

Universita Karlova v Praze
Lékařská fakulta v Hradci Králové
Klinika Ušní nosní a krční
Přednosta: doc. MUDr. Jan Vokurka, CSc.

Počítačová posturografie v diagnostice a rehabilitaci závrativých stavů

Disertační práce

MUDr. Jakub Dršata
Hradec Králové, 2007

Poděkování

Děkuji doc.MUDr. J. Vokurkovi, CSc., za pomoc při tvorbě práce. Děkuji dále ing. Pavlu Faltejskovi (firma RTV Data), za pomoc při převodu posturografických dat a ing. Josefu Kvasničkovi (Oční klinika FNHK), za pomoc při jejich statistickém zpracování.

Seznam

Zkratky	6
Souhrn	7
1 ÚVOD	11
1.1 Předmět a cíl práce	12
1.2 Mechanismy posturální stability a jejich poruchy	12
1.2.1 Posturální systém	13
Vestibulární systém	14
Periferní vestibulární systém	15
Anatomie periferního vestibulárního ústrojí	15
Mechanismus funkce čidel polohocitu	17
Poškození periferního vestibulárního orgánu	20
Centrální vestibulární systém	21
Jádra v prodloužené míše	22
Mozeček	24
Kůra mozečku	25
Mozečková jádra	26
Porucha mozečku	27
Mezencefalická jádra zapojená do vestibulárního systému	28
Retikulární formace	29
Thalamické a korové vestibulární oblasti	29
Vizuální systém	30
Somatoceptivní systém	30
Sluchový systém	31
1.2.2 Mechanismy udržení posturální rovnováhy	31
Reflexy udržující přesnost vidění	31
Vizuo-okulomotorické reflexy	31
Sakadické pohyby oční	32
Plynulé sledovací pohyby oční	32
Optokinetický reflex	32
Vestibulo-okulomotorické reflexy	33
Ampulo-okulomotorický reflex	33
Makulo-okulomotorický reflex	33
Vyšetření okulomotorických reflexů	34
Reflexy udržující posturální rovnováhu	35
Somatoceptivní statické a vzpřimovací reakce	35
Vizuálně kontrolovaná posturální rovnováha	36
Vestibulárně modulované posturální reflexy	36
Vestibulo-spinální reflex	36
Vestibulo-cervikální reflex	37
Nereflexní mechanismy zvýšení posturální rovnováhy	37
1.2.3 Porucha rovnováhy a její projevy	37
Závrať	38
Vestibulární závratě	39

Ne-vestibulární závratě	39
Ostatní příznaky spojené se závratěmi	40
Klinické projevy poruchy rovnováhy	40
Porucha stoje (astasie).....	40
Porucha chůze (ataxie chůze).....	40
Nystagmus.....	41
Kvantitativní parametry nystagmu.....	41
Kvalitativní parametry nystagmu.....	42
Ostatní nálezy při poruše rovnováhy	42
Vyšetření posturální rovnováhy	43
Vyšetření stoje	43
Vyšetření chůze.....	43
Vyšetření očních pohybů	44
Přístrojová a komplementární vyšetření používaná při posuzování posturální rovnováhy	44
Diferenciální diagnostika poruch rovnováhy	45
1.3 Posturografie	45
1.3.1 Historie přístrojového měření posturální stability	45
1.3.2 Princip současných posturografických metodik	46
Dynamická posturografie	46
Statická posturografie	47
1.3.3 Současné názory na význam posturografie	47
2 VLASTNÍ PRÁCE.....	48
2.1 Výchozí soubory měření	48
Soubor posturografických měření.....	48
Soubor vyšetřených s normální posturální rovnováhou.....	49
Soubor neurootologických pacientů	51
2.2 Metodika	51
2.2.1 Podmínky měření	51
2.2.2 Přístroj Posturograph STP-03	52
Technické údaje	52
Ovládání přístroje (software)	53
Zadání a výběr pacienta	53
Měření	54
Rehabilitační program.....	55
Statická rehabilitace	56
Dynamická rehabilitace.....	56
Nastavení programů	57
Nápověda (uživatelská příručka)	57
2.2.3 Hodnoticí parametry statické posturografie	58
Frekvenční analýza	58
Vektorová analýza.....	58
Analýza vizuální kontroly rovnováhy.....	59
2.3 Výsledky.....	59
2.3.1 Objektivizace a kvantifikace posturální rovnováhy pomocí SCPG.....	59

Soubor osob bez poruchy rovnováhy.....	59
Distribuce hodnot a stanovení škály kategorií pro hodnocení posturální rovnováhy na SCPG.....	67
2.3.2 Kvantitativní hodnocení poruchy rovnováhy pomocí SCPG.....	79
2.3.3 Kvalitativní hodnocení poruch rovnováhy pomocí SCPG (diferenciální diagnostika).....	87
Vztah SCPG ke stanovení klinické diagnózy	99
Periferní vestibulární léze	100
Akutní vestibulární výpadek, vestibulární neuronopatie	100
Morbus Ménière.....	100
Benigní paroxysmální polohovací vertigo (BPPV)	100
Neurinom akustiku.....	101
Jiné periferní vestibulopatie.....	103
Centrální příčiny poruch rovnováhy	103
Ostatní příčiny poruch rovnováhy.....	104
Cervikogenní vertigo	104
Psychogenní poruchy rovnováhy	104
Multisenzorický deficit a polyfaktoriální příčiny poruch rovnováhy	104
Biologické faktory ovlivňující posturální rovnováhu	105
Ušní onemocnění	105
Systémová interní onemocnění	106
Onemocnění páteře	107
Vestibulotoxická expozice	107
Vliv pohlavní dimorfie a tělesných proporcí na posturální rovnováhu	108
Vliv věku na posturální rovnováhu.....	109
2.3.4 Význam SCPG pro terapii poruch rovnováhy	113
3 DISKUSE	115
3.1 Význam jednotlivých parametrů SCPG měření pro hodnocení posturální rovnováhy	115
3.2 Rozšířené a experimentální využití SCPG.....	116
3.3 Statická posturografie z posudkového hlediska	117
3.3.1 Rozptyl výsledků SCPG měření	118
3.3.2 Volní ovlivnění rovnováhy v SCPG měření	119
3.4 Ekonomické hledisko využití SCPG.....	119
4 ZÁVĚRY PRÁCE	121
5 ODKAZY	122
5.1 Rejstřík pojmů	122
5.2 Literatura.....	124

Zkratky

BPPV: benigní paroxysmální polohové vertigo

CDP: dynamická počítačová posturografie (Computerized Dynamic Posturography)

CNS: centrální nervový systém

CPG: počítačová posturografie (Computer Posturography)

DCPG: dynamická počítačová posturografie (Dynamic Computer Posturography)

ENG: elektronystagmografie

ORL: otorinolaryngologie

ORL FNHK: Klinika ušní nosní krční (ORL) Fakultní nemocnice Hradec Králové

SCPG: statická počítačová posturografie (Static Computer Posturography)

SVG: statovektorografie

VHT: vestibulární habituační trénink

VNG: videonystagmografie

CCG: kraniokorpografie

Souhrn

Závratě a poruchy rovnováhy jsou jednou z nejčastějších poruch zdraví, diagnostika a léčba tohoto problému však stále zůstává neuspokojivá. Hodnocení míry poruchy rovnováhy a diferenciální diagnostika periferního a centrálního vestibulárního syndromu a ne-vestibulárních poruch rovnováhy patří mezi základní vestibulologické otázky.

Předmětem práce je statická počítačová posturografie a její využití v diagnostice a rehabilitaci poruch rovnováhy. V úvodu práce jsou představeny mechanismy posturální stability a jejich poruchy. Je vysvětlena anatomie a funkce periferního a centrálního vestibulárního systému, jejich vzájemné zapojení a integrace s ostatními smysly (zrak, hmat, sluch) do systému udržení posturální rovnováhy. Je popsán patofysiologický mechanismus poruch rovnováhy a její symptomatologie, vestibulární vyšetření a zmíněna historie přístrojového vyšetření posturální rovnováhy. Principem statické počítačové posturografie je objektivizace hodnocení přirozeného stoje, není však dosud konsensus při hodnocení její užitečnosti pro stanovení diagnózy a léčby. Cílem práce je přispět k zodpovězení této otázky na základě analýzy 1398 posturografických měření provedených v letech 2001 – 2005 na ORL klinice Fakultní nemocnice v Hradci Králové.

V úvodu vlastní práce byly definovány soubory podrobené následné analýze pro editoru MS Excell[®]. Základní soubor (n = 1398) byl použit k pozorování distribuce hodnot a vyvození závěrů z chování distribučních křivek v jednotlivých parametrech (Way, Area, X, Y, AP, LL, RbgW, RbgA). Na základě porovnání tohoto souboru se souborem normální rovnováhy (n = 77) byla vytvořena šestistupňová škála pro kvantifikační hodnocení posturální rovnováhy, v níž osoby s normální rovnováhou zaujímají hodnoty ve středních třech pásmech. Soubor neurootologických pacientů (n = 301) byl pak rozdělen na dvě skupiny: soubor osob s manifestní poruchou rovnováhy a soubor s latentní rovnovážnou poruchou. Tyto soubory byly porovnávány mezi sebou a se souborem normální rovnováhy. Výsledky ukazují na malý rozdíl mezi výsledky měření osob s manifestní a latentní poruchou rovnováhy, významná se však ukazuje SCPG pro kvantifikaci u pacientů s rovnovážnou poruchou, detekci osob s latentní poruchou rovnováhy a odlišení těchto osob od zdravých jedinců.

Kvalitativní hodnocení poruch rovnováhy pomocí SCPG bylo založeno na porovnání výsledků měření v souboru periferních, ne-periferních lézí a souboru normální rovnováhy. Bylo zjištěno, že pro topodiagnostické hodnocení je nutno použít hodnoticí škálu odlišnou od škály kvantifikační. Pomocí programu MS Excell[®] byl vytvořen vzorec pro topodiagnostické

hodnocení poruchy rovnováhy, pomocí kterého bylo dosaženo 29,2% sensitivity a 76,8% specifity pro topodiagnostické určení poruchy rovnováhy, resp. 29,3% sensitivity a 80,4% specifity pro periferní poruchu a 28,2% sensitivity a 64,5% specifity pro ne-periferní poruchu rovnováhy. Byly nalezeny i odlišné výsledky pro jednotlivé vestibulologické diagnózy (např. m.Meniére) a rizikové faktory poruchy rovnováhy (např. diabetes mellitus, kardiovaskulární onemocnění), rovněž korelace mezi posturografickými výsledky a velikostí neurinomu akustiku. Malá velikost těchto souborů však neumožňuje vyvození obecných závěrů, specifické vestibulologické diagnózy pomocí SCPG rozhodně stanovovat nelze. Byl potvrzen vztah věku a posturální rovnováhy, nebyl naopak pozorován vliv pohlavního dimorfismu. V závěru práce je diskutována SCPG z posudkového hlediska, limitace při provádění a interpretaci výsledků měření a metodika hodnocena z ekonomického pohledu.

Závěrem je SCPG hodnocena jako přínosné přístrojové vyšetření zejména pro objektivní kvantifikaci poruchy rovnováhy, přínos metody pro topodiagnostiku je hodnocen jako méně významný. Metoda je hodnocena jako užitečná i pro další účely (posudkové, experimentální, vestibulární rehabilitace).

Summary

Vertigo and postural dysequilibrium belong to the most frequent health disorders; however the diagnostics and therapy of this problem remains unsatisfactory. Quantitative evaluation of postural failure and differential diagnostics of peripheral and central vestibular syndrome belong to the basic vestibulological questions.

The subject of the work is Static Computed Posturography and it's evaluation in the diagnostics and rehabilitation of equilibrium disorders. In the introduction, the anatomy and function of peripheral and central vestibular system is mentioned and their integration to the postural system with other sensory systems (visual, tactile, auditive) is explained. The pathophysiological mechanism of postural failure and its symptomatology is described. Principle of Static Computed Posturography is an objectification of balance at natural stay, however there is no wide consensus in the rating of usefulness of this method for diagnosis assessment and treatment possibility. The aim of this work is to contributing to this question on a base of an analysis of 1398 posturographic measurement performed in the years 2001 – 2005 at the ORL Department, University Hospital Hradec Králové, Czech Republic.

In the beginning of the work proper, the needful measurement sets were analyzed at the editor MS Excell[®]. In the basal set of measurements (n = 1398), curves of values distribution were observed and elaborated in the particular parameters (Way, Area, X, Y, AP, LL, RbgW, RbgA). Based on this set and its comparison with a group of persons with normal equilibrium, an six-stepped scale was established, in which persons with normal equilibrium fill the middle three zones. A collection of neurotologic patients (n = 301) was than divided into two groups: set of measurements from persons with manifesting dysequilibrium and a set of those with latent equilibrium disorder. These sets were than compared mutually and with the group of persons with normal equilibrium. The findings indicate a small difference between values of persons with manifesting and latent equilibrium disorder. SCPG seems to be important for quantification of equilibrium at patients with postural failure, detection of persons with latent equilibrium disorder and their differentiation from healthy persons.

The qualitative evaluation of equilibrium disorder by means of SCPG was based on a comparison between the measurement values in sets of persons with peripheral, non-peripheral dysequilibrium and normal posture. It was find out, that the postural quantification scale is inapplicable for topodiagnostic purposes, and a new distinct scale had to be created. In the MS Excell[®] application, a formula for topodiagnostic classification was found. By means of this formula a 29,2% sensitivity and 76,8% specifity for topodiagnostic determination was

achieved - 29,3% sensitivity and 80,4% specificity for peripheral and 28,2% sensitivity and 64,5% specificity for non-peripheral postural disorder. Distinct results for individual vestibulologic diagnoses (e.g. m. Ménière) and risk factors of vestibular impairment (e.g., diabetes mellitus, cardiovascular diseases, vertebrogene disorders with X-ray documented finding) were obtained. A correlation of SCPG output and acoustic neuroma size was found, too; yet a small amount of these measurements does not allow general deductions and no determination of specific vestibulologic diagnoses is possible anymore. The findings confirm a correlation between age and postural equilibrium capabilities. On the contrary, the effect of sexual dimorphism was not observed.

In the end, the SCPG is disputed from a point of view of medico-legal assessments, limitations of measurement performing and interpretation of SCPG outputs, the method was also appreciated economically.

In conclusion, the SCPG is rated as a benefiting instrumental investigation for primarily objective quantification of postural impairment. The contribution of the method for topodiagnostic purposes is rated as less significant. The method is rated as useful also for other aims (medico-legal assessment, experimental work, vestibular rehabilitation).

1 ÚVOD

Závratě a poruchy rovnováhy jsou, po bolestech hlavy, nejčastější poruchou zdraví (2, 19, 20, 66), postihující přes 20% mužů a až 40% dospělých žen (89). V běžné populaci se setkáváme s touto problematikou u 5-10% nemocných, v otolaryngologické praxi až v 15%. Až 50% starší populace si stěžuje na problém závratí (83).

Současná diagnostika a léčba poruch rovnováhy a závratí je bohužel stále neuspokojivá. Obtížnost tohoto úkolu je dána především následujícími skutečnostmi:

- Systém udržení rovnováhy integruje informace z několika smyslových systémů (vizuální, vestibulární, somatoceptivní) a jejich zpracování a motorická reakce je výsledkem koordinace velké části centrálního nervového systému.
- Složitost systému smyslových receptorů (především vestibulárních, hmatových a proprioceptivních)
- Nepřístupnost smyslových receptorů (krom zrakového) přímému pozorování na makro- i mikroskopické úrovni, včetně zobrazovacích metod (velká část patologických procesů smyslových systému probíhá na buněčné nebo subcelulární úrovni).
- Ovlivnění subjektivního vnímání pohybové a posturální (postojové) rovnováhy dalšími faktory, jako je především stav vědomí a psychické vlivy.

Složitost systému posturální rovnováhy způsobuje variabilitu klinických projevů u jednotlivých diagnóz a naopak podobnou symptomatologii u etiologicky různých poruch, posturální systém přitom funguje v časově proměnlivém prostoru. Určení příčiny poruch rovnováhy je proto možné převážně pouze na úrovni diagnostických hypotéz. Tyto úvahy vycházejí především z anamnézy a její kombinace s výsledky vestibulárních přístrojových vyšetření, sérologických, audiologických metod, zobrazovacích vyšetření a konsiliárních závěrů. Problémem většiny vestibulárních vyšetření je přitom variabilní sensitivita i specifita. Proto se v 80 % případů nedaří objevit organickou příčinu potíží (66), tyto poruchy pak hodnotíme jako funkční, případně zůstávají idiopatické. Etiologie těchto poruch pak bývá předmětem spekulací, z nemožnosti stanovit přesnou diagnózu vyplývají mnohdy neuspokojivé výsledky léčby.

Statická počítačová posturografie (SCPG), která byla autorem práce uvedena v r. 1996 na Audio-vestibulologické oddělení Kliniky ušní nosní a krční v Hradci Králové (dále: ORL

FNHK), je jedním z testů doplňujících současné možnosti vyšetření rovnováhy. Metoda tak přispívá k zlepšení diagnostiky poruch rovnováhy, lze ji užít i pro léčbu (rehabilitaci).

Postavení SCPG ve vestibulární diagnostice přitom není jednoznačné, neexistuje obecný konsensus v hodnocení významu této metodiky ani obecně přijímaný standard hodnocení výsledků a lze tedy říci, že metodika zatím nepřekročila zcela stín experimentálního využití mimo běžný standard vestibulologické diagnostiky.

Výzva k zodpovězení otázky významu a postavení SCPG ve vestibulologii, stejně jako fakt, že metodika nebyla v české a slovenské literatuře dosud in extenso zpracována, byly hlavními důvody, proč téma statické počítačové posturografie zvolil autor jako experimentální práci.

1.1 Předmět a cíl práce

Předmětem práce je statická počítačová posturografie (SCPG) a její využití při diagnostice a léčbě poruch posturální rovnováhy. Obsah práce sestává z vysvětlení morfologické a funkční podstaty udržení posturální rovnováhy, jejích poruch a diagnostiky pomocí metodiky SCPG; vlastní výzkum je zaměřen na zodpovězení otázky přínosu metodiky SCPG pro neurootologickou praxi.

Cíl práce:

1. **Vysvětlení metodiky** statické počítačové posturografie a jejích aplikací.
2. **Zhodnocení hlavního diagnostického významu SCPG** pro klinickou praxi.
3. **Diskuse dalšího možného využití SCPG.**
4. **Sdělení vlastních zkušeností** s přístrojem posturograf STP-03 (Comes Trading).
5. **Ověření hypotézy práce:** posturografie je užitečnou metodou pro objektivizaci, kvantifikaci a kvalitativní hodnocení posturální rovnováhy a jejích poruch.

1.2 Mechanismy posturální stability a jejích poruchy

Člověk zaujímá z hlediska kinetiky neustále stoj, sed nebo leh, mezi nimiž je vykonáván pohyb. Za podmínek zemské přitažlivosti působí přitom tři síly:

- Gravitační síla (trvalá, neměnná)
- Síly vnější (proměnlivé: zrychlení, zpomalení)

- Vlastní pohybová aktivita (proměnlivá volní a reflexní aktivita).

Při každé změně polohy těla nebo jeho části dochází ke změně umístění těžiště těla, které tak nemá stálé místo. Rovnovážný stav tohoto těžiště rozhoduje o stabilitě těla v klidu (stoji) i pohybu, tj. zabránění kolize, která je ohrožením tělesné integrity. *Posturální rovnováha (posturální stabilita, postura)* znamená udržení rovnovážné polohy těla a jeho částí v časově proměnlivém prostředí za působení výše zmíněných sil. U člověka jako bipedálně se pohybujícího organismu je nejdůležitější udržení polohy vzpřímené (stoj a chůze).

1.2.1 Posturální systém

Systém udržení posturální stability (posturální systém) je soustavou, která představuje integraci několika smyslových a motorických systémů. Ta je udržována množstvím reflexů, jejichž cílem je nepřetržité udržování těžnice těla do středu opěrných bodů těla (chodidel), ve směru shodném s gravitačním vektorem. Toho dosahuje prostřednictvím neustálé reflexní kontroly tonusu pohybových svalů (především antigravitačně působících extensorů), a stálé orientace v prostoru. Tak je zajištěno udržení posturální rovnováhy (tj. rovnováhy zejména při stoji a chůzi).

Efektivní fungování posturální rovnováhy je podmíněno správnou a integrovanou informací z následujících smyslových soustav:

- *Vizuální (zrakový) systém*: informuje o vzdálených předmětech, slouží tak především prostorové orientaci.
- *Vestibulární systém*: informuje především o poloze hlavy v prostoru, pomocí detekce zrychlení (včetně zrychlení gravitačního, ke kterému je vztažena informace o poloze vestibulárních orgánů).
- *Somatoceptivní systém (propriocepce, hmatová recepce)*: informuje o poloze jednotlivých částí těla navzájem a jejich tonusu; tlaku předmětů na tělo (především tlaku na podklad nohou, za nefysiologických situací též např. držících se rukou), přispívá tak k uvědomění tělesného schématu a postavení vzhledem k podkladu (zemi).
- *Sluch*: podílí se na prostorové orientaci ve velmi omezené míře (zvýrazněné za patologických okolností – především slepota).

Výkonovou část posturálního systému zajišťují:

- Okulomotorika, směřující k udržení stálé zrakové orientace v prostoru (na vědomé úrovni) a reflexnímu udržení ostrého obrazu sledovaného předmětu v centru zorného pole (okulomotorické reflexy).
- Aktivita soustavy posturálních svalů (především antigravitačních), řízená volní aktivitou i reflexními mechanismy (posturální reflexy).
- Pomocí těchto mechanismů posturální systém dosahuje udržení posturální rovnováhy, tj. především rovnováhu vzpřímeného postoje vestoje (v sedě a vleže je potřeba posturální rovnováhy nejmenší) a v pohybu (především při chůzi) a zajištění prostorové orientace.

Mechanismy zvýšení posturální stability se uplatňují za fyziologických okolností i jako kompenzační mechanismus při poškození posturálního systému, jedinec přitom typicky prožívá pocit závratí či rovnovážné nejistoty. Pokud tyto kompenzační mechanismy selhávají, nastává porucha rovnováhy, případně se rovnováha ztrácí (dochází k pádu).

Vestibulární systém

Vestibulární systém patří mezi sensorické systémy, podobně jako zrak, sluch, hmat, čich a chuť. Na rozdíl od těchto ostatních smyslových systémů však probíhá činnost vestibulárního systému převážně v podvědomí, proto si za fyziologických okolností jeho činnost neuvědomujeme (60).

Vývojově se jedná o archaický systém, sloužící u primitivních živočichů především k udržení rovnováhy během taxy, později ve fylogenezi též k prostorové orientaci. Smyslem existence vestibulárního systému je integrace informací o akcelerační energii (včetně energie gravitace) působící na jedince, pro potřeby udržení posturální rovnováhy a pohybové koordinace, prostorové orientace a vědomé prostorové představy (zejména směru „dole-nahoře“, směr „rozjíždění-brzdění“). Detekce této kinetické energie (stálá gravitační síla, proměnné síly z okolí) je realizována vestibulárními orgány (sensorickými oblastmi vestibulárního labyrintu). Tyto (resp. hlava) jsou též referenčním tělesným bodem, k němuž vztahuje vestibulární systém své informace. Polohu vestibulárních orgánů a její změny (pohyb hlavy) vestibulární systém vztahuje k referenční veličině – existují důkazy (15, 73), že touto konstantou je *gravitační vertikála*. Tyto funkce zastává vestibulární systém neustále, v klidové poloze i při pohybu.

Význam vestibulárního systému je mezi ostatními součástmi komplexního systému udržení posturální rovnováhy klíčový především proto, že má zásadní podíl na třech funkcích (59):

- udržení posturální rovnováhy v klidu i během motorické aktivity
- stabilita zrakové ostrosti
- prostorová orientace (podvědomá i vědomá)

U člověka se na bázi vestibulárního systému vyvinul dále nástroj motorického učení, kontroly realizace a paměti pro pohyby včetně typicky humánních motorických schopností (jemná manuální práce, grafomotorika a kresba, provozování instrumentální hudby atd.) – tyto funkce jsou především výsledkem činnosti mozečku.

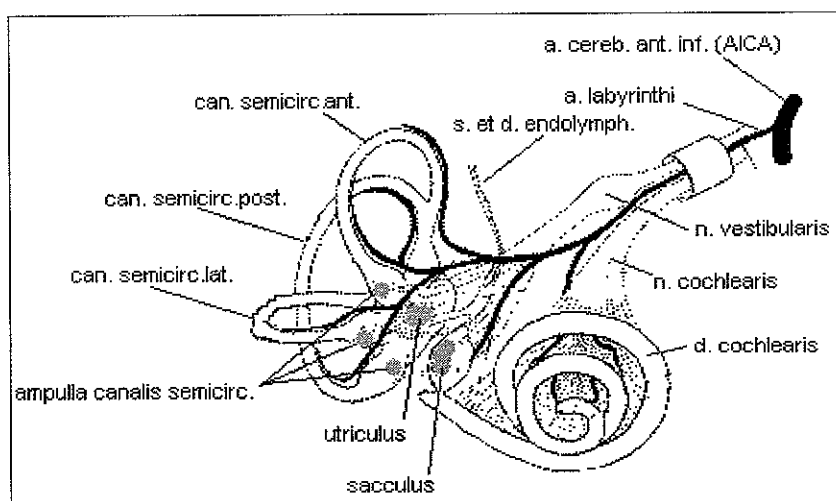
Periferní vestibulární systém

Orgán polohocitu byl identifikován již u primitivních obratlovců žijících před 550 milióny lety (13). Ontogeneticky se vestibulární labyrint u člověka vyvíjí jako první ze smyslových orgánů - založení labyrintu v oblasti neuroporu ve výši zadního mozku lze pozorovat již brzy po blastogenezi (11). Prohloubením ušní plakody a jejím uzavřením se vytváří ušní váček, v místě jeho uzávěru přitom vzniká endolymfatický dukt (37, 103). V období změny histotrofní výživy embrya na hematotrofní (15.-75. den embryogeneze) prochází ucho kritickou fází, nejcitlivější na poškození ve smyslu vývojových vad (103). V této době se též vytváří blanitý labyrint z ektodermální otocysty a vytváří jednotku vnitřního ucha s neuronální tkání vycházející ze zadního mozku. Polokruhovitě kanálky se začínají vytvářet okolo 5. gestačního týdne, od poloviny těhotenství (22. týden) je již vnitřní ucho plně diferencováno a má takřka rozměry dospělého orgánu. V tomto období může ještě docházet k drobným poškozením vnitřního ucha, jak ale ukazují výzkumy sluchové funkce rizikových novorozenců (43), je vnitřní ucho na poškození relativně resistantní. Kostěný labyrint se embryonálně vytváří z vláknité kosti na povrchu pyramidy dříve než okolní skalní kost, která jej ve svém vývoji postupně vtahuje z povrchu hlouběji do nitra (26).

Anatomie periferního vestibulárního ústrojí

Periferní vestibulární systém detekuje kinetickou energii a převádí ji na bioelektrický signál (nervové vzruchy). Anatomicky sestává z vestibulárního labyrintu a z vestibulárního nervu. Z neurologického hlediska patří k perifernímu systému i vestibulární jádra, předmětem zájmu otolaryngologie (otologie) je však konvenčně pouze periferní vestibulární orgán (vestibulární labyrint) – rovnovážná část vnitřního ucha.

Vestibulární labyrint je vestibulární částí blanitého labyrintu vnitřního ucha. Anatomicky do něj patří dva váčky (sacculus, utriculus) a jejich spojovací kanálek (*ductus utriculosaccularis*). Z něho vybíhá *endolymfatický dukt* (*ductus endolymphaticus*), slepě končící jako *endolymfatický vak* (*sacculus endolymphaticus – aquaeductus vestibuli*), a tři, z utrikulu vycházející *polokruhové kanálky* (*ductus semicircularis anterior, lateralis et posterior*), položené v navzájem téměř kolmých rovinách. Na opačném konci raménka každého z těchto kanálků se nachází nálevkovité rozšíření - *membranosní ampula* (*ampulla membranacea anterior, posterior et lateralis*). Blanitý vestibulární labyrint je obklopen perilymfatickým prostorem, který je vyplněn perilymfou a vazivovými vlákny, rozprostřenými mezi stěnou labyrintu blanitého a periostem labyrintu kostěného (26). Pomocí *ductus reuniens* je blanitý vestibulární labyrint spojen s blanitým labyrintem kochleárním (blanitým hlemýžděm). *Aquaeductus cochleae* zprostředkovává drenáž perilymfy a představuje její komunikaci se subarachnoideálním prostorem.



Obr. 1: blanitý labyrint vnitřního ucha /dle Dickmanna (28)/

Receptorové místo sakulu a utrikulu představuje *statická makula* (*macula statica sacculi et utriculi*), mikroskopicky vyvýšené pole, obsahující vyšší cylindrický epitel s vmezeřenými receptorovými vláskovými buňkami. Jejich povrchové mikrocilie (stereo- a kinocilie) jsou zcela zanořeny v gelatinosní vrstvě, produkované klkatými podpůrnými buňkami. Na této glykoproteinové vrstvě jsou neuspořádaně loženy minerální krystaly – *otolity* (*otokonie, statokonie – otoconia, statoconia*), tvořené uhličitanem vápenatým (26).

Receptorové místo semicirkulárních kanálků je *ampulární krísta* (*crista ampullaris*) – hřebenovitě vyvýšená hrana, odstávající od stěny ampuly kolmo na podélnou osu kanálku.

Obsahuje (podobně jako statické makuly) podpůrné a smyslové vláskové (ciliární) buňky, s ciliemi zanořenými do vysoké gelatinosní vrstvy, nazývané *kupula (cupula)*.

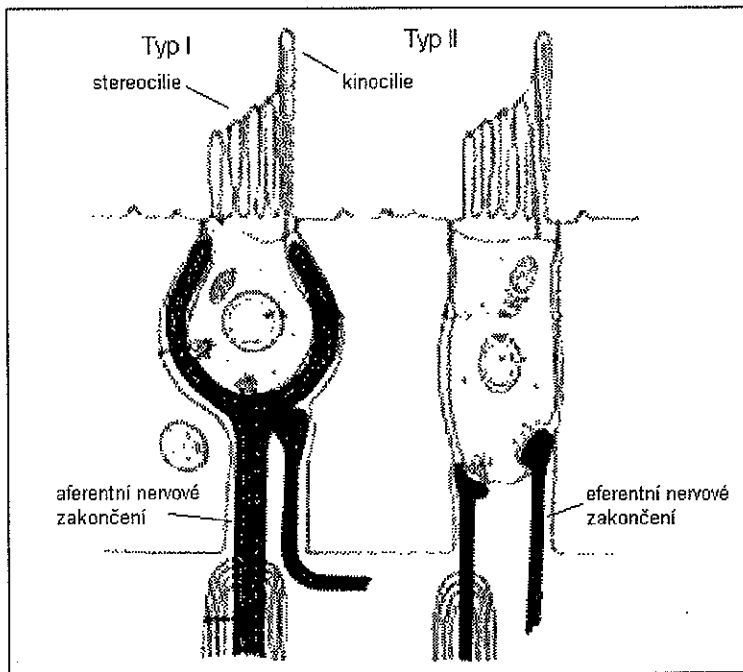
Homeostáza objemu a složení nitroušních tekutin je zajištěna několika mechanismy. *Endolymfa* je složením podobná intracelulární tekutině a je aktivně tvořena buňkami *stria vascularis cochleae* a tmavými buňkami epitelu vestibulárního labyrintu (26); k její aktivní resorpci dochází v pinocytárních buňkách endolymfatického vaku. *Perilymfa* je složením shodná jako mozkomíšní mok, s jehož prostorem je spojena na spodní ploše pyramidy otvorem (*apertura externa*) úzkého kanálku vycházejícího z base kostěného hlemýždě - *canaliculus cochleae*. Za fyziologických okolností je tak tlak mozkomíšního moku, endolymfy a perilymfy vyrovnaný.

Cévní zásobení blanitého labyrintu vychází ze zadního řečiště mozku - cestou přední dolní mozečkové tepny (*a. cerebelli anterior inferior; AICA*), vycházející z *a. basilaris*. Vlastní tepnou blanitého labyrintu je *a. labyrinthi*, která se dělí na *a. cochlearis communis*, a *a. vestibularis ant.* Větvemi *a. cochlearis communis* jsou *a. cochlearis* (zásobující kochleu) a *a. vestibulocochlearis*, která svou konečnou větví (*a. vestibularis post.*) zásobuje ampulu zadního semicirkulárního kanálku a většinu sakulu. *A. vestibularis ant.* zásobuje většinu vestibulárního labyrintu, konkrétně ampulu předního a laterálního semicirkulárního kanálku, utrikulus a zbytek sakulu (2). Arterie vnitřního ucha jsou pokládány za konečné, bez anastomóz, což je pro významným faktem pro hypotézu vaskulárního mechanismu patogeneze nitroušního poškození.

Zobrazovací vyšetření (zejména zvětšovací MRI) umožňují zobrazení jednotlivých anatomických struktur vnitřního ucha včetně kochleárních kompartmentů (96), zobrazení vlastních smyslových jednotek vestibulárního labyrintu však dosud není možné.

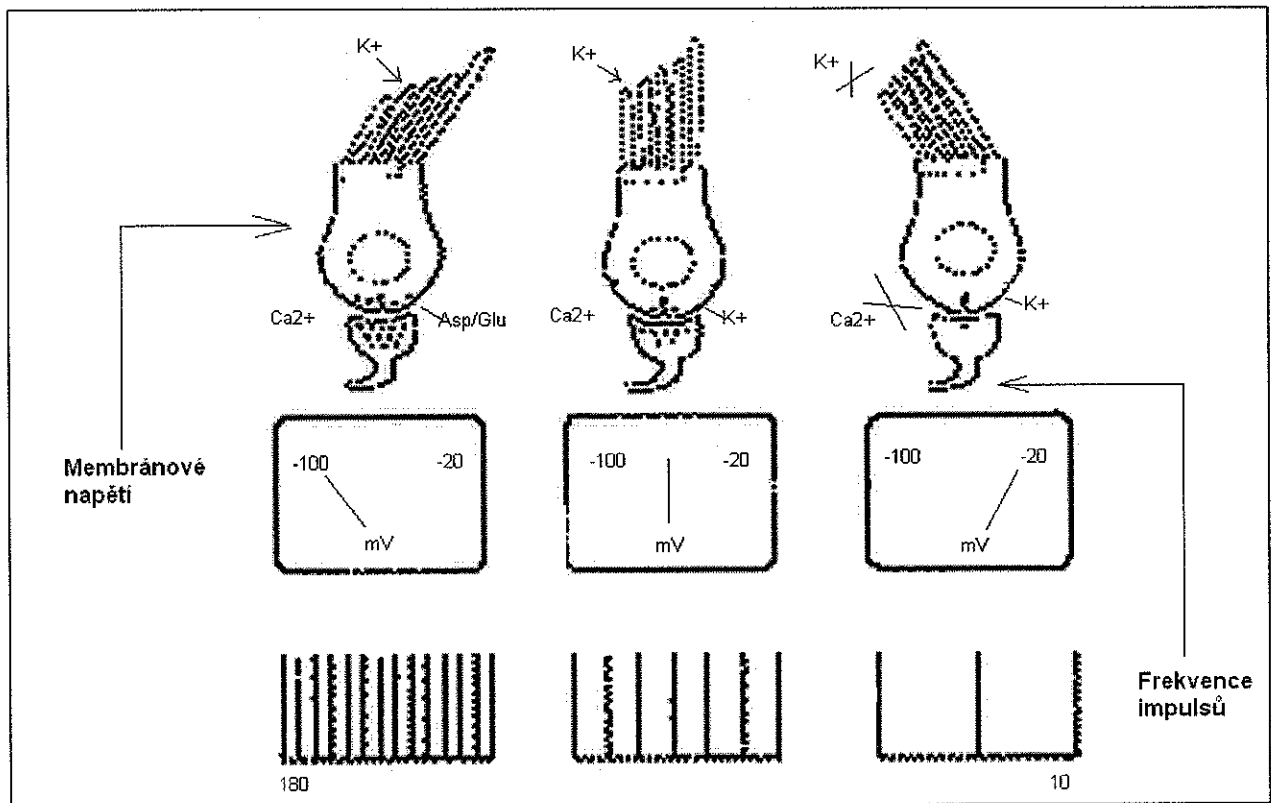
Mechanismus funkce čidel polohocitu

Receptorové buňky statokinetického čidla jsou sekundárními smyslovými buňkami, vzniklými z ektodermální tkáně. Jedná se o mechanoreceptory, jejichž adekvátním podnětem je kinetická energie (vektor síly – změna rychlosti, tj. zrychlení nebo zpomalení), kterou převádějí na bioelektrickou energii nervového systému. Mikroskopicky rozlišujeme dva typy ciliárních buněk (pohárkový, cylindrický), z jejichž povrchu jsou zanořeny mikrocilie do nadložní relativně těžké gelatinosní vrstvy. Cilie jsou uspořádány tak, že skupina kratších stereocilií obklopuje jednu nejdelší kinocilii, navzájem jsou přitom spojeny aktino-myosinovými filamenty.



Obr. 2: vláskové buňky vestibulárního analyzátoru /dle Dickmanna (28)/

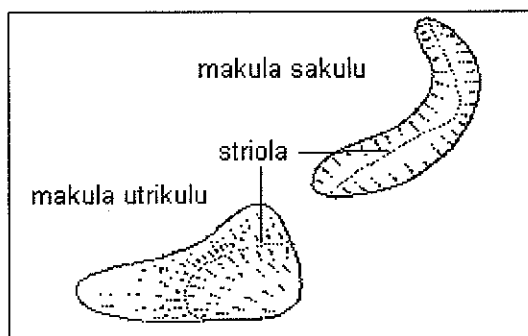
Při změně polohy hlavy vůči vektoru rychlosti se vychylují stereocilie směrem ke kinocilii nebo od ní, a tím otvírají resp. zavírají iontové kanály za vzniku depolarizace resp. hyperpolarizace. Funkční polaritu vláskových buněk přitom určuje kinocilie – při přiblížení stereocilií ke kinocilii reaguje vlásková buňka generátorovým mechanismem depolarizace (pokles negativity membránového napětí) při oddálení dochází k hyperpolarizaci (vzrůst membránového napětí). Tato aktivita přitom není stranově symetrická – pohyb směrem ke kinocilii vyvolává větší změnu elektrického potenciálu než pohyb opačný (59). Popsaný mechanismus se nazývá mechanicky vrátkované kanály. Citlivost vláskových buněk na pohyb cilíí je obrovská – změna potenciálu se projeví při změně vzdálenosti o velikost atomu vodíku (106). I v klidové situaci se přitom na basi vláskové buňky uvolňuje neustále malé množství mediátoru, které je příčinou stálého klidového potenciálu přenášeného na bipolární neurony gn. vestibulare Scarpeae. Změny membránového potenciálu tuto spontánní aktivitu modulují (60).



Obr. 3: mechanika vláskových buněk /dle Dickmanna (28)/

Semicirkulární kanálky, tvořící dohromady tzv. *ampulární systém*, jsou uloženy v přibližně navzájem kolmých rovinách; každý kanálek reaguje na rotační zrychlení ve směru své roviny. Tyto roviny však nejsou při běžném vzpřímeném postavení hlavy zcela souběžné s vektorem gravitace - např. laterální kanálek reaguje nejvíce při flexi hlavy cca. 30°. Proto za běžných okolností (při vzpřímeném postoji) je informace ze semicirkulárních kanálků předávána duplicitně, ale vždy stranově mírně asymetricky (59).

Makula sakulu i utrikulu reagují na zrychlení s lineárním vektorem, tvoří tak spolu tzv. *makulární systém* (otolitový, sakulo-utrikulární). *Makula sakulu* přitom leží v rovině vertikální, proto reaguje ve vzpřímené poloze na gravitační sílu. *Makula utrikulu* se nachází v horizontální rovině, proto reaguje na horizontálně působící sílu. Odpovídající receptorové oblasti obou stran jsou navzájem v zrcadlovém postavení, proto mají opačnou polaritu. Tímto způsobem je předávána vestibulární informace centripetálně duplicitně. Vzhledem k asymetrii hyper- a depolarizačního potenciálu ani bioelektrický signál ze statických makul není nikdy absolutně stranově symetrický.



Obr. 4: vektorová polarita makul /dle Dickmanna (28)/

Nervové impulsy ze všech pěti receptorových oblastí se na každé straně šíří dendrity bipolárních buněk uložených v *ganglion vestibulare Scarpae*. Konečným větvením *n. vestibularis* je ramus sup., který s lícním nervem vstupuje do vnitřního zvukovodu a přenáší impulsy z utrikulu, předního a laterálního polokruhovitěho kanálku; ramus inferior probíhá v blízkosti kochleárního nervu a přenáší impulsy ze sakulu a zadního polokruhovitěho kanálku. Cévní a nervové zásobení receptorových vestibulárních oblastí je tedy analogické, což je důležité pro pochopení projevů cévních lézí vestibulárního labyrintu.

Horní i dolní větve vestibulárního nervu se spojují a jako součást VIII. hlavového nervu procházejí vnitřním zvukovodem a dále mostomozečkovým úhlem, do vestibulárních jader v prodloužené míše a částečně též přímo do noduloflokulárního laloku mozečku (*tractus vestibulo-cerebellaris directus*).

Poškození periferního vestibulárního orgánu

Periferní vestibulární léze se projevuje souborem příznaků, které se souhrnně označují jako *harmonický vestibulární syndrom*. Ten je při akutní lézi charakterizován souborem příznaků (syndromem):

- *Percepční syndrom* vyplývající z poruchy prostorového vnímání: rotační závrať s vegetativní symptomatologií (nausea, vomitus), korelující s dynamikou vestibulární léze,
- *Okulomotorický syndrom* vyplývající z poruchy vestibulo-okulomotorického reflexu: nystagmus (horizontálně-rotační), reakce oční torse a náklonu oční horizontály, narušení zrakové ostrosti při pohybu (rozostřené vidění),
- *Posturální syndrom* vyplývající z poruchy vestibulo-spinálního reflexu: náklon (tonická úchylka) hlavy a trupu podle osy vestibulárních labyrintů.

U periferní vestibulární léze se jedná o relativně jednoduchou reflexní reakci, proto jsou tyto příznaky v tzv. vzájemné harmonii, tzn. že v zánikové fázi pomalá (patologická) složka nystagmu a tonické úchyly (pulse) směřují na stranu léze (v iritační a úzdravné fázi je tomu stranově opačně). Ačkoliv receptorové oblasti detekují energii působící v jakémkoliv vektoru, vnímají nejlépe rychlé pohyby o frekvenci 1-10 Hz (59, 101) – proto je pro periferní vestibulární lézi typická závrať při rychlých pohybech hlavy (náhlé otočení, běh apod.). Naopak detekce pomalých pohybů hlavy s konstantní rychlostí, stejně jako rozlišení kývavého pohybu od lineárního zrychlení, je pro vestibulární systém problematické. Centrální nervový systém v těchto případech upřednostňuje pro vnímání prostorové orientace vizuální informace a vzniká tak smyslový konflikt (kinetóza) – u nemocných s oboustranně vyřazeným vestibulárním ústrojím se neobjevuje (59).

Centrální vestibulární systém

Centrální vestibulární systém je anatomicky i funkčně nepřesně ohraničený systémový blok, charakterizovaný svou funkcí:

- -udržení posturální rovnováhy ve stoji i pohybu,
- -udržení zrakové ostrosti při pohybu subjektu a/nebo sledovaného objektu,
- -udržování vědomí prostorové orientace,
- -reakce (vegetativní, psychická) na neadekvátní nebo patologické vestibulární podněty.

Anatomickými oblastmi centrálního nervového systému, zapojenými významně do vestibulárních funkcí, jsou především vestibulární jádra, dále míšní motoneurony, jádra hlavových nervů (především okohybných, n. vagus), komplex olivární, „cerebelární“ retikulární formace a některé (do vestibulárního systému zapojené) thalamické a korové oblasti. Hlavním orgánem koordinace a kontroly pohybů je pak mozeček, kde se vestibulární podněty integrují s podněty ostatních smyslů informujících o poloze a pohybu (především zrak, hmat a propiocepce, evt. sluch) do výsledného mechanismu kontroly veškeré motoriky při zachování posturální rovnováhy.

Tyto oblasti jsou propojeny pomocí nervových spojení, z nichž funkčně nejvýznamnější jsou dráha spino-vestibulární a cerviko-vestibulární, vestibulo-spinální, spojení vestibulo-okulomotorická (fasciculus longitudinalis med.), vestibulo-cerebelární a vestibulo-thalamo-kortikální.

Jádra v prodloužené míše

Vestibulární jádra jsou uložena na povrchu spodiny IV. mozkové komory, laterálně od jader trigeminových a mediálně od jader kochleárních.

