEKA, I., DVOŘÁK, R. Ontogeneze lidské motoriky jako schopnosti řídit polohu těžiště. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1999, č. 3, s. 84-85. ISSN 1211-2658.

VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 1995. 85 s. ISBN 80-7184-100-5.

VÉLE, F., ČUMPELÍK, J., PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem „stability“ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, č. 3, s. 103-105. ISSN 1211-2658.

VOJTA, V., PETERS, A. *Vojtův princip*. 1. české vydání. Praha: Grada Publishing, 1995. 184 s. ISBN 80-7169-004-X.

VOKURKA, M., HUGO, J. et al. *Velký lékařský slovník*. 7. vydání. Praha: Maxdorf, 2007. 1069 s. ISBN 978-80-7345-130-1.

Wikipedia. *The Free Encyclopedia*. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wilcoxon_signed-rank_test> [cit. 2008-09-15].

WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*. 1995, č. 3, s. 193-214. ISSN 0966-6362.

ZVÁROVÁ, J. *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 1998. 218 s. ISBN 80-7184-786-0.

SEZNAM ZKRATEK

a.	arteria
aa.	arteriae
AC	area of contact, kontaktní plocha
AP	antero-posteriorní výchylky
AP/LAT	poměr výchylek ve směru antero-posteriorním a latero-laterálním
AS	area of support, opěrná plocha
BI	Barthel index
BS	base of support, opěrná báze
C	krční
CMP	cévní mozková příhoda
COG	centre of gravity, těžiště
COM	centre of mass, hmotný bod, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla
COP	centre of pressure, působiště vektoru reakční síly podložky
EMG	elektromyografie
FIM	Functional Independent Measure, Funkční škála nezávislosti
KRL	Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN
LAT	latero-laterální výchylky
m.	musculus
ORL	otorinolaryngologie
TBI	traumatic brain injury, traumatické poranění mozku
CNS	centrální nervový systém
PNF	proprioceptivní neuromuskulární facilitace
VB	vertebrobazilární
SAK	subarachnoidální krvácení
AL	area of load, plocha kontaktu při nezorganizovaném systému těla
UK	Univerzita Karlova
VFN	Všeobecná fakultní nemocnice
ZO	zavřené oči

SEZNAM GRAFŮ A OBRÁZKŮ

Graf 1 Hodnoty Way všech vyšetřovaných osob při stoji I..... 56

Graf 2 Hodnoty Area všech vyšetřovaných osob při stoji I. 57

Graf 3 Hodnoty LAT všech vyšetřovaných osob při stoji I. 58

Graf 4 Hodnoty Ant-Post všech vyšetřovaných osob při stoji I..... 59

Obrázek 1 Vzájemný vztah kontaktní plochy, opěrné plochy a opěrné báze..... 31

Obrázek 2 Posturografická plošina počítačového posturographu STP – 03 s vyznačenými plochami pro správné postavení plosek vyšetřované osoby ve stoji o široké bázi..... 34

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr Way při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 41

Tabulka 2 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr Way při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 41

Tabulka 3 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr Area při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 42

Tabulka 4 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr Area při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 42

Tabulka 5 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr LAT při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 43

Tabulka 6 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr LAT při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 44

Tabulka 7 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů pro parametr Ant-Post při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 45

Tabulka 8 Hodnoty směrodatných odchylek a rozpětí minimum - maximum pro parametr Ant-Post při různých podmínkách vyšetření u obou vyšetřovaných skupin..... 45

Tabulka 9 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů parametru Romberg Way pro obě vyšetřované skupiny..... 46

Tabulka 10 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů parametru Romberg Way pro obě vyšetřované skupiny..... 46

Tabulka 11 Hodnoty aritmetických průměrů a mediánů parametru Romberg Area pro obě vyšetřované skupiny..... 47

Tabulka 12 Hodnoty neparametrického Mann-Whitneyova testu pro dva nezávislé výběry *U* a hladiny významnosti *p* pro každý z parametrů u jednotlivých typů stoje..... 49