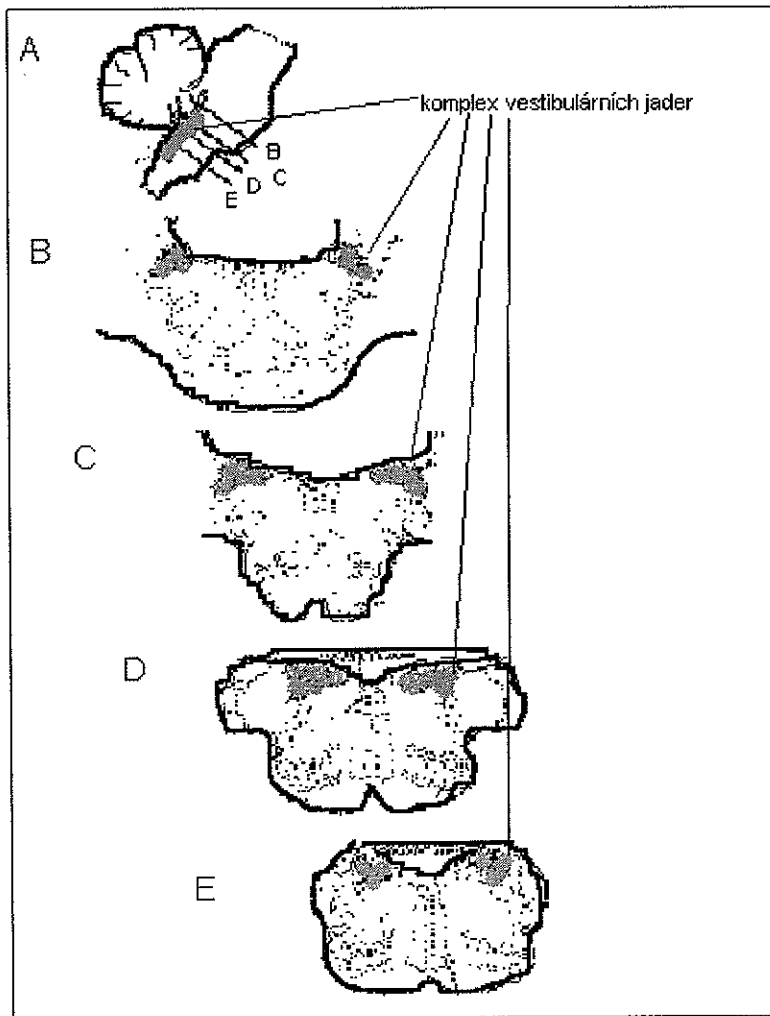
Nc. vestibularis superior (nc. Bechterewi) je z nich uloženo nejvíce povrchově a kraniálně. Přijímá vestibulární signály zejména z ampulárního systému (vestibulotopicky z každého kanálku v jiné oblasti), nejméně ze statických makul.

Nc. vestibularis medialis (nc. Schwalbei) je největší. Přijímá vestibulární signály zejména z ampulárního systému.

Nc. vestibularis lateralis (nc. Deitersi), obsahující velké (Deitersovy) neurony, je uloženo laterálně od Schwalbeho mediálního jádra. Přijímá vestibulární signály zejm. ze statických makul.

Nc. vestibularis inferior (nc. Roller) se nachází laterokaudálně od jádra Schwalbeho. Přijímá vestibulární signály zejména z makulárního systému, nejméně (a nejméně specificky) ze semicirkulárních kanálků.

Nucleus X je malé jádro připojené kaudálně k jádru Rollerovu. Přijímá většinu spinovestibulárních podnětů.



Obr. 5: vestibulární jádra /volně podle Dickmanna (28)/

Aferentaci přijímají vestibulární jádra z vestibulárního labyrintu, míšních neuronů a mozečku cestou corpus iuxtarestiforme dolního pedunklu (excitační podněty glutamát- nebo aspartát-ergní zejm. z noduloflokulárního laloku a nc. fastigii; inhibiční GABA-ergní z Purkyněho buněk archicerebella).

Eferentací vestibulárních jader jsou zejména vestibulocerebellum (*tractus vestibulo-cerebellaris indirectus*), kontralaterální vestibulární jádra, míšní motoneurony (*tr. vestibulo-spinalis med.* pro šjíjové svaly, *tr. vestibulo-spinalis lat.* pro trupové antigravitační svaly) a jádra hlavových nervů (*fasciculus longitudinalis med.*). Specifická organizace vestibulárních jader přitom umožňuje směrovou selektivitu projekce jejich neuronů.

Funkce vestibulárních jader je tak především převodní (relé) pro hmatové, propiocepční a vestibulární informace do vyšších center, a realizace evolučně archaických posturálních a okulomotorických reflexů.

Léze v oblasti vestibulárních jader se projevuje harmonickým vestibulárním syndromem. Od léze periferního vestibulárního orgánu ji odlišují další příznaky přidruženého poškození oblongaty (izolované postižení vestibulárních jader je klinicky zcela nepravděpodobné), tonické úchylny nejsou závislé na poloze hlavy.

V oblasti prodloužené míchy je umístěno malé jádro *nc. praepositus n. hypoglossi*. Uplatňuje se při tzv. krátkodobé paměti vestibulárního systému, která je příčinou latence (až na 60ms), o kterou se prodlužuje percepce pohybu vestibulárním systémem. Jeho léze (podobně jako kompenzovaný periferní vestibulární deficit) se projevuje zpravidla zkrácením post-rotacího nystagmu (59).

V mozkovém kmeni se nacházejí olivární jádra (*nuclei olivares*) s relační (přepojovací) funkcí. Hlavním a největším z nich je u člověka *nc. olivaris inf.* tvaru olivy, uložené na laterální straně oblongaty. Jádra přijímají propiocepční informace z míchy cestou postranních a zejména zadních provazců (26), *nc. ruber*, retikulární formace, mozečku, tekta a kortexu. Eferentní *tractus olivocerebellaris* po zkřížení končí jako aktivační šplhavá vlákna na dentritech Purkyňových buněk. Menší akcesorní a zadní olivární jádro vysílá spojení do dolní olivy a do mozečku.

Na kmenové úrovni se odehrává většina reflexních mechanismů, zajišťujících posturální rovnováhu v klidu i při pohybu. Souhrnně se nazývají jako *vzpřimovací reflexy*: reflex vestibulo-spinální (posturální), reflex vestibulo-okulomotorický (-okulární), a reflex cerviko-vestibulární.

Mozeček

Mozeček je hlavním regulačním centrem tělesné motoriky, integrativním orgánem koordinace a synchronizace pohybu za současného udržení posturální rovnováhy. Hlavními mechanismy k dosažení těchto cílů je schopnost neustálého monitoringu a adjustace veškeré trupové a končetinové motoriky, anticipace a automatizace těchto pohybů, proto se mozeček významně uplatňuje m.j. při motorickém učení a paměti. Činnost mozečku probíhá mimo vědomí a vykazuje vysokou míru funkční plasticity.

Posturální stabilitu zajišťuje mozeček především udržováním neustálého klidového i pohybového svalového tonu, kontrolou volných pohybů a jejich neustálým porovnáváním s realitou zprostředkovanou informacemi ze smyslových systémů (zejména zrakového, hmatového, propioceptivního a vestibulárního, okrajově též sluchového).

Vývojově mozeček sestává ze tří funkčně odlišitelných celků:

Archicerebellum je nejstarší část, přítomná u všech obratlovců. Je tvořena především noduloflokulárním lalokem a funkčně souvisí s vestibulárními jádry (proto též: *vestibulocerebellum*), se kterými je spojena recipročními drahami. Funkčně představuje tato část mozečku mechanismus kontroly a koordinace pohybů v závislosti na informaci o gravitačním vektoru.

Paleocerebellum je mladší část, anatomicky zaujímající přední lalok a vermis mozečku. Dostává spinocerebelárními drahami (proto též: *spinocerebellum*) propioceptivní impulsy ze svalů, především antigravitačních. Zprostředkovává tedy udržení rovnovážné polohy a koordinaci pohybů v závislosti na postavení jedince.

Neocerebellum je vývojově nejmladší a u člověka největší část mozečku. Je cílem kortiko-pontinních drah (proto též: *pontocerebellum*). Zajišťuje koordinaci jemné motoriky a je hlavní oblastí motorického učení a paměti mozečku.

Anatomicky (makroskopicky) mozeček vychází z alární ploténky mozkového kmene, a dělí se na centrální *vermis* a laterální *mozečkové hemisféry* - předozadně jsou tyto struktury odděleny na dále anatomicky členěný přední, zadní a noduloflokulární lalok. Na řezu mozečku rozlišujeme kůru a mozečková jádra.

Kůra mozečku

Mikroskopicky je kůra mozečku nápadně uniformní a je tvořena třemi vrstvami. Povrchové *stratum gangliosum* obsahuje *Purkyněho buňky*, které dostávají aferentaci aktivační i inhibiční, jejich působení je přitom pouze inhibiční, cílené na mozečková jádra. *Stratum moleculare* obsahuje hvězdicovité a (hlouběji uložené) košíčkové buňky. Jejich axony probíhají jako paralelní vlákna a působí aktivačně na Purkyněho buňky. Hluboká granulózní vrstva (*stratum granulosum*) obsahuje dva typy buněk - *granulární buňky* sbírají aferentaci z tzv. mozečkových glomerulů a působí cestou paralelních vláken aktivačně na Purkyněho buňky; *Golgiho buňky* dostávají aferentaci ze všech vrstev mozečkové kůry a jsou ovlivňovány zejm. granulárními buňkami (aktivačně) a zpětnými kolaterálami Purkyněových buněk (inhibičně), samy na ně též působí inhibičně (GABA-ergně).

Funkcí mozečkové kůry je příjem všech signálů týkajících se motoriky a jejich průběžná kontrola.

Aferentaci přitom realizují:

- *šplhavá vlákna* s aktivačním účinkem (z nc. olivaris inf. cestou tr. olivocerebellaris), přesně cílená na jednotlivé Purkyněho buňky.

Mechová vlákna přivádějí aferentaci:

- 1. z gn. vestibulare Scarpae (tr. vestibulo-cerebellaris directus) a vestibulárních jader (tr. vestibulocerebellaris indirectus) především taktilní a proprioceptivní do kůry spinálního mozečku,
- 2. z míchy (informace z nc. gracilis Golli, cuneatus Burdachi a cuneatus accessorius cestou lemniskového systému zadních provazců (26) jako tr. spinocerebellaris post., ant., tr. cuneocerebellaris),
- 3. z oblongaty (tr. bulbocerebellares),
- 4. z pontu (tr. nucleo-cerebellares),
- 5. z retikulární formace (zkřížená i nezkřížená vlákna) převážně do vermální zóny (26).
- 6. nepřímo z kortexu (premotorická, motorická, sensitivní a zraková oblast) přes nc.-i pontis (cestou tr. corticopontini a pontocerebellaris).

Eferentace mozečkové kůry se realizuje prostřednictvím Purkyněho buněk, které působí inhibičně na mozečková jádra (částečně též přímo na vestibulární jádra jako tractus flocculo- a nodulo-vestibularis) (26). Výsledkem protichůdného inhibičního působení neuronů molekulární vrstvy a aktivačního působení granulárních buněk granulózní vrstvy (paralelní vlákna) je intenzita inhibičního působení Purkyněových buněk na mozečková jádra. Rychlý zánik všech aferentních impulsů v inhibičních spojích přitom zajišťuje, že je kůra mozečku stále připravena na nové informace. Evidentní (až 40:1) převaha aferentních spojů nad eferentními podtrhuje její regulační význam mozečkové kůry (26).

Mozečková jádra

Mozečková jádra jsou oblasti šedé hmoty uvnitř mozečku. Přijímají inhibiční aferentaci z Purkyněových buněk mozečkové kůry a aktivační impulsy z kolaterál šplhavých vláken (z olivárního komplexu) a mechových vláken (z ostatních jader).

Nucleus fastigii přijímá inhibiční aferentaci Purkyněových buněk z mediální (vermální) zóny, významem tak souvisí s paleocerebelární funkcí mozečku. Eferentní *tractus cerebello-vestibularis* (fastigio-vestibularis) představuje mozečkovou odpověď na vestibulární podněty

(spojení s především Deitersovým vestibulárním jádrem, přepojujícím na vestibulo-spinální dráhu). Jádro představuje též spojení vermis zkříženě přes retikulární formaci míšními a hlavovými motoneurony a thalamem (26).

Nucleus interpositus (souhrnné označení pro *nc. emboliformis* a *nc. globosus*) je ovlivňován mozečkovou kůrou z oblasti paravermální zóny. Vysílá axony do *nc. ruber* (odkud se vracejí zpětná vlákna; *tr. rubro-spinalis* pak dále aktivuje flexory), olivárních jader a thalamu.

Nucleus dentatus je největší mozečkové jádro, nejlaterálněji uložené. Funkčně je spojen s aferentací z oblasti laterální zóny hemisfér, souvisí tak s neocerebelární kůrou. Vysílá zkřížená vlákna do *nc. vestibularis lat.*, retikulární formace, dolní olivy, *nc. ruber*, k jádru *nc. oculomotorii* a intersticiálních jader (*Cajal, Darkševič*) pro ovlivnění okulomotoriky, a do thalamu (zejm. do ventrolaterální skupiny jader).

Motorické kontroly mozeček dosahuje pomocí systému reverberačních spojení (58) - mezi nejvýznamnější patří *Papezův kontrolní mozečkový okruh*, představovaný spojením cerebellum – *nc. ruber* – oliva inf. – cerebellum (26).

Porucha mozečku

Porucha mozečkových funkcí se projevuje především jako porucha koordinace a detailů realizace svalových pohybů. Charakter postižení odpovídá do velké míry hierarchickému členění mozečku:

Archicerebelární léze se projevují homolaterálně, bez závislosti na postavení hlavy (labyrintů) vůči trupu, symptomatologií především:

- horizontální nystagmus (latentní či manifestní) a dyskoordinace sledovacích a sakadických pohybů očních.
- rotační závrat' a laterální pulse při vyšetření vestibulo-spinálního reflexu, nezávislá na poloze hlavy.

Paleocerebelární léze se projevují především jako „*velká asynergie*“ (77), tj. motorická dyskoordinace trupových svalů:

- porucha stoje a především chůze, která je dyskoordinovaná, neplynulá
- rebound-fenomén
- homolaterální pokles svalového tonu

Neocerebelární léze se projevují zejména poruchou homolaterální jemné volní motoriky, klinicky lze pozorovat soubor příznaků:

- „malá asynergie“ (77), tj. asynergie při provádění jemných pohybů:
- dysdiadochokinesa (neschopnost rychlých rytmických pohybů, patrná především na ruce)
- cerebelární dysartrie (skandovaná nekoordinovaná řeč s hesitacemi) a dysgrafie (především megagrafie)
- dysmetrie (hypermetrie taxie, např. prst-nos, dysmetrie písma), rebound-fenomén
- intenční (kinetický) tremor,
- svalová pasivita (pokles svalového tonu), sukuse trupu při rozkývání
- *myoklonie* hlavy a očí (*optoklonus* – jsou typické pro léze *nc. dentatus*)

Toto klinické ohraničení archi-, paleo- a neocerebelárních lézí však je zjednodušující a neodpovídající složitosti funkčního zapojení mozečku. Kortikální léze zůstávají též dlouho (především v důsledku funkční plasticity mozečku) klinicky latentní a k zjevným poruchám dochází často až při postižení mozečkových jader (60), což platí především pro *neocerebellum*.

Mezencefalická jádra zapojená do vestibulárního systému

Tegmentum mesencephali obsahuje rostrálně od horních koliklů *nc. ruber* (26) - ovoidní párové jádro vývojově patřící k vestibulárnímu systému (pigment železa v některých jeho buňkách způsobují červenavou barvu jádra). Představuje důležité místo přepojení drah kontrolujících pohyby. Jeho *pars parvocellularis* s malými buňkami, u člověka tvořící většinu jádra, vydává axony do dolního olivárního jádra, retikulární formace, a jader zadních provazců (především *nc. cuneatus accessorius* převádějícího proprioceptivní informace z horní části trupu do mozečku). *Pars magnocellularis nc. rubris* (evolučně starší) cestou *tr. rubro-spinalis* aktivuje flexory a inhibuje extensory (26).

Tegment mezimozku obsahuje též jádra okohybných nervů a retikulární formaci, které mají přímé spojení s vestibulárními jádry.

Tectum, resp. pretektální oblast, představuje centrum podkorových reflexních pohybů očí a trupu za zrakovými a sluchovými podněty v koordinaci s proprioceptivními a vestibulárními informacemi (26). *Colliculus sup.* integruje aferentaci z mozečku s podněty

především zrakovými a proprioceptivními. Z hlediska vestibulárního systému jsou důležité eferentace k jádrům hlavových nervů, do míchy a olivy a spojení s jádry (nc. Cajali, nc. Darkševiči) řízení vertikálních pohybů, konvergence a akomodace očí (tekto-intersticiální spojení), která tvoří tzv. *akcesorní optický systém*.

Léze mesencefalických vestibulárních oblastí se vyskytuje především jako součást širší symptomatologie mesencefalických lézí, dochází přitom k poruše okohybných pohybů a koordinace pohybů těla volních a v závislosti na vizuálních a somatosensorických podnětech.

Retikulární formace

Tzv. *cerebelární systém retikulární formace* tvoří několik difusně rozložených jader: *nc. reticularis tegmenti pontis (Bechterewi)* uložené na dorsální straně pontinních jader (přijímá a do mozečku předává především impulsy z vestibulárních jader a kortexu), *nc. reticularis lat.* (v laterálním systému retikulární formace, přepojuje podněty z míchy, vestibulárních jader, *nc. ruber* a kortexu) a *nc. reticularis paramedianus* (předává zejm. podněty z kortexu). Jejich dráhy (*tractus reticulocerebellares*) zprostředkovávají modulované informace z výše uvedených struktur. Funkce tohoto systému je především aktivace a inhibice činnosti vestibulárního systému, představují též patrně spouštěcí místo vegetativních reflexů (nausea, zvracení) vyvolávaných poruchou vestibulárního systému (26). *Centrum horizontálního pohledu* pontinní retikulární formace zajišťuje reflex konjugovaných očních pohybů (59).

Thalamické a korové vestibulární oblasti

Neurony thalamických jader představují vrchol tříneuronového ascendentního spojení pojmenovaného *vestibulární dráha* (vestibulo-thalamo-kortikální). Vestibulární projekce do thalamických drah, nezcela dosud probádané, směřují do dvou oblastí. „Specifické“ *nc. ventralis posterolateralis thalami* (jeho basální část) projikuje do Brodmanovy korové oblasti 2v a 3a (v blízkosti sluchového kortexu), která patrně představuje korovou oblast vědomé vestibulární percepce. Dorsálně uložená „asociační“ jádra pulvinaru (*nc. ventralis post. inf. thalami* - zadní jádra mediální části pulvinaru u corpus geniculatum mediale, v blízkosti thalamických jader sluchových) dostávají aferentaci z *nc. dentatus* mozečku (26), a samy projikují do asociačního kortexu zejména v oblasti sulcus intraparietalis. Stimulace thalamických jader a některých částí vestibulárního kortexu vyvolává pocity probíhajícího pohybu a závratě. Byla prokázána u primátů i sestupná spojení kortiko-vestibulární do vestibulárních jader z parieto-insulárního kortexu (které ovlivňuje vestibulo-okulomotorický systém) a z cingulárního kortexu (pro posturální systém), která tak zřejmě představují možnost volního ovlivnění vestibulárních reflexů (1).

Vestibulární kortex je reprezentován tedy více anatomickými oblastmi, funkčně distribuovanými zejména v asociačních oblastech mozkové kůry, vykazuje přitom dominanci pravostranné hemisféry.

Reflexní mechanismy na vyšší úrovni (mezimozku, thalamu) zajišťují složitější reflexní koordinaci pohybu očí, hlavy a trupu za vizuálními, sluchovými a hmatovými podněty. Tyto reakce nemají charakter primárně vestibulárních reflexů, jsou ale v zájmu udržení posturální rovnováhy (jako všechny pohybové aktivity obecně) vestibulárním systémem modulovány.

Vizuální systém

Vizuální systém je hlavním smyslovým systémem, informujícím o poloze vzdálených předmětů. Zrak je tak hlavním smyslovým systémem podílejícím se na prostorové orientaci a vnímání absolutní polohy jedince v prostoru v klidu a při pohybu. Pro systém udržení posturální rovnováhy je významná zejména percepce *vizuální vertikály* (vertikální zraková orientace - zrakové uvědomění směrů „nahore“ a „dole“), jejíž vnímání konkuruje percepci gravitační vertikály (59). Při podráždění vestibulárního systému vzniká proto smyslový konflikt založený především na rozporu informací vestibulárních a zrakových.. Zrak se též uplatňuje jako základní kompenzační mechanismus při poruchách vestibulárního systému.

Výpadek (slepota, tma) v prostorové orientaci je klinicky významný zejména pro pohyb, kdy je jedinec ochuzen o většinu informací o své pozici v prostoru a vztahu k okolním předmětům. Ztráta vizuální vertikály je pak kompensována vestibulárním systémem a hmatem (z chodidel). Při poruchách zraku dochází k poruchám prostorové orientace, které jsou některými autory nazývány jako *vizuální vertigo* (44, 93). Pro sledování vzdálených objektů je význam zraku zcela nenahraditelný, při slepotě jej částečně kompenzuje sluch.

Somatoceptivní systém

Proprioceptivní systém kloubních, svalových a šlachových tělísek informuje o napětí šlach a svalů a poloze kloubů. Tím zprostředkovává informace též o jednotlivých tělesných člancích a vytváří vnímání posturálního tělesného schématu (59). Nejdůležitější z propriocepce v systému udržení rovnováhy je informace z šíjových a antigravitačních svalů. *Receptory oblasti šíje a krku* jsou důležité zejména z oblasti prvních tří krčních segmentů, které se nejvíce účastní pohybů hlavy. Proprioceptory jsou zde hustě uloženy v hluboké paravertebrální svalové vrstvě (zejm. m.splenius capitis, m. rectus capitis major, m.longissimus capitis, m.semispinalis capitis, subokcipitálních svalech) a v dalších tkáních

(vazivo, fascie, kloubní pouzdra). Pracují jako dynamometry a citlivě reagují na změny délky a napětí ve tkáni - informují tak o postavení a pohybech hlavy vůči trupu. Informace z šijových periferních proprioceptorů jdou cestou spinovestibulárních drah přímo do vestibulárních jader. Současně byla popsána přímá projekce z prvních tří cervikálních kořenů do nucleus vestibularis inferior (21, 18).

Hmat, reprezentovaný především *mechanoreceptory chodidel*, má pro posturální rovnováhu důležitost především pro informace o tlaku těla na podloží; při hmatu rukama se uplatňuje informace i z tohoto kompenzačního manévru. Při výpadku vizuálního systému (slepota, tma) se hmat uplatňuje též v orientaci (mezi blízkými předměty, na dosah končetin).

Sluchový systém

Sluch se podílí na prostorové orientaci (a tím na udržení posturální stability) jen zcela okrajově. Při výpadku vizuálního systému se tato funkce uplatňuje více – u nevidomých se sluch stává významným náhradním mechanismem prostorové orientace a sledování pohyblivých objektů (zvukově se projevujících). Uplatňuje se přitom zejména zpracování binaurálně rozdílných informací o fázi, intenzitě a frekvenci přicházejícího zvuku, který se mění podle postavení boltce, zvukovodu, akustického stínu hlavy a rychlosti a směru pohybu slyšeného předmětu.

1.2.2 Mechanismy udržení posturální rovnováhy

Reflexy udržující přesnost vidění

Význam této soustavy reflexů spočívá v udržení zrakové ostrosti v motorickém klidu i při pohybu, tzn. neustálé projekci sledovaného subjektu v místě nejostřejšího vidění (macula lutea), takto zajištěná nepřetržitá vizuální informace se významným způsobem podílí na prostorové orientaci a tím udržení posturální rovnováhy. Zraková ostrost je zajištěna volními a především mimovolními (reflexními) očními pohyby, na jejichž aktivaci a funkčnosti se podílí především vizuální a vestibulární percepce (polohocit).

Vizuo-okulomotorické reflexy

Jedná se o reflexní oční pohyby realizované zrakovým systémem (interakce vizuo-okulomotorická, syn. vizuo-okulární, opto-okulomotorická), umožňující efektivní sledování pohyblivého předmětu. Základní reflexy, umožňující složitější reflexní sledování předmětů, jsou (60):

- *Konjugované (versivní) symetrické oční pohyby* umožňují ostrost vidění předmětů ve ventro-dorsálním směru.
- *Disjugované (vergentní) symetrické oční pohyby* umožňují ostrost vidění předmětů v horizontálním a vertikálním pohybu.
- *Asymetrické klouzavé oční pohyby (glidy) a trhavé (jerky)* slouží k eliminaci fenoménu tzv. *kompletní stabilizace zrakového obrazu* (který by byl příčinou zániku zrakového vjemu pozorovaného předmětu).

Sakadické pohyby oční

Sakadické oční pohyby (SOP, saccadic eye movement) umožňují okamžité zaměření zraku na objekt zájmu nacházející se mimo centrum zorného pole. Hlavní úlohu přitom hrají colliculi sup., které percipují pohybovou složku vizuálního podnětu přímo nervovými vlákny ze sítnice a transformují ji v reflexní stáčení očí (cestou tr. tecto-reticularis – fasciculus longitudinalis med.) a hlavy (cestou tr. tecto-spinalis).

Plynulé sledovací pohyby oční

Plynulé sledovací oční pohyby (PSOP, smooth pursuit) jsou konjugované reflexní oční pohyby umožňující sledování pomalu se pohybujícího (<30°/s) předmětu v zorném poli. Eferentní část probíhá cestou macula lutea - thalamus (corpus geniculatum lat.) – zrková kůra; motorický povel je převáděn z pontinního centra pohledu přes mozeček a vestibulární jádra (kde jsou integrovány vestibulární informace o poloze a pohybu hlavy) na jádra okulomotorických nervů. Celý reflexní oblouk je relativně dlouhý, s latencí 70ms (59). Reflex je nepřítomen u novorozenců (fysiologická vývojová nezralost) a při dekortikaci.

Optokinetický reflex

Optokinetický reflex (optokinetický nystagmus, OKN) vzniká souhrou plynulých sledovacích a sakadických pohybů očních, a umožňuje tak zrkovou orientaci v rychle ubíhajícím prostoru. Uplatňuje se tak při sledování předmětů pohybujících se rychleji než zvládá reflex pomalého sledování (>30°/s) - např. při jízdě dopravním prostředkem. Zapojení reflexu je shodné jako u reflexu PSOP. K realizaci OKN je však z pohybu obrazu na sítnici kalkulována na úrovni zrakového kortexu rychlost pohybu předmětu. Do kojeneckého věku (a při dekortikaci) probíhá reflexní oblouk subkortikálně aktivací vestibulárních jader přes nc. praepositus hypoglossi – obejítí pontinního pohledového centra je příčinou nekonjugovaného charakteru těchto pohybů. Porucha okulomotorického systému (hypofunkce) může vyústit v snížení optokinetického nystagmu a poruchu výchylky těžiště (102).

Plynulé sledovací oční pohyby a optokinetický nystagmus jsou realizovány na korové úrovni v oblastech zrakového kortexu (okcipitálního, temporálního, parietálního laloku a frontálního okohybného pole). Na podkorové úrovni má klíčovou úlohu v reflexní detekci zrakové informace a její transformaci do okulomotorického povelu pretektální oblast (colliculus sup.). Cestou drah kortiko-tektálních a akcesorního vizuálního systému (viz str. 28) jsou pak tyto impulsy převáděny na okulomotorická jádra.

Aktivita vestibulárních jader ovlivňuje tyto reflexní oční pohyby, tak aby v klidu i při pohybu byl sledovaný předmět neustále držen v centru zorného pole. Objektivně se nám tato interakce jeví jako úhlové postavení sítnice a pohyb očních bulbů. Tato interakce funguje v posturálním klidu (statické reflexy) i při pohybu (dynamické reflexy). Na realizaci těchto reflexů se dále uplatňuje mozeček ve smyslu koordinace (precisnosti pohybů), adaptace a učení.

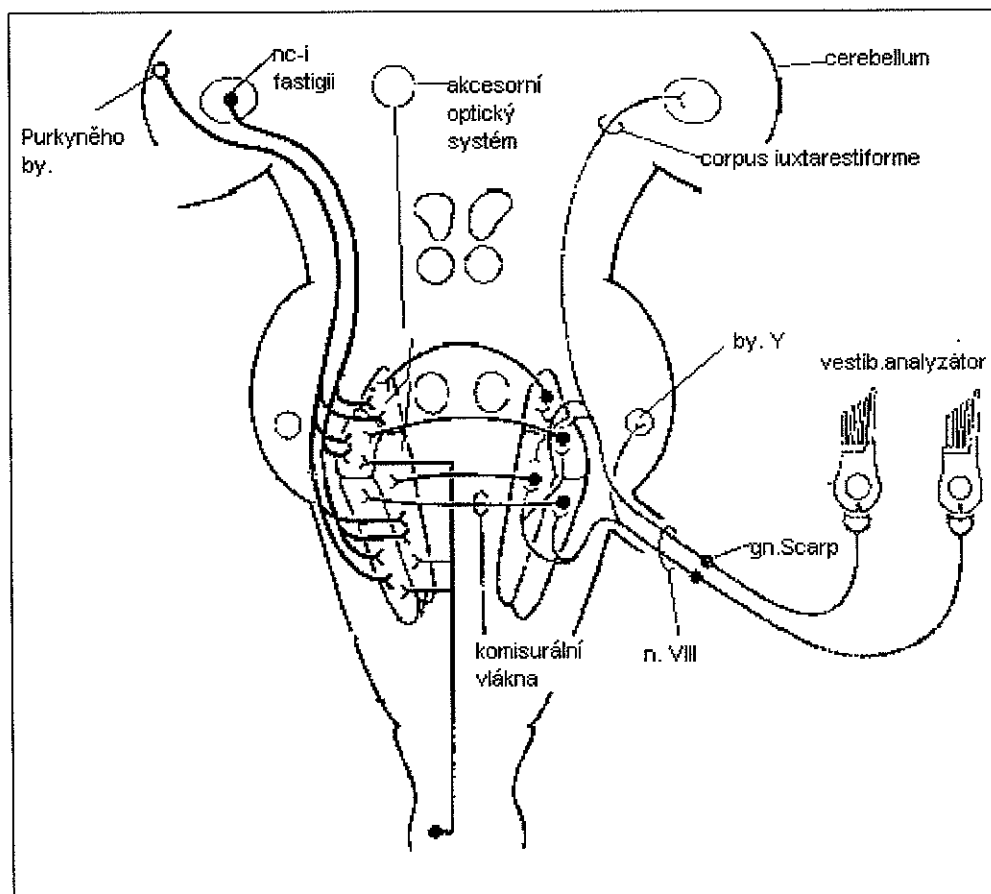
Vestibulo-okulomotorické reflexy

Ampulo-okulomotorický reflex

Nadprahové podráždění receptorové oblasti semicirkulárního kanálku vyvolá bifázický nystagmus s torsní složkou, každý semicirkulární kanálek je zdrojem pohybů ve své rovině. Tento fázický *ampulo-okulomotorický reflex* lze vyvolat rotací hlavy, termickou nebo elektrickou stimulací. Za fyziologických okolností se uplatňuje zejména při rychlých pohybech hlavou, protože na rozdíl od reflexu PSOP se díky kratším reflexnímu oblouku (labyrinth – vestibulární jádra – okulomotorická jádra) objevuje s podstatně rychleji (latence 7 – 10 ms).

Makulo-okulomotorický reflex

Za fyziologických okolností zachovává sítnice při pohybu hlavou stále stejnou orientaci. Toto stabilní postavení očí je zajištěno díky vestibulární informaci (především vestibulární percepce gravitační vertikály), a tímto způsobem je i při odchýlení hlavy od vzpřímeného postavení zachována správná percepce vizuální vertikály (vnímání „nahore“ a „dole“). Tento *makulo-okulomotorický reflex* zajišťuje krom postavení očí též svalový tonus v závislosti na orientaci hlavy.



Obr. 6: schéma vestibulo-okulomotorického reflexu /dle Dickmanna (28)/

Vyšetření okulomotorických reflexů

Provádí se pozorování postavení očí (sítnice) a očních pohybů v horizontální a vertikální rovině. Porucha verse a vergence očních pohybů se projevuje subjektivně jako *diplopie*, objektivně pozorovaná jako *strabismus* (šilhání). Při periferním vestibulárním deficitu má subjekt při pohybu hlavou a plynulém sledování zneostřené vidění a objevuje se *oscilopsie* s korekčními sakádami (na stranu léze). Ampulo-okulomotorický reflex (nystagmus) je patologický (nepřiměřený) při benigním paroxysmálním vertigu, při hypofunkci labyrintu je reflexní odpověď snížena; centrální desinhibice vyvolá hyperreflexii. Hodnotitelné testování jednotlivých vestibulárních receptorů je však prakticky nemožné pro nemožnost vyloučení kontralaterální stimulace a vlivů zraku a vědomí (59). Mozečkové léze se při vyšetření projevují různými formami neplynulostí, hypermetrií až dysmorfii reflexních očních pohybů.

Head-impulse-test, popsaný Halmagym (49), je jednoduchou dynamickou zkouškou reaktivity laterálního semicirkulárního kanálku, přijatelnou alternativou přístrojové objektivizaci ampulo-okulomotorického reflexu. Korekční sakáda při rychlé pasivní rotaci hlavy ke straně léze ukazuje na ipsilaterální vestibulární deficit.

Head-heave-test, demonstrováný Struppem (45), je dynamický test makulo-okulomotorické interakce. U periferní vestibulární léze dochází ke korekčním sakádám při laterálním pohybu hlavou (lineárně ve směru léze).

Head-shaking-test se při funkční imbalanci a poruše paměťového mechanismu vestibulárního systému projevuje přetrváváním nystagmických kmitů po potřesení hlavy.

Vyšetření subjektivní vertikály je statickým testem makulo-okulomotorického reflexu, odchylky subjektivní vertikály jsou známkou jeho poruchy. Metodou za zabýval již Černý (24), nověji ji referuje Vrabc (95, 109). Unilaterální deficit makulárních receptorů (především ze sakulu) je příčinou deviace subjektivní vertikály, *oční vertikála* projevuje náklon (*skew deviation*) a objevuje se *torsní reakce očí (ocular-tilt-reaction)* - *fotografie sítnice* odhalí její rotaci.

Objektivizace vestibulo-okulomotorické interakce se provádí standardně pomocí elektro-či videonystagmografie jako:

- vyšetření rotačního nystagmu (reflexu)
- vyšetření kalorického nystagmu (kalorický vestibulo-okulomotorický reflex)

Reflexy udržující posturální rovnováhu

Posturální reflexy jsou reflexní děje, zajišťující vzpřímení a udržení vzpřímené polohy. Za fyziologických okolností jsou hierarchicky uspořádány, tzn. že výše postavené reflexy převažují nad hierarchicky nižšími.

Somatoceptivní statické a vzpřimovací reakce.

Taktilním podrážděním plantárních mechanoreceptorů vzniká lokální reakce zvýšení tonusu končetiny. Flexe jedné končetiny vyvolá *segmentální reflex kontralaterální extense*. Tyto reakce jsou realizovány na úrovni spinální míchy, jejich smyslem je fixace končetiny. *Cerviko-spinální (šijový) reflex* vzniká reflexně při pohybu hlavy jako změna tonusu končetin (předklon vyvolává flexi předních končetin a extensi zadních končetin, záklon opačně, otočení hlavy vyvolává zvýšení rigidity kontralaterálních posturálních svalů), u člověka je patrný při decerebraci (62). Při taktilním podráždění boku dekontrovaného zvířete vzniká *tělový vzpřimovací reflex* (60).

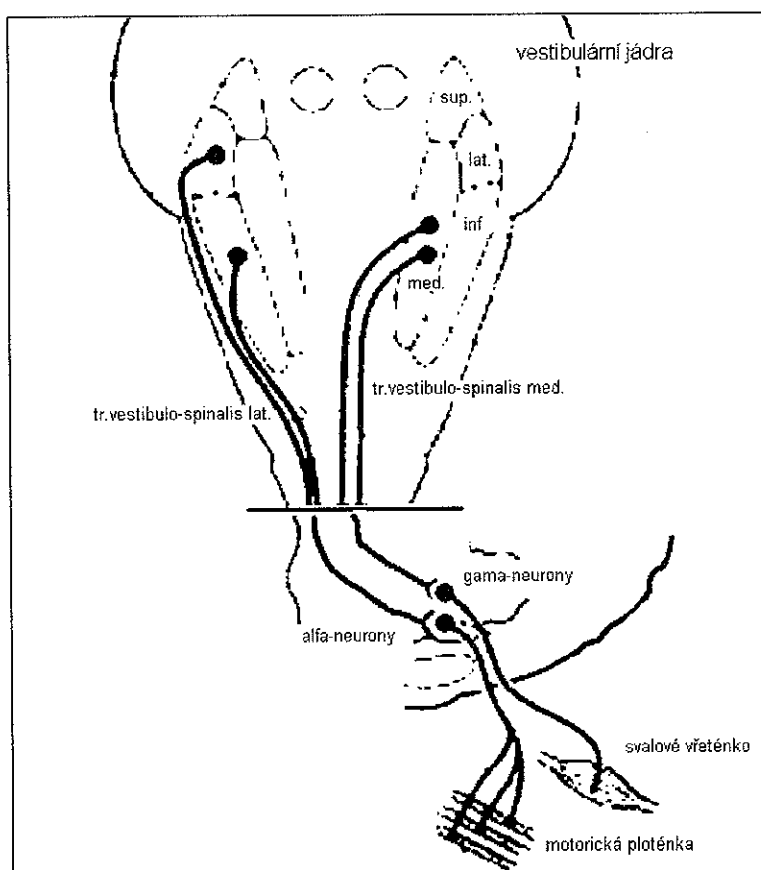
Vizuálně kontrolovaná posturální rovnováha

Při vzpřímení a udržení posturální rovnováhy se uplatňuje zrak na vědomé (kortikální) úrovni (*zrakové vzpřimovací reflexy* a *zraková umístovací reakce*). Při deafferentaci z obou labyrintů a šijových proprioceptorů není vzpřímení bez zrakové kontroly možné (60).

Vestibulárně modulované posturální reflexy

Vestibulo-spinální reflex

Podráždění labyrintů vyvolá reakci svalového tonu posturálních svalů. Při jednostranném deficitu informací ze statických makul je patrný pokles tonu ipsilaterálních extensorů (*tonický labyrintový reflex*), při podráždění ampulárních receptorů se objevuje stranová pulse. Při podráždění statických makul zrychlením (pád) se objevuje u zvířete *vestibulární umístovací reakce* - reflexní extenze předních končetin (60). Hodnocení vestibulo-spinální interakce se provádí především z vyšetření stoje (stoj I, II, III, Rombergův příznak) a chůze. Z vestibulo-spinálních testů na detekci poruchy posturální rovnováhy je nejcitlivějším (111) *stepping test*, popsany Unterbergerem a Fukudou (38).



Obr. 7: schéma vestibulo-spinálního reflexu /dle Dickmanna (28)/

Vestibulo-cervikální reflex

Tento reflex (syn.: vestibulo-kolický) zajišťuje při náklonu trupu neustálé vzpřímení hlavy pomocí šíjových svalů. Je vyvolán podrážděním makulárních receptorů. Reflex je svým zapojením shodný s reflexem vestibulo-spinálním, jehož je součástí (62).

Nereflexní mechanismy zvýšení posturální rovnováhy

Posturální rovnováhu je přitom možno ovlivnit dalšími způsoby, které se uplatňují především jako vůlí ovládaná stabilizace těla za fyziologických podmínek zvýšených nároků na rovnováhu (pohybující se prostor – např. dopravní prostředek), nebo jako náhradní mechanismus korekce poruchy rovnováhy při závratí.

Tyto mechanismy jsou především:

- Snížení těžiště (dřep, sed, lež) - volní aktivita využívaná především při krátkodobém vyrovnávání nerovnovážného prostředí (jízda, plavba, let) nebo poruchy rovnováhy (závrat').
- Fixace tělních segmentů (kloubů: přidržení se) a zvětšení podpěrné plochy (rozkročení, použití pomůcky: hole, chodítka) – dlouhodobější, reflexně-volní kompenzační mechanismus za fyziologických i patologických okolností.
- Změna tělesné výšky a váhy je relativně stabilním faktorem posturální stability (její změny se využívá např. ve sportu – vzpírání, zápas). V těchto hodnotách existují pohlavní rozdíly ovlivňující umístění tělesného těžiště - u muže (70kg/175cm) je asi 1cm před 3. křížovým obratlem (asi 105 cm nad zemí), u ženy stejných parametrů je o něco níže (35).

1.2.3 Porucha rovnováhy a její projevy

Porucha posturální rovnováhy vzniká při selhávání kompenzačních mechanismů posturálního systému. Klinicky se projevuje jako *posturální instabilita*, kterou pozorujeme ve dvou základních pozicích: stoj a chůze.

Patofyziologický mechanismus poruch rovnováhy je velmi různorodý – vedle poškození vestibulárního systému (systému posturální rovnováhy v užším slova smyslu) k poruše rovnováhy dochází v důsledku četných dalších příčin:

- porucha ostatních smyslových systémů (zejména vizuální, somatosensorický)

- porucha neuromuskulárního tonu (poruchy inervace a neuromuskulární onemocnění)
- poruchy vědomí různého původu (ischemický, toxický, neurologický)
- porucha hmotnostní tělesné symetrie (např. ztráta končetiny, skolióza aj. poruchy páteře)

Vestibulopatie je Gansem (40) myšlena jako funkční porucha periferního vestibulárního systému, charakterizovaná vysokou frekvencí nekompensovaných pocitů nejistoty nebo jednostrannou periferní vestibulární poruchou s nejistotou. V této práci je pod pojmem vestibulopatie, v souladu s etymologií tohoto slova, chápána obecně (jakákoliv) patologie vestibulárního systému.

Závrať

Příznaky spojené s poruchou rovnováhy jsou velmi důležitým faktorem pro hodnocení její příčiny. Základním příznakem poruchy rovnováhy vestibulárního původu je závrať, spojená s vegetativními a psychickými doprovodnými reakcemi.

Definice závratí není jednotná (1, 11, 72, 75, 99) - jedná se totiž o subjektivní komplex pocitů, spojený s psychickými a vegetativními pochody, pocitovanými a ovlivňovanými do různé míry na vědomé a podvědomé úrovni. Proto též neexistuje jednoznačný vztah mezi subjektivním prožíváním pojmu závrať a jeho interpretací pacientem i lékařem, prožitek závratí i celkový její projev je proměnlivý. Ačkoliv neexistuje konsensus definice závratí a příbuzných termínů, je potřebné terminologii vymezit.

Závrať (závrativý stav; *vertigo* - latinsky: vír, anglicky: vertigo) je v této práci a obdobně u dalších autorů (2, 27, 47, 66), definována jako obecný příznak (symptom) - subjektivní pocit, iluze (správněji: pseudoiluze) pohybu subjektu či okolí, desintegrace prostorového konceptu, probíhající na převážně vědomé úrovni, tak je též definována dle WHO (113). Daroff (27) rozlišuje čtyři kategorie závratí: *vertigo* ve výše uvedeném smyslu (pseudoiluze rotačního pohybu), dále „faintness“ (light-headedness) – „mrákoty“ (stav změny vědomí a subjektivního smyslového vnímání presynkopálního charakteru), jiné hlavové počitky, a vrávoravost - závrať ve smyslu poruchy rovnováhy převažující nad subjektivním počitkem závratě. V této práci se termínem *rotace* (*rotatio*) pojmenovává *vertigo* v užším smyslu rotační závratí, točení hlavy - typický projev akutní vestibulární léze. Pojem *dysekvilibrium* (nejistota rovnováhy, anglicky: dizziness, unsteadiness) zde znamená závrať ve smyslu pocitu

nejistoty stoje či chůze ne-rotačního charakteru, typická např. pro chronický vestibulární deficit; je přitom známo, že existují i jiné definice těchto pojmů (66, 62). Termínem *vertigines, závratě* (plurál od *vertigo, závrať*) jsou myšleny opakované závrativé příhody či období, *závrativost (vertiginositas)* v této práci znamená sklon k závratím (pohotovost k závratí při typickém spouštěcím faktoru jako např. u BPPV atp.).

Vestibulární závratě

Vestibulární závratě jsou výše popsané závrativé stavy, vznikající jako projev sensorického konfliktu mezi vestibulárními signály a informacemi z ostatních smyslových systémů udržení posturální rovnováhy (především zrakového). Jsou tak typickým projevem nekompensované vestibulární léze. Vestibulární závratě jsou průvodním příznakem periferního i centrálního vestibulárního syndromu, který je popsán dále (viz Diferenciální diagnostika poruch rovnováhy str. 45).

Fyziologická závrať (závrať „z přetížení“) s typickými vegetativními reakcemi (nausea, vomitus) a nálezy (nystagmus, posturální instabilita), vzniká i u zdravého člověka za podmínek neobvyklého (nepřirozeného) nebo přehnaného dráždění vestibulárního systému (hyperstimulace) v přirozených či simulovaných podmínkách. Tohoto mechanismu vyvolání závratí se užívá např. při testování funkce vestibulárního systému (kalorický test, rotační testy), vjemů z neobvyklých nadprahových vestibulárních stimulací využívá též zábavní průmysl (kolotoče apod.). Pocitu závratí lze dosáhnout i při smyslovém konfliktu vyvolaném „falešnou“ informací vizuální (*optokinetická závrať* na pohybových trenažérech či v zábavních biografech). Na převážně vizuálním spouštěcím podnětu (s významným psychickým faktorem) je zřejmě založena i *výšková závrať*. Využití výsledků studia těchto typů stimulací je vědecky důležité zejména pro výcvik pilotů a kosmonautů (101).

Ne-vestibulární závratě

Ne-vestibulární závrativé příhody jsou kvalitativní nebo kvantitativní poruchy vědomí, nepostihující primárně vestibulární systém (resp. systém posturální rovnováhy), které nemocní vnímají a interpretují jako závratě – často jako ne-rotačního charakteru. V případě náhlého průběhu je lze chápat i jako *záchvatovité příhody* ve smyslu neurologické terminologie (77). Jsou-li tyto stavy klinicky blíže specifikovatelné, pojmem *kolaps* (resp. *subkolaps, prekolaps*) pak označuje krátkodobé zhroucení (resp. téměř zhroucení) neurologického či psychického původu, termín *synkopa* znamená krátkou hypoperfusní příhodu CNS (s předpokládaným kardiovaskulárním mechanismem vzniku). Do skupiny záchvatovitých příhod lze zařadit i *drop-attacks* (náhlé neřízené pády) – ty mohou být i

projevem vestibulární patologie (typ Ménièrské ataky). Záchvatovitou poruchou rovnováhy se může projevit rovněž *epileptický záchvat* (vestibulární *epilepsie*).

Ostatní příznaky spojené se závratěmi

Vegetativní, ušní a neurologická symptomatologie je zmíněna u vestibulárních závratí výše. *Psychické změny* též významně ovlivňují vnímání závratí a její interpretaci pacientem lékaři. Zejména úzkost a snížená nálada (deprese) prožitek závratí stupňují, závratě a pocity nejistoty rovnováhy mohou být i průvodním jevem těchto psychických stavů, jsou i součástí diagnostických kritérií některých psychických poruch (52). Typ osobnosti pacienta, jeho myšlenkové procesy a mentální schopnosti též významným způsobem modifikují vlastní kvalitativní a kvantitativní hodnocení závratí.

Kromě kvalitativního popisu závratí existují možnosti kvantitativního posouzení subjektivní míry (velikosti) závratí. Nejpřesnější způsob subjektivní kvantifikace závratí a posouzení handicapu umožňují standardizované dotazníky (např. VDADLS, DHI, ASBCS, COPM), český překlad VDADLS u nás představil Jeřábek (57). Tato hodnocení jsou v praxi důležitá především pro vědecké a posudkové účely.

Klinické projevy poruchy rovnováhy

Porucha stoje (astasie)

Je charakterizována především těmito projevy:

- *titubace* (vrávorání): směrově různorodé, nespecifické výchylky tělesného těžiště při stoji.
- *pulse* (tah – laterální či předozadní): vychylování tělesného těžiště ve směru laterálního vektoru.
- *vertikální pád*: vyskytuje se u Ménièrských drop-attacks, především však je příznakem především ne-vestibulárních poruch rovnováhy, např. při poruše vědomí.

Porucha chůze (ataxie chůze)

Klinicky lze odlišit některé formy patologické chůze, vznikající při poškození významných podjednotek posturálního systému:

- *Vestibulární ataxie* (chůze) vzniká při manifestní periferní vestibulární lézi: při chůzi převažuje stranový tah (*pulse*) a pády ve směru postižené strany (u

zánikového syndromu; v iritační a úzdravné fázi je lateralita obrácená), zhoršující se při vizuální supresi.

- *Spinální ataxie* (chůze) je typická pro postižení zadních míšních provazců: střídavě hypo- a hypermetrická („cik-cak“), vrávoravá bez převažujícího vektoru pulse.
- *Cerebelární ataxie* (chůze) při poškození mozečku je charakterizována především „velkou asynergií“ se známkami hypermetrie (rozkročená „námořnická“ chůze), bez zhoršení při vizuální supresi, pulse mohou převažovat laterální či dozadu (ve směru pasivních flexorů).

Nystagmus

Nystagmus je jedním ze základních nálezů při vestibulární závratí. Klasifikace fyziologických a patologických nystagmických očních pohybů je důležitá pro posouzení typu poruchy rovnováhy. Popisuje se kvalita a kvantitativní parametry nystagmu, optimálně pomocí přístrojové techniky (elektronystagmografie, videonystagmografie).

Kvantitativní parametry nystagmu

Kvantitativní parametry nystagmu většinou korespondují typicky s velikostí závratí a posturální poruchy.

- ***Manifestace*** nystagmu: manifestní nystagmus (viditelný i při otevřených očích) je známkou nekompensované poruchy, latentní nystagmus (registrovatelný jen při zavřených očích nebo vyvolatelný provokační zkouškou) ukazuje na vizuální kompensaci.
- ***Stupeň*** nystagmu většinou odpovídá velikosti závratí. Rozlišují se tři stupně nystagmu (I. st.: nystagmus patrný jen při pohledu ve směru rychlé složky, II. st.: nystagmus zřejmý i při pohledu přímo, III. st.: nystagmus pozorovatelný i při pohledu na druhou stranu než je jeho rychlá složka).
- ***Frekvence a úhlová rychlost*** (pomalé složky nystagmu): ústup zánikové vestibulární symptomatologie bývá spojen se snížením frekvence i úhlové rychlosti nystagmu.
- ***Amplituda***: ústup závratí vestibulárního původu je typicky provázen snížením amplitudy nystagmu.
- ***Časový průběh***: doba nástupu, kulminace a konce provokovaného nystagmu při kalorické stimulaci koresponduje s dráždivostí vestibulárního systému: pro

zánikové vestibulární léze je typická hyporeflexie (areflexie), hyperreflexie se vyskytuje u iritačního syndromu, otevřeného středouší (perforace bubínku), centrálních vestibulárních lézí.

Kvalitativní parametry nystagmu

Kvalita nystagmu je významná pro topodiagnostické posouzení okulomotorické poruchy.

- ***Směr*** nystagmu: horizontální (resp. horizontálně-rotatorický je typický pro periferní vestibulární léze); vertikální, diagonální, rotatorický, směrově alternující nystagmus apod. (Q-vlny) je typický centrální topiky. Nystagmus v krajním pohledu se vyskytuje i fyziologicky.
- ***Koordinace***: periferní vestibulární léze jsou spojeny vždy s koordinovaným nystagmem, dyskoordinace je typická pro centrální léze, podobně jako nystagmus konvergentní, divergentní, undulující apod.
- ***Periodicita*** rytmu a amplitudy: periferní vestibulární léze jsou spojeny vždy s pravidelným nystagmem. Dysrytmie, formace nystagmů (oddělené -krocie či shluky - crochetage), stejně jako nepravidelnosti amplitudy (amplitudární dysharmonie, dysmetrie, optoklonus) jsou typické pro centrální léze.
- ***Charakter***: nystagmus u periferních vestibulárních lézí je vždy bifázický; monofázický pendulující a fázicky nepravidelný nystagmus hovoří pro centrální topiku. Specifický charakter má Bruns-Stewardsův nystagmus (typický pro velké nádory mostomozečkového koutu) aj.
- ***Typ*** nystagmu: spontánní nystagmus vzniká samostatně bez vyvolávacího momentu (vyskytuje se u akutních periferních vestibulárních lézí i centrálních poruch). Provokovaný (provokační) nystagmus vyvolaný polohou, polohováním (změnou polohy), účinkem teploty či galvanického proudu, třesem hlavy, vibrací apod., je předmětem provokačních zkoušek vestibulárního systému.

Ostatní nálezy při poruše rovnováhy

Závratě (především akutní) provázejí typicky vegetativní reakce (vomitus), spojené s kardiovaskulárními projevy a psychickou alterací (anxiosita, psychomotorická excitace), jejichž rozbor není předmětem této práce.

Vyšetření posturální rovnováhy

K vyšetření posturální rovnováhy patří především vyšetření stoje a chůze. Do neurootologického vyšetření patří dále pozorování očních pohybů a v širším smyslu vyšetření ušní oční a neurologické vč. vyšetření páteře.

Klinické pozorování stoje a chůze je základním a nezastupitelným vyšetřením posturální rovnováhy. Je nenáročné časově a nevyžaduje přístrojové vybavení, hlavní limitací je však subjektivní interpretace (závislost hodnocení na osobě vyšetřujícího) a s tím spojená dokumentace (problematické porovnávání výsledků pozorování). Vyšetření se provádějí zásadně jak při vizuální fixaci (otevřené oči) tak při supresi (oči zavřené nebo ve Frenzelových brýlích), takto přispívají významně k odlišení periferních od centrálních vestibulárních poruch (108).

Vyšetření stoje

Přirozený stoj (stoj I, S1) znamená postoj s mírně rozkročenou basí s otevřenýma očima. *Stoj spojný* (stoj II, S2) je totožný, s přinožením. *Stoj spojný s vizuální supresí* (zavřenýma očima; stoj III, S3) nejcitlivěji reaguje na narušení rovnováhy – patologickým příznakem jsou zejména titubace, přidržování, rozšiřování base, pulse (pády). Ještě citlivější pro odhalení posturální poruchy je *stoj na jedné noze*, kdy je snížena base těžiště a somatoceptivní kontrola rovnováhy, ještě citlivěji obráží schopnosti udržení rovnováhy. Pro vestibulární léze je typická titubace ve stoji s tonickými úchyly až stranovými pulsemi, u akutních periferních vestibulárních lézích souběžnými s osou labyrintů.

Rombergův příznak, popsaný prvně Moritzem Heinrichem Rombergem (90) jako příznak tabes dorsalis, je pozitivní v případě titubace při zavřených očích, nepřítomné při zrakové kontrole. Je známkou vestibulárních poruch a propioceptivních (spinálních) lézí.

Vyšetření chůze

Chůze je souborem pohybů, pro jejichž správné provedení je třeba pohybové koordinace, vestibulární, vizuální a propioceptivní informace, ale též fyziologický stav pyramidových a extrapyramidových funkcí a psychického ladění. Proto je její vyšetření citlivým, ale málo specifickým příznakem poruchy posturální rovnováhy.

Přirozená chůze znamená spontánní chůzi při otevřených očích. Chůze při zavřených očích je náročnější, její narušení je více nápadné při spinální než cerebelární ataxii (77). *Tandemová chůze* při zavřených očích je ještě citlivějším vyšetřením pro odhalení posturální poruchy.

Pro vestibulární léze je typická *chůze ataktická* (o rozšířené bazi, s nadměrnými souhyby), dyskoordinovaná. Typické charakteristiky vykazuje též *chůze parkinsonická*, *stařecká* („lakunérská“), *frontálně-apraktická*, *Hennerova provazochodecká* (psychicky ovlivněná), *hemiparetická*, *spastická*, *myopatická* atp. (77).

Vyšetření očních pohybů

Vyšetření očních pohybů je důležitou součástí diagnostiky poruch rovnováhy. Nálezy při pozorování očních pohybů jsou popsány v kapitole Nystagmus str. 41. Pozorování očních pohybů je též součástí vyšetření reflexů (viz kapitola Reflexy udržující přesnost vidění str. 31).

Přístrojová a komplementární vyšetření používaná při posuzování posturální rovnováhy

Přístrojové vyšetření vizuo-okulomotorické a vestibulo-okulomotorické interakce (*elektronystagmografie, ENG; videonystagmografie, VNG*) včetně svých subtestů (*kalorický test, rotační testy*), jsou rovněž nedílnou součástí vestibulární diagnostiky. Nejedná se však o metody vyšetření přímo posturální rovnováhy, proto nebudou v této práci dále rozebírány.

Přístrojovým vyšetřením, orientovaným na vyšetření posturální rovnováhy především, je posturografie a kraniokorpografie.

Kraniokorpografie (CCG), uvedená Claussenem (22) je podobně jako posturografie zaměřena na vyšetření posturální rovnováhy, resp. ataxii stoje a chůze. Ve svém principu se jedná o vyšetření objektivizující Rombergovu zkoušku a především Unterberger-Fukudův stepping test. Podstatou měření je registrace pohybů hlavy ve stoji a při chůzi na místě. Chůze je hodnocena pomocí čtyř hlavních hodnotících parametrů (longitudinální změna polohy, laterální úchylka, úhlová odchylka a úhlový odklon tělesné osy). Hlavními parametry hodnocení stoje je longitudinální výchylka, laterální výchylka a úhel stáčení hlavy (46). Watanabe (111) tento test doplnil automatickou počítačovou grafickou analýzou.

Při diagnostice poruch rovnováhy se uplatňují též zobrazovací studie (ultrazvuk perfuse mozku, počítačová tomografie, magnetická rezonance), sérologická vyšetření a klinická vyšetření otorinolaryngologická, neurologická a další (oftalmologická, interní, rehabilitační).

Diferenciální diagnostika poruch rovnováhy

Diferenciální diagnostika periferního a centrálního vestibulárního syndromu a vyloučení ne-vestibulárních závratí, je základní vestibulologickou otázkou, od jejíhož výsledku se odvíjí další diagnostické postupy, léčba a prognostika.

Periferní vestibulární syndrom je typický souhrnem harmonických příznaků percepčních, okulomotorických a posturálních, popsáných v kap. Poškození periferního vestibulárního orgánu. Vzhledem k anatomické souvislosti a tedy častému současnému poškození sluchového oddílu vnitřního ucha je patognomickým doprovodným příznakem ipsilaterální sluchová symptomatologie (percepční nedoslýchavost, tinitus) - audiotopodiagnostika proto může sloužit pro úvahu o lokalizaci léze vestibulární.

Centrální vestibulární syndrom je souborem neharmonických příznaků, v typickém případě spojených s další neurologickou symptomatologií. Bližší diferenciální diagnostika je popsána v kap. Centrální vestibulární systém.

1.3 Posturografie

Posturografie, synonymem označovaná též *stabilometrie*, *statovektorografie*, je souhrnným názvem pro metodiky měření posturální stability na statické nebo pohybující se (dynamické) měřicí plošině.

1.3.1 Historie přístrojového měření posturální stability

Za zakladatele posturografie je pokládán Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), který ve své knize (17) popisuje výchylky lidského těla při klidovém postoji. První publikace o elektronickém záznamu výkyvů těžiště při Rombergových postojích se objevují v 60. letech 20. století. Uchytil v 60. letech sestrojil u nás první přístroj na registraci vestibulospinálních úchylek, metodu nazval bezkontaktní vestibulospinografií (104). V r. 1973 se konal 2. kongres posturografie ve Smolenici na Slovensku (9).

Celkem publikací o posturografii v české a slovenské literatuře není mnoho. Černý, který se zabýval intensivně studováním polohové orientace (24), v r. 1977 posturografii jako součást měření posturální rovnováhy v rámci standardizace vestibulárního vyšetřování nezmiňuje (25), ani Hahn (46) posturografii v r. 1995 CPG mezi přístrojovými vyšetřeními v diferenciální diagnostice závratí neuvádí. V posledních 10 letech (1996-2006) bylo zveřejněno v českých odborných periodících pouze několik článků o posturografii, převážně v oboru rehabilitace (54, 68, 80, 81, 82), ojediněle v dalších časopisech (94, 91, 100, 110).

V ORL časopise ČLSJEP o SCPG referoval prvně Dolejš (32), dále Lejska (66). V českých neurootologických monografiích zmiňuje posturografii opět Ambler (2), dále Hahn (48), Lejska (67), Vrabc (109).

K roku 2005 je v České republice podle dostupných informací 15 pracovišť s počítačovým posturografem COMES Trading (informace firmy, 2005). Dále jsou v tomto čase na trhu v ČR k prodeji systémy S.P.S. (SCPG+DCPG, fa. Synapsis, Francie) a Lucerne (SCPG, fa. Otopront, SRN).

1.3.2 Princip současných posturografických metodik

Statická i dynamická posturografie jsou metodami zaměřenými na vyšetření posturální rovnováhy.

Dynamická posturografie

Dynamická posturografie (DCPG, CDP) představuje metodiku registrace stoje a dynamického pohybu (chůze) v definovaných testech. American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery (AAO-HNS) a American Academy of Neurology (AAN) metodu definuje (3) jako vyšetření s následujícími schopnostmi (výstupy):

- kvantifikace informačních vstupů z vizuálního, vestibulárního a somatosenzorického systému;
- kvantifikace centrálních integračních mechanismů výběru funkčně odpovídajícího smyslu orientace;
- kvantifikace funkčně přiměřené pohybové strategie v různých kontrolovaných úlohách;
- kvantifikace motorických výstupních mechanismů vytvoření časově adekvátních a účinných posturálních pohybů.

K roku 2001 představuje DCPG standardní přístrojové vyšetření na více než 750 pracovištích ve světě, metoda byla referována jako primární test rovnovážné funkce ve více než 100 recenzovaných studiích (15).

DCPG umožňuje rozlišení vestibulární, vizuální a somatosenzorické léze u poruch rovnováhy a diferenciaci mezi abnormalitou v periferním sensorickým a centrálním nervovým systémem posturální kontroly. Je též možná diferenciaci sensorické a motorické složky posturální instability u neurologických onemocnění. DCPG umožňuje detekci pacientů

s poruchou vestibulárního systému při normálním nálezu ENG. Vyšetření tak poskytuje komplementární informaci k ostatním testům vestibulární funkce (15).

Statická posturografie

Principem statické počítačové posturografie je zachycení pohybu těžiště vyšetřovaného v průběhu stoje na posturografické plošině. V principu se jedná o objektivizaci subjektivního hodnocení stoje – jedná se však o objektivní metodu, tzn. nezátíženou subjektivní interpretací, výsledky je možno dokumentovat graficky a numericky. To pak umožňuje přesnější hodnocení poruchy rovnováhy, porovnávání výsledků a archivaci. Podrobnější popis statické posturografie je uveden na příkladu přístroje Posturograph STP-03 níže.

1.3.3 Současné názory na význam posturografie

Názory na význam posturografie a její postavení mezi ostatními přístrojovými metodami ve vestibulologii nejsou jednotné. Jako většinový se jeví názor, že posturografie je metodou především kvantitativní, tedy posuzující míru (intensitu) poruchy rovnováhy a obě posturografické metody jsou hodnoceny jako přínosné (8).

V hodnocení užitečnosti dynamické posturografie Dobie (31) ve své meta-analýze shodně s dalšími autory (5, 39) uvádí, že dynamická posturografie není schopna rozlišit různé příčiny závratí, není schopna lokalizace léze ani testovat vestibulo-spinální reflexy. Nicméně se v literatuře objevují pokusy prokázat užitečnost dynamické posturografie při rozlišení periferní a centrální vestibulární poruchy a jejich odlišení od normální rovnováhy, je též zvažována úloha dynamické posturografie pro výběr pacientů k léčbě. American Academy of Neurology (AAN) dospěla dosud ke konsensu, že dynamická posturografie je slibnou metodou při výběru pacientů pro rehabilitaci, návrh léčby, hodnocení odpovědi na léčbu a hodnocení rizika vzniku pádů (3).

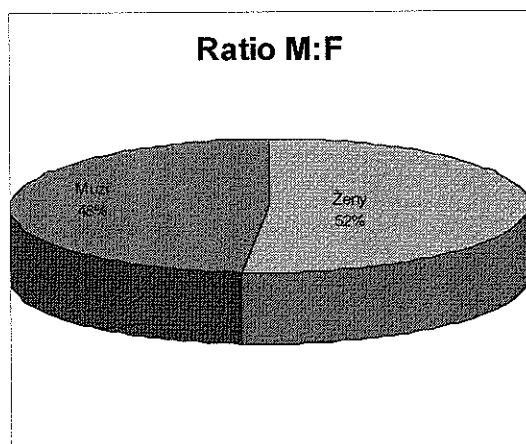
Při hodnocení statické posturografie DiFabio (29, 30) ve své meta-analýze uzavírá, že metoda je vhodným doplňkem ke standardnímu vestibulárnímu vyšetření, zejména u pacientů s poškozením CNS, není však konsensus při hodnocení užitečnosti posturografie pro stanovení diagnózy a vedení léčby. Jiní autoři zmiňují terapeutický přínos přístroje (47), případně využití SCPG k zátěžovým testům (2) nebo pro predikci pádů osob s poruchou rovnováhy (4). V české literatuře je SCPG hodnocena jako přínosná metoda pro diagnostiku a léčbu rovnováhy (2, 32, 47, 66, 67, 84, 91, 94, 110).

2 VLASTNÍ PRÁCE

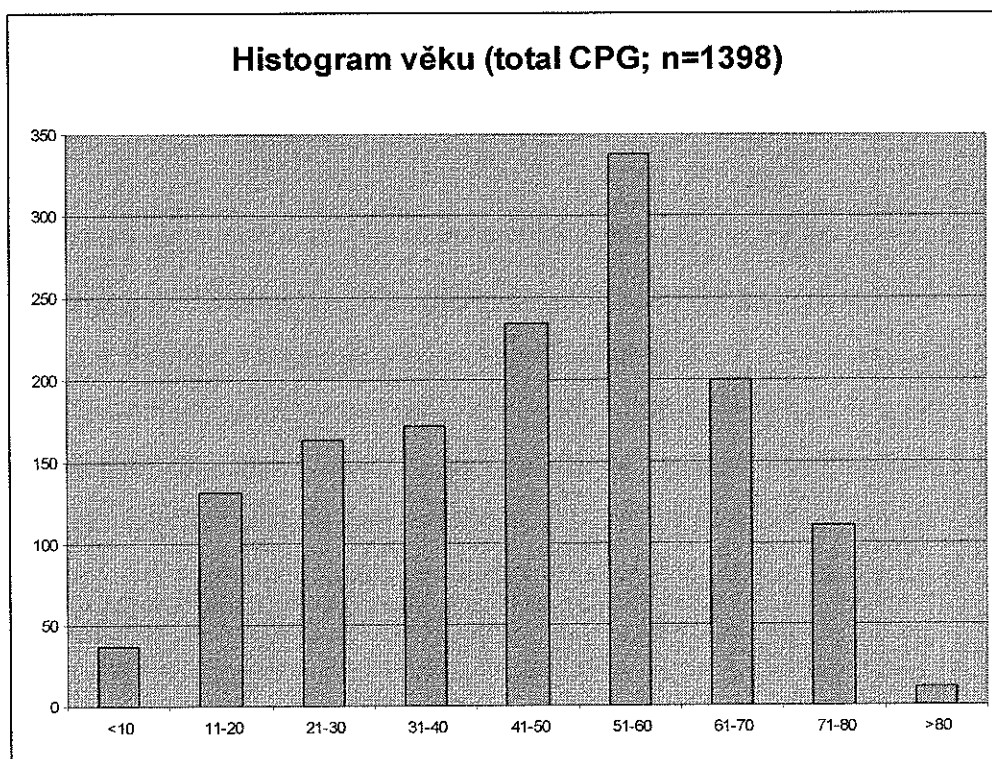
2.1 Výchozí soubory měření

Soubor posturografických měření

Na ORL klinice Fakultní nemocnice je od roku 2000 k dispozici počítačový posturograf STP-03, do rutinní praxe byl přístroj zaveden v roce 2001. Od této doby do dubna 2005 bylo zmíněným přístrojem provedeno přes 1400 posturografických měření. Data z 1398 měření u 833 osob, exportovaná do tabulkového editoru MS Excel[®] ke zpracování v této práci, tvoří zdrojový soubor *SCPG měření*. Soubor se skládá z 723 měření žen a 674 měření mužů (viz Graf 1) ve věkovém rozmezí 3-93 let (průměr 46,2 let resp. medián 49 let), z toho největší skupinu tvoří osoby ve věku 51-60 let (24,28%), jak ukazuje Graf 2.



Graf 1



Graf 2

Soubor vyšetřených s normální posturální rovnováhou

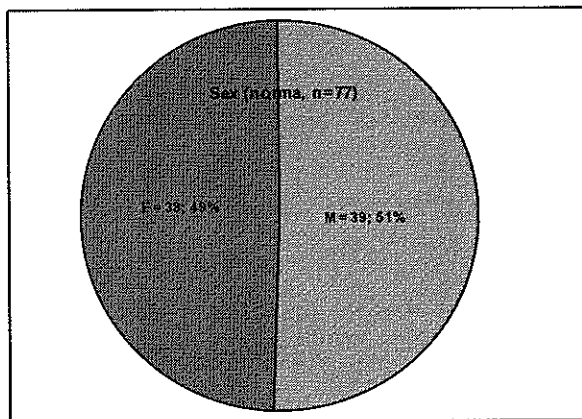
Pro potřeby stanovení norem a porovnání s patologiemi, bylo v průběhu let 2001–2004 provedeno měření u osob s fyziologickou posturální rovnováhou. Tento soubor tvoří tři skupiny osob:

- 25 zcela zdravých osob, kteří podstoupili SCPG vyšetření za standardních podmínek, pro účely stanovení norem.
- 64 pacientů, vyšetřovaných na ORL FNHK pro onemocnění nesouvztažné k vestibulárnímu systému (převážně pacienti s rinogenními potížemi a dysfoníí), kteří dobrovolně podstoupili SCPG vyšetření za standardních podmínek, pro účely stanovení norem.
- 19 pacientů, vyšetřovaných pro poruchu čichu v sensologické laboratoři ORL kliniky Friedrich-Schiller-Universität Jena (ORL FSU, SRN; říjen 2001), kteří dobrovolně podstoupili SCPG vyšetření pro účely stanovení norem, na SCPG plošině přivezené z ORL FNHK.

Vstupní kritéria přijetí do souboru nebyla omezena věkem, pohlavím, psychickým či somatickým onemocněním. Vylučovacím kritériem pro obě skupiny byla anamnesa vestibulární poruchy (kontakt s lékařem a stanovení diagnózy pro závratě nebo poruchu

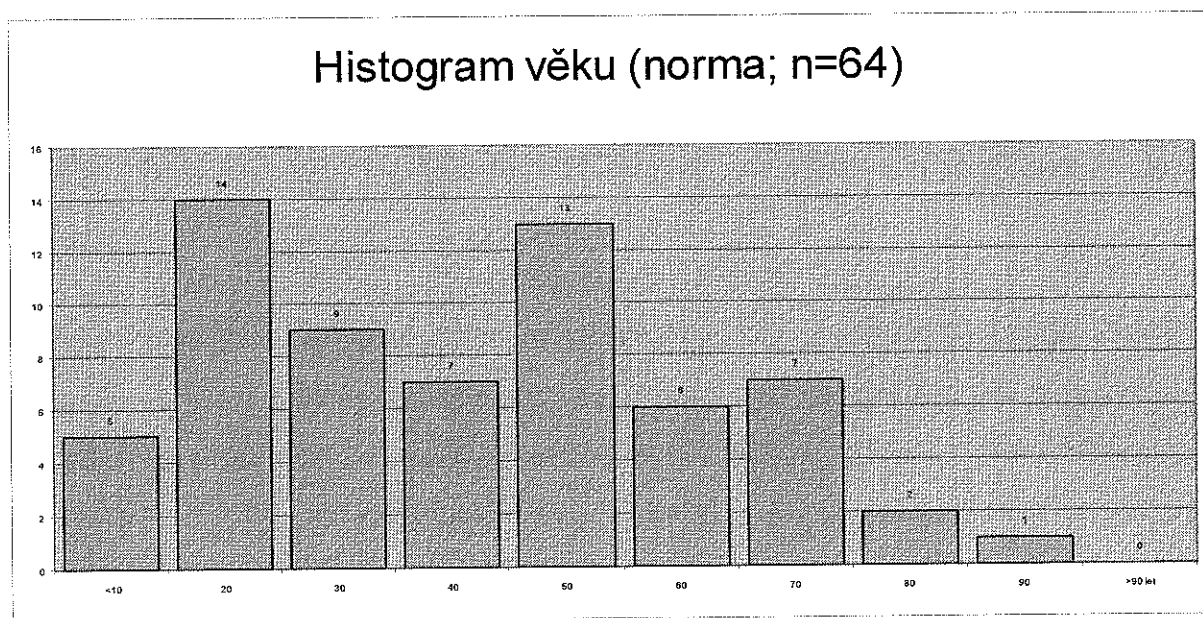
rovnováhy), závrať či objektivně zjevná porucha rovnováhy v době vyšetření, a neschopnost či neochota podstoupit vyšetření. Podmínkám přijetí vyhovělo celkem 77 osob, kteří tak tvoří *soubor normální rovnováhy* (v grafech označeno též jako „norma“, „n“).

Pohlavní zastoupení *souboru normální rovnováhy* ukazuje Graf 3.



Graf 3

Věkové rozložení *souboru normální rovnováhy* ukazuje Graf 4.



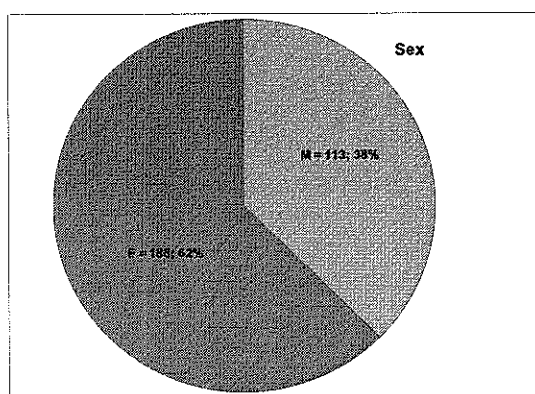
Graf 4

Soubor ostatních SCPG vyšetření, který obsahuje všechna další měření, byl použit pro stanovení škály hodnocení posturální rovnováhy pomocí SCPG.

Soubor neurootologických pacientů

Nezávisle na vytvoření zdrojového souboru SCPG měření, byla vyhledána a analyzována klinická data 288 pacientů, vyšetřených v letech 2003-2005 (1.1.2003 – 23.4.2005) v neurootologické poradně ORL kliniky pro poruchu rovnováhy, z nichž 240 bylo shledáno hodnotitelnými pro podrobnou analýzu a byli vyšetřeni pomocí SCPG. Takto vzniklý *soubor neurootologických pacientů*, který je předmětem dalšího rozboru, je tedy tvořen 240 pacienty, představujícími 301 posturografických měření.

Pohlavní zastoupení ve zmíněném souboru nemocných ukazuje následující graf. Je patrné, že v počtu vyšetření převažují ženy (F: 62% n=188; M: 38%, n=113).



Graf 5

Pro rozbor výsledků měření u pacientů s periferní a ne-periferní vestibulární poruchou a jejich porovnání s normou, byl ze souboru neurootologických pacientů vybrán soubor 241 měření od 127 pacientů. Jedná se o 159 měření od 79 pacientů s diagnostickou periferní vestibulární poruchou a 82 měření od 48 pacientů s ne-periferní vestibulární poruchou. Tento soubor nemocných tvoří *soubor s vestibulární poruchou*.

2.2 Metodika

Všechna měření použitá v této práci byla provedena na přístroji STP-03 Comes za standardních podmínek měření v audio-vestibulologické laboratoři ORL kliniky Fakultní nemocnice v Hradci Králové nebo v sensologické laboratoři ORL FSU Jena (SRN).

2.2.1 Podmínky měření

Standardní podmínky měření znamenají v této práci měření na přístroji Posturograph STP-03, který je umístěn na stálém místě v Audio-vestibulologické laboratoři ORL kliniky FNHK. Vyšetření probíhá v neodhlučněné místnosti laboratoře za podmínek zajištění ticha a rozptýleného světla. Základní vyšetření všech pacientů na posturografické plošině jsou

prováděna v přirozeném stoji (viz *Přirozený stoj* str. 43), tj. stoj spatný s rukama volně podél těla. Tento způsob stoje na plošině byl zvolen na základě zkušeností z pracoviště Audio-Fon Centr v Brně, kde jsme čerpali první zkušenosti s praktickým užíváním posturografu, a po konzultaci s Dr. Med. R. Walterem, vedoucím neurootologického pracoviště ORL kliniky Friedrich-Schüller-Universität Jena, SRN. Skupina pacientů vyšetřených v sensologické laboratoři ORL kliniky FSU Jena (SRN) byla měřena stejným způsobem, tj. v přirozeném stoji, v neodhlučněné místnosti sensologické laboratoře za podmínek ticha a rozptýleného světla.

Podmínky měření v experimentálních studiích se nelišily od standardních podmínek měření. Všechny experimentální vyšetření byly prováděny za stejných podmínek ve vestibulologické laboratoři ORL FNHK.

2.2.2 Přístroj Posturograph STP-03

Od roku 2000, kdy byla uvedena metoda posturografie na ORL FNHK, je používán přístroj **POSTUROGRAPH STP-03** firmy COMES Trading s.r.o. Jedná se o originální výrobek vyvinutý i vyráběný v České republice pro objektivní diagnostikování poruch rovnováhy s fouriérovou frekvenční analýzou pohybu těžiště vyšetřovaného. Posturograf se skládá z posturografické plošiny a počítače s přístrojovým softwarem, kterým je vybaven běžný osobní počítač (PC) - zobrazení na monitoru umožňuje sledování pohybů těžiště v reálném čase, připojení tiskárny umožňuje výtisk výsledků vyšetření. Propojení snímací plošiny a počítače je zajištěno spojovacím kabelem s optickým členem.

Technické údaje

Technická data přístroje ukazuje následující Tab. 1.

Tab. 1

Velikost	420 x 420 x 65 mm
hmotnost	17,5kg
zatížení	15-150kg
zdroj energie	230V/50Hz
Měřicí doba	0-120s
Řízení a přenos dat	standardní sériové rozhraní RS 232 je ovládán mikroprocesor plošiny s AD-převodníkem, údaje z plošiny jsou posílány zpět na totéž rozhraní.
Přizpůsobení polohy	Po skončení měření se automaticky vypočítá průměrná hodnota polohy těžiště a naměřená trajektorie se vystředí vůči tomuto bodu.
Rehabilitace	Software umožňuje dva časově neomezené typy rehabilitace (statická, dynamická)
Archivace údajů	Automatické ukládání údajů o pacientech a uskutečněných měřeních do databází formátu Paradox. Možnost vyhodnocení výsledků metodami SQL dotazů.
Minimální hardwarové požadavky	Počítač PC IBM-kompatibilní s 50MB volného místa na harddisku, procesor 486DX, 16MB operační paměti, operační program Windows 95, jeden volný sériový (COM) port.
Software	Obslužný software Posturograph, verze 2 (1999)

V posudku je Posturograf STP-03 hodnocen jako přístroj s vysokou citlivostí, snadným ovládním, který v krátkém čase měření poskytuje standardní výstupy pro hodnocení funkce posturálního systému. Spolehlivost přístroje je hodnocena jako dobrá (107).

Ovládání přístroje (software)

Zadání a výběr pacienta

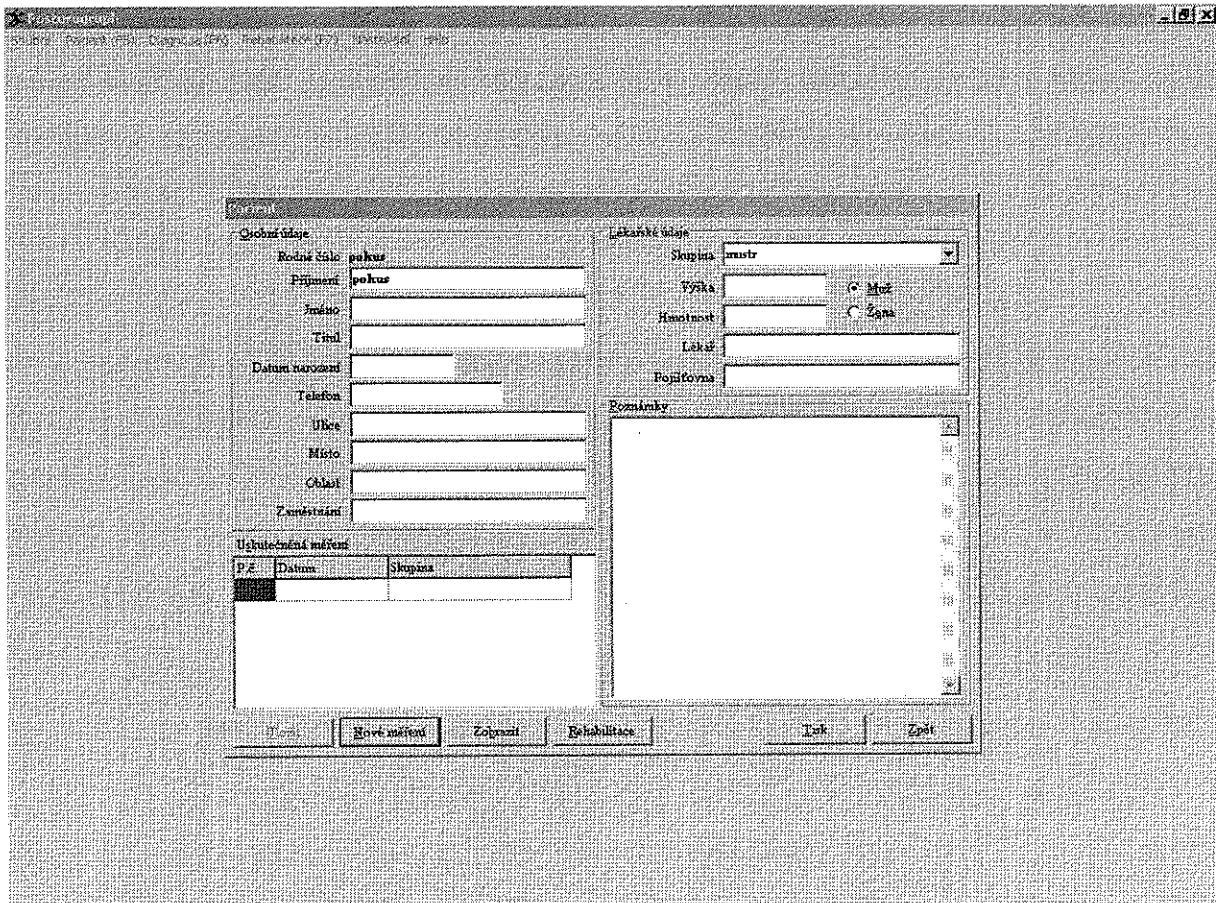
Práce se softwarem přístroje probíhá v prostředí Microsoft Windows[®]. Po otevření aplikace „Posturograph“ (z ikony plochy Windows, z nabídky Start či z příkazového řádku DOS) se objeví okno se stavovou lištou Soubor – Pacient (F5) – Diagnóza (F6) – Rehabilitace (F7) - Nastavení – Help.

Sloupec Soubor obsahuje funkci (řádek) Komprimace dat a Konec (ukončení programu).

Práce s programem začíná zvolením pacienta v sloupci Pacient (F5). V zobrazeném okně (Výběr pacienta) pak lze provést:

- a) Zadání nového pacienta: základním identifikačním kódem je rodné číslo, které po zadání a potvrzení nelze již dále změnit - proto je nutno zachovat správnost čísla i jednotnost při zadávání formátu (na ORL FNHK je zadáváno rodné číslo s lomítkem). Dále je nutno zadat Příjmení a Jméno.
- b) Výběr pacienta již zadaného v databázi: výběrem z okna Výběr pacienta, nebo funkcí Hledání (kriterii pro hledání jsou rodné číslo, skupina, příjmení, jméno, datum narození, místo, zaměstnání, lékař, pojišťovna).

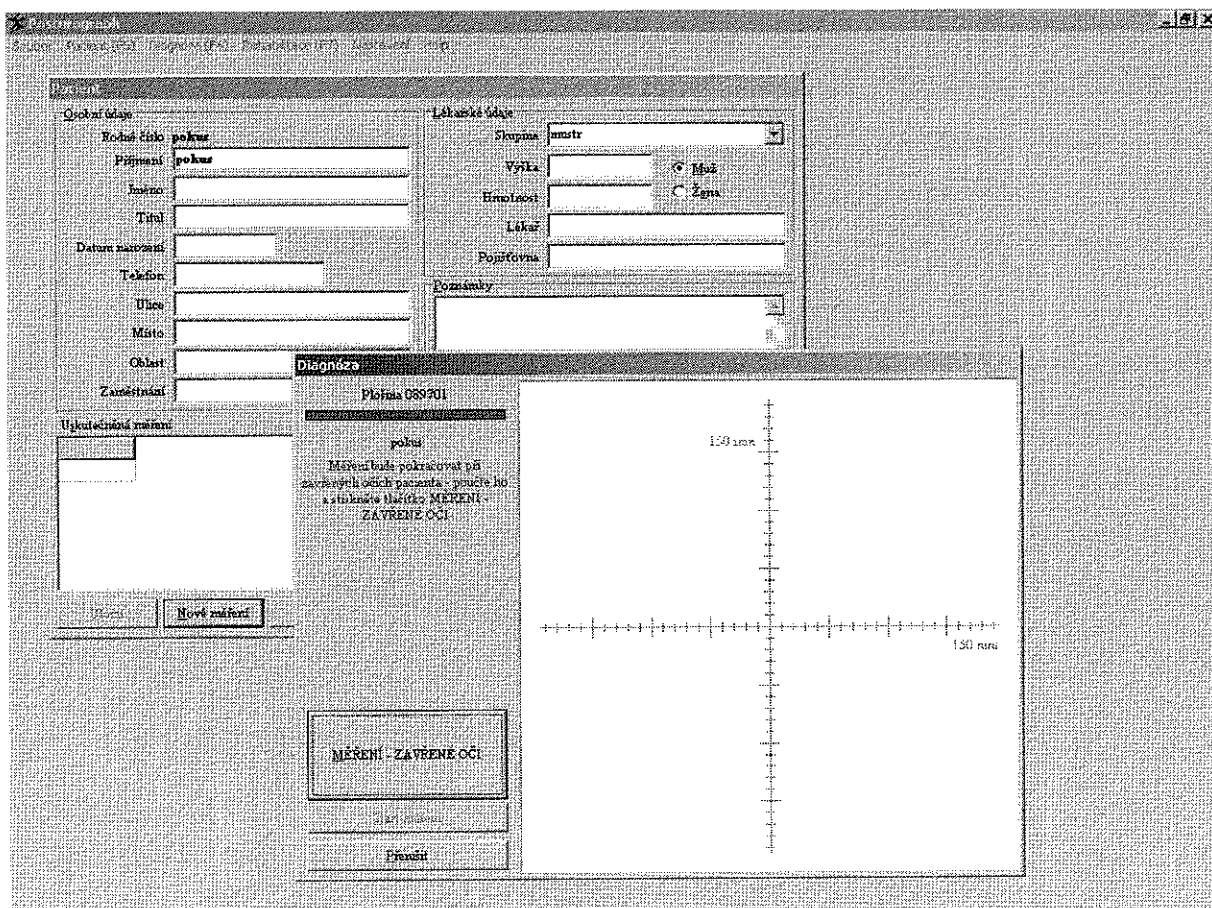
Po výběru pacienta lze v objevivším se okně Pacient zadat další (nepovinné) údaje: titul, datum narození, telefon, ulice, místo (bydliště), oblast, zaměstnání, skupina, výška, hmotnost, lékař a pojišťovna; v editačním okně lze k pacientu doplnit poznámku. Tyto údaje lze vytisknout. Je též zobrazen zkrácený záznam o uskutečněných měřeních, které lze podrobně zobrazit, nebo spustit nové měření či rehabilitační program, jak ukazuje Obr. 8.



Obr. 8

Měření

Nové měření lze spustit z okna Pacient (F5) nebo (u zadaného pacienta v databázi) též ze stavového sloupce Diagnóza (F6). Start měření začíná kalibrací přístroje na prázdné plošině. Poté se vyšetřovaný (pacient) postaví do přirozeného stoje na posturografickou plošinu a provede se vlastní měření, trvající 20 sec při otevřených očích vyšetřovaného, dalším povelom se spustí vyšetření při zavřených očích, jak ukazuje Obr. 9. Vyšetření lze kdykoliv v průběhu měření přerušit, naměřená data jsou tímto ztracena. Ovládání programu měření je intuitivní, respektující pravidla používaná v prostředí Windows



Obr. 9

Výsledek měření lze zobrazit v číselné podobě (tlačítko: Test) a přidat komentář (hodnocení výsledku), nebo graficky se zobrazením trajektorií a vektorové analýzy (tlačítko: Graf) nebo frekvenční analýzy (tlačítko: Frekvence). Pro objektivní hodnocení a uložení do databáze je rozhodující číselná podoba výsledku – viz Hodnotící parametry statické posturografie, str. 58.

Rehabilitační program

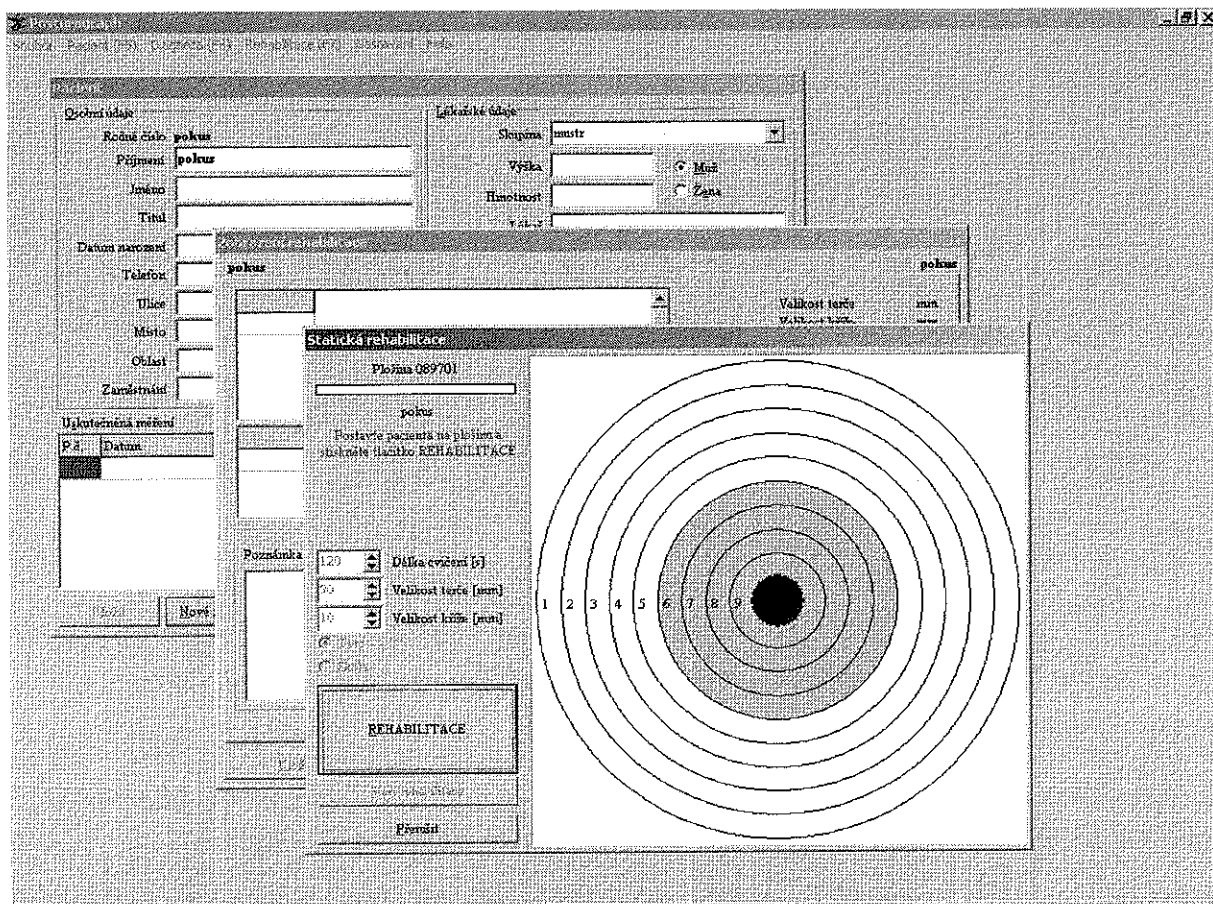
Rehabilitační program je založen na principu vizuálního posílení volných pohybů zajišťujících rovnováhu stoje.