Tabulka 13 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro kontrolní skupinu – rozdíly měření při různých stavech očí..... 51

Tabulka 14 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro kontrolní skupinu – rozdíly měření při různých typech stoje..... 51

Tabulka 15 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro hemiparetickou skupinu – rozdíly měření při různých stavech očí..... 52

Tabulka 16 Statistická významnost párového Wilcoxonova testu pro hemiparetickou skupinu – rozdíly měření při různých typech stoje..... 53

Tabulka 17 Normy parametru Way pro jednotlivé podmínky vyšetření..... 55

Tabulka 18 Normy parametru Area pro jednotlivé podmínky vyšetření..... 57

Tabulka 19 Normy parametru LAT pro jednotlivé podmínky vyšetření..... 58

Tabulka 20 Normy parametru AP pro jednotlivé podmínky vyšetření..... 59

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Informovaný souhlas

Příloha 2 - Hodnoty jednotlivých parametrů stoje kontrolní skupiny při různých podmínkách vyšetření

Příloha 3 - Hodnoty jednotlivých parametrů stoje hemiparetické skupiny při různých podmínkách vyšetření

Příloha 4 - Kritické hodnoty Mannova-Whitneyova testu pro hladinu významnosti 0,05

Příloha 5 - Kritické hodnoty Mannova-Whitneyova testu pro hladinu významnosti 0,01

Příloha 6 - Kritické hodnoty párového Wilcoxonova testu

Příloha 7 - Kritické hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu

Příloha 8 - Spearmanův koeficient korelace pro kontrolní skupinu

Příloha 9 - Spearmanův koeficient korelace pro hemiparetickou skupinu

Příloha 1 - Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Název práce: Hodnocení posturální stability u hemiparetiků pomocí posturografie

Autor: Zuzana Bestová

bestova.zuzana@seznam.cz, tel.: 604341822

Vedoucí práce: Mgr. Kateřina Mikešová

Informace o výzkumu:

Bakalářská práce ja zaměřena na hodnocení posturální stability u pacientů po cévní mozkové příhodě (dále jen CMP) pomocí statické posturografie. Pro kontrolní měření jsou vybráni dobrovolníci bez poruch posturální stabilizace, kteří absolvují vyšetření na posturografu shodné s vyšetřením pacientů po CMP. Porovnáním získaných hodnot vybraných parametrů od skupiny pacientů s hodnotami stejných parametrů od kontrolní skupiny se pokusíme stanovit pravidla pro hodnocení poruch posturální stability.

Metodika a postup vyšetření:

Vyšetření posturální stability provádíme na přístroji Posturograph STP-03 pomocí tzv. statické posturografie. Hodnotíme stabilitu vzpřímeného stoje v klidu při různých modifikacích stoje. Nejprve provádíme vyšetření při stoji o široké bázi s nohama umístěnýma na vyznačených místech měřící plošiny, poté ve stoji snožném, s nohama u sebe. Obě varianty stoje vyšetřujeme vždy nejprve s otevřenýma očima a poté se zavřenýma očima.

Vyšetření je prováděno v samostatné místnosti určené pro posturografii. Testované osoby jsou předem seznámeny s postupem. Při měření je v místnosti ticho, aby nebyl testovaný rušen, a přiměřené osvětlení.

Vyšetřovaná osoba se naboso postaví na měřící plošinu posturografu na vyznačená místa, a to tak, aby střed klenby každé nohy byl umístěn uprostřed předozadního rozměru plošiny. Zároveň musí být nohy umístěny stejně daleko od pomyslné středové linie plošiny probíhající v předozadním směru. Vyšetřovaná osoba stojí vzpřímeně, horní končetiny má volně podél těla, hlavu vztyčenou a dívá se před sebe (stanoví si bod na stěně ve výši očí). Obrazovka počítače, na které je zobrazován průběh měření, je zakryta, abychom vyloučili modifikaci stoje vyšetřovaného v závislosti na průběhu měření. Vlastní měření spustíme, až se testovaný „srovná“ v nastavené pozici. Samotné měření trvá 20 vteřin. Následuje stejné měření, avšak se zavřenýma očima.

Poté pacient opustí měřící plošinu. Nastavíme druhý typ měření, s nohama u sebe. Vyšetřovaná osoba se postaví na měřící plošinu, tentokrát s nohama těsně u pomyslné středové linie plošiny. V předozadním směru musí být klenba každé nohy opět ve středu předozadního rozměru plošiny. Dále je postup shodný s předchozím měřením (vzpřímený stoj, horní končetiny podél těla, hlava vzpřímená, nejprve vyšetřujeme s očima otevřenýma, testovaný se dívá před sebe, poté měříme se zavřenýma očima, každé měření trvá 20 vteřin).

Použití získaných dat:

Data získaná při vyšetření budou využita pro účely bakalářské práce na Klinice rehabilitačního lékařství 1. lékařké fakulty UK v Praze (dále jen KRL). Veškeré zjištěné údaje od dobrovolníků, které ve studii použijeme, budou uvedeny anonymně. Jména dobrovolníků nahradíme číselným označením, aby byla tato anonymita zajištěna. Veškerá data uložená v počítači během měření budou využita pouze pro výzkumné účely KRL.

Každý z dobrovolníků, kteří se účastní této studie, má právo kdykoli odstoupit z účasti na výzkumu.

Dobrovolně souhlasím s účastí na tomto výzkumu. Byl(a) jsem obeznámen(a) s metodami, postupy a účelem této studie.

V Praze dne …..... Podpis dobrovolníka:.....

Podpis autora:.....

Příloha 2 – Hodnoty jednotlivých parametrů stoje kontrolní skupiny při různých podmínkách vyšetření

Stoj I, I-ZO																				
pořadí osoby:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
otevřené oči																				
way	0,7	1	0,5	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,49	0,61	0,7	0,4	0,57	0,97	0,49	0,57	0,5	0,64
area	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,21	0,05	0,1	0	0,07	0,21	0,03	0,04	0,04	0,06
LAT	0,4	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7	0,65	0,29	0,4	0,2	0,29	0,53	0,25	0,3	0,23	0,35
AP	0,5	0,8	0,4	0,6	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	1,22	0,48	0,5	0,3	0,42	0,72	0,35	0,42	0,38	0,47
AP/LAT	1,3	1,7	1,9	1,5	2,8	1,2	1,2	1,5	1,8	0,6	1,87	1,69	1,2	1,5	1,44	1,37	1,38	1,4	1,69	1,34
zavřené oči																				
way	1,08	1,74	0,93	1,50	3,55	2,12	2,04	1,42	1,62	1,74	3,18	1,22	0,82	0,59	0,58	2,33	1,49	1,11	0,96	0,93
area	0,10	0,27	0,07	0,19	0,47	0,39	0,27	0,29	0,58	0,36	0,59	0,19	0,11	0,07	0,06	1,31	0,24	0,1	0,09	0,1
LAT	0,33	0,79	0,57	0,52	0,88	0,94	0,93	0,73	0,80	0,89	1,12	0,43	0,41	0,26	0,32	1,12	0,59	0,62	0,29	0,37
AP	0,96	1,38	0,60	1,31	3,31	1,69	1,57	1,07	1,25	1,34	2,77	1,05	0,61	0,47	0,41	1,74	1,26	0,82	0,86	0,78
AP/LAT	2,92	1,75	1,04	2,51	3,77	1,80	1,68	1,46	1,56	1,50	2,48	2,41	1,50	1,81	1,26	1,55	2,14	1,31	2,97	2,08
poměrné hodnoty																				
Romberg Way	0,62	0,57	0,53	0,53	0,32	0,37	0,38	0,53	0,48	0,53	0,47	0,50	0,84	0,71	0,99	0,42	0,33	0,52	0,52	0,69
Romberg Area	0,54	0,57	0,37	0,61	0,17	0,15	0,27	0,30	0,12	0,28	0,35	0,23	0,91	0,37	1,19	0,16	0,11	0,39	0,40	0,62