Rehabilitační program lze spustit z okna Pacient (F5) nebo (u zadaného pacienta v databázi) též ze stavového sloupce Rehabilitace (F7). V objevivším se okně Zobrazení rehabilitace lze pacienta zařadit do skupiny a editovat poznámku (tyto údaje lze opravovat), vyšetření lze vytisknout.

Existují dva typy rehabilitačních programů: statická a dynamická rehabilitace. Vlastní spuštění programu statické a dynamické rehabilitace je opět intuitivní a analogické programu Měření.

Statická rehabilitace

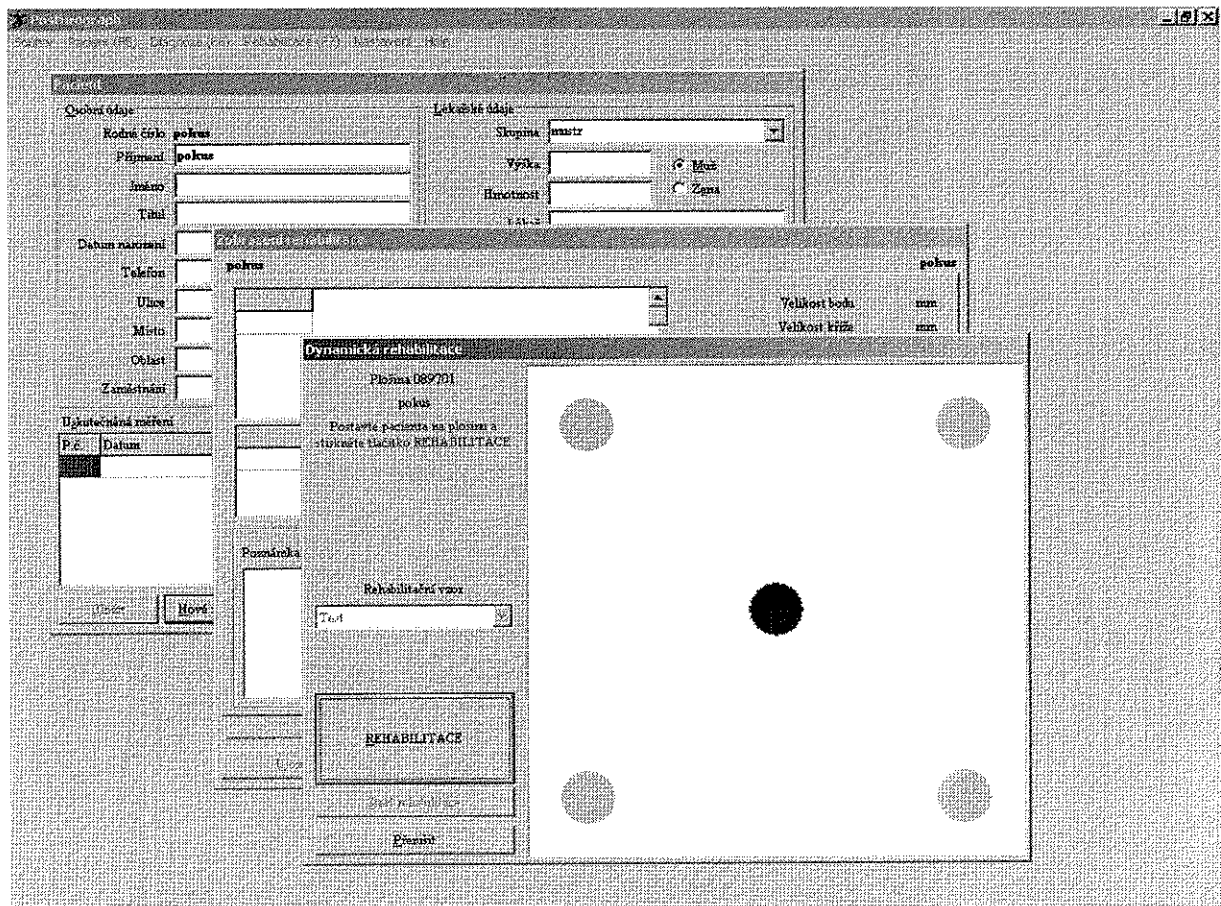
Program Statická rehabilitace zobrazuje terč, představující kruhovou výseč posturografické plošiny. Pohybující se bod je zobrazením pohybu kolmice těžiště vyšetřovaného, promítající se na plochu posturografické plošiny. Terč je buď obrazec s deseti úrovněmi chyby nebo pětistupňová škála s opačným hodnocením („škola“). Parametry vyšetření lze měnit, jak ukazuje Obr. 10.



Obr. 10

Dynamická rehabilitace

Program Dynamická rehabilitace zobrazuje čtyři nepohyblivé body, které si lze představit jako pomyslné „kuželky“. Pohyb kolmice těžiště vyšetřovaného, promítající se na plochu posturografické plošiny, představuje pohyblivý bod. Tréninkovým úkolem je dotýkat se jednotlivých bodů („shazovat kuželky“). Je možno predefinovat rehabilitační vzory, které umožňují individuální nastavení rehabilitačního modelu. Zadání rehabilitačního vzoru je pak volitelné, jak ukazuje Obr. 11.



Obr. 11

Nastavení programů

Ve sloupci **Nastavení** lze měnit parametry softwaru: komunikační port, jazyk a fonty, IDAPI Alias pro databáze, nastavení tisku (okraje).

Pro měření je důležitá možnost nastavení parametrů měření a výpočtů: perioda (standardní je 40ms) a délka měření (standardní je 20s), oblast pro výpočet váženého průměru (standardně 2°), krok úhlu při zobrazení vektorů (standardně 15°), konstanta plošiny (standardně 300,0), počátek harmonické analýzy v periodách (standardně 0) a počet vzorků pro harmonickou analýzu (standardně 250).

V nastavení rehabilitačních vzorců je možno měnit název vzoru, velikost bodu a kříže, pozice bodů a počet opakování pro ukončení úkolu.

Nápověda (uživatelská příručka)

Funkce **Help** obsahuje podrobný průvodce programem a obsáhlou nápovědu.

Posturograf umožňuje přístup do nastavení programu, parametrů výpočtů a měření, nastavení komunikačního jazyka (čeština, angličtina, němčina) a fontů. Počítač ukládá

automaticky naměřené údaje o uskutečněných měřeních do databáze ve formátu Paradox. Tato data lze exportovat do databázového editoru (např. MS Access[®]) pro další práci s nimi.

2.2.3 Hodnoticí parametry statické posturografie

Posturograph STP-03 vypočítává hodnoty dráhy a plochy těžiště opsaného nad posturografickou plošinou (frekvenční analýza), vyhodnocuje poměr mezi těmito hodnotami při zavřených a otevřených očích (analýza vizuální kontroly rovnováhy) zachycuje směr a velikosti vektorů rozkmitu těžiště a vypočítává hodnotu výsledného vektoru (vektorová analýza).

Frekvenční analýza

Parametr *Way*, *W* (cm/s) popisuje dráhu opsanou těžištěm nad posturografickou plošinou při vyšetření - protože však je doba vyšetření zadanou konstantou, číslo *Way* je charakterizováno jako rychlost pohybu těžiště. Parametr *Way* při vizuální fixaci (*Wf*), tj. při otevřených očích, je označována přístrojem jako *WayO*; *Way* při vizuální supresi (*Ws*), tj. při zavřených očích, je přístrojem označována jako *WayZ*.

Parametr *Area*, *A* (cm²/s) vyjadřuje plochu, kterou opíše těžiště vyšetřovaného během doby vyšetření. Podobně jako parametr *Way*, *Area* při vizuální fixaci (*Af*), tj. při otevřených očích, je označována přístrojem jako *AreaO*; *Area* při vizuální supresi (*As*), tj. při zavřených očích, je přístrojem označována jako *AreaZ*.

Z těchto parametrů lze odvodit jejich poměr (*A/Wf*, *A/Ws*), který byl zvažován též jako diferenciálně-diagnosticky významný; přístroj tyto poměry nevypočítává.

Vektorová analýza

Parametr označovaný přístrojem *LAT* (cm/s) vyjadřuje výsledný laterální vektor rozkmitu těžiště (délka stranové výchylky těžiště během doby měření). Je měřen přístrojem při vizuální fixaci (v databázi přístroj registruje průměrnou X-ovou polohu těžiště pacienta při otevřených očích, kterou označuje jako *XO*, ve výpočtech této práce: *Xf*) a při vizuální supresi (*XZ*, resp. *Xs*). Podobně jako při fyzickém hodnocení neurologických postojů, je tento parametr pokládán především za ukazatele na periferní vestibulární lézi.

Parametr označovaný jako *Ant-Post* (cm/s) vyjadřuje anteroposteriorní vektor rozkmitu těžiště (délka předozadní výchylky těžiště během doby měření). Je rovněž měřen při vizuální fixaci (v databázi přístroj registruje průměrnou Y-ovou polohu těžiště pacienta při otevřených očích, kterou označuje jako *YO*, ve výpočtech této práce: *Yf*) a při vizuální supresi (*YZ*, resp.

Ys). Podobně jako při fyzickém hodnocení neurologických postojů, mírná předozadní vektorová převaha při fyziologickém stavu rovnováhy se pokládá za normální, u poruchy rovnováhy je pokládána především za ukazatele centrální léze.

Přístroj vypočítává automaticky poměr předozadní a laterální složky balance vyšetřovaného (*AP/LAT*) při vizuální fixaci (ve výpočtech této práce: *ALf*) a supresi (*ALs*), který vyjadřuje celkovou směrovou převahu rozkmitu těžiště vyšetřovaného. Tyto poměry se pokládají též za diferenciálně-diagnosticky významné. Poměr těchto dvou odvozených parametrů (*Y/X*) již přístroj nevypočítává.

Analýza vizuální kontroly rovnováhy

Odvozený parametr, označovaný přístrojem jako *Romberg Way* (ve výpočtech této práce: *RW, Wf/s*) je poměr hodnoty Way při otevřených a zavřených očích. Vyjadřuje podíl vizuální kontroly na udržení posturální rovnováhy. Odvozený parametr *RbgArea (RA, Af/s)* je analogickým výpočtem a interpretací jako *RbgWay*. Poměr těchto dvou odvozených parametrů (*A/W*), který byl též zvažován jako zajímavý údaj, již přístroj nevypočítává.

2.3 Výsledky

2.3.1 Objektivizace a kvantifikace posturální rovnováhy pomocí SCPG

Soubor osob bez poruchy rovnováhy

Stanovení norem je základním předpokladem pro hodnocení patologií. Součástí dodávaného posturografu COMES Trading však nejsou normativní hodnoty ani návod k interpretaci vlastních naměřených výsledků. Firma deklaruje, že tyto údaje si musí každé pracoviště stanovit samo z vlastního souboru.

První „normy“ pro posturografii u nás publikoval Dolejš (32), který uvádí ideální hodnotu *AP/LL* blízkou se u zdravých jedinců číslu 1, u periferních menší než 1 (a opačně u centrálních poruch). Hodnoty *RW* a *RA* dle Dolejše u zdravých jedinců kolísají mezi 0,5-1, u periferních vestibulárních syndromů mají být často hluboko pod 0,5.

Na základě vlastních počátečních zkušeností a dosud publikovaných dat pro srovnatelný posturograf proto zpočátku byly zvoleny za základ normy stanovené Lejskou (66), který fyziologickou rovnováhu vymezuje následovně (viz Tab. 2):

Tab. 2

Veličina / hodnota	průměr normy	min.	max.
Dráha oči otevřené (Wf)	1,30	0,82	1,44
Plocha oči otevřené (Af)	0,33	0,12	0,55
Vektor předozadní	1,0	0,9	1,11
Vektor laterální	1,0	0,74	1,14
Rombergův poměr dráhy (RW)	0,69	0,536	0,85
Rombergův poměr plochy (RA)	0,74	0,34	1,15

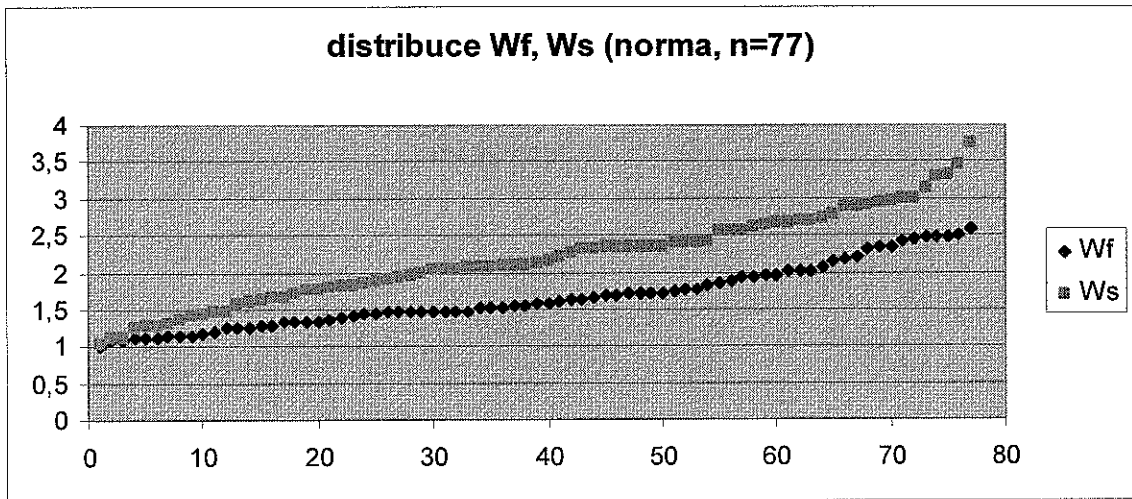
Na ORL FNHK jsme po uvedení přístroje SCPG na kliniku používali pro klinická hodnocení výsledků měření výše uvedených norem. Po vytvoření vlastního *souboru normální rovnováhy* (viz kap. Soubor vyšetřených s normální posturální rovnováhou), jsme se pokusili nalézt vlastní kritéria pro fyziologickou a narušenou rovnováhu, a porovnat je s dosavadními publikovanými normami (Lejska, Dolejš).

Zjistili jsme, že vždy různá část vyšetřených hodnot z našeho souboru normální rovnováhy kritériím Dolejše a Lejsky nevyhověla. Z toho vyplývá, že kritéria pro normu zmiňovaná u předchozích autorů nemohou být všeobecně platná. Z těchto důvodů jsme přistoupili k stanovení vlastních kritérií pro normální hodnoty (norma), vyvozených z vlastních měření.

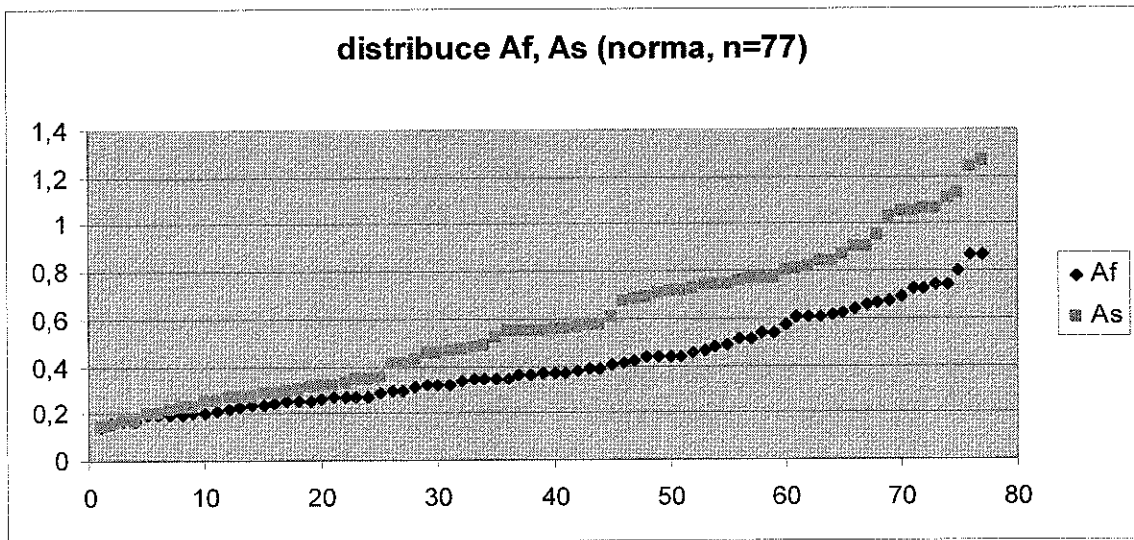
Posuzovali jsme přitom parametry:

Wf Ws Af As ALf ALs Xf Xs Yf Ys RW a RA.

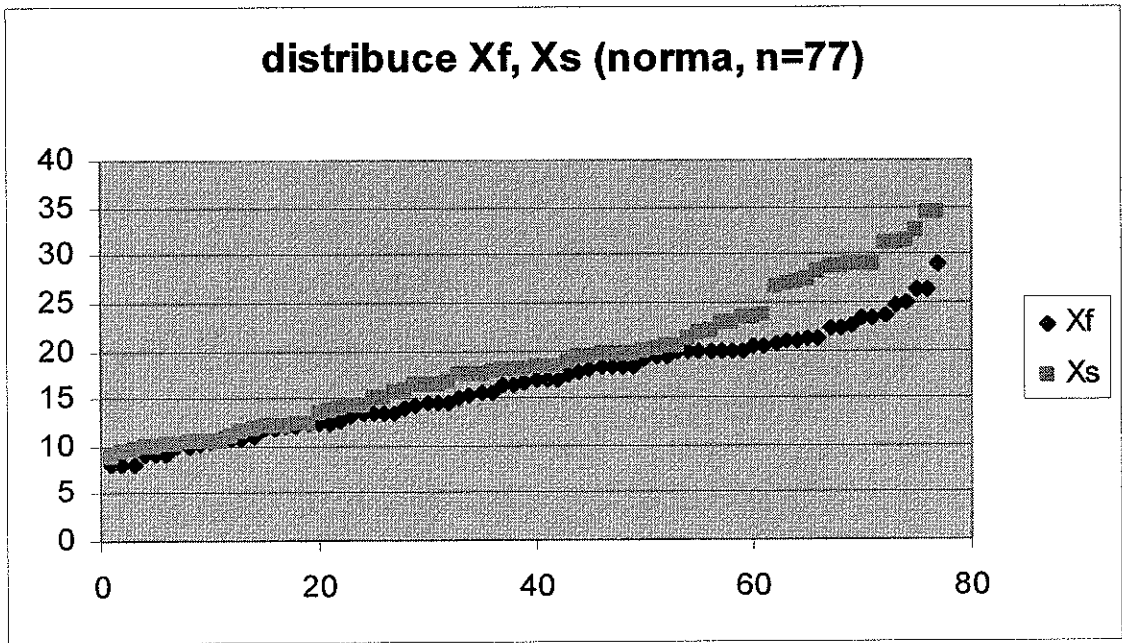
Distribuce těchto hodnot u souboru normální rovnováhy v grafickém znázornění vypadá následovně (viz Graf 6 - Graf 11).



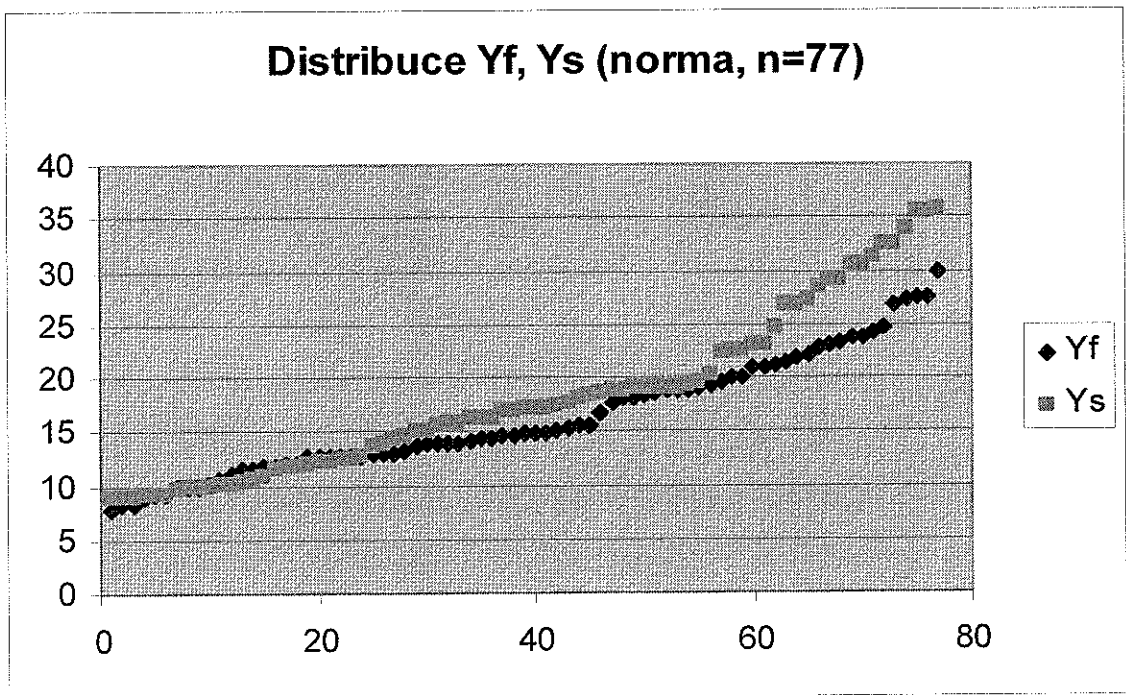
Graf 6



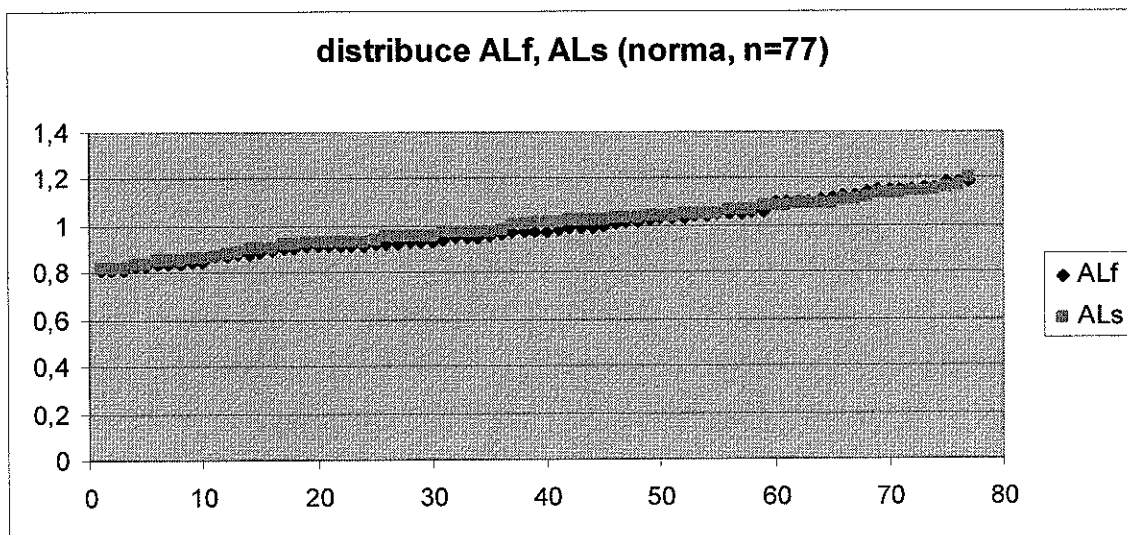
Graf 7



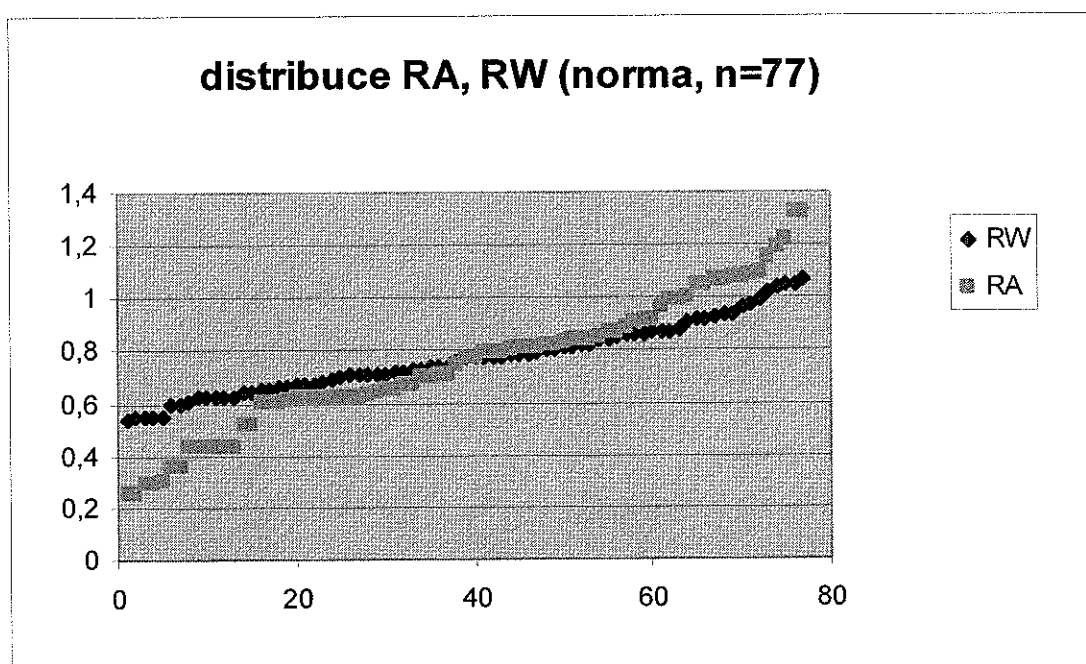
Graf 8



Graf 9



Graf 10



Graf 11

Za základ pro vyvození číselných norem pro normální rovnováhu jsme si vybrali v každém parametru limity: minimum, medián, průměr a maximum a jejich poměry. Pomocí těchto parametrů jsme pak stanovili v souboru normální rovnováhy minimální a maximální hodnotu, která by se stala referencí pro posturografické hodnoty normální rovnováhy v jednotlivých parametrech.

Ve spolupráci se statistikem byly poté vyzkoušeny různé varianty mezihodnot pro škálování. Z variant rozdělení populace souboru normální rovnováhy a) podle vztahu

k mediánu, b) podle percentilového rozložení sledované populace (souboru vyšetřených bez poruchy rovnováhy) a c) na poměrné skupiny mezi hodnotami minima a maxima, se ukázalo stanovení limitů norem jako nejvhodnější rozdělení výsledků podle vztahu k mediánu a nejméně vhodné rozdělení na poměrné skupiny mezi hodnotami minima a maxima.

Bylo přitom zjištěno, že hodnoty maxima jsou ve většině parametrů příliš extrémní a nejsou tedy jako horní mez pro kritérium normální rovnováhy použitelné (tzn., že i významná část pacientů s poruchou rovnováhy by v těchto parametrech splnila kritéria pro normální rovnováhu). Proto v některých parametrech musela být zvolena za maximum normy hodnota jiná, odvozená ze vztahu minima a mediánu tak, aby bylo možno *soubor normální rovnováhy* od *souboru s vestibulární poruchou* oddělit. Tab. 3 ukazuje naměřené mezní hodnoty, ze kterých bylo dále vycházeno pro vytvoření osmistupňové škály hodnocení posturografických měření.

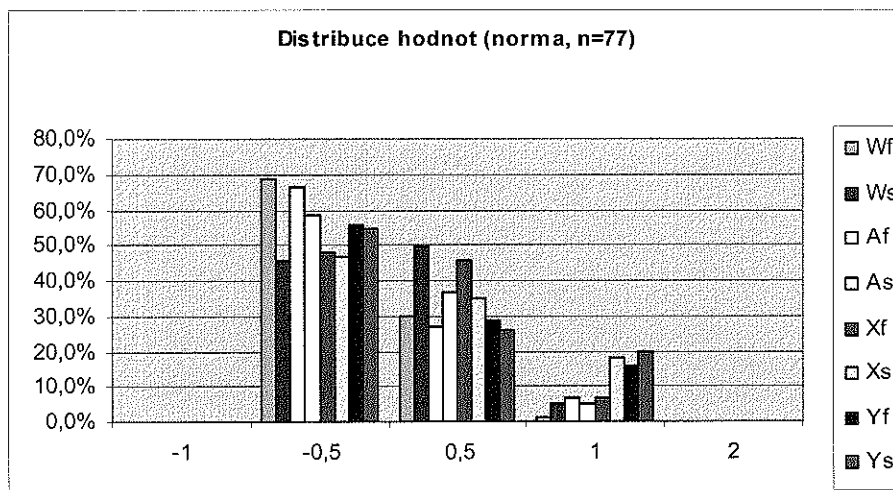
Tab. 3

Hranice normy	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
min	1,00806384	1,03283089	0,14726318	0,14536421	0,81220966	0,8156483	8,00848422	8,85888169	7,84158152	8,87469601	0,54364606	0,25714606
prům	1,663312153	2,182925444	0,410273723	0,580354018	0,967453136	0,99075614	16,4974113	18,8811861	16,28378812	18,28308973	0,770283403	0,75086814
med	1,58559594	2,11608197	0,36870206	0,54668882	0,9738463	1,01623307	16,602397	18,1105199	14,8614553	17,0932311	0,77524194	0,77197891
prům.stanov	1,79392096	2,09087187	0,44233364	0,61937093	1,00019139	1,0077579	16,3096827	17,9141416	15,2723092	17,4213116	0,80825771	0,64313552
max	2,57977809	3,74596549	0,87219261	1,26786061	1,18817312	1,19986751	28,9022335	34,4713779	29,8922687	35,7121012	1,07286936	1,32156956
min+med (n)	2,59365977	3,14891285	0,51596523	0,69205303	1,78605596	1,83188137	24,6108812	26,9694016	22,7030368	25,9679272	1,318888	1,02912498
2Xmex.norm	3,17119187	4,23216393	0,73740411	1,09337765	1,9476926	2,03246615	33,204794	36,2210398	29,7229105	34,1864623	1,55048387	1,54395783
max.normy	2,57977809	3,14891285	0,73740411	1,09337765	1,18817312	1,19986751	24,6108812	26,9694016	22,7030368	25,9679272	1,07286936	1,02912498

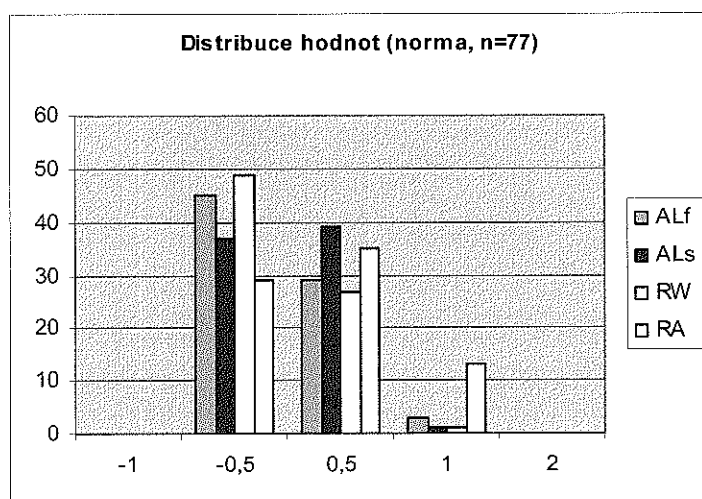
Z výsledků měření, patrných v následujících tabulkách a grafech vyplývá, že ve všech parametrech dosáhla polovina měření ze souboru normální rovnováhy hodnot menších než je medián normy. Dále je patrné, že v kritériích Wf, Ws, ALf, ALs a RW dosáhlo hodnot menších než dvě mezní (medián + minimální hodnoty) přes 95% měření ze souboru normální rovnováhy. Z těchto nálezů se lze domnívat, že pro korelaci mezi klinickým a posturografickým kritériem normální rovnováhy mají největší význam parametry Wf, dále Ws, ALf, ALs a RW. U ostatních hodnot (Af, As, Xf, Xs, Yf, Ys, RA) byla korelace mezi výsledkem SCPG a klinickým pozorováním normální rovnováhy nižší (nejnižší u parametru Xs, kde 18,2% měření překročilo hodnotu stanovené normy).

Tímto způsobem bylo každopádně dosaženo takové charakteristiky *souboru normální rovnováhy*, že většina výsledků měření z tohoto souboru se nachází vprostřed hodnotící škály (viz Graf 12- Graf 15).

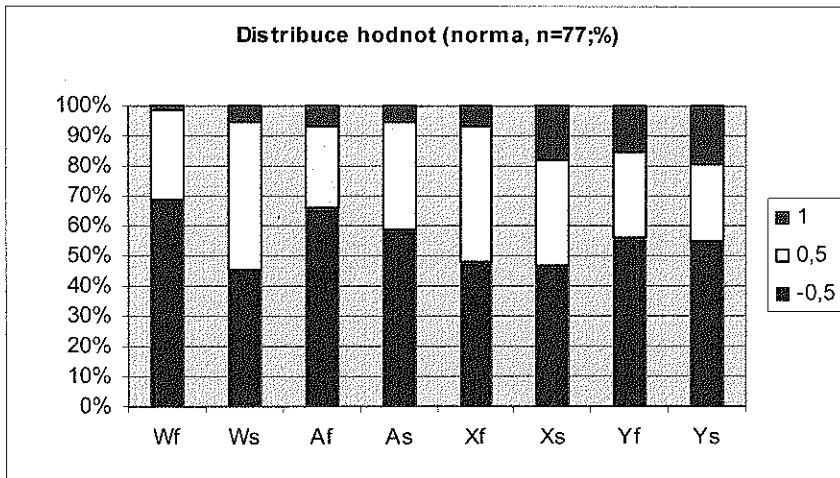
Závěrem tedy lze říci, že pomocí SCPG lze vytvořit validní hodnotící kritéria pro normální rovnováhu a vymežit tak soubor osob s normální rovnováhou jako relativně homogenní skupinu.



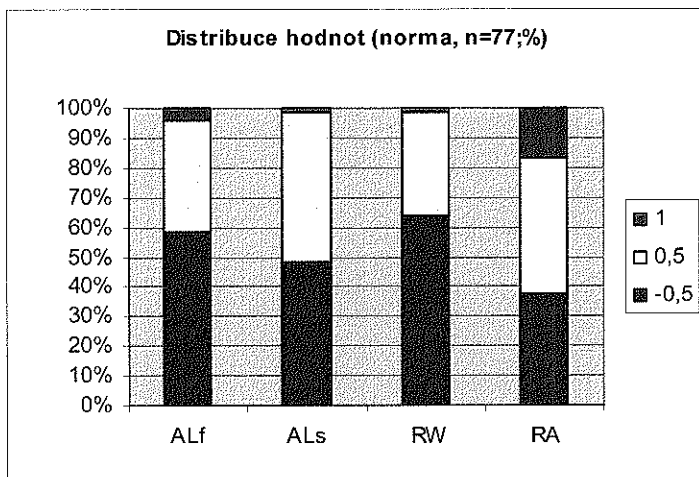
Graf 12



Graf 13



Graf 14



Graf 15

Distribuce hodnot a stanovení škály kategorií pro hodnocení posturální rovnováhy na SCPG

Aby bylo možno na základě posturografického vyšetření vyslovit domněnku normální rovnováhy a porovnávat tyto hodnoty s patologickými (normu překračujícími) hodnoty měření mezi sebou a v čase, a případně uvažovat o diferenciálně-diagnostických (topodiagnostických) vývodech z SCPG měření, je potřeba vytvořit hodnoticí škálu pro SCPG měření, tzn. rozdělit výsledky měření podle hodnoticí škály, která by korelovala s klinickým pozorováním posturální rovnováhy.

O vytvoření hodnoticí tabulky se pokusil prvně Gans (40), který rozděluje výsledky posturografických měření do čtyř kategorií, odpovídajících klinickým diagnózám. Toto rozdělení přebírá v následující tabulce (viz Tab. 4) Lejska (66).

Tab. 4.

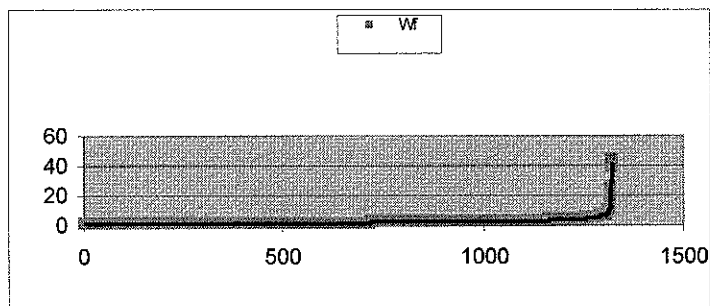
DP = direction preponderance. LL = laterolaterální vektor. AP = anteroposteriorní vektor. AP/LL = poměr vektoru AP a LL.

Syndromy /kriteria	Unilat.perif.sy.	Bilat.perif.sy.	Vestib.dysharmonie	BPPV	Centrální vestib.sy.
<i>RbgWay</i>	<0.5	<0.3	0.3-norm.	norm.	>1
<i>RbgArea</i>	<0.5	<0.3	Norm.	norm.	>1
<i>DP</i>	LL	Chybí	Chybí	Chybí	AP
<i>LL</i>	>1.5	Různá	Různá	<1.5	<1.5 (OO)
<i>AP</i>	<1.5	Různá	Různá	<1.5	>1.5 (OO)
<i>AP/LL</i>	<1.0	Různá	Různá	norm. (0,8-1,2)	>1.0

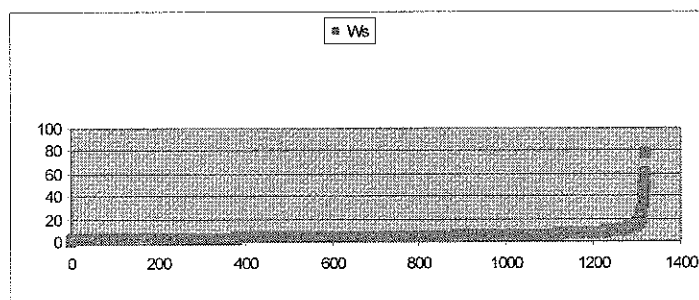
V naší práci jsme před provedením vlastní analýzy tuto tabulku použili jako základ a orientační vodítko k hodnocení etiologie a topiky závratí (periferní vs. centrální) do doby definitivního zpracování souboru měření a vytvoření vlastní škály pro patologické hodnoty. V čase se však ukázalo zjevným, že u významné části pacientů hodnoty ze zmíněné tabulky neodpovídají klinickým pozorováním v jednom či více parametřích a výše uvedená tabulka pro diferenciálně-diagnostické úvahy tedy nemůže být obecně platná. Vyslovili jsme tedy otázku, zda se jedná o problém měření Lejsky či problém metodiky jako takové (tzn. že SCPG k topodiagnostické otázce poruch rovnováhy nepřispívá).

Analýza vlastní práce byla prováděna v tabulkovém editoru MS Excel®. Na začátku zpracování našich vlastních výsledků posturografických měření byly provedeny nejdříve grafy distribuce jednotlivých hodnot ze všech měřených parametrů SCPG (vzestupné řady od minima do maxima). Výsledky ukazují, že distribuce hodnot SCPG měření tvoří křivku

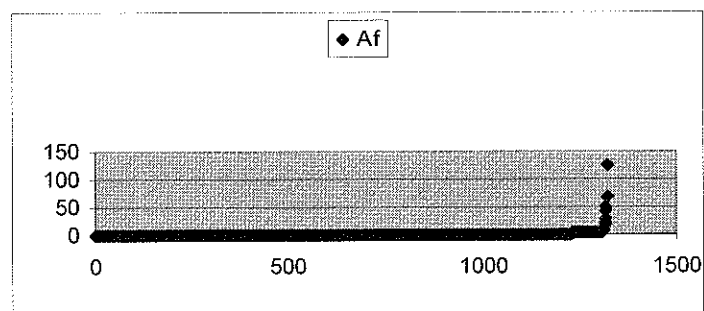
třetího řádu, ve většině parametrů (W_f , W_s , A_f , A_s , Y_f , A_s , RW , RA) se nejvíce přibližující hyperbole.