Stoj II, III																				
pořadí osoby:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
otevřené oči																				
way	0,81	1,17	0,92	1,46	1,09	0,97	1,44	1,23	1,21	1,24	1,96	1,04	0,94	0,77	1,15	1,50	1,07	1,14	0,89	2,49
area	0,09	0,24	0,07	0,21	0,11	0,08	0,22	0,18	0,21	0,16	0,29	0,09	0,11	0,08	0,15	0,49	0,17	0,20	0,07	1,10
LAT	0,45	0,87	0,70	1,00	0,62	0,78	1,06	0,86	0,80	1,01	1,18	0,90	0,61	0,57	0,91	0,75	0,66	0,95	0,55	1,59
AP	0,58	0,59	0,45	0,80	0,76	0,42	0,77	0,70	0,72	0,54	1,33	0,36	0,57	0,41	0,52	1,11	0,72	0,43	0,55	1,56
AP/LAT	1,29	0,68	0,64	0,80	1,22	0,53	0,72	0,81	0,89	0,54	1,13	0,40	0,93	0,71	0,58	1,48	1,10	0,46	0,99	0,98
zavřené oči																				
way	2,54	2,85	1,73	3,45	3,78	4,08	3,78	2,02	3,42	2,78	3,47	2,87	1,74	1,30	1,34	3,89	2,40	1,93	1,83	2,82
area	0,48	0,81	0,39	1,02	1,21	1,28	0,93	0,59	1,75	1,21	0,96	0,84	0,39	0,33	0,27	2,47	0,72	0,40	0,42	1,30
LAT	1,80	1,77	1,24	2,76	2,25	3,09	2,72	1,37	2,55	2,01	2,26	1,90	1,32	0,98	0,92	2,33	1,58	1,37	0,97	1,59
AP	1,40	1,87	0,98	1,60	2,55	2,03	2,08	1,20	1,84	1,49	2,17	1,73	0,86	0,66	0,76	2,57	1,48	1,10	1,31	1,90
AP/LAT	0,78	1,05	0,79	0,58	1,13	0,66	0,76	0,87	0,72	0,74	0,96	0,91	0,65	0,67	0,82	1,10	0,93	0,81	1,34	1,20
poměrné hodnoty																				
Romberg Way	0,32	0,41	0,53	0,42	0,29	0,24	0,38	0,61	0,35	0,45	0,56	0,36	0,54	0,59	0,86	0,39	0,45	0,59	0,49	0,88
Romberg Area	0,18	0,29	0,19	0,21	0,09	0,06	0,23	0,30	0,12	0,13	0,31	0,10	0,29	0,26	0,55	0,20	0,24	0,50	0,17	0,84

Příloha 3 - Hodnoty jednotlivých parametrů stoje hemiparetické skupiny při různých podmínkách vyšetření