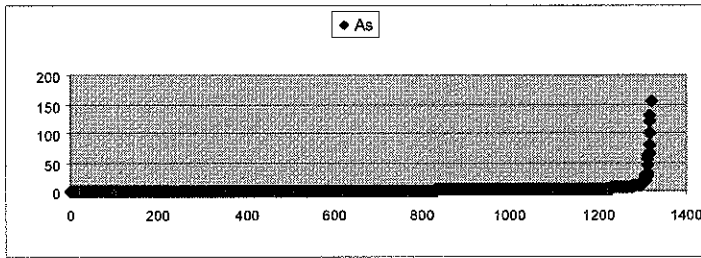
Graf 16



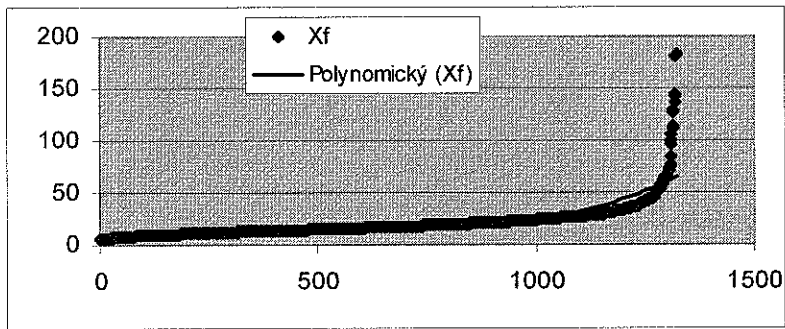
Graf 17



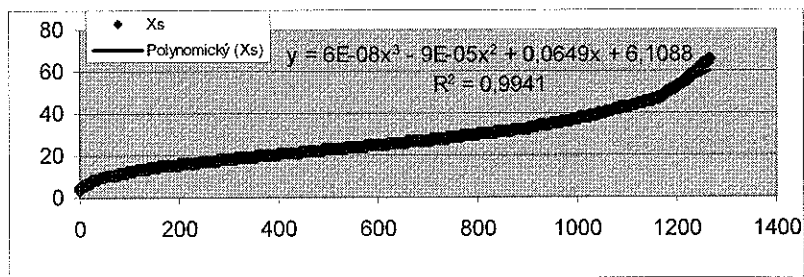
Graf 18



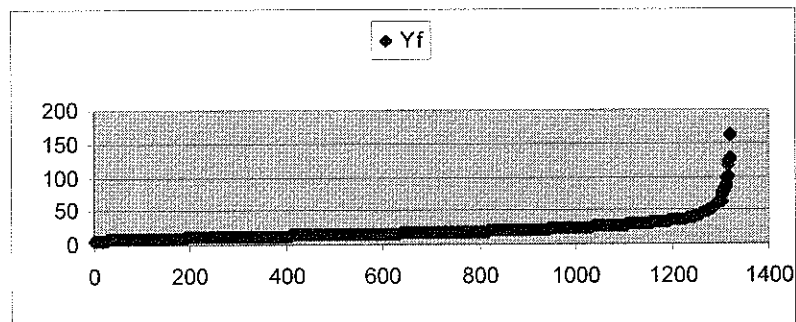
Graf 19



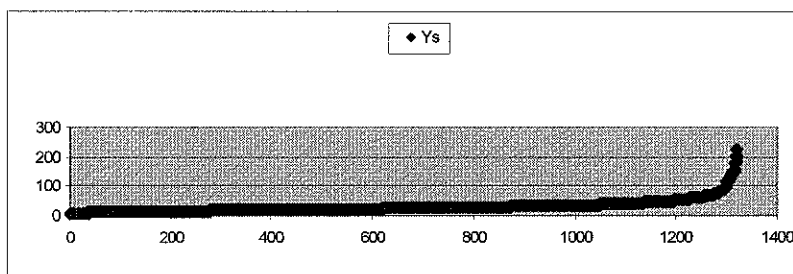
Graf 20



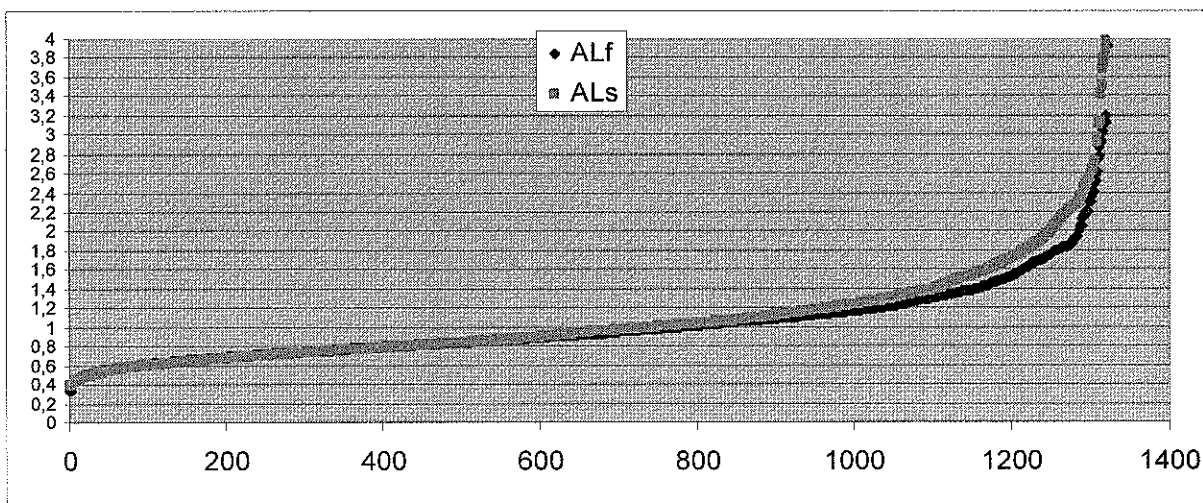
Graf 21



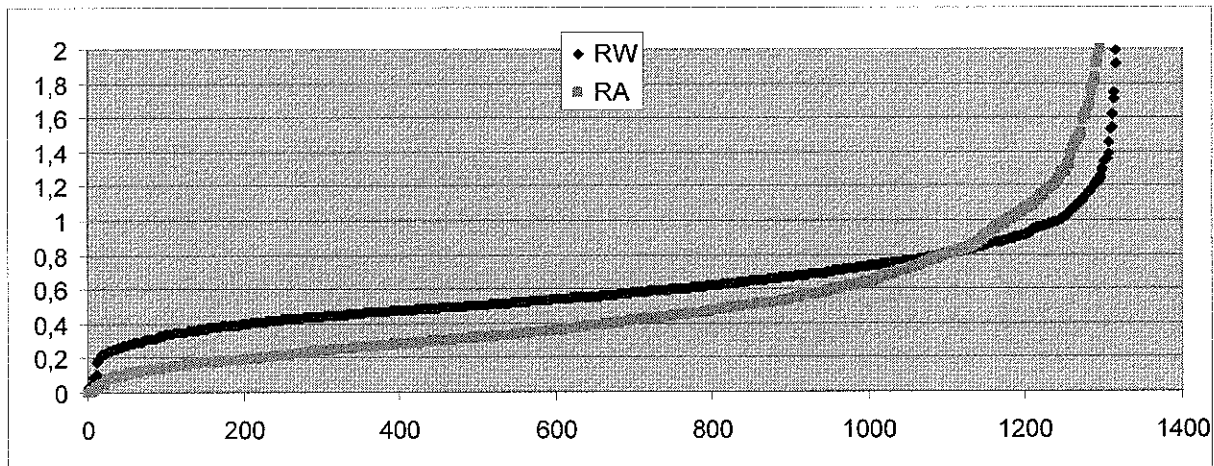
Graf 22



Graf 23

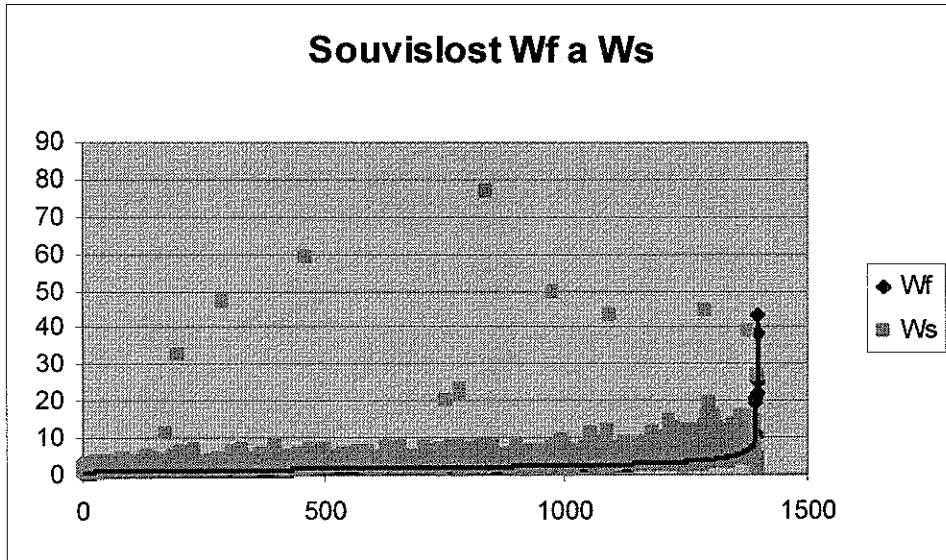


Graf 24

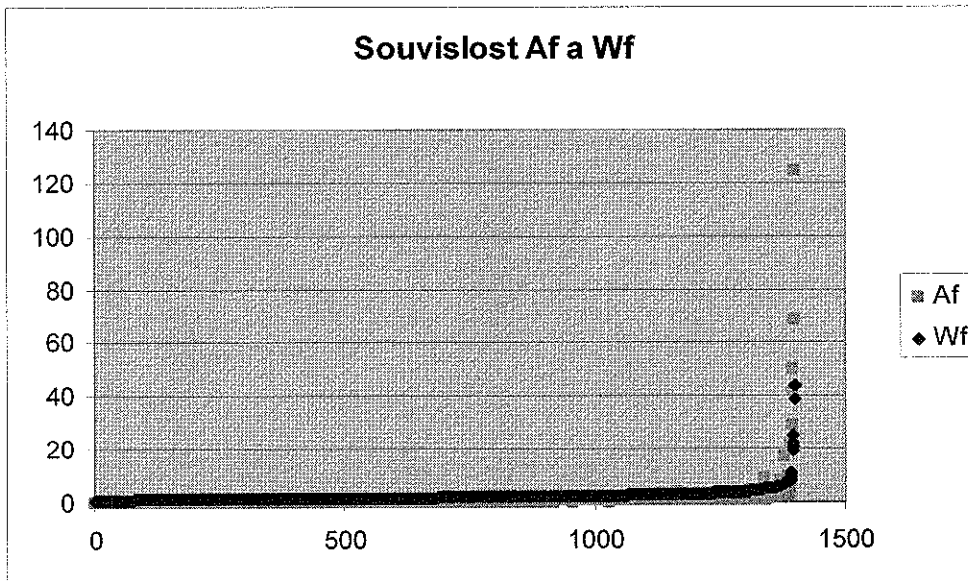


Graf 25

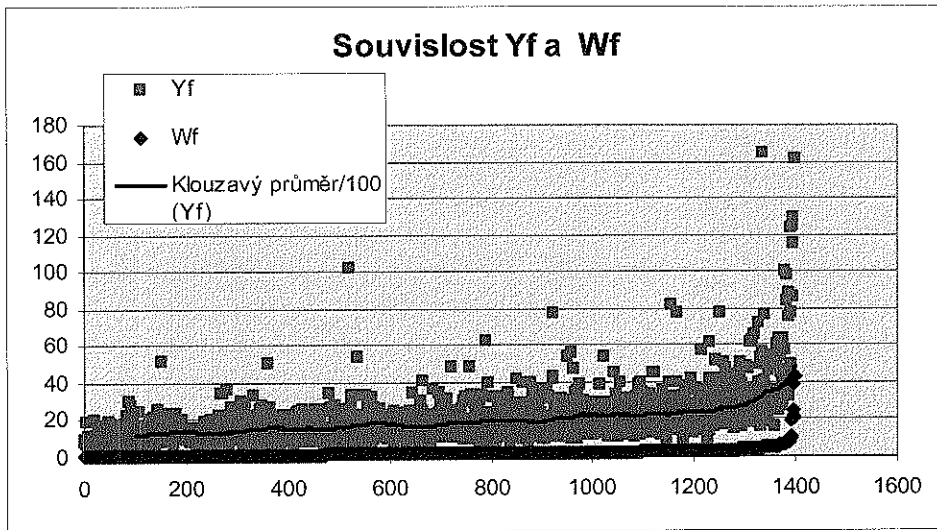
Zaznamenali jsme též souvislost parametrů W_f a W_s , A_f a A_s , X_f a W_f , Y_f a W_f , A_s a W_s , X_s a W_s , Y_s a W_s , jak ukazují následující grafy.



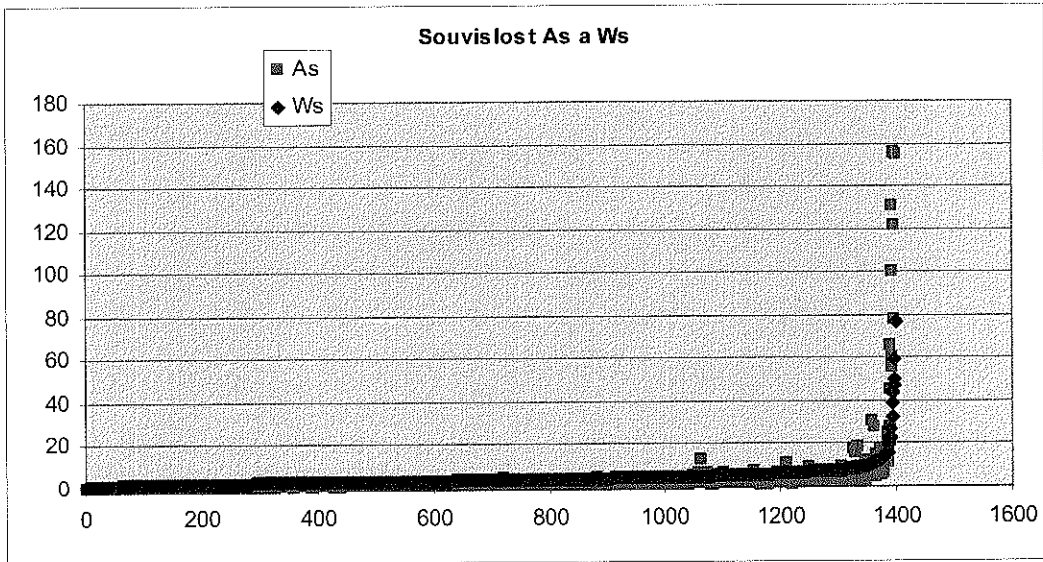
Graf 26



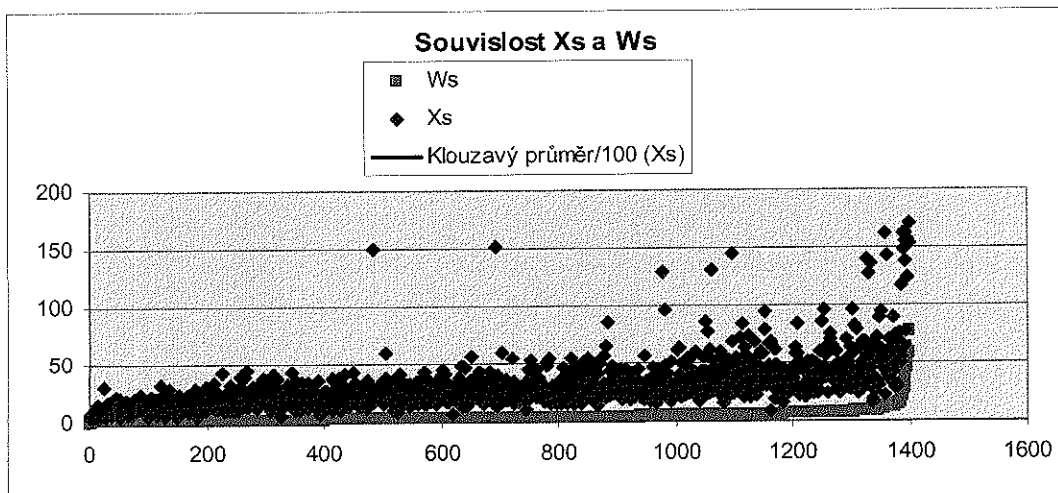
Graf 27



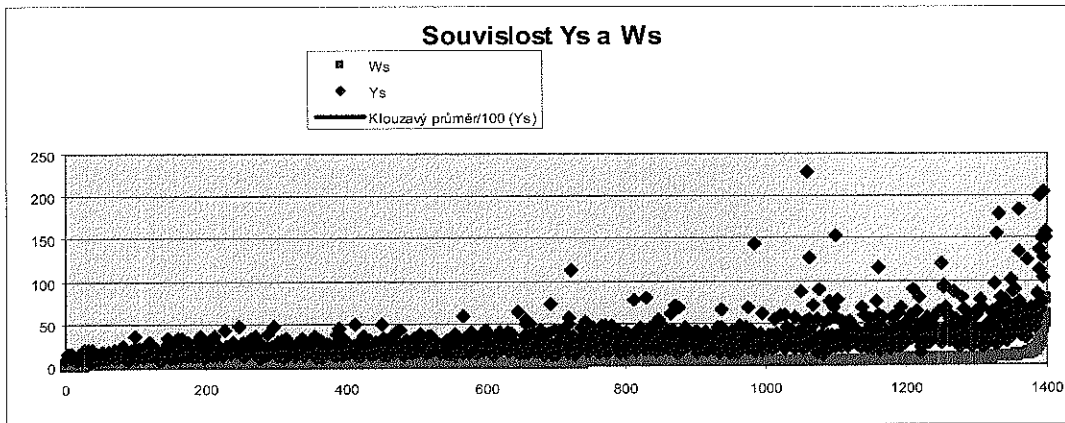
Graf 28



Graf 29

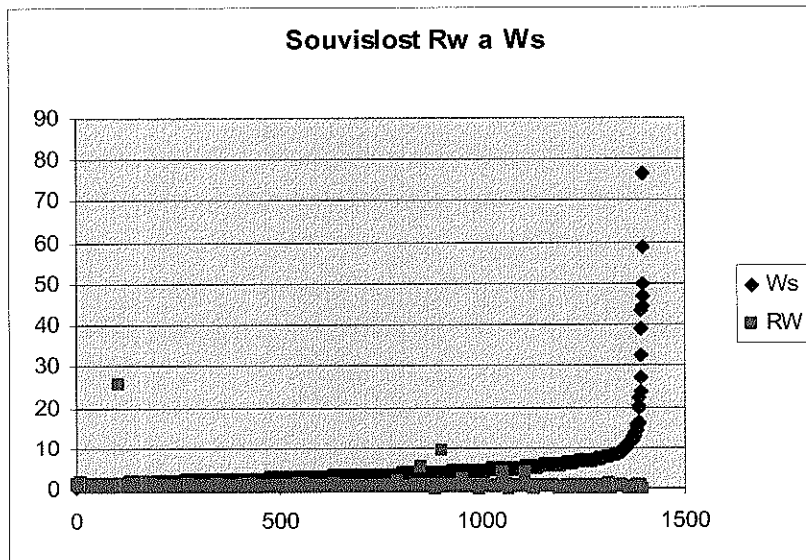


Graf 30

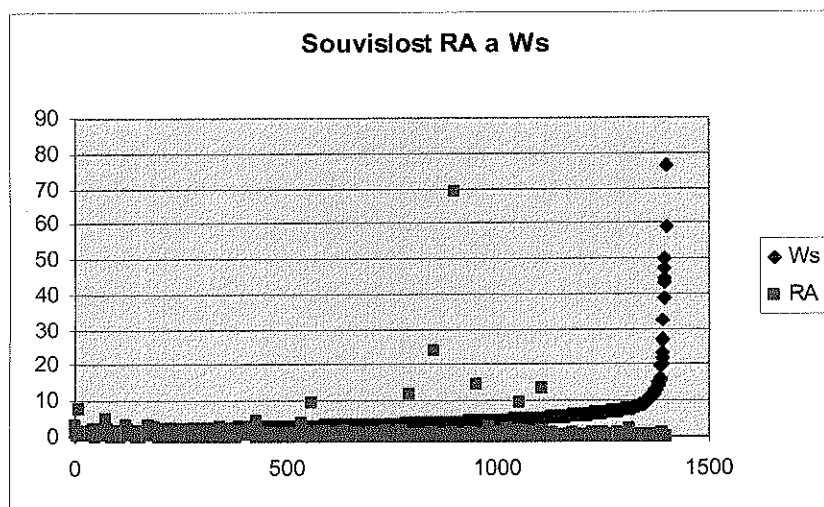


Graf 31

Není naopak patrná závislost RW a Ws a RA a Ws, jak je též dokumentováno níže.



Graf 32



Na základě pozorování a porovnání distribuce výsledků měření v *souboru normální rovnováhy* a *zdrojového souboru* bylo přistoupeno k vytvoření škály pro kvantifikaci rovnováhy v jednotlivých parametrech posturografických měření.

Z porovnávání různých variant vyplynulo jako možné stanovit škálu, jejíž mezní hodnoty byly definovány následně:

- „*Extrém minima*“ byl stanoven tak, že jeho hodnota se rovná průměru minimální hodnoty, naměřené v *souboru normální rovnováhy*, a minimální hodnoty, naměřené v celém *zdrojovém souboru*. Výsledkům pod touto hodnotou bylo ve škále přiřazeno hodnocení „*Extrémně pod normou*“ (číselným vyjádřením „-3“).
- „*Minimum normy*“ bylo stanoveno jako minimální hodnota naměřená v *souboru normální rovnováhy*. Výsledkům pod touto hodnotou bylo ve škále přiřazeno hodnocení „*Vysoko pod normou*“ (číselně „-2“) pro hodnoty pod průměrem „*extrému minima*“ a „*minima normy*“, resp. „*Pod normou*“ pro hodnoty nad průměrem „*extrému minima*“ a „*minima normy*“.
- „*Průměr mezi normy*“ byl stanoven jako průměr mezi mezními hodnotami pro normální rovnováhu („*minimum normy*“ a „*maximum normy*“ *souboru normální rovnováhy*). Výsledky měření mezi „*minimem normy*“ a „*maximem normy*“ byly hodnoceny jako „*Dolní norma*“ a „*Horní norma*“ (číslly -0,5 – 0,5).
- „*Maximum normy*“ muselo být stanoveno tak, aby většina měření pacientů s normální rovnováhou zůstávala pod bodem obratu hyperbolické křivky distribuce naměřených hodnot. Proto „*maximum normy*“ bylo určeno jako maximální hodnota naměřená v *souboru normální rovnováhy* pro parametry Wf, Alf, ALs a RW, zatímco pro parametry Ws, Xf, Xs, Yf, Ys a RA bylo určeno jako součet minimální naměřené hodnoty a mediánu ze *souboru normální rovnováhy*; a pro parametry Af a As bylo stanoveno jako dvojnásobek mediánu ze *souboru normální rovnováhy*.
- „*Extrém maxima*“ byl stanoven tak, že jeho hodnota se rovná průměru maximální hodnoty, naměřené v *souboru normální rovnováhy*, a maximální hodnoty, naměřené v celém *zdrojovém souboru*. Výsledkům pod hodnotou průměru z „*maxima normy*“ a „*extrému maxima*“ bylo ve škále přiřazeno hodnocení „*Nad normou*“ (číselným vyjádřením „1“), výsledkům mezi průměrem z „*maxima normy*“ a „*extrému maxima*“ a hodnotou „*extrému maxima*“ bylo přiřazeno

hodnocení „*Vysoko nad normou*“ (číselně: „2“). Výsledkům nad hodnotou „maximum normy“ bylo přiřazeno hodnocení „*Extrémně nad normou*“ (číselně: „3“).

Z nepoměrového charakteru parametrů Way, Area, X a Y vyplývá, že v těchto parametrech nelze dosáhnout výsledků „pod normou“ a nižších.

Takto byla vytvořena osmistupňová *hodnoticí škála* pro kvantifikaci rovnováhy pomocí SCPG, ve které se výsledky měření ze *souboru normální rovnováhy* nacházejí v prostředních třech pásmech (viz Tab. 8 - Tab. 7) Záměrně nebylo ve škále voleno hodnocení „normální rovnováha“ nebo „patologická rovnováha“ apod., protože z jednotlivého parametru SCPG měření uvažovat na celkové hodnocení funkce posturální rovnováhy nelze.

Počty naměřených výsledků v jednotlivých pásmech škály z celého *zdrojového souboru* pak ukazují následující tabulky (Tab. 8 - Tab. 9) a grafy (Graf 33 - Graf 36).

Tab. 5: Hranice normy a hodnot mimo normu

Hranice	Čís.	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA	hodnocení
min.extrém	-3					0,538	0,55					0,282	0,123	extrémně pod normou
1/2(min.norm-extrém)	-2					0,675	0,683					0,413	0,19	vysoko pod normou
min.norm	-1	1,008	1,033	0,147	0,145	0,812	0,816	8,008	8,859	7,842	8,875	0,544	0,257	pod normou
prům.norm	-0,5	1,794	2,091	0,442	0,619	1	1,008	16,31	17,91	15,27	17,42	0,808	0,643	v nižší normě
max.norm	0,5	2,58	3,149	0,737	1,093	1,188	1,2	24,61	26,97	22,7	25,97	1,073	1,029	ve vyšší normě
0,5max.norm-extrém	1	6,435	8,751	4,451	6,521	1,475	1,45	34,27	34,89	33,91	43,81	2,477	2,466	nad normou
max.extrém	2	10,29	14,35	8,165	11,95	1,762	1,7	43,93	42,81	45,12	61,66	3,882	3,904	vysoko nad normou

Tab. 6: norma (n)

n=77	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
-3					0	0					0	0
-2					0	0					0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0,5	53	35	51	45	45	37	37	36	43	42	49	29
0,5	23	38	21	28	29	39	35	27	22	20	27	35
1	1	4	5	4	3	1	5	14	12	15	1	13
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 7: norma (%)

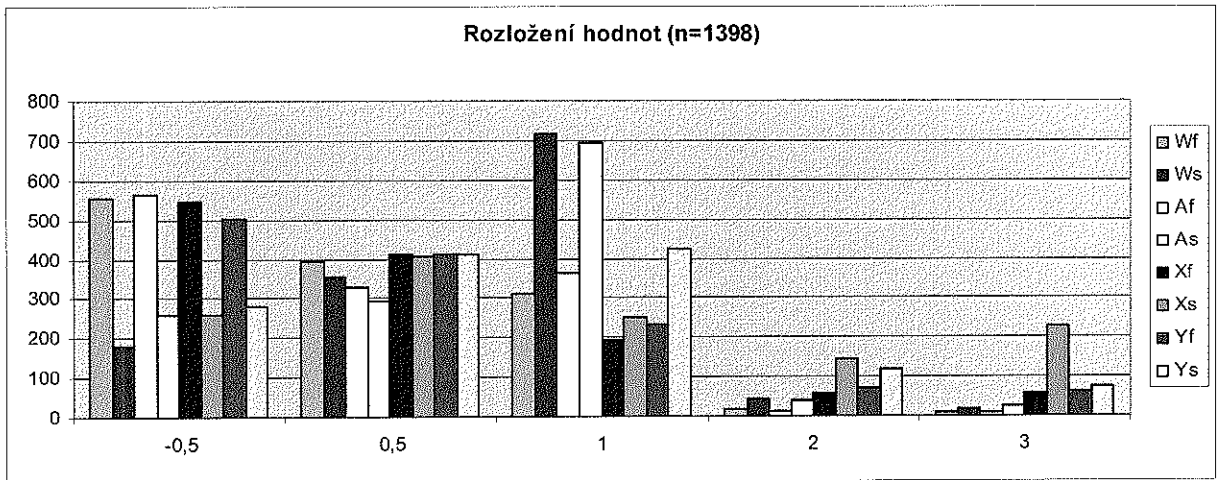
n=77 (%)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
-3					0,0%	0,0%					0,0%	0,0%
-2					0,0%	0,0%					0,0%	0,0%
-1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
-0,5	68,8%	45,5%	66,2%	58,4%	58,4%	48,1%	48,1%	46,8%	55,8%	54,5%	63,6%	37,7%
0,5	29,9%	49,4%	27,3%	36,4%	37,7%	50,6%	45,5%	35,1%	28,6%	26,0%	35,1%	45,5%
1	1,3%	5,2%	6,5%	5,2%	3,9%	1,3%	6,5%	18,2%	15,6%	19,5%	1,3%	16,9%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tab. 8: Škála dle hranic normy a extrémních hodnot (n = 1321)

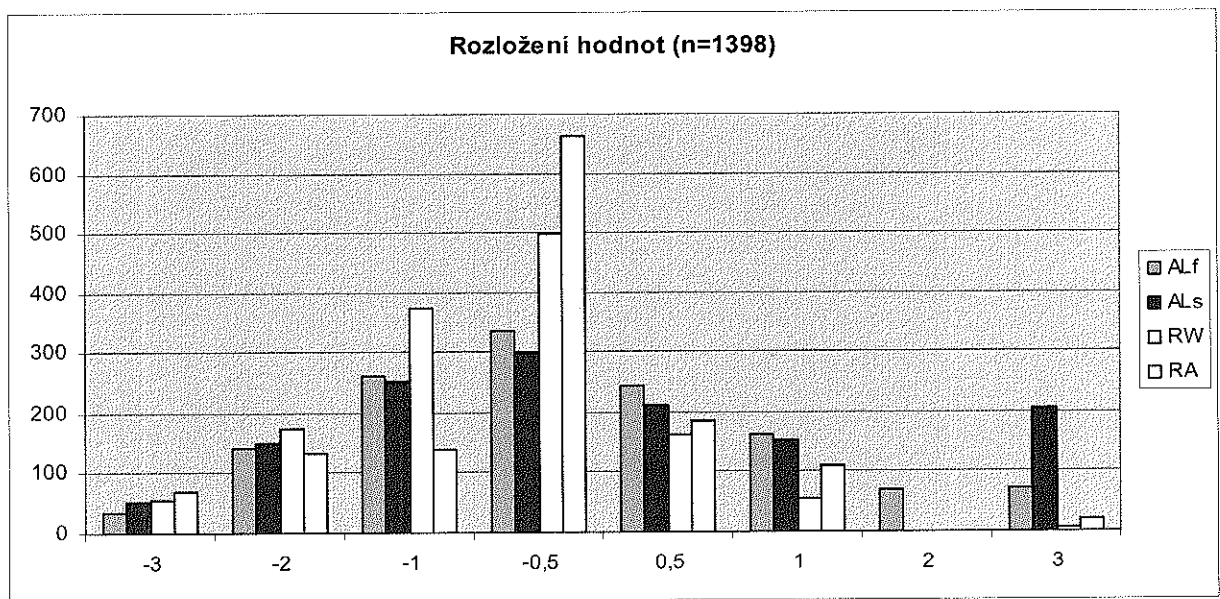
Škála (n)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA	
<min.extrém					36	53					54	68	-3
>min.extrém					142	150					175	134	-2
>0,5min.extrém-min.norm					261	251					373	139	-1
dolní pol.normy	557	180	563	259	335	298	547	258	503	279	497	663	-0,5
horní pol.normy	392	355	327	292	243	212	411	407	410	410	162	185	0,5
<0,5max.norm-extrém	312	715	362	694	162	152	192	251	231	425	55	111	1
<max.extrém	17	45	13	38	69	0	56	144	72	118	0	0	2
>max.extrém	7	19	10	25	73	205	58	228	63	73	5	21	3

Tab. 9: Škála dle hranic normy a extrémních hodnot (% , n = 1321)

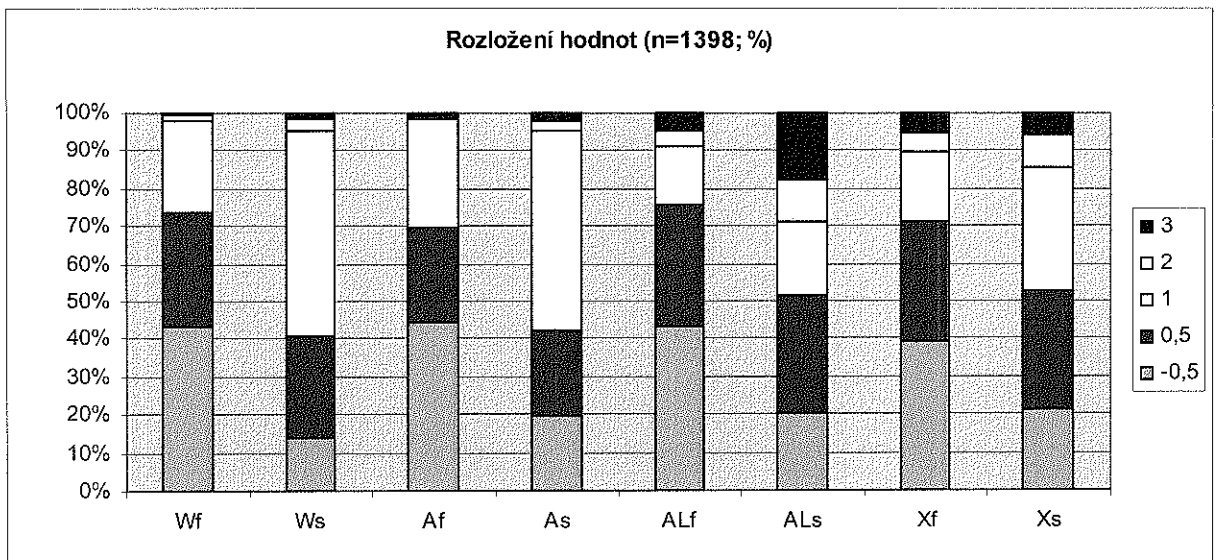
Škála (%)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
<min.extrém					2,58%	3,79%					3,86%	4,86%
>min.extrém					10,16%	10,73%					12,52%	9,59%
>0,5min.extrém-min.norm					18,67%	17,95%					26,68%	9,94%
dolní pol.normy	39,84%	12,88%	40,27%	18,53%	23,96%	21,32%	39,13%	18,45%	35,98%	19,96%	35,55%	47,42%
horní pol.normy	28,04%	25,39%	23,39%	20,89%	17,38%	15,16%	29,40%	29,11%	29,33%	29,33%	11,59%	13,23%
<0,5max.norm-extrém	22,32%	51,14%	25,89%	49,64%	11,59%	10,87%	13,73%	17,95%	16,52%	30,40%	3,93%	7,94%
<max.extrém	1,22%	3,22%	0,93%	2,72%	4,94%	0,00%	4,01%	10,30%	5,15%	8,44%	0,00%	0,00%
>max.extrém	0,50%	1,36%	0,72%	1,79%	5,22%	14,66%	4,15%	16,31%	4,51%	5,22%	0,36%	1,50%



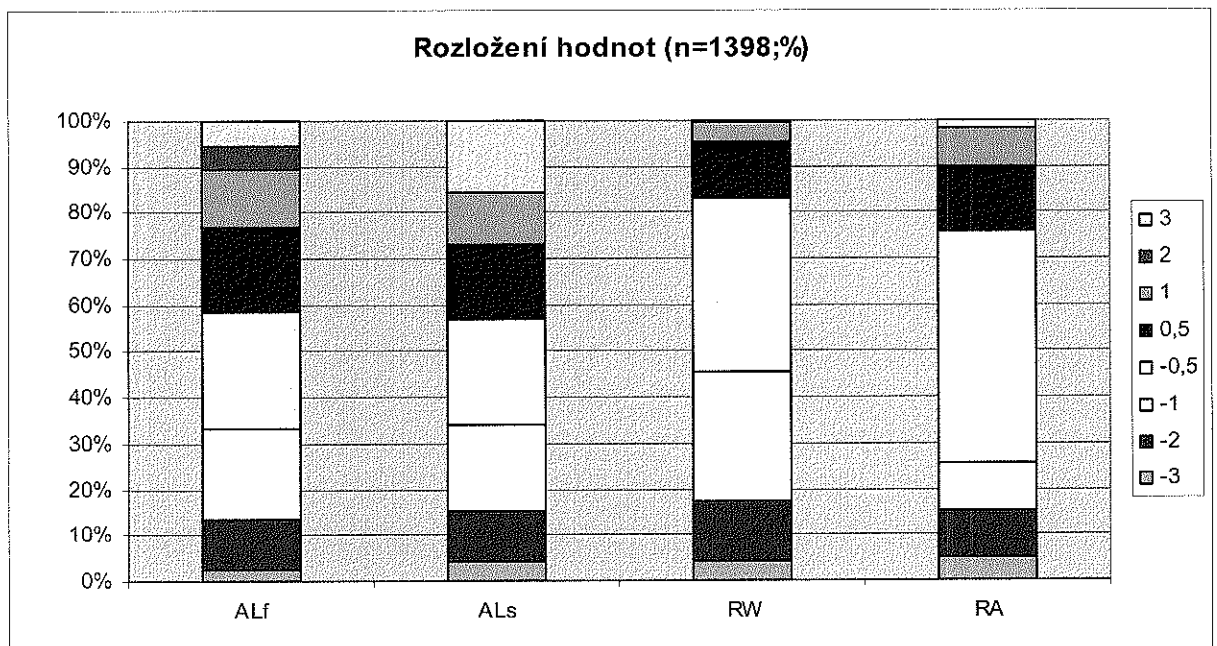
Graf 33



Graf 34



Graf 35



Graf 36

Z takto vytvořeného škálovacího systému vyplývá, že většina výsledků vyšetřovaných z celého zdrojového souboru se nacházela v pásmu hodnocení „dolní norma“, „horní norma“ nebo „nad normou“, distribuce výsledků na škále však je v porovnání se souborem normální rovnováhy zřetelně rozptýlenější. Aplikace škálovacího systému na kvantifikaci rovnováhy u nemocných se závratí jsou diskutovány dále.

2.3.2 Kvantitativní hodnocení poruchy rovnováhy pomocí SCPG

Subjektivní hodnocení míry poruchy rovnováhy subjektem (pacientem) i objektem (lékařem) je velmi svízelné pro principiální neobjektivnost takového hodnocení. Po vytvoření objektivní škály pro kvantifikaci rovnováhy je jediné možno dosáhnout přesného odstupňování rovnováhy v číselném vyjádření a tedy i možnosti porovnávání vyšetřovaných v čase a mezi sebou. Protože posturografie je metodou zaměřenou právě na objektivní vyšetření posturální rovnováhy (s numerickým výstupem), lze očekávat, že právě SCPG bude ze stávajících vestibulologických přístrojových metodik pro kvantifikaci poruchy rovnováhy tou nejvhodnější. Analýza možností SCPG pro kvantitativní hodnocení poruchy rovnováhy byla proto v rámci této práce provedena nejdříve.

Při sestavování algoritmu objektivního hodnocení posturální rovnováhy je třeba uvažovat, že ne všechny hodnotící parametry SCPG budou mít pro kvantifikaci posturální rovnováhy stejnou váhu. Z tohoto důvodu jsme podrobili analýze 3 soubory vyšetřených: ze *souboru neurootologických pacientů* jsme vybrali pacienty bez klinicky manifestní poruchy rovnováhy v době měření (*soubor kompenzovaných*; n=83) a pacienty s klinicky manifestní poruchou rovnováhy (*soubor dekompenzovaných*; n=205). Tyto soubory jsme pak porovnávali v programu MS Excel® navzájem a se *souborem normální rovnováhy* v absolutních naměřených hodnotách a na již dříve vytvořené osmistupňové hodnotící škále.

Výsledky (absolutní počty a procentuální zastoupení hodnot) na hodnotící škále zachycují tabulky (Tab. 10 - Tab. 13) a grafická znázornění (Graf 37 - Graf 38).

Tab. 10

n (kom)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
-3					2	10					3	4
-2					19	11					10	7
-1					16	17					25	9
-0,5	26	3	26	2	22	17	31	9	26	13	34	44
0,5	36	18	34	24	15	14	28	30	36	30	8	15
1	20	59	22	56	7	9	15	22	14	31	3	3
2	1	3	0	1	0	0	6	8	3	5	0	0
3	0	0	1	0	2	5	3	14	4	4	0	1

Tab. 11

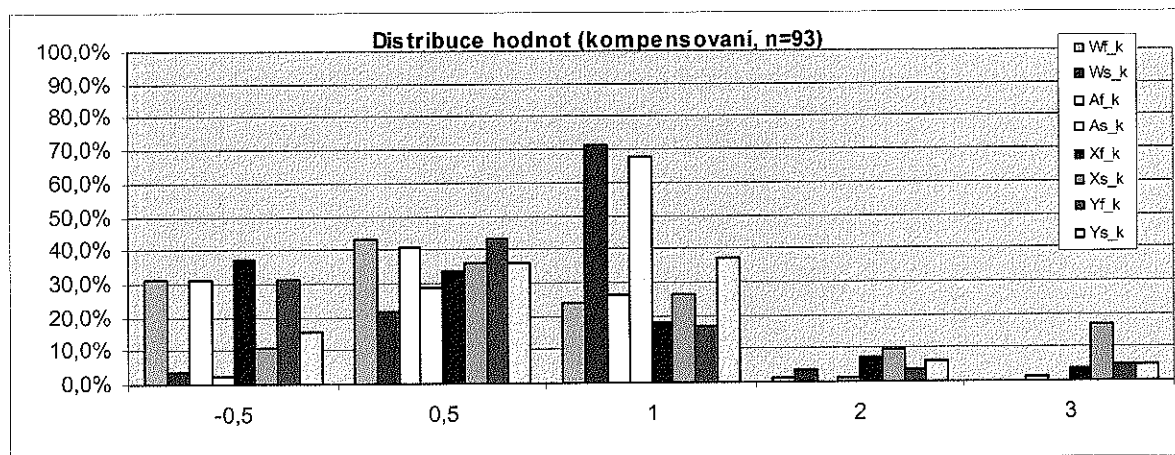
% (kor)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
-3					2,4%	12,0%					3,6%	4,8%
-2					22,9%	13,3%					12,0%	8,4%
-1					19,3%	20,5%					30,1%	10,8%
-0,5	31,3%	3,6%	31,3%	2,4%	26,5%	20,5%	37,3%	10,8%	31,3%	15,7%	41,0%	53,0%
0,5	43,4%	21,7%	41,0%	28,9%	18,1%	16,9%	33,7%	36,1%	43,4%	36,1%	9,6%	18,1%
1	24,1%	71,1%	26,5%	67,5%	8,4%	10,8%	18,1%	26,5%	16,9%	37,3%	3,6%	3,6%
2	1,2%	3,6%	0,0%	1,2%	0,0%	0,0%	7,2%	9,6%	3,6%	6,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	1,2%	0,0%	2,4%	6,0%	3,6%	16,9%	4,8%	4,8%	0,0%	1,2%

Tab. 12

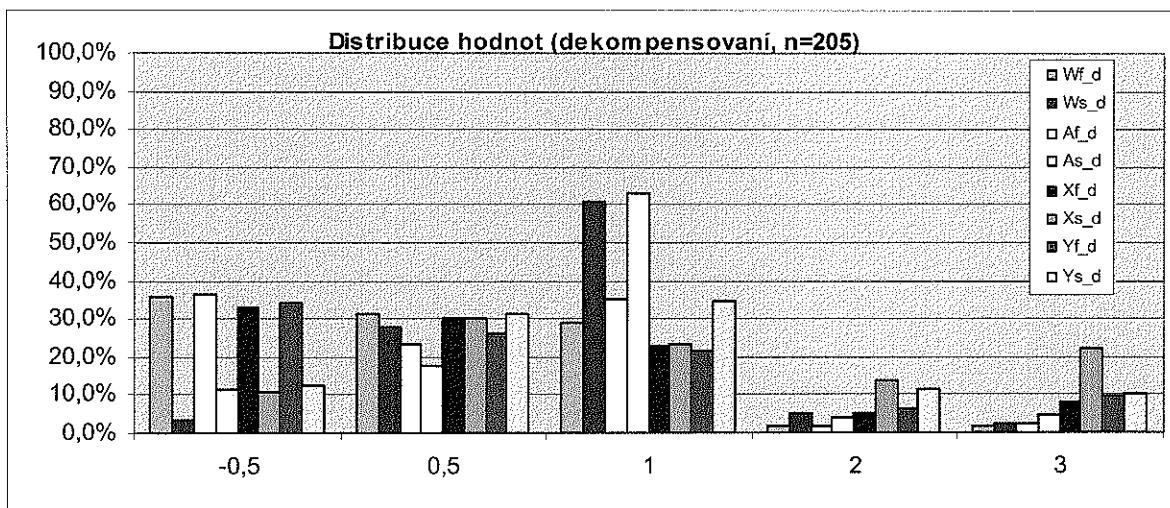
n (dek)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
-3					9	10					9	9
-2					37	39					38	22
-1					45	44					61	37
-0,5	73	7	74	23	59	49	68	22	70	26	71	97
0,5	64	57	48	36	21	23	62	62	54	64	17	24
1	59	125	72	129	18	19	47	48	44	71	6	11
2	3	11	3	8	6	0	10	28	13	23	0	0
3	4	5	5	9	10	21	16	45	20	21	3	5

Tab. 13

% (dek)	Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA
-3					10,8%	12,0%					10,8%	10,8%
-2					44,6%	47,0%					45,8%	26,5%
-1					54,2%	53,0%					73,5%	44,6%
-0,5	88,0%	8,4%	89,2%	27,7%	71,1%	59,0%	81,9%	26,5%	84,3%	31,3%	85,5%	116,9%
0,5	77,1%	68,7%	57,8%	43,4%	25,3%	27,7%	74,7%	74,7%	65,1%	77,1%	20,5%	28,9%
1	71,1%	150,6%	86,7%	155,4%	21,7%	22,9%	56,6%	57,8%	53,0%	85,5%	7,2%	13,3%
2	3,6%	13,3%	3,6%	9,6%	7,2%	0,0%	12,0%	33,7%	15,7%	27,7%	0,0%	0,0%
3	4,8%	6,0%	6,0%	10,8%	12,0%	25,3%	19,3%	54,2%	24,1%	25,3%	3,6%	6,0%

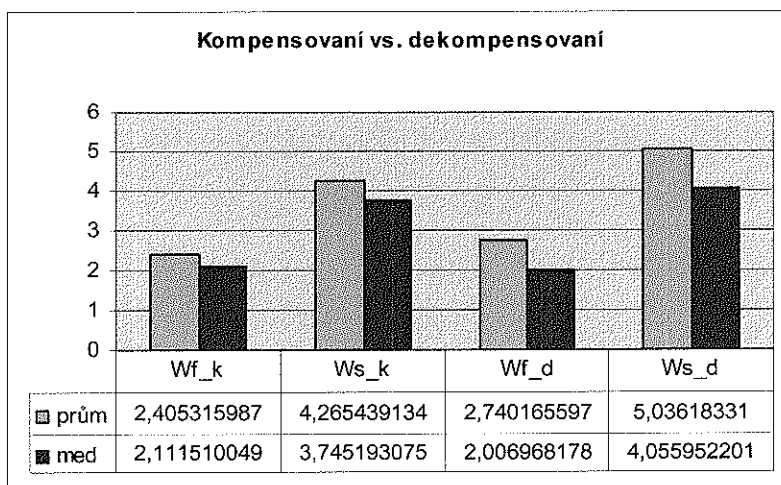


Graf 37

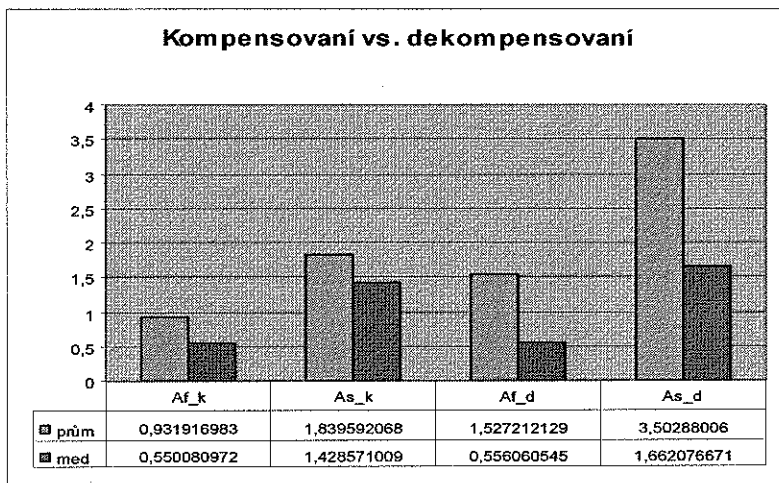


Graf 38

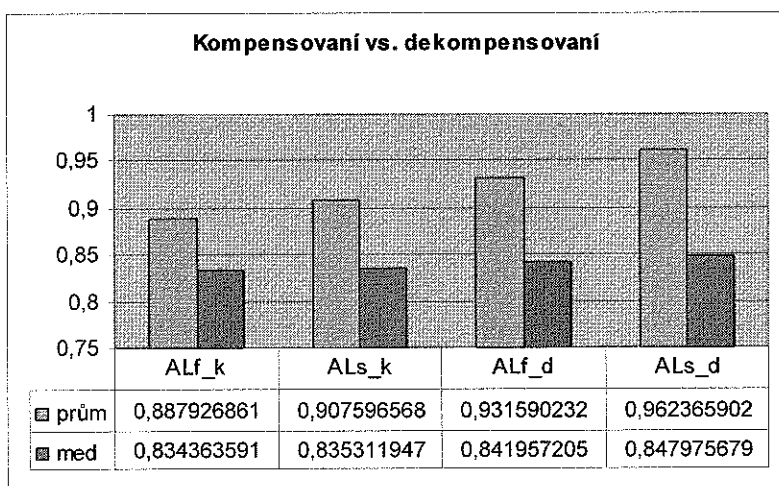
Z výše uvedených tabulek a grafů je patrné, že distribuce hodnot v *souboru normální rovnováhy* je ve srovnání s ostatními soubory na hodnoticí škále vyrovnanější, tzn., že na rozdíl od vyšetřených osob s normální rovnováhou, pacienti s poruchou posturální rovnováhy (anamnesticky či aktuálně v době měření) ve vícero parametrech překračovali hodnoty normy škály (-0,5 – 0,5 resp. -0,5 – 1). Rozdíl mezi souborem kompenzovaných a souborem dekompenzovaných však se jeví jako překvapivě malý, jak je patrné nejlépe z grafických znázornění (Graf 39 - Graf 44).