Stoj I, I-ZO																					
číslo pacienta:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
otevřené oči																					
way	1,12	0,66	0,85	2,14	1,26	1,09	1,15	2,19	0,65	0,76	1,10	0,79	0,88	1,40	2,01	4,52	1,37	1,16	1,18	1,29	0,73
area	0,20	0,06	0,10	0,62	0,25	0,25	0,26	0,55	0,09	0,07	0,19	0,14	0,13	0,27	0,75	1,28	0,17	0,11	0,17	0,21	0,13
LAT	0,79	0,23	0,37	1,38	0,61	0,83	0,49	1,38	0,32	0,46	0,71	0,45	0,61	1,01	1,46	2,16	0,58	0,41	0,57	0,75	0,36
AP	0,63	0,57	0,68	1,37	0,96	0,56	0,95	1,41	0,50	0,50	0,67	0,55	0,53	0,72	1,14	3,54	1,16	1,01	0,92	0,89	0,56
AP/LAT	0,79	2,46	1,84	1,00	1,56	0,68	1,96	1,02	1,59	1,07	0,94	1,24	0,87	0,72	0,79	1,64	1,99	2,45	1,61	1,18	1,57
zavřené oči																					
way	1,36	1,32	1,38	2,62	1,85	2,02	1,75	5,38	1,57	1,41	4,08	1,81	1,30	2,07	1,96	13,83	1,17	1,52	1,53	4,16	1,1
area	0,23	0,24	0,15	0,88	0,20	0,42	0,29	2,48	0,33	0,02	1,16	0,42	0,16	0,44	0,65	14,00	0,10	0,32	0,30	2,48	0,18
LAT	0,77	0,49	0,47	1,71	0,77	1,34	0,61	3,22	0,64	0,77	1,91	0,53	0,64	1,56	1,28	5,93	0,52	0,64	0,64	2,14	0,54
AP	0,99	1,15	1,21	1,62	1,54	1,25	1,53	3,56	1,30	1,02	3,22	1,62	1,00	1,02	1,23	11,19	0,95	1,25	1,25	3,22	0,83
AP/LAT	1,29	2,34	2,58	0,94	2,01	0,93	2,50	1,11	2,02	1,32	1,69	3,06	1,57	0,65	0,96	1,89	1,82	1,94	1,94	1,51	1,53
poměrné hodnoty																					
Romberg Way	0,82	0,50	0,62	0,82	0,68	0,54	0,66	0,41	0,42	0,53	0,27	0,44	0,68	0,68	1,02	0,33	1,17	0,77	0,77	0,31	0,66
Romberg Area	0,85	0,24	0,68	0,71	1,28	0,61	0,91	0,22	0,26	0,33	0,16	0,33	0,79	0,62	1,15	0,09	1,64	0,36	0,56	0,09	0,76

Stoj II, III																					
číslo pacienta:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
otevřené oči																					
way	1,20	1,57	1,20	9,23	2,65	1,29	1,93	4,75	1,11	1,05	2,66	2,12	1,22	2,33	2,75	8,72	–	1,38	1,82	3,06	1,29
area	0,17	0,65	0,16	8,10	0,76	0,22	0,47	1,25	0,18	0,16	0,53	0,83	0,20	0,57	0,91	2,39	–	0,28	0,5	0,98	0,23
LAT	0,75	1,08	0,60	5,59	2,01	0,97	1,41	3,59	0,81	0,78	1,76	1,53	0,86	1,96	1,69	5,14	–	0,9	1,31	2,18	0,86
AP	0,77	0,90	0,91	6,38	1,36	0,66	1,01	2,39	0,59	0,55	1,55	1,15	0,70	0,90	1,85	5,87	–	0,86	0,99	1,71	0,76
AP/LAT	1,02	0,84	1,50	1,14	0,68	0,69	0,71	0,67	0,73	0,70	0,88	0,75	0,82	0,46	1,10	1,14	–	0,96	0,76	0,78	0,89
zavřené oči																					
way	3,24	4,51	5,54	9,97	4,20	3,01	2,99	13,9	2,25	2,58	4,17	3,43	3,26	4,30	2,02	15,02	–	2,02	2,36	7,91	4,05
area	1,01	2,80	3,33	5,95	1,48	0,78	1,10	13,3	0,65	0,65	1,27	2,48	1,38	2,12	0,56	18,14	–	0,49	0,82	5,54	1,32
LAT	2,19	3,23	3,05	5,65	3,17	2,11	1,88	9,16	1,64	1,48	2,44	2,28	2,42	3,33	1,28	8,36	–	1,47	1,89	4,4	3,04
AP	2,00	2,52	4,07	7,21	2,15	1,82	1,89	8,27	1,22	1,81	2,88	2,04	1,70	2,05	1,28	10,68	–	1,11	1,03	5,51	2,1
AP/LAT	0,92	0,78	1,34	1,28	0,68	0,86	1,01	0,90	0,75	1,23	1,18	0,89	0,70	0,61	1,00	1,27	–	0,75	0,55	1,25	0,69
poměrné hodnoty																					
Romberg Way	0,37	0,35	0,22	0,93	0,63	0,43	0,65	0,34	0,49	0,41	0,64	0,62	0,37	0,54	1,36	0,58	–	0,68	0,77	0,39	0,32
Romberg Area	0,17	0,23	0,05	1,36	0,52	0,28	0,43	0,09	0,28	0,25	0,42	0,34	0,14	0,27	1,62	0,13	–	0,57	0,61	0,18	0,17

Příloha 4 - Kritické hodnoty Mannova-Whitneyova testu pro hladinu významnosti 0,05

	n_2																		
n_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	-	-	0																
5	-	0	1	2															
6	-	1	2	3	5														
7	-	1	3	5	6	8													
8	0	2	4	6	8	10	13												
9	0	2	4	7	10	12	15	17											
10	0	3	5	8	11	14	17	20	23										
11	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30									
12	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37								
13	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45							
14	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55						
15	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64					
16	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75				
17	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	69	75	81	87			
18	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99		
19	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	
20	2	8	14	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127
21	3	8	15	22	29	36	43	50	58	65	73	80	88	96	103	111	119	126	134
22	3	9	16	23	30	38	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	141
23	3	9	17	24	32	40	48	56	64	73	81	89	98	106	115	123	132	140	149
24	3	10	17	25	33	42	50	59	67	76	85	94	102	111	120	129	138	147	156
25	3	10	18	27	35	44	53	62	71	80	89	98	107	117	126	135	145	154	163
26	4	11	19	28	37	46	55	64	74	83	93	102	112	122	132	141	151	161	171
27	4	11	20	29	38	48	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	158	168	178
28	4	12	21	30	40	50	60	70	80	90	101	111	122	132	143	154	164	175	186
29	4	13	22	32	42	52	62	73	83	94	105	116	127	138	149	160	171	182	193
30	5	13	23	33	43	54	65	76	87	98	109	120	131	143	154	166	177	189	200

Převzato z: Zvárová, 1998

Příloha 5 - Kritické hodnoty Mannova-Whitneyova testu pro hladinu významnosti 0,01

	n_2																		
n_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	-	-	-	0															
6	-	-	0	1	2														
7	-	-	0	1	3	4													
8	-	-	1	2	4	6	7												
9	-	0	l	3	5	7	9	11											
10	-	0	2	4	6	9	11	13	16										
11	-	0	2	5	7	10	13	16	18	21									
12	-	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27								
13	-	1	3	7	10	13	l7	20	24	27	31	34							
14	-	1	4	7	11	15	18	22	26	30	34	38	42						
15	-	2	5	8	12	16	20	24	29	33	37	42	46	51					
16	-	2	5	9	13	18	22	27	31	36	41	45	50	55	60				
17	-	2	6	10	15	19	24	29	34	39	44	49	54	60	65	70			
18	-	2	6	11	16	21	26	31	37	42	47	53	58	64	70	75	81		
19	0	3	7	12	17	22	28	33	39	45	51	57	63	69	74	81	87	93	
20	0	3	8	13	18	24	30	36	42	48	54	60	67	73	79	86	92	99	105
21	0	3	8	14	19	25	32	38	44	51	58	64	7l	78	84	91	98	105	112
22	0	4	9	14	21	27	34	40	47	54	6l	68	75	82	89	96	104	111	118
23	0	4	9	15	22	29	35	43	50	57	64	72	79	87	94	102	109	117	125
24	0	4	10	16	23	30	37	45	52	60	68	75	83	91	99	107	115	123	131
25	0	5	10	17	24	32	39	47	55	63	7l	79	87	96	104	112	121	129	138
26	0	5	11	18	25	33	41	49	58	66	74	83	92	100	l09	118	127	135	144
27	1	5	12	19	27	35	43	52	60	69	78	87	96	105	114	123	132	142	151
28	1	5	12	20	28	36	45	54	63	72	81	91	100	109	119	128	138	148	157
29	1	6	13	21	29	38	47	56	66	75	85	94	104	114	124	134	144	154	164
30	1	6	13	22	30	40	49	58	68	78	88	98	108	119	129	139	150	160	170