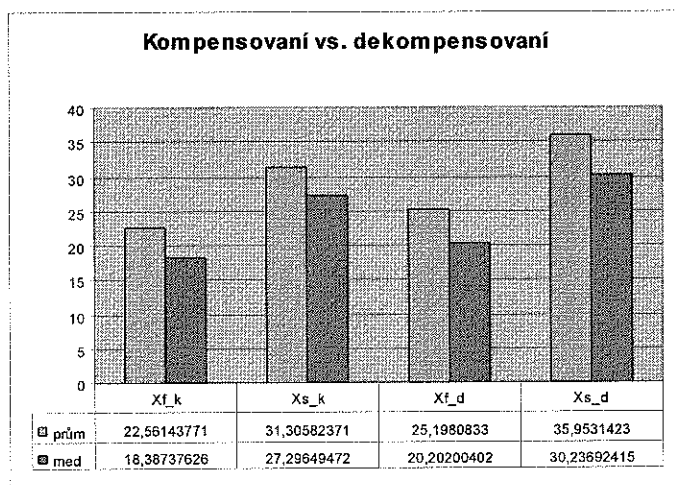
Graf 39



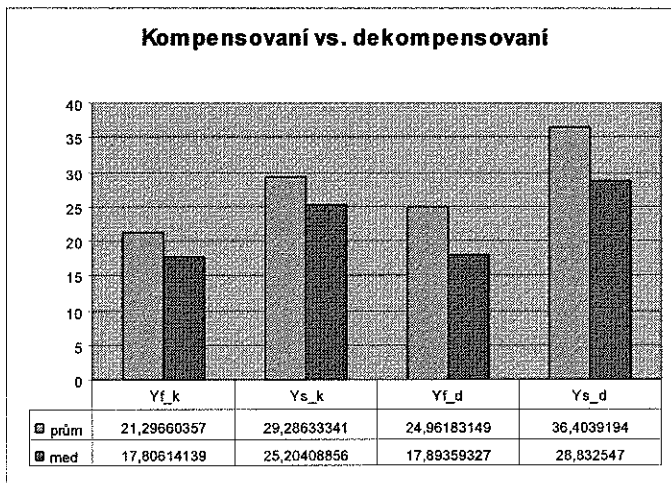
Graf 40



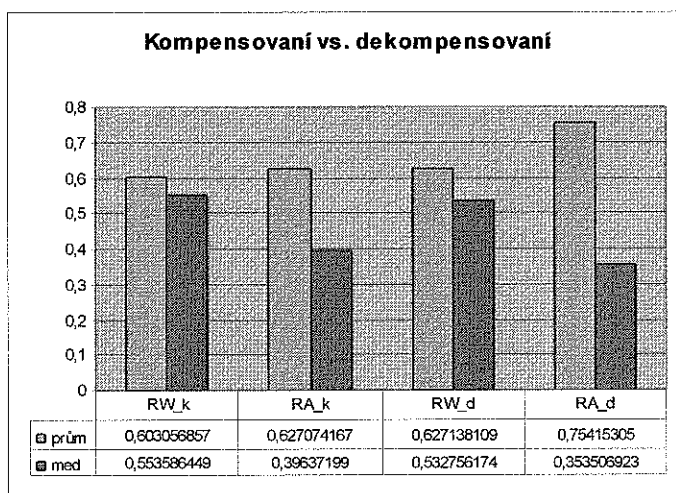
Graf 41



Graf 42



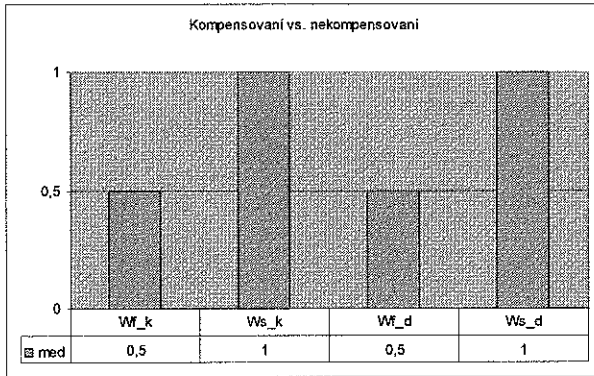
Graf 43



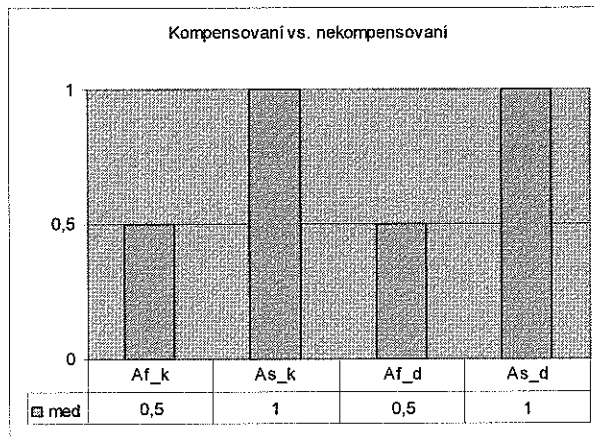
Graf 44

Z patrných tendencí k extrémním hodnotám u části měření zejména v souboru dekompensováných, vyplývá větší význam mediánu než průměru pro hodnocení. Toto platí zejména pro parametry ALf, ALs, případně Af, As.

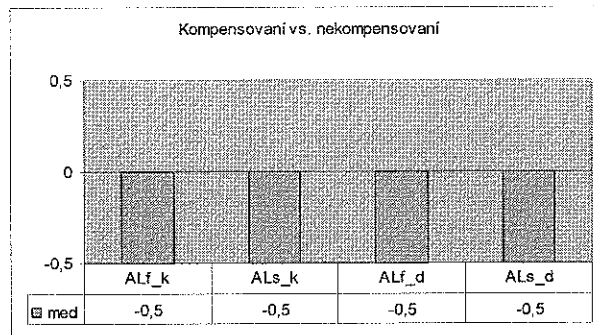
Jak ukazují následující grafy (Graf 45 - Graf 50), rozdíl z výsledků mezi *souborem kompensovaných* a *souborem dekompensováných* v mediánu hodnoty na hodnotící škále se ukazuje jako patrný pouze v parametrech Ys a RW.



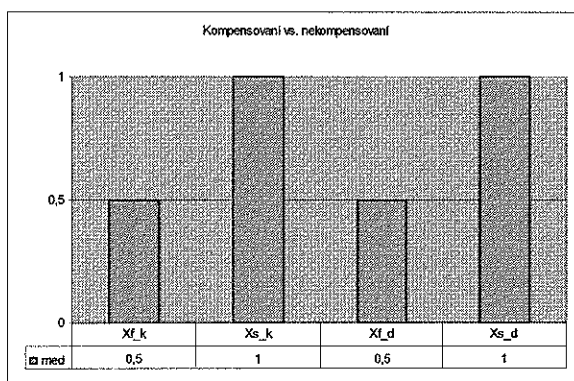
Graf 45



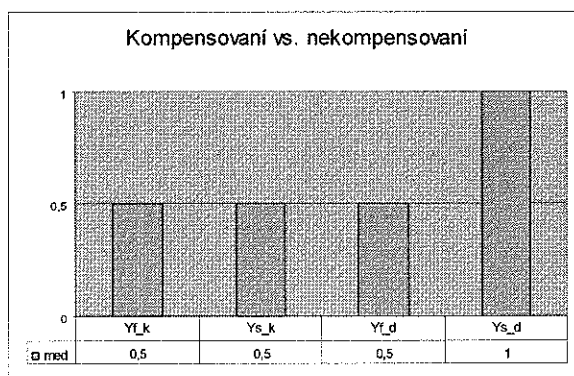
Graf 46



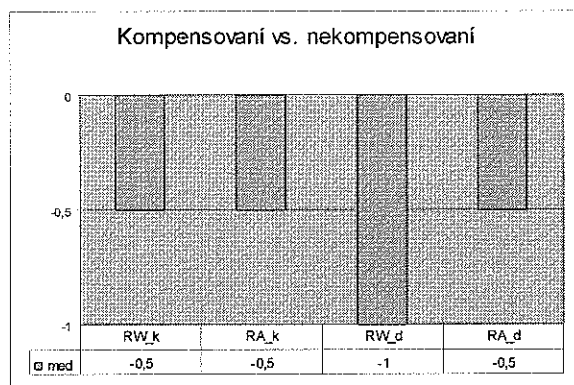
Graf 47



Graf 48



Graf 49



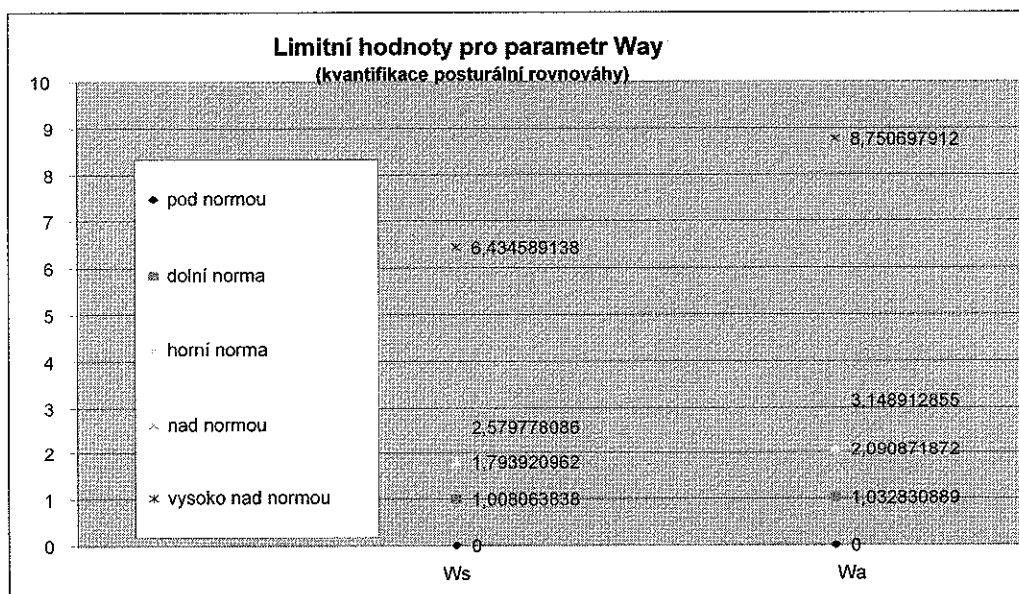
Graf 50

Porovnání souboru *kompensovaných* a souboru *dekompensovaných* lze shrnout konstatováním, že pomocí SCPG lze statisticky odlišit skupinu osob s klinicky manifestní a aktuálně nepřítomnou poruchou rovnováhy, tento rozdíl však není velký a projevuje se především v rozdílu výchylky těžiště v ose Y a poměru dráhy opsaného těžiště při vizuální supresi a fixaci (parametry W_f , W_s). Toto je důležité zejména v praktickém rutinním kvantitativním hodnocení rovnováhy pomocí SCPG, protože posturograf STP-03 právě tyto parametry (W_f , W_s) zobrazuje. Nabízí se tedy jako vhodné právě (a pouze) u těchto

parametrů k jednotlivým stupňům hodnotící škály přiřazení pojmů pro hodnocení míry poruchy rovnováhy, např. podle Tab. 14 (srv. též Graf 51).

Tab. 14: Hodnotící tabulka kvantifikace poruchy rovnováhy

kvantifikace poruchy rovnováhy		Wf_min	Wf_max	Ws_min	Ws_max	klinické hodnocení
-1	pod normou	<1,00806383791728		<1,03283088860611		zvýšená rovnováha
-0,5	dolní norma	1,01	1,79	1,03	2,09	normální rovnováha
0,5	horní norma	1,79	2,58	2,09	3,15	normální rovnováha
1	nad normou	2,58	6,43	3,15	8,75	porucha rovnováhy
2	vysoko nad normou	6,43	10,3	8,75	14,4	výrazná porucha rovnováhy
3	extrémně nad normou	>10,28940019	-	>14,35248297	-	extrémní porucha rovnováhy



Graf 51

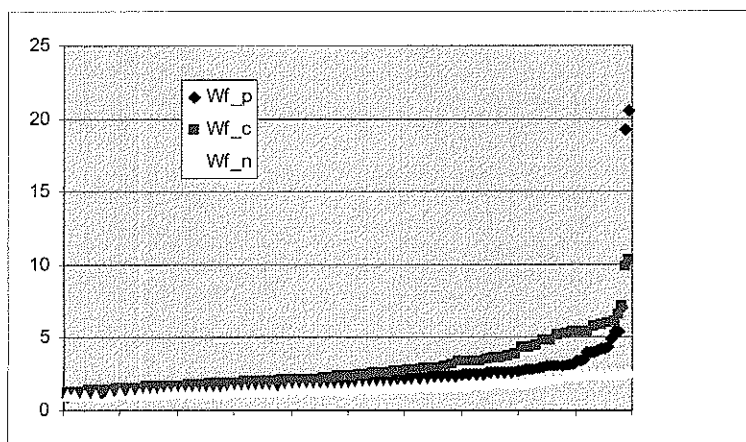
Při porovnání obou zmíněných skupin se *souborem normální rovnováhy* je rozdíl ve výsledcích v *souboru kompenzovaných* a *souboru dekompenzovaných* zřetelnější a ukazuje tak na význam SCPG při detekci latentních (klinicky nemanifestních) poruch posturální rovnováhy.

2.3.3 Kvalitativní hodnocení poruch rovnováhy pomocí SCPG (diferenciální diagnostika)

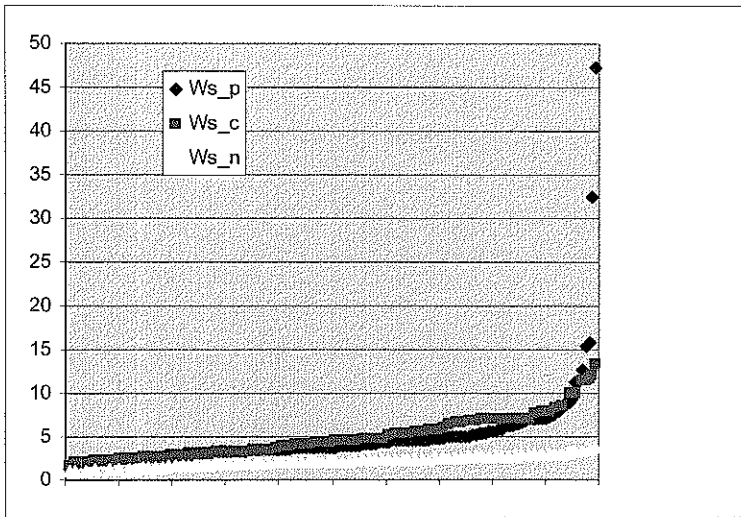
Základní otázkou vestibulologie je topodiagnostická diferenciální diagnostika (tzn. odlišení periferních a centrálních závratí od sebe a jejich odlišení od ne-vestibulárních poruch rovnováhy). K zodpovězení této otázky dosud neexistuje metodika, umožňující jednoznačné odlišení těchto patofyziologických stavů a je nutno spoléhat stále především na anamnézu a fyzikální vyšetření spolu s kombinací přístrojových a dalších pomocných metod. Každá vestibulologická metodika by tedy měla být zkoumána, zda a do jaké míry může ke zmíněné základní vestibulologické otázce přispět. Protože SCPG je ve své podstatě objektivizací Rombergova testu, právem lze očekávat, že i u této metodiky by mohl být určitý vztah k otázce diferenciální diagnostiky závratí nalezen (33).

Pro analýzu schopností SCPG kvantitativního hodnocení byly ze *souboru neurootologických pacientů* vytvořeny v tabulkovém editoru MS Excel® *soubor periferních a soubor ne-periferních vestibulárních lézí*, které byly dále porovnávány navzájem a se *souborem normální rovnováhy*. Aby bylo zajištěno standardní (jednotné) a co nejobjektivnější topodiagnostické určení, byly přehodnoceni všichni pacienti z neurootologické poradny, začlenění do souboru, a topodiagnosticky znovu určení podle striktně stanovených kritérií. K tomu byl jako pomůcka vytvořen v editoru MS Excel vzorec pro zařazení pacienta do příslušné kategorie (automatická „nápověda“) podle dat z anamnézy, fyzikálních, zobrazovacích, sérologických a konsiliárních vyšetření.

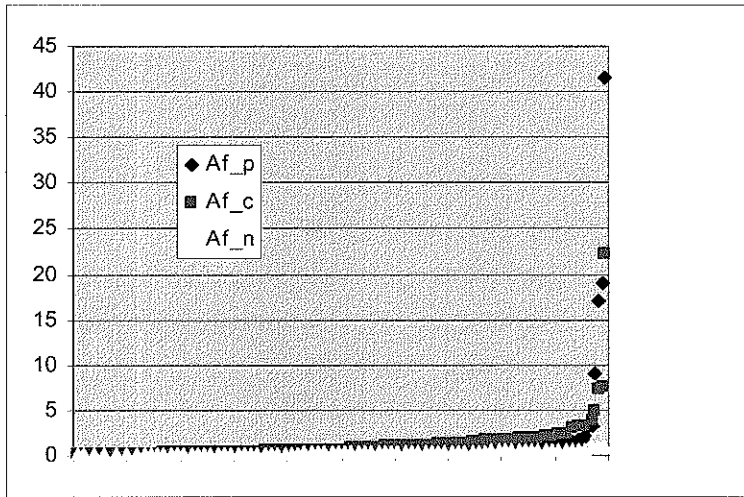
V první fázi bylo opět znázorněno rozložení hodnot ze všech tří porovnávaných souborů. Níže jsou zobrazeny výsledky v grafické podobě (Graf 52 - Graf 69).



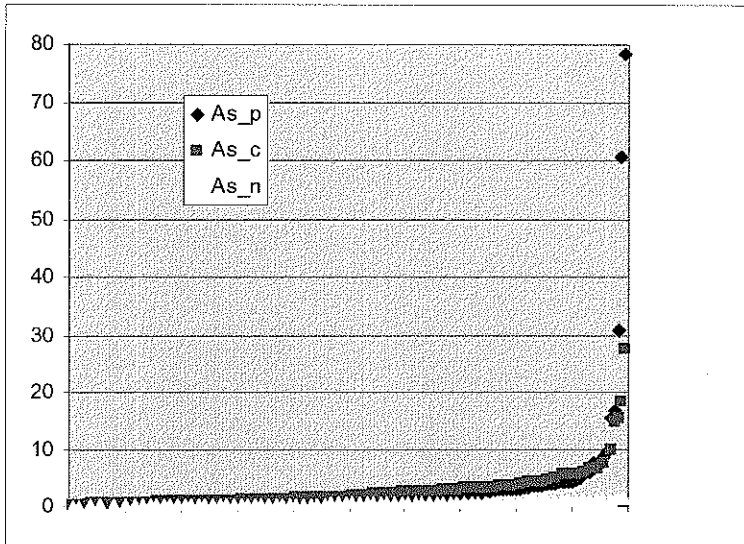
Graf 52



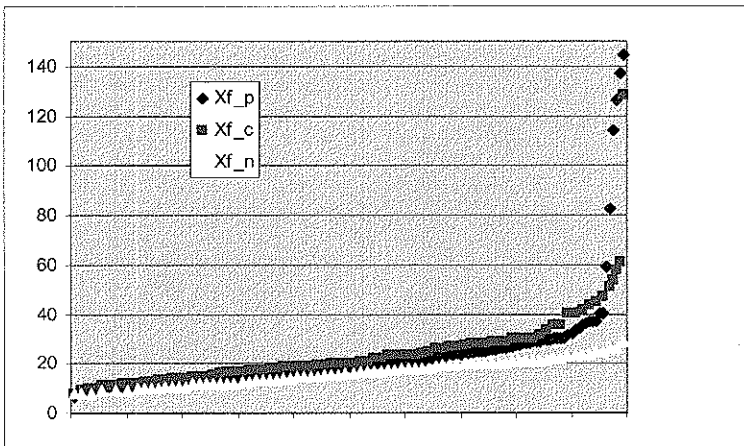
Graf 53



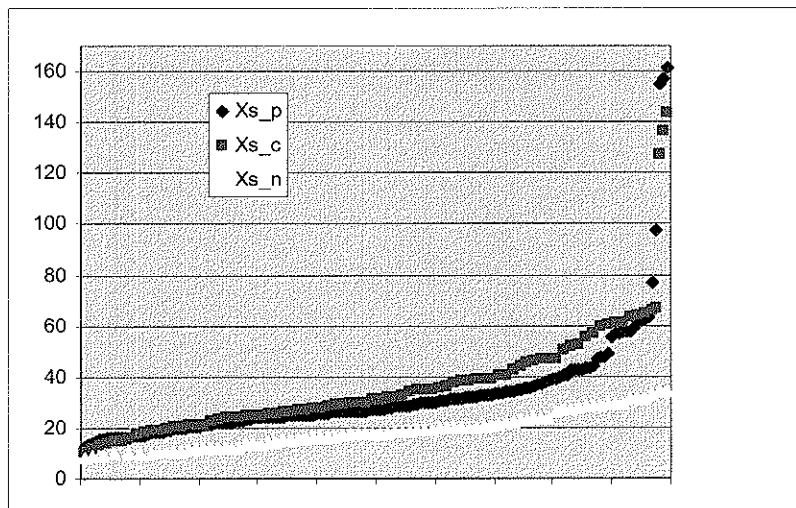
Graf 54



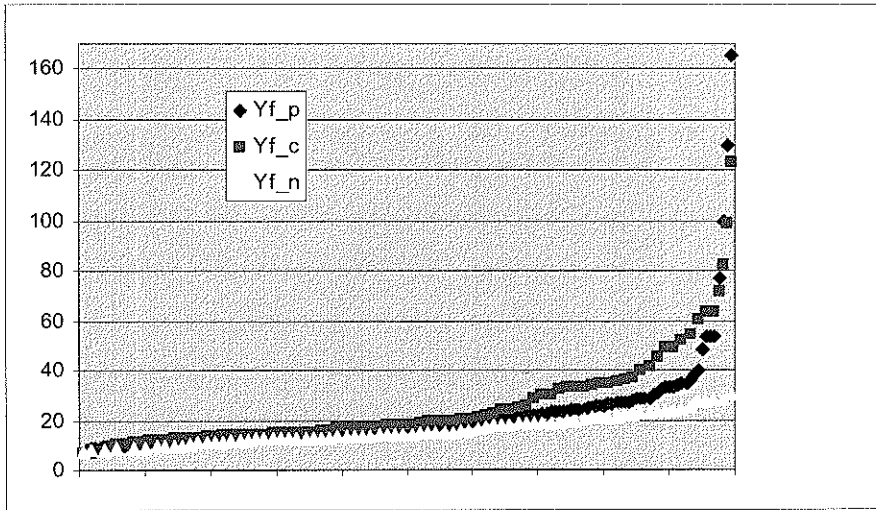
Graf 55



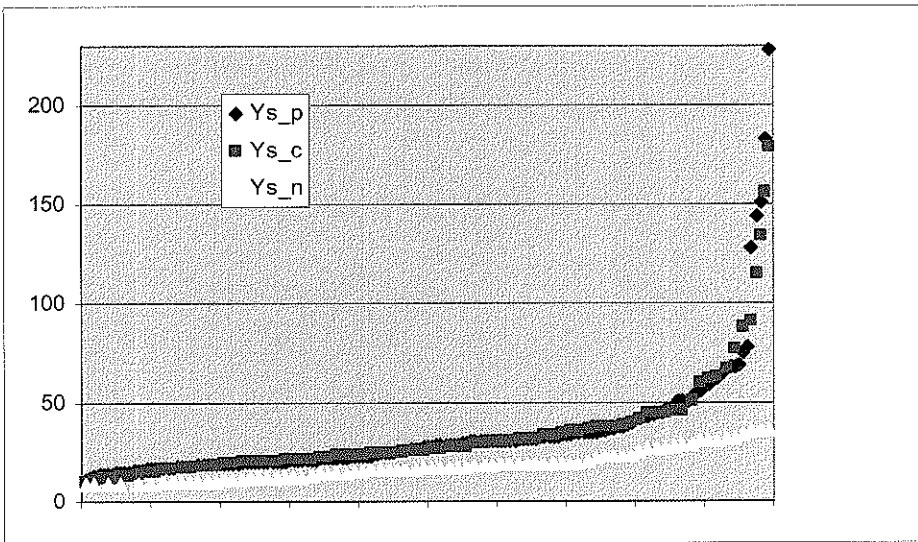
Graf 56



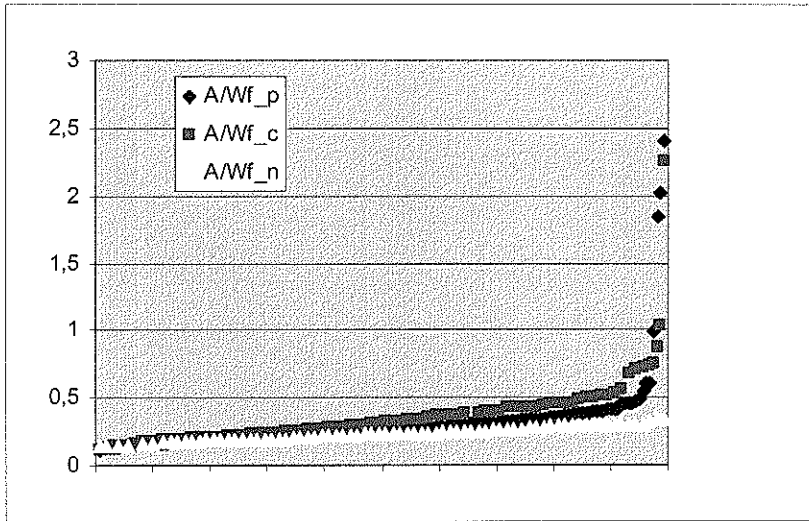
Graf 57



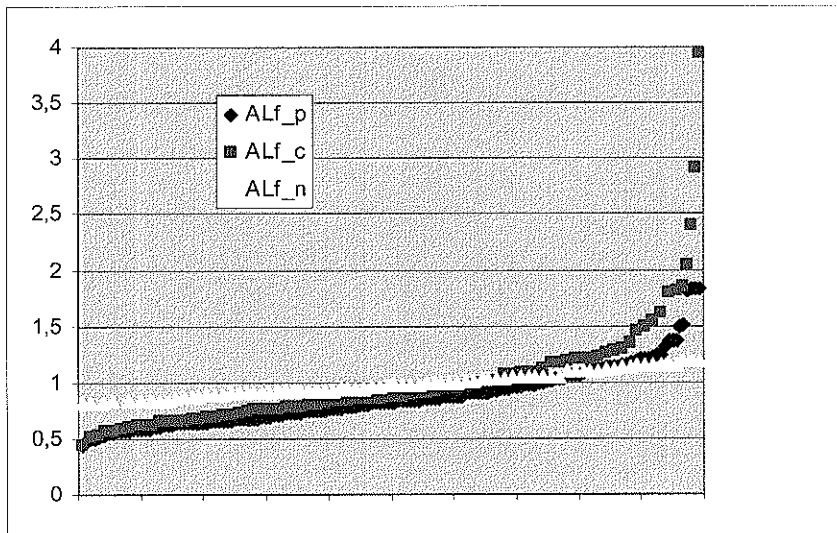
Graf 58



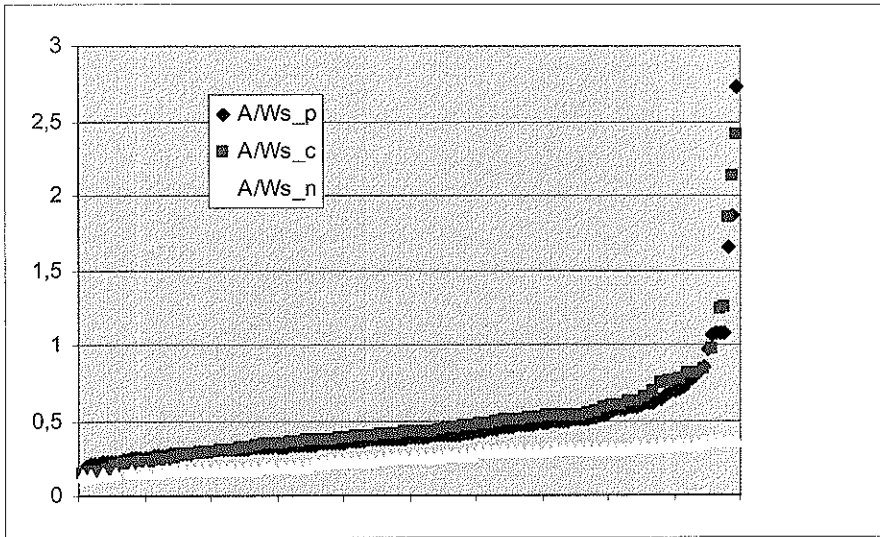
Graf 59



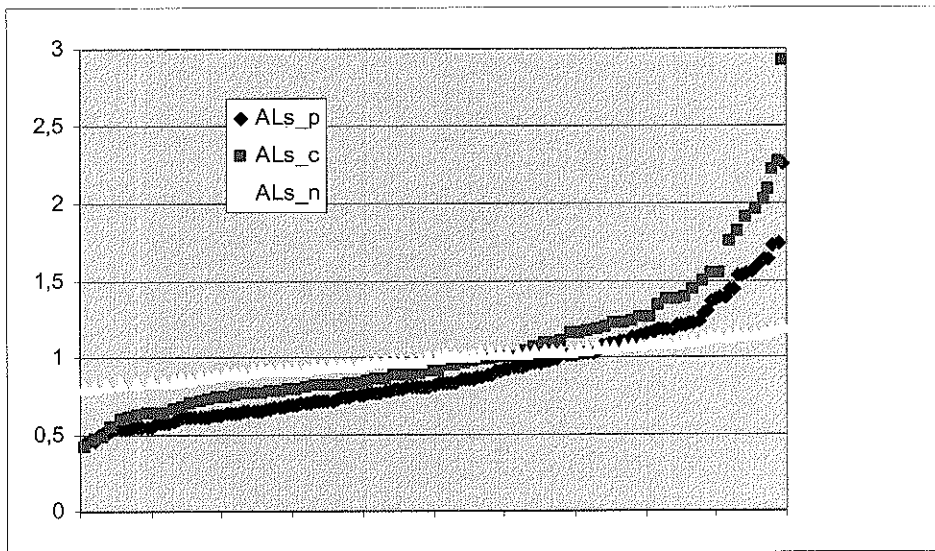
Graf 60



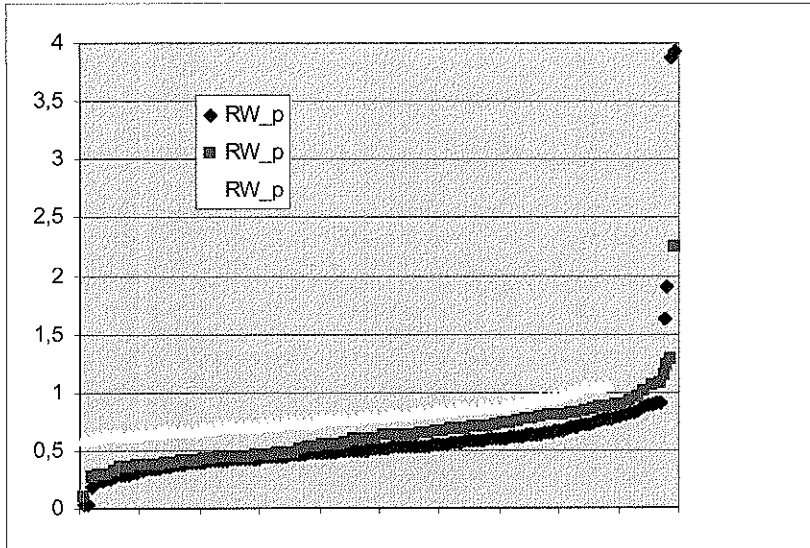
Graf 61



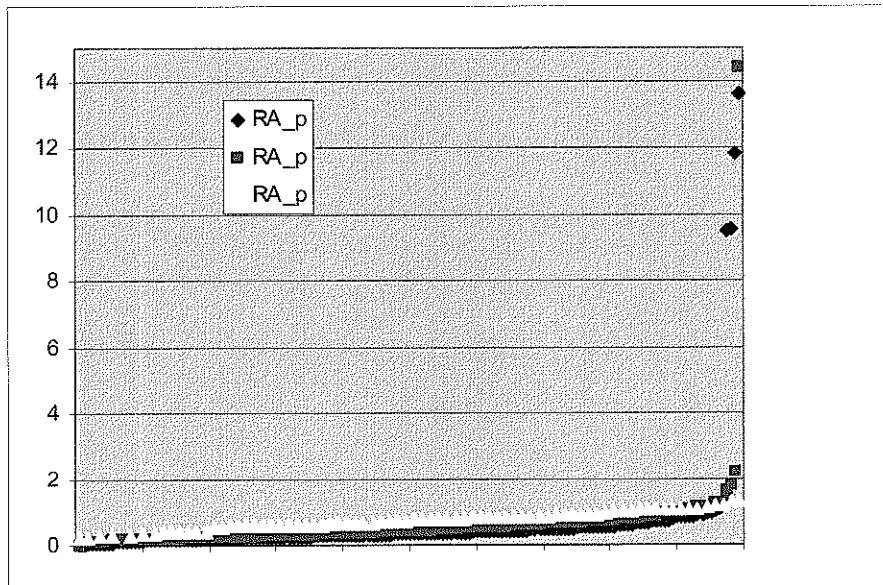
Graf 62



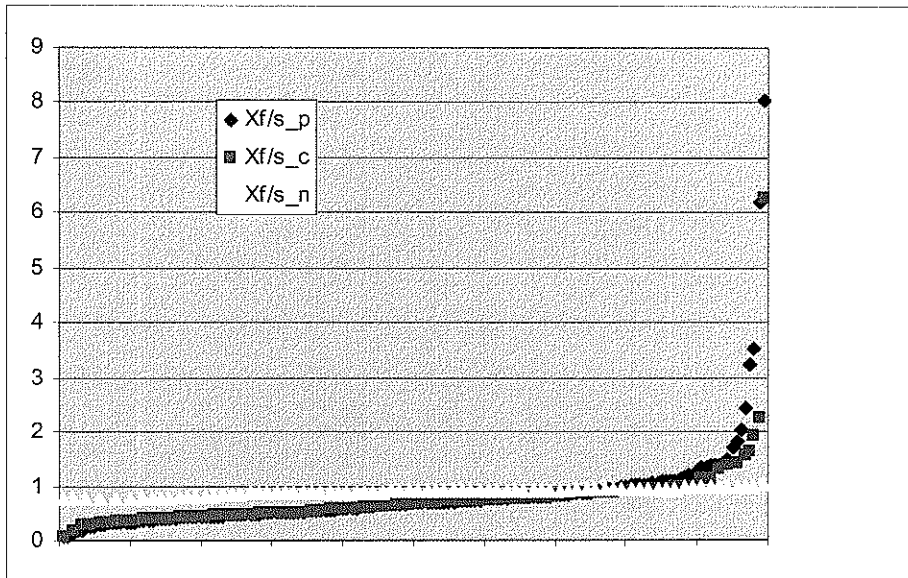
Graf 63



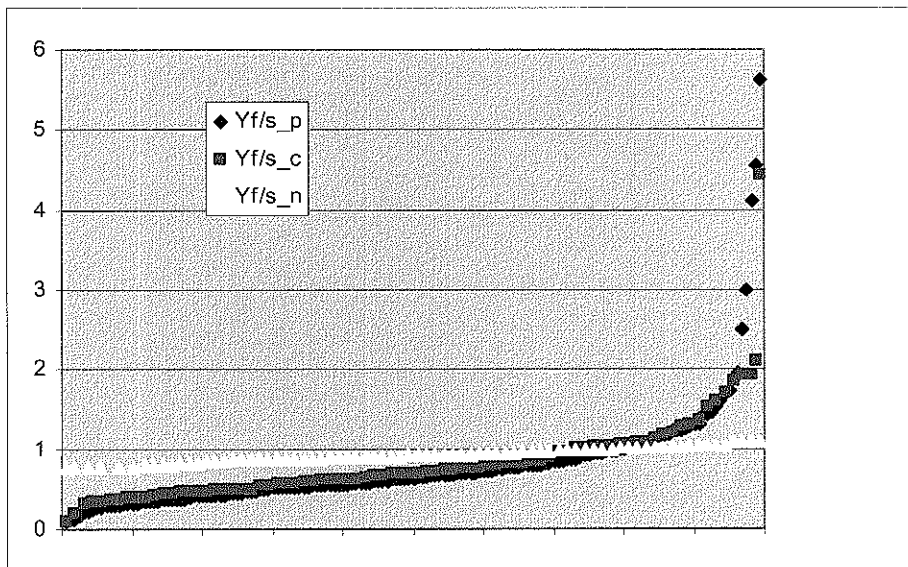
Graf 64



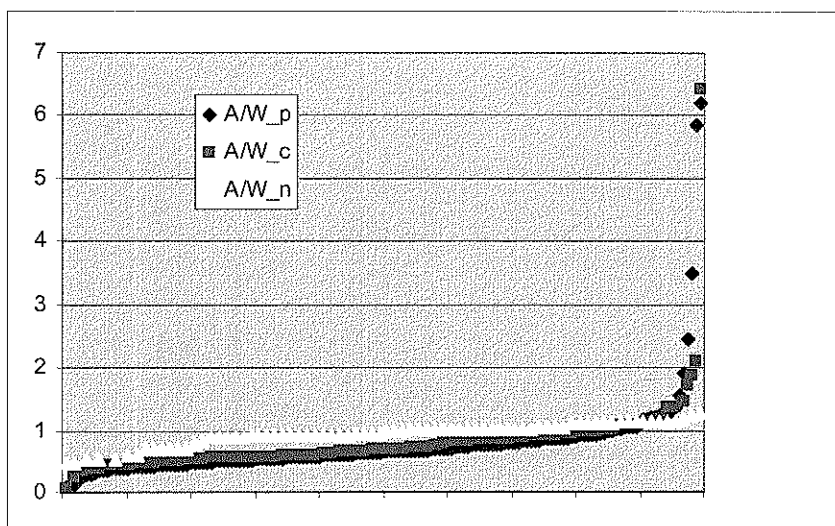
Graf 65



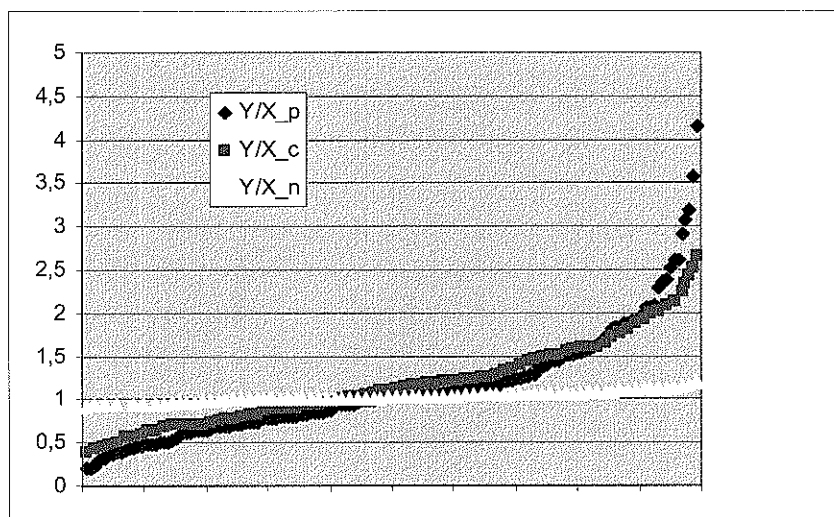
Graf 66



Graf 67

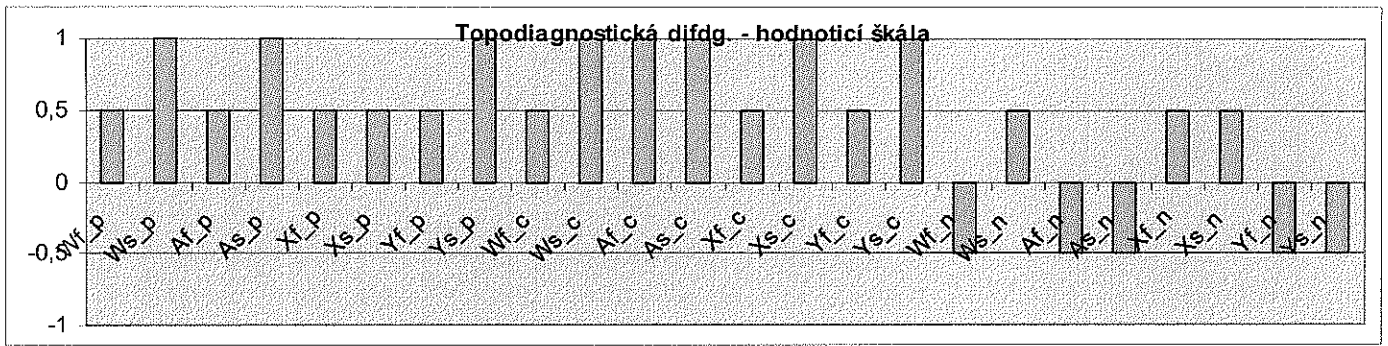


Graf 68

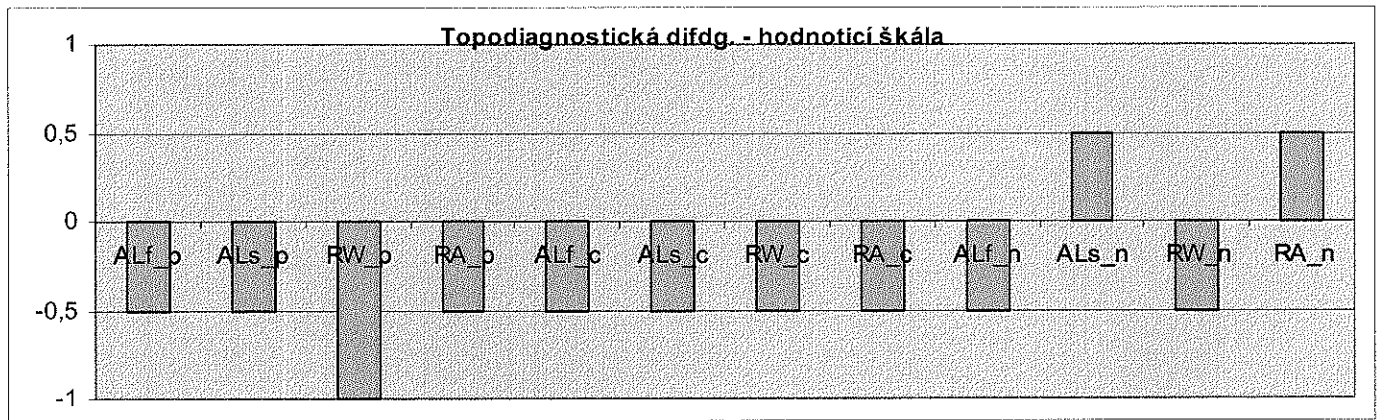


Graf 69

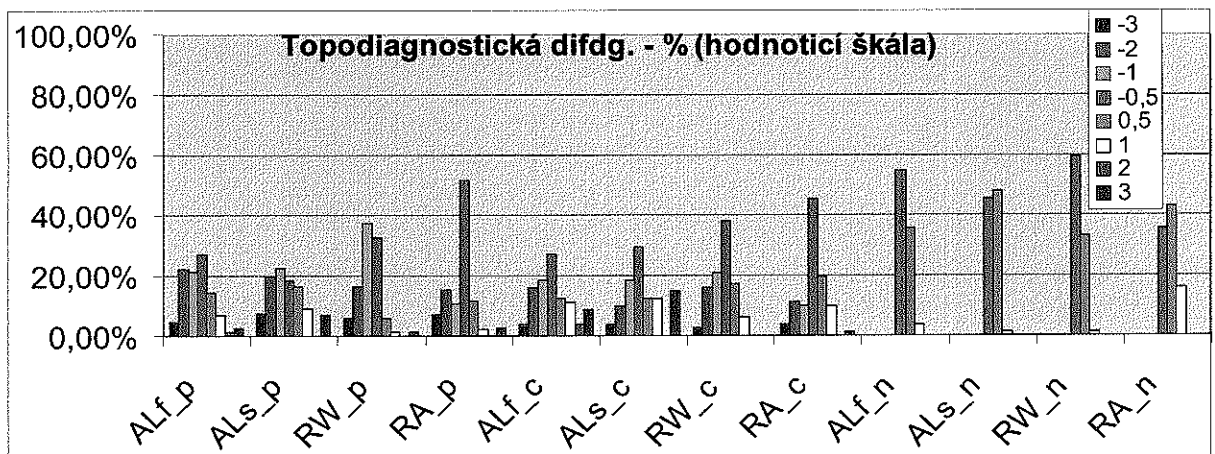
Dále byly porovnávány zmíněné soubory pomocí hodnoticí škály, což lze pokládat (podobně jako u kvantifikace poruch rovnováhy) jako vhodné vodítko pro subjektivní (orientační) interpretaci SCPG vyšetření, ale nikoliv jako východisko pro přesné topodiagnostické vyhodnocení SCPG výsledků. Výsledky ukazují Graf 70 - Graf 71, procentuální zastoupení na hodnoticí škále viz Graf 72 - Graf 74.