Převzato z: Zvárová, 1998

Příloha 6 - Kritické hodnoty párového Wilcoxonova testu

n	***α***		***n***	***α***		***n***	***α***	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
6	0	-	26	98	75	46	361	307
7	2	-	27	107	83	47	378	322
8	3	0	28	116	91	48	396	339
9	5	1	29	126	100	49	415	355
10	8	3	30	137	109	50	434	373
11	10	5	31	147	118	51	453	390
12	13	7	32	159	128	52	473	408
13	17	9	33	170	138	53	494	427
14	21	12	34	182	148	54	514	445
15	25	15	35	195	159	55	536	465
16	29	19	36	208	171	56	557	484
17	34	23	37	221	182	57	579	504
18	40	27	38	235	194	58	602	525
19	46	32	39	249	207	59	625	546
20	52	37	40	264	220	60	648	567
21	58	42	41	279	233	61	672	589
22	65	48	42	294	247	62	697	611
23	73	54	43	310	261	63	721	634
24	81	61	44	327	276	64	747	657
25	89	68	45	343	291	65	772	681

Převzato z: Zvárová, 1998

Příloha 7 - Kritické hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu

n	α		*n*	α		*n*	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
			11	0,6091	0,7545	21	0,4351	0,5545
			12	0,5804	0,7273	22	0,4241	0,5426
			13	0,5549	0,6978	23	0,4150	0,5306
			14	0,5341	0,6747	24	0,4061	0,5200
5	0,9000	-	15	0,5179	0,6536	25	0,3977	0,5100
6	0,8286	0,9429	16	0,5000	0,6324	26	0,3894	0,5002
7	0,7450	0,8929	17	0,4853	0,6152	27	0,3822	0,4915
8	0,6905	0,8571	18	0,4716	0,5975	28	0,3749	0,4828
9	0,6833	0,8167	19	0,4579	0,5825	29	0,3685	0,4744
10	0,6364	0,7818	20	0,4451	0,5684	30	0,3620	0,4665

Převzato z: Zvárová, 1998

Příloha 8 – Spearmanův koeficient korelace pro kontrolní skupinu

Významnost Spearmanova koeficientu korelace mezi všemi sledovanými parametry pro hemiparetickou skupinu																									
		Stoj I					Stoj I-ZO					Stoj I/Stoj I-ZO		Stoj II					Stoj III					Stoj II/Stoj III	
		Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Romberg Way	Romberg Area	Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Romberg Way	Romberg Area
Stoj I	Way	n	**	**	**	-	**	**	**	-	*	-	-	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	Area	**	n	**	**	-	**	**	**	*	*	-	-	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	LAT	**	**	n	**	**	**	**	**	-	**	-	-	**	*	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ant-Post	**	**	**	n	-	*	*	-	-	-	-	-	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	AP/LAT	-	-	**	-	n	-	-	**	-	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoj I-ZO	Way	**	**	**	*	-	n	**	**	**	-	*	*	**	**	**	**	-	-	-	-	*	-	-	-
	Area	**	**	**	*	-	**	n	**	**	-	-	**	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	LAT	**	**	**	-	**	**	**	n	**	**	-	-	**	*	**	*	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ant-Post	-	*	-	-	-	**	**	**	n	-	**	**	**	**	**	**	-	-	-	-	*	-	-	-
	AP/LAT	*	*	**	-	**	-	-	**	-	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoj I/Stoj I-ZO	Romberg Way	-	-	-	-	-	*	-	-	**	-	n	**	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*
	Romberg Area	-	-	-	-	-	*	**	-	**	-	**	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoj II	Way	**	**	**	**	-	**	**	**	**	-	-	-	n	**	**	**	-	*	*	**	**	-	-	-
	Area	**	**	*	**	-	**	**	*	**	-	-	-	**	n	**	**	-	*	**	**	*	-	-	-
	LAT	**	**	**	**	-	**	**	**	**	-	-	-	**	**	n	**	-	*	*	**	*	-	-	-
	Ant-Post	**	**	**	**	-	**	**	*	**	-	-	-	**	**	**	n	-	*	**	*	**	-	-	-
	AP/LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n	-	-	-	-	*	-	-
Stoj III	Way	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	-	n	**	**	**	-	-	*
	Area	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	**	*	**	-	**	n	**	**	-	-	*
	LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	**	*	-	**	**	n	**	-	-	*
	Ant-Post	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	**	*	*	**	-	**	**	**	n	*	-	*
	AP/LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	*	n	-	-
Stoj II/Stoj III	Romberg Way	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n	**
	Romberg Area	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	-	**	n

Statistickou významnost určují hvězdičky:

** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)

* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)

− výsledek není statisticky významný

n nemožnost daného výpočtu (korelace stejného parametru se sebou samým).

Příloha 9 - Spearmanův koeficient korelace pro hemiparetickou skupinu

Významnost Spearmanova koeficientu korelace mezi všemi sledovanými parametry pro kontrolní skupinu																									
		Stoj I					Stoj I-ZO					Stoj I/Stoj I-ZO		Stoj II					Stoj III					Stoj II/Stoj III	
		Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Romberg Way	Romberg Area	Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Way	Area	LAT	Ant-Post	AP/LAT	Romberg Way	Romberg Area
Stoj I	Way	n	**	**	**	-	**	**	**	**	-	-	-	**	*	-	*	-	**	**	**	**	-	-	-
	Area	**	n	**	**	-	*	**	*	**	-	-	-	**	**	-	**	-	*	*	*	*	-	-	-
	LAT	**	**	n	**	-	**	**	**	**	-	-	-	**	*	-	*	-	**	**	**	**	-	-	-
	Ant-Post	**	**	**	n	-	**	**	**	**	-	-	-	*	**	-	**	-	**	**	**	**	-	-	-
	AP/LAT	-	-	-	-	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoj I-ZO	Way	**	*	**	**	-	n	**	**	**	-	**	**	*	-	-	*	-	**	**	**	**	-	**	-
	Area	**	**	**	**	-	**	n	**	**	-	**	**	*	*	-	*	-	**	**	**	**	-	*	-
	LAT	**	*	**	**	-	**	**	n	**	-	**	**	*	*	-	-	-	**	**	**	**	-	-	-
	Ant-Post	**	**	**	**	-	**	**	**	n	-	**	**	*	-	-	*	-	**	**	**	**	-	**	-
	AP/LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
Stoj I/Stoj I-ZO	Romberg Way	-	-	-	-	-	**	**	**	**	-	n	**	-	-	-	-	-	**	*	**	**	-	**	*
	Romberg Area	-	-	-	-	-	**	**	**	**	-	**	n	-	-	-	-	-	*	*	*	*	-	**	**
Stoj II	Way	**	**	**	*	-	*	*	*	*	-	-	-	n	**	**	**	-	*	**	*	**	-	-	-
	Area	*	**	*	**	-	-	*	*	-	-	-	-	**	n	**	**	-	*	*	-	*	-	-	*
	LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ant-Post	*	**	*	**	-	*	*	-	*	-	-	-	**	**	-	n	**	*	**	-	**	-	-	-
	AP/LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	**	n	-	-	-	-	-	-	-
Stoj III	Way	**	*	**	**	-	**	**	**	**	-	**	*	*	*	-	*	-	n	**	**	**	-	**	-
	Area	**	*	**	**	-	**	*	**	**	-	*	*	**	*	-	**	-	**	n	**	**	-	*	-
	LAT	**	*	**	**	-	**	**	**	**	-	**	*	*	-	-	-	-	**	**	n	**	-	**	*
	Ant-Post	**	*	**	**	-	**	**	**	**	-	**	*	**	*	-	**	-	**	**	**	n	-	*	-
	AP/LAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n	-	-
Stoj II/Stoj III	Romberg Way	-	-	-	-	-	**	*	-	**	-	**	**	-	-	-	-	-	**	*	**	*	-	n	**
	Romberg Area	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	**	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	**	n

Statistickou významnost určují hvězdičky:

** výsledek statisticky velmi významný (na hladině významnosti 0,01)

* výsledek statisticky významný (na hladině významnosti 0,05)

– výsledek není statisticky významný

n nemožnost daného výpočtu (korelace stejného parametru se sebou samým).