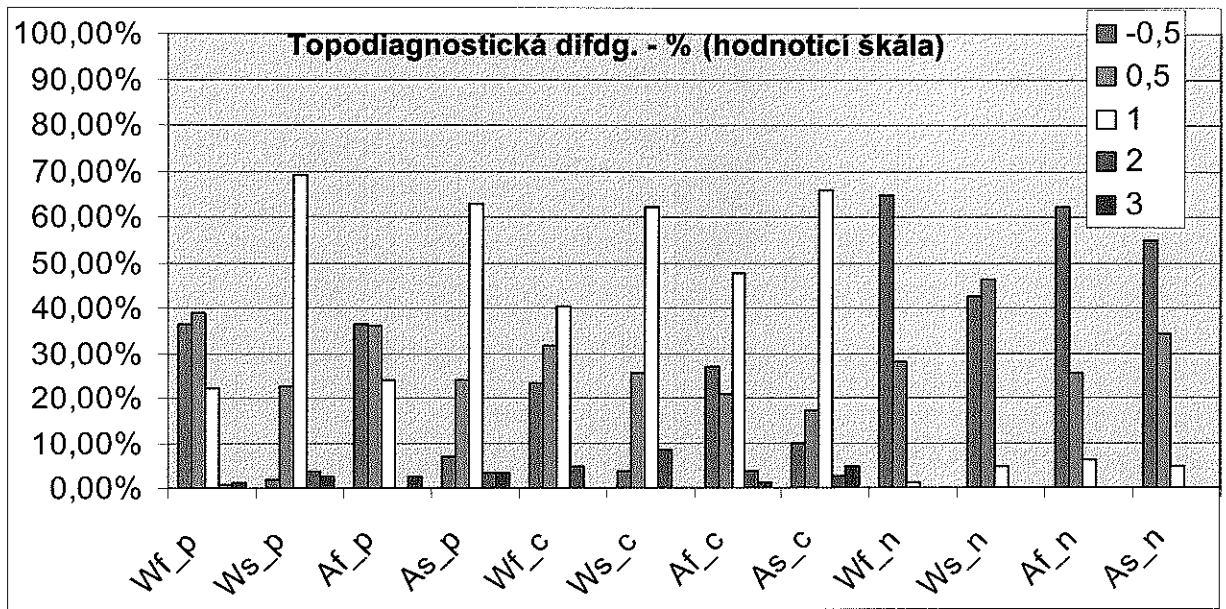
Graf 70



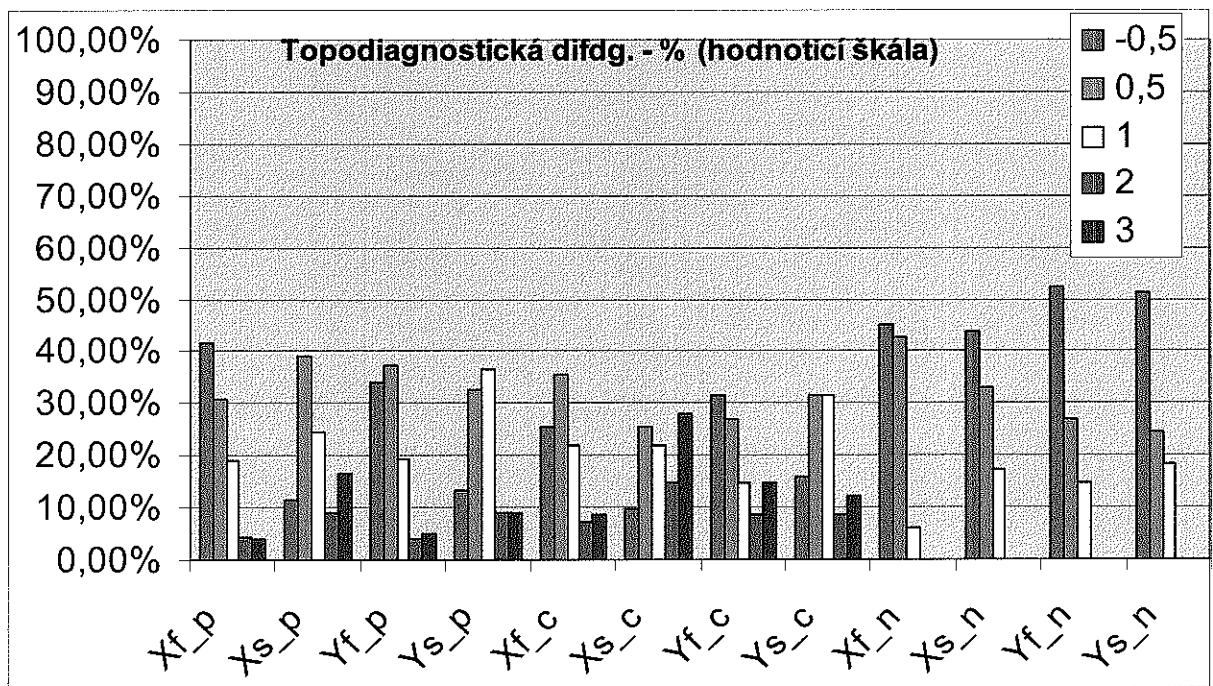
Graf 71



Graf 72



Graf 73



Graf 74

Protože sensitivita i specifika pro topodiagnostickou otázku byla shledána neuspokojivě malá, bylo hledáno jiné řešení. Východiskem bylo zvolení jiných mezních hodnot (odlišných od kvantifikačních mezních hodnot pro hodnotící škálu), a sice takových, které by zvýšily sensitivitu i specifiku pro periferní jednotlivé klinické diagnostické skupiny (periferní, centrální a ne-vestibulární poruchy rovnováhy). Ukázalo se přitom jako zřejmé, že centrální a ne-vestibulární poruchy nelze podle výsledků odlišit vůbec, proto soubor porovnávaný se souborem periferních byl pojmenován jako *soubor ne-periferních* (nikoliv např. „soubor

centrálních“). Mezní hodnoty pro odlišení souboru periferních, souboru ne-periferních a souboru normální rovnováhy byly opět hledány z distribučních křivek hodnot měření pro jednotlivé parametry. Tab. 15 ukazuje výsledek hledání.

Tab. 15: mezní hodnoty pro topodiagnostický výpočet

MEZNÍ HODNOTY	Wf	Af	Xf	Yf	Ws	As	Xs	Ys	A/Wf	Alf	A/Ws	Als	RW	RA	Xf/s	Yf/s	A/W	Y/X
dol.mez normy	1,00806	0,14726	8,00848	7,84158	1,03283	0,14536	8,85888	8,8747	0,8122	0,2	0,8156	0,5436	0,2571					
dol.mez topodg.	1,6	0,2	9,5	-	-	1,5	9,5	-	-	0,65	-	0,47	0,275	0,1	0,28	0,3	0,34	0,31
hor.mez normy	2,5798	0,7374	24,611	22,703	3,1489	1,0934	26,969	25,968	0,3	1,1882		1,1999	1,0729	1,0291				
hor.mez topodg.	4,5	2	40,5	55	14	30	100	80	0,61	1,5	1,09	1,8	1	1,3				

Byly hledány i další (odvozené) parametry SCPG měření (A/Wf, A/Ws, Xf/s, Yf/s, A/W, Y/X), které však se jako přínosné neukázaly, proto nejsou dále rozebírány, pouze Yf/s (poměr výchylky v ose Y při vizuální fixaci k výchylce v ose Y při vizuální supresi) se ukazuje být vyšší u periferní vestibulární léze. Výsledky shrnují Tab. 16 - Tab. 18, nápadné hodnoty jsou vyznačeny. Naplňuje se tak očekávání, že pro periferní vestibulární léze je charakteristický laterální výsledný vektor rozkmitu těžiště a malá výchylka v ose Y; u ne-periferních lézí byl zachycen častější výskyt vyšších hodnot Wf a Af (dráhy a plochy opsaného těžiště).

Tab. 16

PERIF	Wf	Af	Xf	Yf	Ws	As	Xs	Ys	A/Wf	Alf	A/Ws	Als	RW	RA	Xf/s	Yf/s	A/W_p	Y/X	tot.
sum	150	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
norm	121	117	116	114	39	49	80	73	102	49	1	55	0	0	0	0	0	0	19
perif	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	3	9	9	8	11	8	4	41
centr	6	7	6	4	0	0	3	5	4	5	0	1	4	4	0	0	0	0	9
% norm	76%	74%	73%	72%	25%	31%	50%	46%	64%	31%	1%	35%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12%
%perif	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21%	0%	2%	6%	6%	5%	7%	5%	3%	26%
%centr	4%	4%	4%	3%	0%	0%	2%	3%	3%	3%	0%	1%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	8%

Tab. 17

NE-PERIF	Wf	Af	Xf	Yf	Ws	As	Xs	Ys	A/Wf	Alf	A/Ws	Als	RW	RA	Xf/s	Yf/s	A/W_p	Y/X	tot.
sum	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
norm	45	39	51	51	24	29	39	38	17	4	34	0	0	0	0	0	0	0	11
perif	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1	3	2	2	2	0	10
centr	16	14	9	7	0	0	3	6	8	9	0	8	5	4	0	0	0	0	20
% norm	55%	48%	62%	62%	29%	27%	35%	48%	46%	21%	5%	41%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%
%perif	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	1%	4%	2%	2%	2%	0%	12%
%centr	20%	17%	11%	9%	0%	0%	4%	7%	10%	11%	0%	10%	6%	5%	0%	0%	0%	0%	24%

Tab. 18

NORMA	Wf	Af	Xf	Yf	Ws	As	Xs	Ys	A/Wf	Alf	A/Ws	Als	RW	RA	Xf/s	Yf/s	A/W_p	Y/X	tot.
sum	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
norm	76	72	72	65	73	73	63	62	69	69	25	74	0	0	0	0	0	0	62
perif	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
centr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
% norm	99%	94%	94%	84%	95%	95%	82%	81%	90%	90%	32%	96%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	81%
%perif	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
%centr	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	3%

Po nalezení zmíněných mezních hodnot pro topodiagnostiku byl v editoru MS Excel® vytvořen vzorec (formule) pro zařazení každého vyšetřenoého (souboru hodnot v jednotlivých parametrech), a doladěním tak aby generoval výsledek co nejbližší klinickému zhodnocení

(periferní, ne-periferní, norma). Příklad syntaxe pro topodiagnostické zhodnocení parametru Wf:

```
=KDYŽ(JE.PRÁZDNÉ(hodnota_Wf);"";KDYŽ(hodnota_Wf<maximum_normy_Wf;"norm";KDYŽ(hodnota_Wf>horní_mez_topodg_Wf;"centr";"??"))
```

Podobným způsobem byly vytvořeny vzorce pro hodnocení ostatních základních a odvozených parametrů SCPG vyšetření.

Syntax vzorce pro celkové topodiagnostické vyhodnocení byl vytvořen následovně:

```
=KDYŽ(JE.PRÁZDNÉ(hodnotaWf);"";KDYŽ(A(hodnotaWf="norm";hodnotaAf="norm";hodnotaXf="norm";hodnotaZf="norm";hodnotaWs="norm";hodnotaAs="norm";hodnotaXs="norm";hodnotaYs="norm");"norm";KDYŽ(COUNTIF((hodnotaXf:hodnotaY/X);"perif")>COUNTIF((hodnotaXf:hodnotaY/X);"centr");"perif";KDYŽ(COUNTIF((hodnotaXf:hodnotaY/X);"centr")>COUNTIF((hodnotaXf:hodnotaY/X);"perif");"centr";"??"))
```

Následující tabulka ukazuje výsledek, jaké maximální míry sensitivity a specifiky bylo takto dosaženo pro topodiagnostickou diferenciální diagnostiku porovnáním SCPG měření s klinickým pozorováním (topodiagnostickou diagnózou).

Tab. 19

Sensitivita a specifita souborů (p, c, n) pro perif. a ne-perif. poruchu rovnováhy			
sensit. (perif+centr)	29,2%	spcf. (perif+centr)	76,8%
sensit.perif	29,3%	spcf.perif	80,4%
sensit.cent	28,2%	spcf.cent	64,5%

Výpočtům shrnutým v Tab. 19 lze rozumět tak, že pravděpodobnost odhalení pacienta s klinickou diagnózou periferní nebo ne-periferní poruchy posturální rovnováhy nebyla vysoká (29,2%, tj. méně než třetina vyšetřených). Taková osoba však byla dále správně určena s 76,8% spolehlivostí, což lze pokládat za uspokojivé. Výsledky je nutno vztahovat k analyzovanému souboru vyšetřených osob, lze však věřit, že mohou být použitelné obecně.

Vztah SCPG ke stanovení klinické diagnózy

Je problematické se domnívat, že SCPG může přispět ke stanovení konkrétní klinické diagnózy ze skupiny periferních i centrálních lézí. Protože v souboru neurootologických pacientů byly uvedeny i klinické diagnózy, bylo v editoru MS Excel® provedeno porovnání těchto diagnóz (diagnostických skupin) s výsledky SCPG měření.

Prezentované výsledky nelze generalizovat a je nutno pokládat je za dokumentační, zejména s ohledem na malé vyšetřované soubory.

Periferní vestibulární léze

Akutní vestibulární výpadek, vestibulární neuronopatie

Akutní jednostranný unilaterální vestibulární výpadek (Acute Unilateral Vestibular Failure, AUVF)

V souboru neurootologických pacientů bylo 31 nemocných s dg. Vestibulární neuronopatie. 19 z nich (61,29%) bylo správně určeno vzorcem SCPG jako periferní vestibulární porucha, 1x (3,2%) byla chybně určena dg. ne-periferní poruchy rovnováhy a v 11 případech (35,48%) SCPG nestanovilo topiku léze.

Morbus Ménière

Ménièreova choroba je přesná nosologická jednotka, definovaná (86) jako idiopatický endolymfatický hydroks klinicky charakterizovaný nitroušní symptomatickou triádou resp. tetradou. Klinicky se rozlišují klasická forma, Lermoyezův syndrom (69), Ménièreské drop-attacks, a izolovaná kochleární a vestibulární forma, jejichž existence je diskutována (86). V našem souboru jsme tyto klinické podjednotky nerozlišovali a jako m. Ménière jsme označili pouze klinicky (symptomaticky) definovanou jednotku, dle popisu výše.

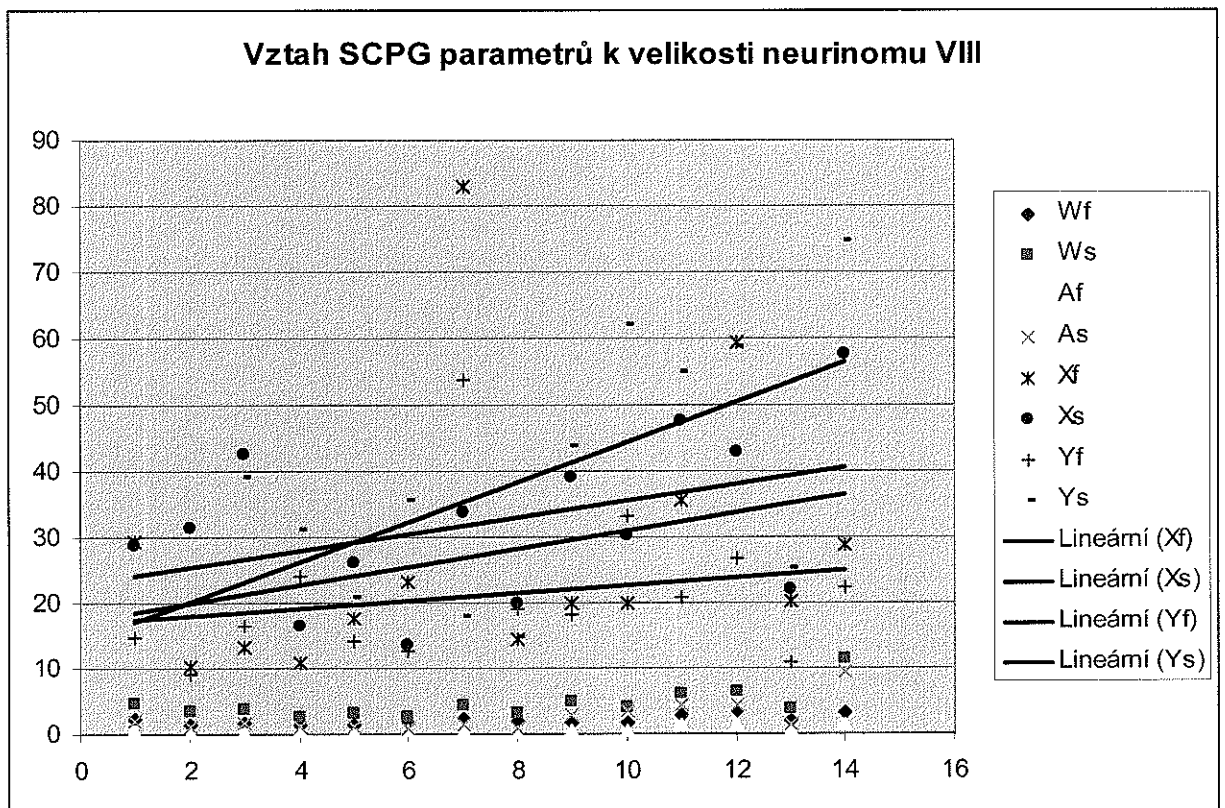
V našem souboru neurootologických pacientů bylo začleněno 44 nemocných s diagnózou m. Ménière. Ve 23 případech (52,27%) byla z měření SCPG správně vypočtena diagnóza periferní vestibulopatie, ve 21 případech (47,72%) nebylo možno výpočtem topiku určit. Je skutečností, že pacienti s dg. m. Ménière jsou dlouhodobě sledováni v neurootologické ambulanci i v době, kdy jsou bez manifestní poruchy rovnováhy. To je možným vysvětlením nízké sensitivity SCPG v tomto malém souboru nemocných.

Benigní paroxsmální polohovací vertigo (BPPV)

Stambolieva (98) při hodnocení posturální stability u BPPV metodou SCPG zjistila rozdíl výsledků ve srovnání se skupinou zdravých osob. Posturografickou diagnostikou u BPPV se zabýval též Boniver (16). V našem souboru neurootologických pacientů bylo začleněno 6 pacientů s uvedenou dg. Metodika SCPG z tohoto počtu určila 5 (83,33%) jako periferní vestibulopatii a 1x (16,67%) jako ne-vestibulární poruchu rovnováhy, což podporuje názory Stambolievy o rozdílu výsledků SCPG u zdravých osob a nemocných s BPPV. Dle Norrého ani nález normální balance nevylučuje periferní poruchu u BPPV (78).

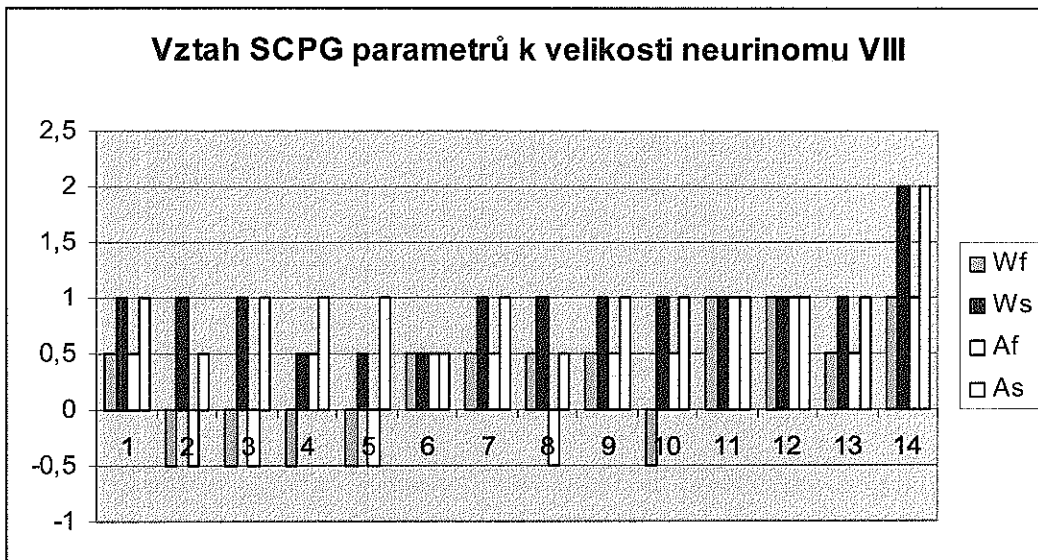
Neurinom akustiku

Neurinom akustiku (vestibulární schwannom) je benigní nádor vyrůstající z pochvy vestibulárního nervu (součást VIII. hlavového nervu). V souboru neurootologických pacientů této práce bylo začleněno 14 nemocných s touto diagnózou, s nádorem převážně na pravé straně (n = 12/14 tj. 85,71%), v jednom případě oboustranně. Velikost nádoru se pohybovala v rozmezí 5-40mm. Z tohoto malého souboru nelze vytvářet validní závěry, nicméně graf uvedený níže demonstruje možnou souvislost mezi stoupající velikostí nádoru a výsledky SCPG měření. Byly hodnoceny pouze základní (neodvozené) parametry, závislost na velikosti tumoru je patrna zejména v parametrech výchylky v ose Y a X.

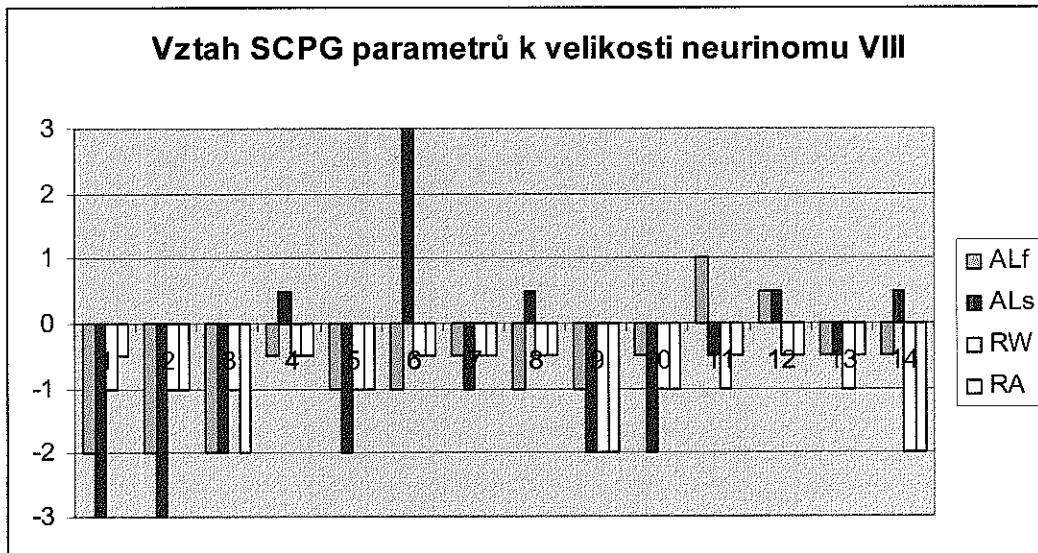


Graf 75

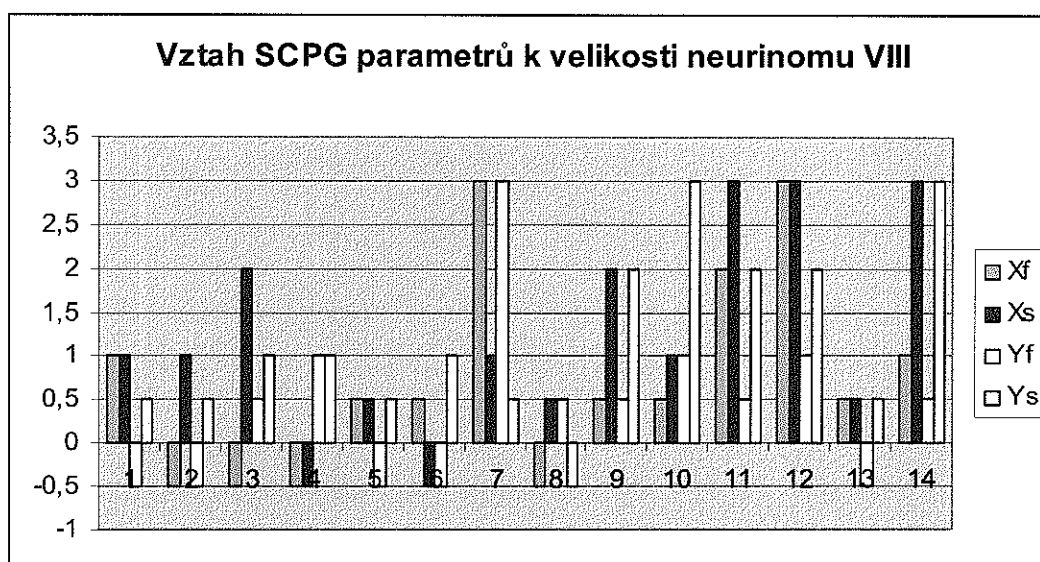
Trend k vzestupu hodnot byl patrný i v dalších parametrech na grafickém znázornění v hodnotící škále.



Graf 76



Graf 77



Graf 78

Jiné periferní vestibulopatie

Ve skupině 44 blíže neurčených periferních vestibulárních syndromů bylo 28 pacientů (63,64%) shodně s klinickou hypotézou vypočteno jako periferní vestibulopatie, v 10 případech (22%) nebyla diagnóza naznačena a 6 nemocných bylo metodikou SCPG vyhodnoceno jako centrální v rozporu s klinickou diagnózou.

Všichni tři pacienti po komoci labyrintu byli správně vypočtení jako periferní vestibulopatie, stejně jako jediný nemocný s neurovaskulární kolizí a vrozenou nitroušní poruchou, jeden ze dvou případů ototoxické vestibulopatie. Vztahem CPG a posttraumatického vertiga se zabýval Conte (23) a Mandelbaum (71).

Centrální příčiny poruch rovnováhy

V souboru neurootologických pacientů (n=288, viz str. 51) byli zahrnuti čtyři nemocní s neuroboreliózou a topikou centrální poruchy rovnováhy. SCPG výpočet určil dva z nich jako periferní vestibulopatii, ostatní dva nemocní zůstali topodiagnosticky neurčeni.

Z dvou pacientů s centrální závratí po meningitidě byl jeden vypočten jako periferní druhý jako centrální vestibulopatie.

Tři z jedenácti nemocných s blíže neurčenou centrální poruchou rovnováhy byli vyhodnoceni SCPG jako centrální (27,27%), dalších pět jako periferní vestibulopatie (45,45%), ve dvou případech nebyla SCPG přístrojem topika léze navržena.

Ostatní příčiny poruch rovnováhy

Cervikogenní vertigo

Cervikogenní vertigo je definováno nejpodrobněji u Lewita (70). Podle Křupky (62) chybná proprioceptivní signalizace při dysfunkci krční páteře a zejména subokcipitálních svalů patologicky ovlivňuje vestibulospinální reakce a tím způsobuje poruchu rovnováhy. V souboru neurologických pacientů této práce byla stanovena diagnóza cervikogenního vertiga v 41 případech. Z tohoto počtu byla u 5 nemocných určeno klinicky periferní topika léze, u dalších 5 pacientů centrální topika, ostatní nebyli topodiagnosticky uzavíráni. SCPG měření z počtu 41 vyšetřených 16x (39,02%) vyslovilo topiku periferní vestibulopatie, v 10 případech (24,39%) ne-periferní poruchu rovnováhy, v 15 měřeních nebyla topika naznačena. Diagnóza cervikogenního vertiga je však natolik diskutabilní, že je třeba podobně opatrně přistupovat i k výsledkům SCPG měření u této diagnózy.

Psychogenní poruchy rovnováhy

DSM-IV uvádí 15 diagnostických položek (52), při kterých se vyskytuje symptom závratí. Jeřábek uvádí nejčastější výskyt psychogenní poruchy rovnováhy u neurotických poruch. Neurotickým syndromem se specifickou vazbou na pocit vertiga je *akrofobie* (fobická závrať z výšek), *fobické posturální vertigo* (závrať při stožení či chůzi při normálních nálezech posturálních vyšetření), *psychogenní vertigo* (56). V souboru neurootologických pacientů byla klinickým vyšetřením stanovena diagnóza psychogenní závratí u 16 nemocných. SCPG výpočet u 8 z nich stanovil periferní topiku léze (50%), pouze ve 3 případech (18,75%) byla určena dg. ne-periferní poruchy rovnováhy.

Byla též provedena malá prospektivní SCPG studie měření u 10 dobrovolných pacientů s depresivním a anxiosním syndromem, hospitalizovaných na Psychiatrické klinice Fakultní nemocnice v Hradci Králové. Za standardních podmínek tak bylo provedeno 20 měření, z nichž v 13 případech (65%) nebyla pomocí SCPG topodiagnostika určena (klinicky normální rovnováha), 5 měření (25%) bylo výpočtem zhodnoceno jako periferní vestibulopatie a ve 2x (10%) ne-periferní porucha rovnováhy. Celkově je tento soubor vyšetření malý a nelze z něj vyvozovat bližší závěry.

Multisenzorický deficit a polyfaktoriální příčiny poruch rovnováhy

Multisenzorický deficit je charakterizován jako porucha rovnováhy v důsledku deficitu vstupních informací více smyslových systémů, zejména zrakového, vestibulárního, somatoceptivního a sluchového. Riziko vícesmyslového deficitu stoupá s věkem, na výsledné

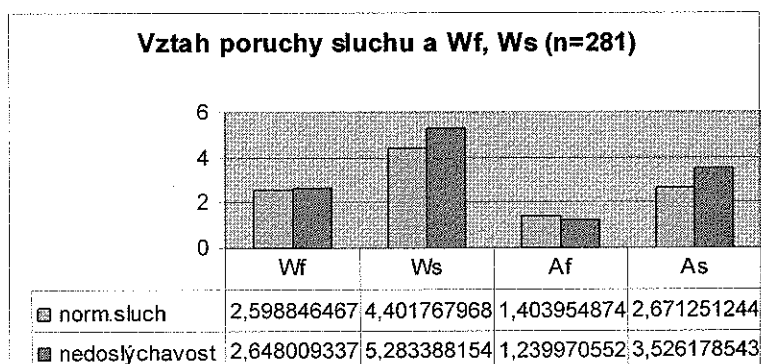
poruše posturální rovnováhy se též podílí mentální (centrální) schopnosti prostorové orientace. Multisenzorický deficit je spojen s vyšším rizikem ztráty posturální rovnováhy a pádu, podobně jako toto riziko stoupá s biologickým věkem.

V souboru neurootologických pacientů bylo vyšetřeno 18 nemocných s polyfaktoriální poruchou rovnováhy a multisenzorickým deficitem. Průměrný věk vyšetřených byl 60,83 let. Tito nemocní nebyli klinicky dále určováni z topodiagnostického hlediska. Výpočtem z SCPG měření bylo pět těchto pacientů (27,78%) vyhodnoceno jako periferní vestibulopatie, čtyři (22,22%) jako ne-periferní; v devíti případech (50%) se výpočet k topice nevyjádřil. Vztah chronologického věku a výsledků SCPG měření je diskutován níže.

Biologické faktory ovlivňující posturální rovnováhu

Ušní onemocnění

Souvislost nitroušní poruchy sluchu a rovnováhy u mnoha onemocnění je obecně známa. Nebylo však v literatuře nalezeno sdělení o vyšetřování kvantitativního vztahu percepční nedoslýchavosti a poruchy rovnováhy pomocí SCPG. V 281 měřeních souboru neurootologických pacientů bylo 168 případů normálního sluchu a 113 případů nedoslýchavosti – tato skupina byla histograficky rozčleněna na stupnici po 20 dB. Vztah mezi tíží sluchové poruchy a hodnotami Wf a Ws, které jsou hlavními kvantifikačními ukazateli rovnováhy, nebyl nalezen; celkově však pacienti s poruchou sluchu vykazovali v parametrech Wf a Ws vyšší průměrné hodnoty. SCPG tedy dokumentuje empirickou zkušenost, že porucha sluchu je spojena s vyšším výskytem poruchy rovnováhy.



Graf 79

Ve 23 SCPG měřeních pacientů s retrokochleární sluchovou poruchou verifikovanou BERA vyšetřením nebyly nalezeny rozdíly v hlavních parametrech ve srovnání s 51 měřeními pacientů s normálním sluchem nebo kochleární lézí.

O významu posturografie při vyšetřování rovnováhy u pacientů s trvalou poruchou sluchu bylo nalezeno ojedinělé zjištění abnormálních výsledků DCPG u 12 z 21 pacientů (60%) s Waardenburgovým syndromem (14). V rámci této práce bylo provedeno 64 měření u 22 pacientů, žáků Speciální školy v Hradci Králové ve věku s trvalou velmi těžkou poruchou sluchu. Byly zjištěny abnormální hodnoty v parametrech Wf, Ws, Af, As a RA, jako porucha rovnováhy bylo vyhodnoceno 18,2% vyšetřených (n=4), nebyl pozorován vztah k věku a pohlaví vyšetřených (34).

Systémová interní onemocnění

Kardiovaskulární onemocnění včetně aterosklerosy mozku (74) je jedním ze systémových faktorů vestibulárních lézí. Zjištění abnormálních výsledků SCPG by potvrzovalo klinickou zkušenost. V souboru neurootologických pacientů byl proto prováděn záznam o anamnéze kardiovaskulárních (CVS) onemocnění, jmenovitě ICHS, hypertenze a vícefaktoriální postižení. Ve 34 případech takto pozitivní anamnézy byly naměřeny vyšší průměrné hodnoty v kvantitativních ukazatelích posturální rovnováhy (Wf = 3, Ws = 5,1) ve srovnání se skupinou vyšetřených (n = 205) bez anamnézy CVS onemocnění (Wf = 2,4; Ws = 4,8), což podporuje klinickou zkušenost rizikového faktoru CVS onemocnění na posturální rovnováhu. O vztahu kardiovaskulárního onemocnění a posturografického nálezu nebyla v literatuře nalezena reference.

Diabetes mellitus, klinicky se dělí na typ 1 s obesitou či bez obesity a typ 2 (51), je rovněž klinicky známým systémovým faktorem poruchy rovnováhy, zejm. diabetická neuropatie, imponující až jako „pseudotabes diabetica“ (62). V souboru neurootologických pacientů bylo 24 osob s diabetem s nebo bez obesity. V parametrech Wf (3,8) a Ws (6,1) vykazovala tato skupina zjevný rozdíl oproti skupině bez nemocných bez anamnézy diabetu a obesity (Wf = 2,4; Ws = 4,6). O vztahu diabetu a posturografického nálezu nebyla v literatuře nalezena reference.

Nebyl nalezen vztah poruchy koagulace k SCPG výsledkům u 24 nemocných s touto pozitivní anamnézou, ani vztah alergie a imunopatie k SCPG u 38 pacientů.

Prezentované soubory měření v této části diskuse jsou velmi malé a zanedbávají vliv základní vestibulologické diagnózy na SPCG výsledky, validnější závěry z předkládaných pozorování proto nelze vyvozovat.

Onemocnění páteře

Cíleně a individuálně indikovaná rehabilitační léčba zaměřená zejména na horní krční páteř může vést ke zlepšení stavu u závrativých pacientů s vertebrogenními syndromy. Proto lze v těchto případech předpokládat alteraci propioceptivního vstupu z krčních svalů při funkční či strukturální poruše jako jeden z etiopatogenetických faktorů. Chronické izolované poruchy rovnováhy mohou být příznakem též *vertebrobazilární insuficience* (62). V rámci této práce byl sledován anamnestický příznak vertebrogenních potíží a RTG nálezů a porovnáván s výsledky SCPG. Pozitivní anamnéza vertebrogenních potíží byla zjištěna u 224 nemocných (74,41%), pozitivní RTG nález unkovertebrální artrózy a artrospondylózy v 49 případech (16,27%), funkční blokáda byla zjištěna u 8 pacientů (2,65%). Jak je patrné níže (Tab. 20 - Tab. 21), vztah údaje vertebrogenních potíží k SCPG výsledkům nelze pokládat za průkazný. Byl však shledán rozdíl v parametrech SCPG mezi pacienty s pozitivním RTG nálezem a pacienty s normálním RTG nálezem na krční páteři.

Tab. 20

Vertebrog.:Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA	
počet	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244	
min	0,862106	1,393846	0,112911	0,256289	0,33365	0,428324	6,404407	10,93164	6,665647	10,46029	0,030106	0,003275
ave	2,628384	4,837923	1,390492	3,25352	0,924016	0,958477	24,51611	36,80492	24,44153	36,62601	0,61693	0,700277
max	22,0182	47,18977	49,88378	78,21789	3,938353	2,92547	181,3404	161,6905	165,3599	228,2062	5,606499	24,30155
pacienti s r pacienty s norm. sledovaným parametrem												
počet	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	
min	1,058755	1,741417	0,155345	0,309442	0,33365	0,457994	8,616433	12,81983	8,1698	10,69458	0,030106	0,003275
ave	2,503164	4,982611	1,316321	3,353987	0,908405	0,928577	23,64885	34,6624	23,19805	35,06907	0,603108	0,801901
max	22,0182	47,18977	49,88378	78,21789	3,938353	2,92547	181,3404	161,6905	165,3599	183,1296	5,606499	24,30155
ratio	0,952359	1,029907	0,946659	1,03088	0,983106	0,968805	0,964625	0,941787	0,949124	0,957491	0,977595	1,14512

Tab. 21

RTG Cp-ne:Wf	Ws	Af	As	ALf	ALs	Xf	Xs	Yf	Ys	RW	RA	
počet	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
min	1,088689	1,712722	0,144563	0,448695	0,486714	0,457994	8,616433	15,49667	7,375981	11,96784	0,030106	0,003275
ave	2,560799	6,021328	0,984772	5,378488	0,996924	1,059678	21,95371	41,05622	23,79916	45,08001	0,560538	0,404586
max	10,2894	47,18977	7,481442	78,21789	3,938353	2,92547	61,9238	161,6905	98,60169	228,2062	1,289957	2,236177
pacienti s norm. sledovaným parametrem												
počet	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
min	1,252379	2,18467	0,285631	0,480587	0,506011	0,609747	11,51298	15,55416	8,972095	12,92984	0,29668	0,140928
ave	2,770072	3,948988	2,167913	1,968864	0,780282	0,84672	25,61195	28,25194	23,29291	27,73896	0,695774	0,924579
max	20,50837	11,38659	41,56187	9,437054	1,199366	1,17942	137,4317	57,70934	129,7203	77,05095	3,882013	13,61236
ratio	1,081722	0,655833	2,201437	0,366063	0,78269	0,799035	1,166634	0,688128	0,978728	0,615327	1,241261	2,285249

Vestibulotoxická expozice

Alkoholová intoxikace je typickou toxickou vestibulární lézí. Neurony vestibulárního systému reagují na alkohol různě – Purkyněho buňky jsou inhibovány (36), buňky corpus geniculatum lat. vůči alkoholu jeví resistenci (92). Uimonen a kol. (105) se zabýval měřením rovnováhy pomocí SCPG při alkoholové vestibulopatii, pomocí DCPG stanovoval závislost poruchy rovnováhy na alkoholové dávce Goebel et al. (42), posturografie byla použita též pro vyšetření abstinujících chronických alkoholiků etylické encefalopatie (63, 64, 65).

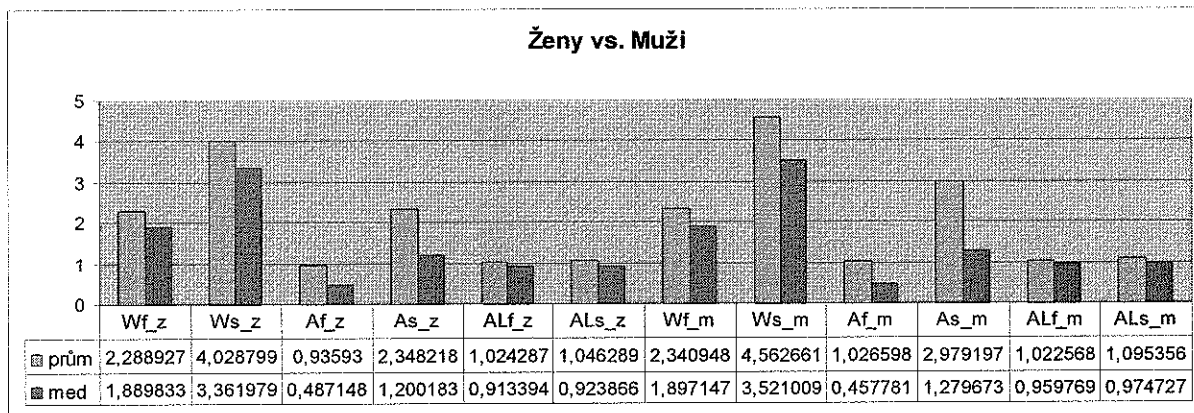
V měřeních použitých pro tuto práci nebyl zachycen pacient s prokázaným abusem alkoholu, ani nebyl prováděn z etických důvodů experimentálně alkoholový test.

Nikotinismus je též toxickým rizikem zejména pro mikrocirkulaci vnitřního ucha. U 28 měření pacientů – s anamnézou kouření jsme nezjistili rozdíl v parametrech SCPG ve srovnání s 252 měřeními nekuřáků.

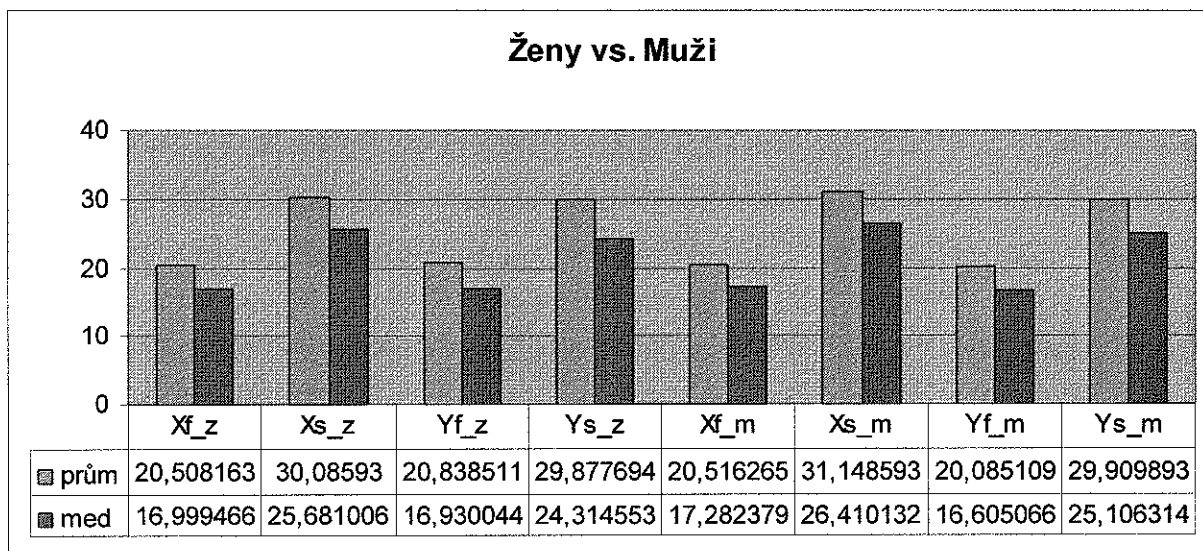
Vliv pohlavní dimorfie a tělesných proporcí na posturální rovnováhu

Pohlavní rozdíly v umístění tělesného těžiště (35) implikují domněnku, že za fyziologických okolností by měla být posturální rovnováha žen větší než u mužů, předpokládáme-li stejné ostatní podmínky měření. Lze však předpokládat, že tyto rozdíly nebudou zásadní pro hodnocení SCPG.

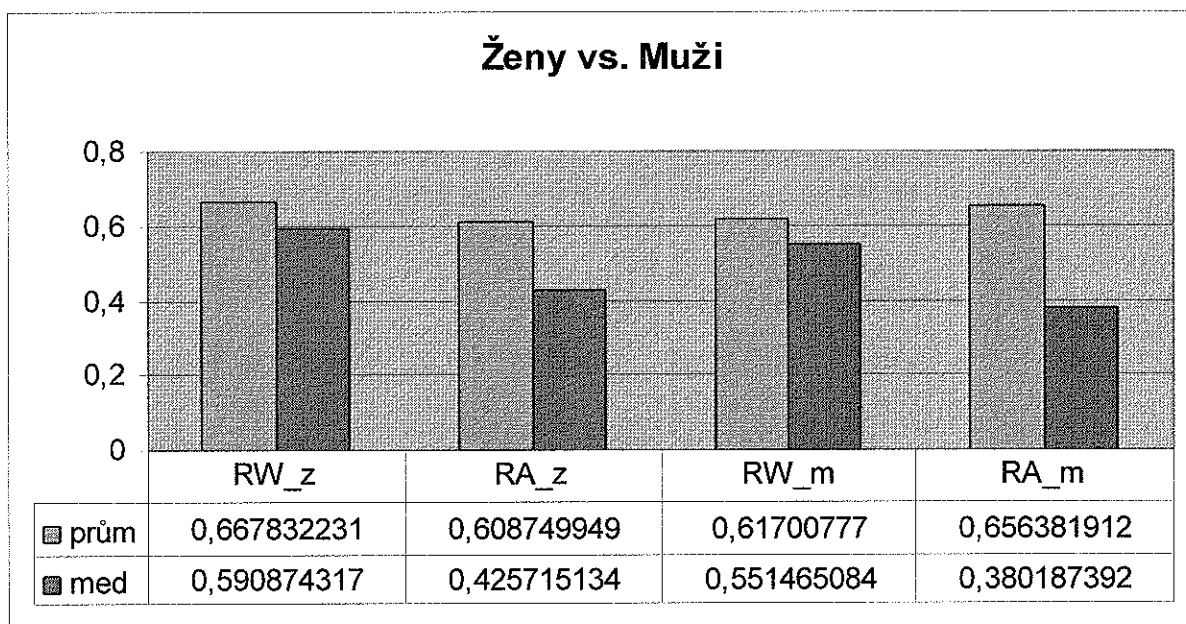
V našem souboru jsme porovnávali posturální rovnováhu žen (n=723 tj. 52%) a mužů (n=674 tj. 48%) z celého zdrojového souboru. Ačkoliv tento soubor nebyl dále rozčleněn podle kvantifikace nebo topodiagnostického hlediska, které by mohlo mít významný vliv na výsledky, podle očekávání jsme v této práci nepozorovali významný rozdíl mezi výsledky SCPG měření u mužů a žen, jak dokládají následující grafy (Graf 80 - Graf 82).



Graf 80



Graf 81



Graf 82

Tělesná výška a váha je relativně stabilním faktorem posturální rovnováhy (35). V této práci byl proto vztah výšky a váhy (BMI) při hodnocení SCPG zanedbán.

Vliv věku na posturální rovnováhu

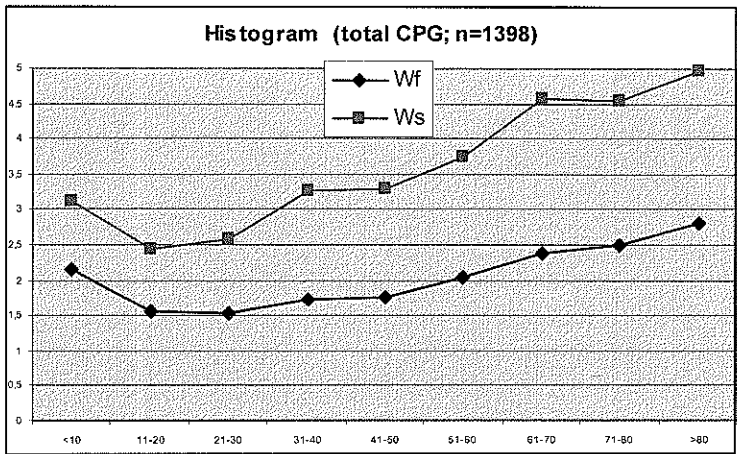
Vliv věku na udržení posturální rovnováhy je obecně známý a nesporný, tímto faktorem se zabývá více autorů.

U malých dětí (ve věku do 7-8 let) Riach a kol. pozoroval na SCPG větší úchyly těžiště, které jsou vysvětlovány nezrálostí a nezkušeností proprioceptivního systému, mohou však též znamenat jinou strategii hodnocení aferentních informací, případně větší

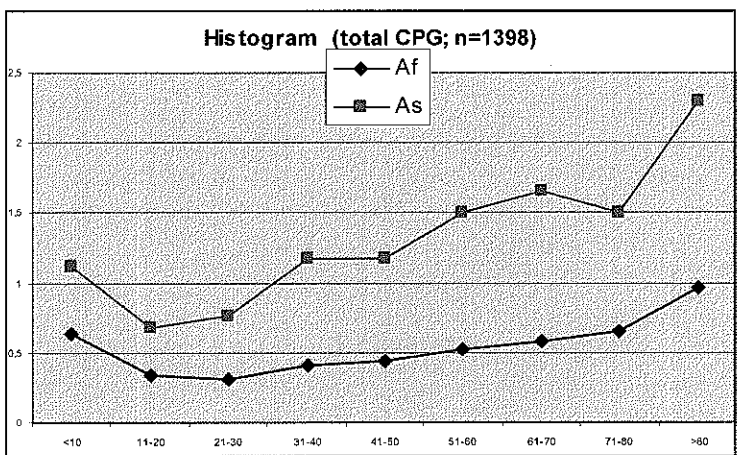
mechanickou nestabilitou dětí v nosných kloubech (88). V této práci bylo provedeno 37 měření (2,65% ze zdrojového souboru) u dětí ve věku do 10 let. U těchto dětí bylo pozorováno zvýšení úchyly v osách X i Y oproti měření osob starší dekády. Tyto hodnoty nicméně nepřevyšují hodnoty u osob starších 40 let v parametru X resp. 50 let v parametru Y. Podobná závislost byla pozorována v parametrech Wf, Ws, Af a As, které jsou především kvantitativním ukazatelem rovnováhy. Riachovo tvrzení tedy lze podpořit i pozorováním v této práci. Medián hodnot Wf (2,17) a Ws (3,13) však je stále v mezích normy, proto o poruše rovnováhy u malých dětí nelze obecně hovořit. Za zajímavé považujeme zjištění, že ve skupině osob do 30 let věku bylo snižování hodnot Wf a Ws (které převážně kvantifikují rovnováhu) provázeno úměrným snižováním hodnot RW a RA (které vypovídají o míře vizuální kontroly balance), zatímco od čtvrté věkové dekády je zvyšování hodnot Wf a Ws provázeno konstantní hodnotou RW a RA. Zdá se tedy, že zlepšování posturální rovnováhy se stoupajícím věkem dětí je převážně výsledkem zlepšující se vizuální kontroly, resp. souvislosti vyžrávání zrakově-vestibulární koordinace.

U osob starších 75 let referuje Baloh (6, 7) na SCPG vyšší hodnoty rychlosti úchylek ve srovnání s mladší skupinou vyšetřených, nepotvrdil však korelaci mezi mírou poruchy rovnováhy a frekvencí pádů. Změny v kontrole rovnováhy u starších pacientů dokumentuje též posturografie dynamická (6), její význam je právě uvažován pro detekci posturální nejistoty a prevenci pádů, zejména u osob staršího věku (14). V této práci byl se stoupajícím věkem jednoznačně pozorován vzestup kvantitativních parametrů rovnováhy (Wf, Ws). Ve skupině osob starších 70 let (n=122; 8,73%) ze zdrojového souboru byl medián naměřených hodnoty větší v parametru Wf 1,7násobně a v parametru Ws 1,8násobně než ve skupině 30letých. Je přitom patrné, že od třetí věkové dekády ve zdrojovém souboru míra vizuální kontroly, vyjádřená parametry RW a RA, zůstává s přibývajícím věkem na konstantní úrovni. Lze tedy interpretovat, že zvyšování nerovnováhy se stoupajícím věkem souvisí s jinými faktory, než je zraková kontrola rovnováhy.

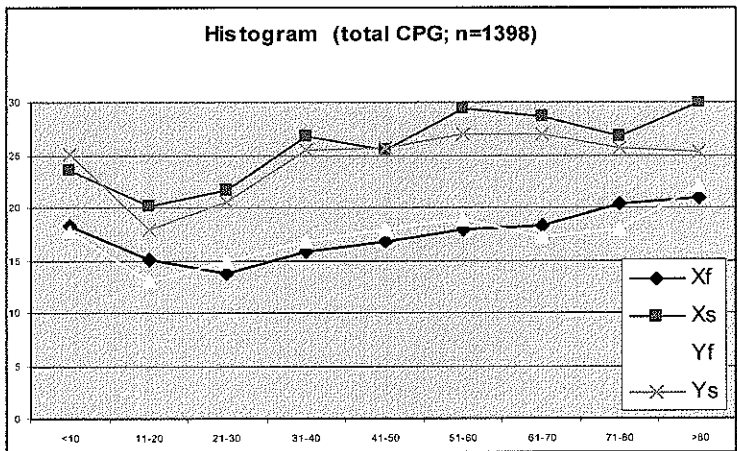
Výše uvedená pozorování dokumentují Graf 83- Graf 89.



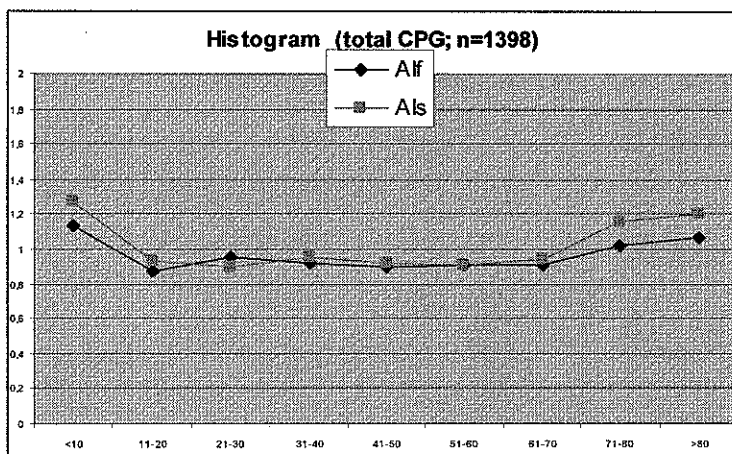
Graf 83



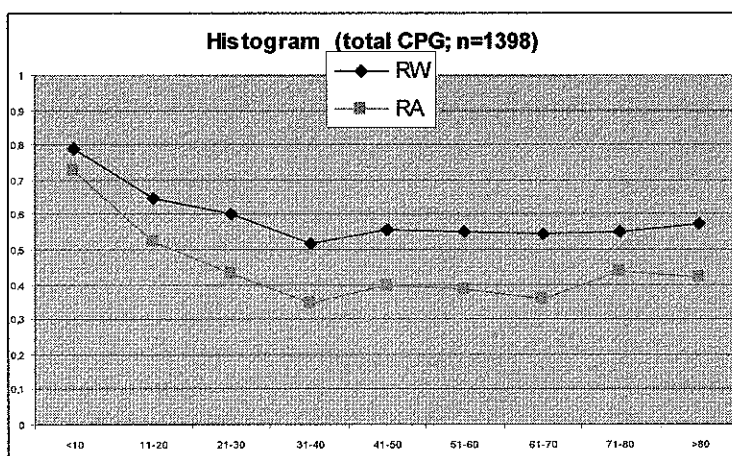
Graf 84



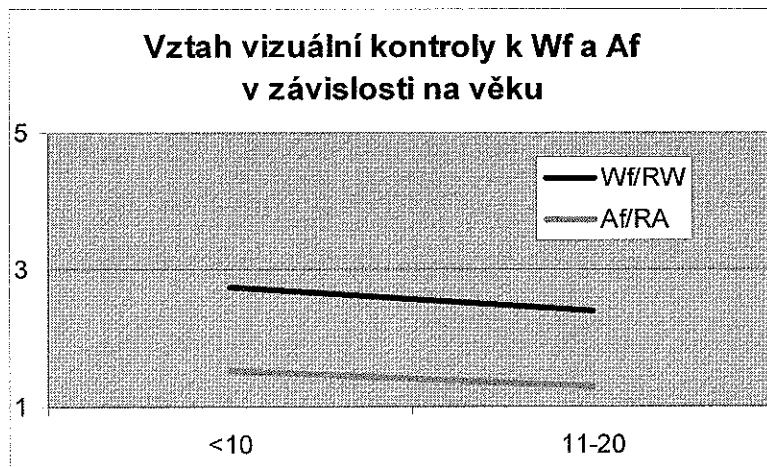
Graf 85



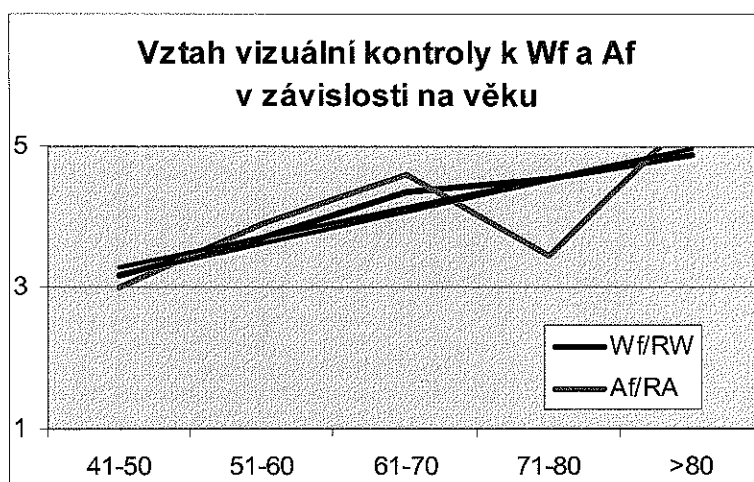
Graf 86



Graf 87



Graf 88



Graf 89

Při interpretaci předkládaných výsledků je třeba vzít v úvahu zanedbání vlivu klinické diagnózy na výsledek SCPG měření.

2.3.4 Význam SCPG pro terapii poruch rovnováhy

Vestibulární rehabilitace znamená harmonizaci vestibulární informace a její reintegraci s informací zrakovou a proprioceptivní (12). Je založena na poznatku kompenzačních mechanismů CNS (funkční plasticitě mozku). Tyto mechanismy jsou dle Lejsky (66, 67):

- a) *Reparace*: zhojení léze. CNS tuto možnost za fyziologických okolností postrádá.
- b) *Adaptace*: přizpůsobení se zbytkové funkce nové situaci.
- c) *Substituce*: nahrazení poškozené funkce jiným mechanismem

Při vestibulární rehabilitaci se uplatňují především adaptace a substituce pro kompenzaci funkční ztráty (68). Specifickým případem reparace je léčebná repozice dislokovaných otolitů při kanalikulolitiáze (BPPV).

Historie vestibulární rehabilitace se datuje do 40. let 20. století, kdy si Cawthorne (50) všiml, že u některých pacientů trpících závratěmi, kteří prováděli rychlé pohyby hlavou, se potíže zmírnily. Příznivý vliv vestibulárního tréninku na posturální rovnováhu je znám a využíván zejména u náhlého vestibulárního výpadku.

Otruba (84) prováděl *vestibulární habituační trénink - VHT* pomocí SCPG a konstatuje na malém souboru pacientů různý stupeň zlepšení při vestibulárním habituačním tréninku pomocí SCPG a deklaruje nástup centrální kompenzace periferní či smíšené vestibulární poruchy. Sázel (94) a později Nagyová (56) dokládají příznivý vliv vestibulárního tréninku na

posturální rovnováhu, při hodnocení rovnovážných funkcí byla SCPG základní vyšetřovací metodou.

Přístroj STP-03 umožňuje dva programy VHT. První program je statický a je založen na úkolu udržet během tréninku těžiště, představované kruhem, na jednom místě vprostřed pomyslného terče na obrazovce přístroje. Druhý program je dynamický a je založen na úkolu vést pomyslný pohyblivý kruh, ovládaný výchylkami vlastního těžiště, v určené trajektorii.

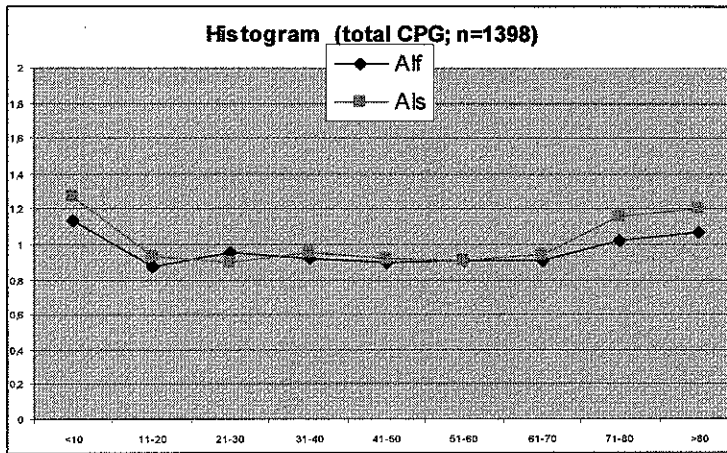
V průběhu let 2001 – 2005 bylo zařazeno do VHT na SCPG 15 osob, hospitalizovaných na ORL FNHK pro poruchu rovnováhy. Trénink byl součástí doléčení po závrativých příhodách. Pacienti absolvovali oba tréninkové programy. U 12 osob bylo na konci léčby pozorováno zlepšení subjektivního pocitu závratí, 3 pacienti nevykazovali subjektivní zlepšení. Jedna pacientka s centrálním vestibulárním syndromem opakovaně absolvovala trénink na SCPG, bez zřetelného efektu. Zkušenosti z ORL FNHK tak podporují předchozí sdělení Otruby.

3 DISKUSE

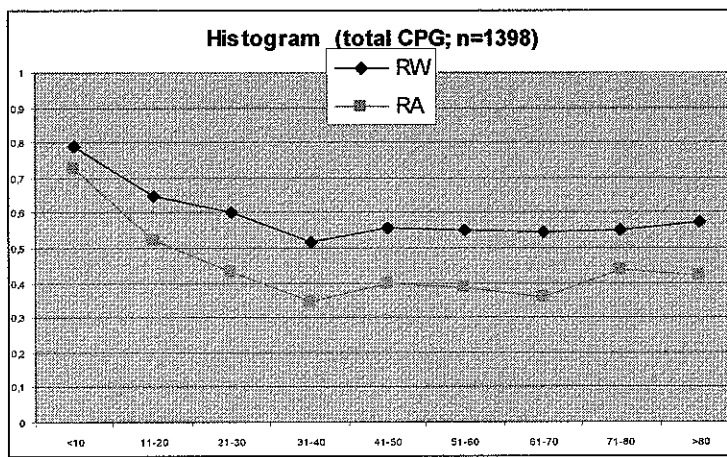
3.1 Význam jednotlivých parametrů SCPG měření pro hodnocení posturální rovnováhy

Parametr Way vyjadřuje dráhu opsaného těžiště při vizuální fixaci (Wf) a supresi (Ws). Je tedy možno usuzovat, že u manifestní poruchy rovnováhy bude mít tento parametr vyšší hodnotu než u normální rovnováhy nebo latentní poruchy. V této práci jsme na souboru kompenzovaných a souboru dekompenzovaných tuto závislost pozorovali v absolutních hodnotách průměru a mediánu, v mediánu na hodnoticí škále však nikoliv, jak ukazuje Graf 39 a Graf 45. Pro odlišení *souboru periferních* od *souboru ne-periferních* poruch rovnováhy se ukázal parametr Wf (více než Ws) jako nejvýznamnější. V praktickém hodnocení SCPG měření je tedy míra poruchy rovnováhy vyjádřena nejvíce parametry Wf a Ws.

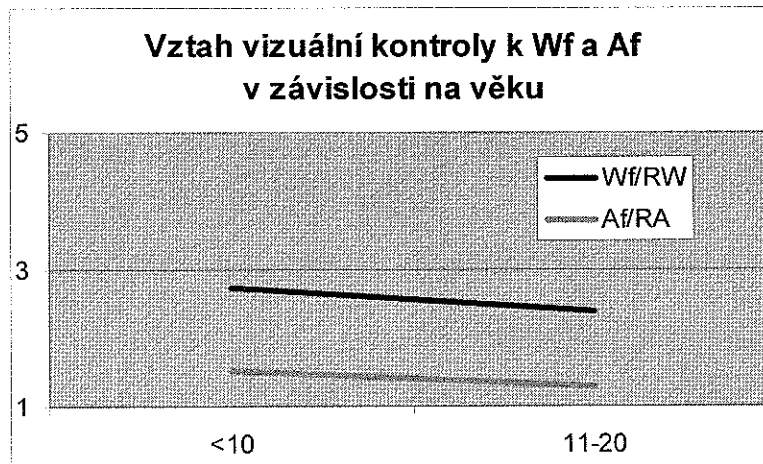
Parametr Area, vyjadřující plochu opsanou těžištěm během měření, by měl mít též vyšší u zjevných poruch posturální rovnováhy. Dolejš (32) k tomu udává, že relativně vyšší Area vzhledem k Way je typická spíše pro centrální léze (chybí zde jasná směrová převaha a není signifikantní kontrola vizuálním či somatosenzorickým systémem) - je patrně vyjádřením dysharmonie a/nebo dysfázie vizuálního, somatosenzorického a vestibulárního systému. (55). Jak je patrné z výsledků patrných zejména na Graf 73 a Graf 90, naše pozorování hypotézu Dolejš podporuje – poměr hodnot v souboru periferních k hodnotám v souboru ne-periferních v parametru A/W byl u 0,824 (průměr) resp. 0,813 (medián) při vizuální fixaci a 0,881 resp. 0,887 při vizuální supresi. Rovněž pro odlišení periferních a ne-periferních poruch rovnováhy má hodnocení parametru Area (Af více než As) význam.



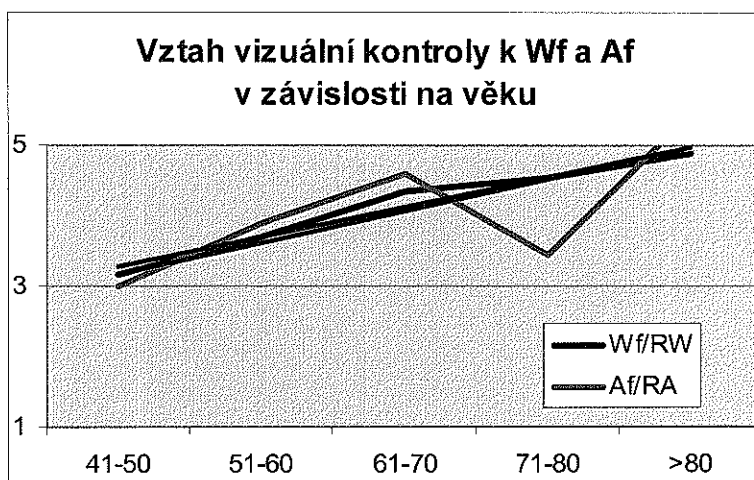
Graf 86



Graf 87



Graf 88



Graf 89

Při interpretaci předkládaných výsledků je třeba vzít v úvahu zanedbání vlivu klinické diagnózy na výsledek SCPG měření.

2.3.4 Význam SCPG pro terapii poruch rovnováhy

Vestibulární rehabilitace znamená harmonizaci vestibulární informace a její reintegraci s informací zrakovou a proprioceptivní (12). Je založena na poznatku kompenzačních mechanismů CNS (funkční plasticitě mozku). Tyto mechanismy jsou dle Lejsky (66, 67):

- a) *Reparace*: zhojení léze. CNS tuto možnost za fyziologických okolností postrádá.
- b) *Adaptace*: přizpůsobení se zbytkové funkce nové situaci.
- c) *Substituce*: nahrazení poškozené funkce jiným mechanismem

Při vestibulární rehabilitaci se uplatňují především adaptace a substituce pro kompenzaci funkční ztráty (68). Specifickým případem reparace je léčebná repozice dislokovaných otolitů při kanalikulolitiáze (BPPV).

Historie vestibulární rehabilitace se datuje do 40. let 20. století, kdy si Cawthorne (50) všiml, že u některých pacientů trpících závratěmi, kteří prováděli rychlé pohyby hlavou, se potíže zmírnily. Příznivý vliv vestibulárního tréninku na posturální rovnováhu je znám a využíván zejména u náhlého vestibulárního výpadku.

Otruba (84) prováděl *vestibulární habituační trénink - VHT* pomocí SCPG a konstatuje na malém souboru pacientů různý stupeň zlepšení při vestibulárním habituačním tréninku pomocí SCPG a deklaruje nástup centrální kompenzace periferní či smíšené vestibulární poruchy. Sázel (94) a později Nagyová (56) dokládají příznivý vliv vestibulárního tréninku na

posturální rovnováhu, při hodnocení rovnovážných funkcí byla SCPG základní vyšetřovací metodou.

Přístroj STP-03 umožňuje dva programy VHT. První program je statický a je založen na úkolu udržet během tréninku těžiště, představované kruhem, na jednom místě vprostřed pomyslného terče na obrazovce přístroje. Druhý program je dynamický a je založen na úkolu vést pomyslný pohyblivý kruh, ovládaný výchyly vlastního těžiště, v určené trajektorii.

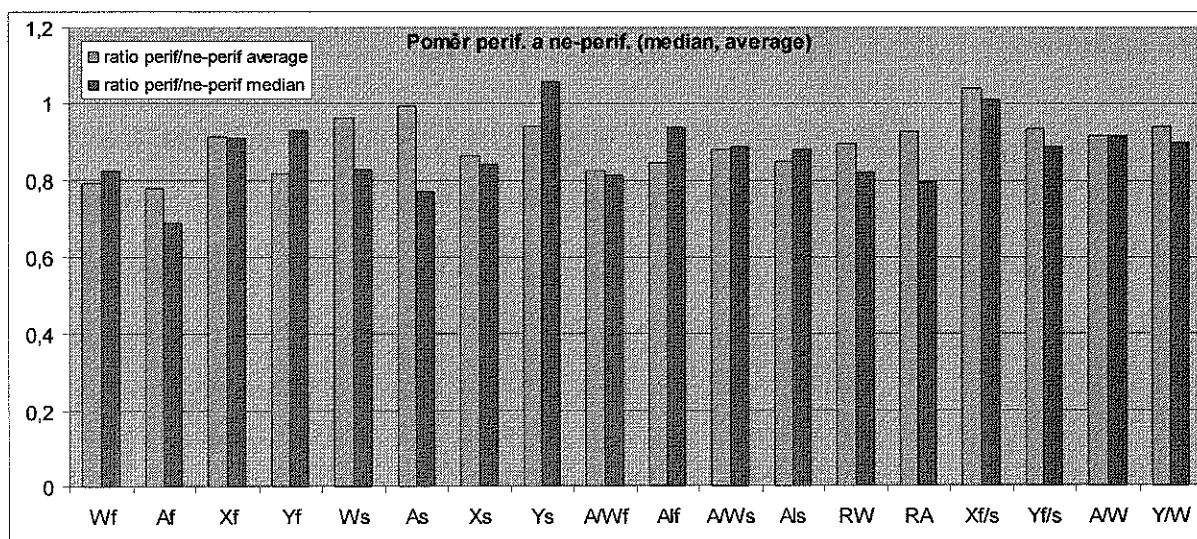
V průběhu let 2001 – 2005 bylo zařazeno do VHT na SCPG 15 osob, hospitalizovaných na ORL FNHK pro poruchu rovnováhy. Trénink byl součástí doléčení po závrativých příhodách. Pacienti absolvovali oba tréninkové programy. U 12 osob bylo na konci léčby pozorováno zlepšení subjektivního pocitu závratí, 3 pacienti nevykazovali subjektivní zlepšení. Jedna pacientka s centrálním vestibulárním syndromem opakovaně absolvovala trénink na SCPG, bez zřetelného efektu. Zkušenosti z ORL FNHK tak podporují předchozí sdělení Otruby.

3 DISKUSE

3.1 Význam jednotlivých parametrů SCPG měření pro hodnocení posturální rovnováhy

Parametr Way vyjadřuje dráhu opsaného těžiště při vizuální fixaci (Wf) a supresi (Ws). Je tedy možno usuzovat, že u manifestní poruchy rovnováhy bude mít tento parametr vyšší hodnotu než u normální rovnováhy nebo latentní poruchy. V této práci jsme na souboru kompenzovaných a souboru dekompenzovaných tuto závislost pozorovali v absolutních hodnotách průměru a mediánu, v mediánu na hodnoticí škále však nikoliv, jak ukazuje Graf 39 a Graf 45. Pro odlišení *souboru periferních* od *souboru ne-periferních* poruch rovnováhy se ukázal parametr Wf (více než Ws) jako nejvýznamnější. V praktickém hodnocení SCPG měření je tedy míra poruchy rovnováhy vyjádřena nejvíce parametry Wf a Ws.

Parametr Area, vyjadřující plochu opsanou těžištěm během měření, by měl mít též vyšší u zjevných poruch posturální rovnováhy. Dolejš (32) k tomu udává, že relativně vyšší Area vzhledem k Way je typická spíše pro centrální léze (chybí zde jasná směrová převaha a není signifikantní kontrola vizuálním či somatosenzorickým systémem) - je patrně vyjádřením dysharmonie a/nebo dysfázie vizuálního, somatosenzorického a vestibulárního systému. (55). Jak je patrné z výsledků patrných zejména na Graf 73 a Graf 90, naše pozorování hypotézu Dolejše podporuje – poměr hodnot v souboru periferních k hodnotám v souboru ne-periferních v parametru A/W byl u 0,824 (průměr) resp. 0,813 (medián) při vizuální fixaci a 0,881 resp. 0,887 při vizuální supresi. Rovněž pro odlišení periferních a ne-periferních poruch rovnováhy má hodnocení parametru Area (Af více než As) význam.



Graf 90

V parametru **ALf a ALs** je AP vektor pokládán Lejskou (66) za převažující typicky při poruše rovnováhy charakteru ne-periferní vestibulární léze (hodnoty > 1). Laterální vektor (nízké hodnoty ALf, ALs) jsou naopak dle Dolejše (32) typické pro periferní vestibulopatii. V této práci jsme dospěli ke shodným zjištěním, jak ukazuje názorně opět Graf 90 – poměr při vizuální fixaci byl 0,844 (průměr) resp. 0,938 (poměr mediánů) a při vizuální supresi 0,847 resp. 0,879.

Parametry vyjadřující míru vizuální kontroly (RW, RA) jsou považovány za typické pro periferní vestibulární léze (je přítomna vysoká vizuální kontrola rovnováhy), přičemž dle Dolejše hodnoty pod 0,3 jsou typické pro vestibulopatii typu vysokofrekvenční dysbalance (oboustranný periferní vestibulární výpadek). Vysoký RW (blíží se 1,0) odpovídá spíše centrálním lézím (nízká vizuální kontrola rovnováhy) nebo při normálních nálezech (vizuální korekce není třeba). Dle Dolejše (32) hodnota RbgArea (RA) bývá nižší než RbgWay (RW), resp. a vyšší hodnoty Rbg Area (RA) se vyskytují u centrálních vestibulárních lézí. V této práci byla pozorována podobná závislost, která však nebyla příliš nápadná – jako nejvíce odlišující parametr pro periferní a ne-periferní poruchu posturální rovnováhy se v předkládané práci jeví Af, dále Wf a A/Wf; nejméně se lišily parametry Xf/s a As (průměr), Ys (medián, průměr), Ws (průměr) – srv. Graf 90.

3.2 Rozšířené a experimentální využití SCPG

SCPG je metodika, jejíž postavení mezi vestibulární přístrojovou diagnostikou není všeobecně vymezeno. Standardní měření SCPG jsou prováděna při vizuální supresi (zavřené oči) a fixaci (otevřené oči), některé přístroje provádějí výpočty i z měření při eliminaci

plantární somatocepce (např. molitanovou deskou). V rámci vyšetřování na ORL klinice FN Hradec Králové byl proveden několikrát „*molitanový test*“, vyšetření se zúženou basí při monopedálním stoju a na špičkách (kdy je též zvýšeno tělesné těžiště). Pro hodnocení však se ukázalo hlavním problémem nemožnost odlišné archivace výsledků těchto experimentálních zkoušek v softwaru přístroje, další překážkou u takových zkoušek je nutnost manuálních výpočtů, které jsou vzhl. k množství měřených parametrů v praxi nereálné. V literatuře (53) je též popsán vliv jednostranné akustické stimulace (*Tullio-fenomén*) na funkci rovnováhy, tento jsme se v důsledku jmenovaných překážek rovněž nepokoušeli prověřit.

Citlivost posturografie při kvantifikaci změn rovnováhy předurčuje metodu pro testování posturálního systému exponovaného nefysiologickým podmínkám (letectví, kosmonautika). Měřením posturální stability pilotů pomocí SCPG se zabýval Sázel (94) nebo Nagyová (56), lepší se však zřejmě ukazuje pro tyto účely jeví DCPG (15). V této práci nebyl získán žádný pilot či kosmonaut pro SCPG vyšetřování.

3.3 Statická posturografie z posudkového hlediska

Porucha rovnováhy je stavem, který může být předmětem nároků pacienta na finanční nebo jiné plnění, proto stav pro tyto účely vyžaduje odborné (posudkové) vyjádření. V praxi je třeba vyjádření o poruše rovnováhy pro účely:

- **právní** (občansko-právní a pracovně-právní spory)
- **medicínsko-sociální** (posudkové řízení pro přiznání invalidity či mimořádných výhod, profesního onemocnění)
- **pojistné** (posudek pro likvidaci pojistných událostí)

Zkušenosti autora s funkcí ORL odborníka posudkové komise potvrzují, že medikolegální posuzování poruch rovnováhy je obtížné. Příčiny potíží při hodnocení poruch rovnováhy jsou zejména:

- **obtížné hodnocení závratí:** těžiště diagnostiky v anamnestických údajích (subjektivní hodnocení vyšetřovaným), obtížná interpretace výsledků objektivních vyšetření a souhrnných nálezů (subjektivní hodnocení vyšetřujícím), neobligatorní souvislost mezi subjektivním hodnocením (závratě) a objektivním nálezem poruchy rovnováhy.

- **nejednoznačnost kritérií** medicínských (guidelines pro postup lege artis) i zákonných pro posouzení míry a kvalifikaci závrativých stavů.

Hahn (47) považuje za nutné při posudku provést řadu ORL vestibulologických vyšetření, při znaleckém posuzování doporučuje hodnocení šesti nálezů, kam patří i posturografie. Posturografie pro svou citlivost na poruchu rovnováhy je vhodným přístrojovým vyšetřením pro posudkovou vestibulární diagnostiku.

Pro poruchu rovnováhy je možno přiznat částečný nebo plný invalidní důchod dle Zák. 155/1995 Sb. Při posuzování dlouhodobě těžkého zdravotního postižení dítěte nepatří porucha rovnováhy mezi splňující kritéria a při posudku je třeba ji porovnávat s nejbližším neurologickým nebo interním postižením záchvatovitého charakteru či omezujícím pohyblivost. Pro přiznání mimořádných výhod dle Přílohy 2 Vyhl. 182/1991 Sb. (průkaz TP a ZTP) není porucha rovnováhy kritériem pro poskytnutí; poskytnutí příspěvku dle Přílohy č. 5 Vyhl. 182/1991 Sb. pro poruchu rovnováhy není možné. Pacienti s poruchou rovnováhy nejsou indikováni pro lázeňskou léčbu (Příloha Vyhl. č. 58/1997 Sb.) a mohou být vyloučeni ze způsobilosti řízení motorových vozidel dle Vyhl. 277/2004 Sb. (odst. VI Nemoci nervové soustavy: záchvatovité stavy s poruchou vědomí nebo hybnosti...). Není přitom zákonná povinnost dispensární péče dle Vyhl. č. 60/1997 Sb. V každém případě v žádné ze zmíněných zákonných norem není implicitně zmiňováno jakékoliv konkrétní přístrojové vyšetření vyžadované pro posudkové hodnocení poruchy rovnováhy. Lze tak plně souhlasit s Hahnem (47), že v České Republice nejsou vytvořeny jasně definované podmínky a kritéria pro posuzování pracovní schopnosti a způsobilosti pacientů s rovnovážnými poruchami.

Posturografie by právě pro svou citlivost ke kvantifikaci poruchy rovnováhy, kterou pozoroval dříve již Lejska (66), mohla být vhodným objektivním vyšetřením použitelným pro posudkové účely. Validita výsledků je však limitována následujícími omezeními vysokého rozptylu výsledků a možnosti volního ovlivnění výsledku pacientem (agrace a simulace poruchy rovnováhy).

3.3.1 Rozptyl výsledků SCPG měření

Vysoký rozptyl naměřených výsledků byl demonstrován nejlépe na grafech distribuce hodnot při vytváření hodnotící škály i v souboru normální rovnováhy. Tento je jedním z nejzávažnějších argumentů hovořících proti schopnosti SCPG kvantifikace a topodiagnostiky poruch rovnováhy. Zůstává pravdou, že jednotlivý výsledek měření SCPG v kritériu kvantifikace i topodiagnostiky je nutno interpretovat jen velmi obezřetně a v kontextu

s klinickou hypotézou, avšak výše uvedené analýzy dokladují, že tyto interpretace možné jsou a lze i předpovědět pravděpodobnost správného odhadu výsledku.

3.3.2 Volní ovlivnění rovnováhy v SCPG měření

Metoda SCPG je velmi citlivá na jakékoliv arteficiální výchylky tělesného těžiště, které se mohou objevit při např. vyrušení během měření, při psychické tensi nebo při úmyslném pohybu. Význam SCPG při detekci simulace (agrace) poruchy rovnováhy je proto možno diskutovat. Dosavadní empirické zkušenosti z ORL FNHK však jsou takové, že je-li výsledek měření rozporný s klinickým pozorováním, obzvláště lze-li předpokládat sekundární zisk pacienta z rovnovážné poruchy, je nutno možnost simulace (agrace) uvažovat. K těmto závěrům dochází též Gianoli (41) nebo Krempf (61) při užití DCPG.

V průběhu let měření na SCPG nebyly zpochybňovány rovnovážné potíže pacientů a vyslovováno podezření na simulaci nebo agraci závratí. Nicméně zejména u pacientů s poruchou adaptace, neurotickým a depresivním syndromem klinická zkušenost ukazuje, že se u těchto nemocných setkáváme s psychicky podmíněnou nejistotou rovnováhy. Tato psychická nadstavba nebyla v souboru neurootologických pacientů vzata do klinického hodnocení a nelze ji tedy objektivně doložit. U výše popsané malé prospektivní studie na souboru 10 pacientů (20 měření) s diagnózou depresivního a úzkostného syndromu, neprovázeného subjektivní poruchou rovnováhy, objektivní porucha rovnováhy metodou SCPG nebyla zjištěna.

3.4 Ekonomické hledisko využití SCPG

Jedním z důležitých hledisek účinnosti diagnostických a léčebných postupů je otázka ekonomického přínosu. Dynamická posturografická plošina je ceněna vedle audiometrie a ENG jako metoda s nejpříznivější cost-effectiveness (97), ekonomický přínos statické posturografie není v literatuře rozebírán.

Zkušenosti z ORL FNHK jsou následující: pořizovací cena přístroje STP-03 byla 100000,-Kč. Za dobu používání SCPG (1999-2006) bylo provedeno přes 1400 měření. Cena jednoho posturografického měření je 348 bodů (kód 71121 Sazebníku), což představuje v současnosti nominálně shodnou platbu v Kč. Celkově tedy lze vyčíslit ekonomický přínos SCPG na ORL FNHK za dobu 6 let hodnotou 430000,-Kč, návratnost přístroje tak lze uvažovat na pracovišti ORL FNHK při rovnoměrném používání 1,4 let.

V kontextu s předkládaným diagnostickým přínosem SCPG si dovoluujeme tvrdit, že v případě přístroje STP-03 se jedná o diagnosticky přínosné vyšetření s dostupnou pořizovací cenou a rozumnou ekonomickou návratností. Tuto zkušenost lze podpořit též faktem, že přístroj je součástí diagnostického vybavení i vícero soukromých pracovišť, kde ekonomické hledisko provozu patří mezi priority.

4 ZÁVĚRY PRÁCE

1. **Statická počítačová posturografie ve své podstatě umožňuje objektivizovat hodnocení stoje a jeho modifikací.** Jedná se o vestibulologické přístrojové vyšetření, založené na registraci pohybu těžiště nemocného během statického měření rovnováhy.
2. **Hlavní diagnostický přínos SCPG je zejména v objektivní kvantifikaci poruchy rovnováhy. Význam SCPG pro topodiagnostiku poruch rovnováhy je méně významný.**
 - 2a) *Kvantifikace poruchy posturální rovnováhy pomocí SCPG je možná v absolutním numerickém vyjádření i pomocí škálového hodnocení a takto je možno odlišit zdravé jedince (bez poruchy posturální rovnováhy) od nemocných s latentní a manifestní poruchou rovnováhy.*
 - 2b) *Diferenciální topodiagnostika vestibulárních lézí pomocí SCPG je též možná. Zkušenosti na ORL FNHK ukazují, že i k topodiagnostické otázce poruch rovnováhy se může SCPG vyjádřit, a to s vypočitatelnou mírou pravděpodobnosti shody s klinickým hodnocením v kritériu sensitivity i specifity. Význam SCPG v topodiagnostické otázce však nelze přeceňovat, SCPG též nevykazuje žádné specifické nálezy pro odlišení jednotlivých onemocnění spojených s poruchou posturální rovnováhy.*
3. **SCPG je využitelnou metodou pro experimentální práce.** Množství měřitelných parametrů vycházejících z SCPG měření a dalších aplikací metody (zátěžové a další experimentální testy) nabízí mnoho možností směru dalšího výzkumu, pro klinické použití však je důležitá práce s pouze několika klíčovými parametry měření. **Metodiku SCPG lze doporučit jako vhodnou pro objektivizaci poruchy rovnováhy pro posudkové účely za podmínek správné a střizlivé interpretace výsledků. SCPG je též použitelná pro léčbu (rehabilitaci) poruchy rovnováhy u vestibulárních lézí.**
4. Posturograf STP-03 (Comes Trading), užívaný na ORL klinice v Hradci Králové, je spolehlivým přístrojem s dobrou ekonomickou návratností investice.
5. Statickou počítačovou posturografii lze celkově hodnotit jako užitečnou pomocnou metodu, doplňující klinická vyšetření, která je účelná pro objektivizaci, kvantifikaci a použitelná pro kvalitativní hodnocení posturální rovnováhy v diagnostickém, léčebném a experimentálnímu využití.

5 ODKAZY

5.1 Rejstřík pojmů

- a. basilaris, 17
- a. cerebelli anterior inferior, 17
- a. labyrinthi, 17
- AICA. viz a. cerebelli anterior inferior
- alkohol, 107
- American Academy of Neurology, 47
- ampulární systém, 19
- ampulo-okulomotorický reflex, 33
- aquaeductus cochleae, 16
- aquaeductus vestibuli, 16
- archicerebellum, 25
- asymetrické klouzavé oční pohyby, 32
- asynergie, 27, 28
- Bechterew, 22
- Bruns-Stewardsův nystagmus, 42
- Cajal, 27
- canaliculus cochleae, 17
- centrální vestibulární syndrom, 45
- centrum horizontálního pohledu, 29
- cerebelární ataxie, 41
- cervikogenní vertigo, 104
- cerviko-spinální (šíjový) reflex, 35
- colliculus sup, 28, 33
- crista ampullaris, 16
- CVS onemocnění, 106
- Darkševič, 27
- Deiters, 22
- diabetes mellitus, 106
- diplopie, 34
- disjugované (vergentní) symetrické oční pohyby, 32
- dotazníky, 40
- drop-attacks, 39, 40, 100
- ductus endolymphaticus. viz Endolymfatický dukt
- ductus reuniens, 16
- ductus utriculosaccularis, 16
- dynamická posturografie, 46, 47
- dysartrie, 28
- dysdiadochokinesa, 28
- dysekvilibrium, 38
- dysmetrie, 28, 42
- elektronystagmografie, 6, 41, 44
- endolymfa, 17
- endolymfatický dukt, 15, 16
- endolymfatický vak, 16
- epilepsie, 39
- fasciculus longitudinalis med, 21, 23, 32
- fobické posturální vertigo, 104
- fotografie sítnice, 35
- fyziologická závrať, 39
- ganglion vestibulare Scarpae, 20
- Golgiho buňky, 25
- granulární buňky, 25
- gravitační vertikála, 14, 30, 33
- harmonický vestibulární syndrom, 20
- head-heave-test, 35
- head-impulse-test, 34
- head-shaking-test, 35
- Henner, 44
- hmat, 13, 21, 23, 24, 30, 31
- hodnoticí škála, 75
- chůze tandemová, 43
- ICHS, 106
- kolaps, 39
- konjugované (versivní) symetrické oční pohyby, 32
- kraniokorpografie, 44
- macula statica, 16
- makula sakulu, 19
- makula utrikulu, 19
- makulární systém, 19
- makulo-okulomotorický reflex, 33
- membranosní ampula, 16
- Ménière, 39, 40, 100
- molitanový test, 117
- multisenzorický deficit, 104
- myoklonie, 28
- n. vestibularis, 20
- nc. fastigii, 23
- nc. olivaris, 24, 26
- nc. praepositus n. hypoglossi, 24
- nc. reticularis lat, 29
- nc. reticularis paramedianus, 29
- nc. ruber, 24, 27, 28, 29
- neocerebellum, 25
- ne-vestibulární závrať, 39, 40, 45, 87, 97, 100
- nikotinismus, 108
- nucleus dentatus, 27

nucleus fastigii, 26
 nucleus interpositus, 27
 nucleus X, 22
 nystagmus, 20, 27, 32, 33, 34, 39, 41, 42
 ocular-tilt-reaction. viz Torsní reakce očí
 oční vertikála, 35
 okulomotorický syndrom, 20
 optokinetická závrať, 39
 optokinetický reflex, 32
 optoklonus, 28, 42
 otokonie, 16
 otolity, 16
 pád, 36, 40
 paleocerebellum, 25
 Papez, 27
 páteř, 107
 percepční syndrom, 20
 periferní vestibulární syndrom, 45
 perilymfa, 17
 plynulé sledovací oční pohyby, 32, 33
 polokruhové kanálky, 16
 pontocerebellum. viz Pontocerebellum
 poruchy sluchu, 105
 postižení, 118
 postura. viz Posturální rovnováha
 posturální instabilita, 37
 posturální rovnováha, 13
 posturální stabilita, 13
 posturální syndrom, 20
 posturální systém, 11, 13, 14, 29
 posuzování pracovní schopnosti, 118
 pseudotabes diabetica, 106
 psychické změny, 40
 psychogenní vertigo, 104
 pulse, 21, 27, 36, 40, 41, 43
 Purkyněho buňky, 25, 26, 107
 receptorové buňky, 17
 retikulární formace, 21, 24, 26, 27, 28, 29
 Roller, 22
 Rombergův příznak, 36, 43
 sakadické oční pohyby, 32
 Schwalbe, 22
 skew deviation, 35
 sluch, 13, 31
 somatoceptivní systém, 13
 spinální ataxie, 41
 spinocerebellum. viz Paleocerebellum
 stabilizace zrakového obrazu, 32
 stabilometrie, 45
 statokonie, 16
 statovektorografie, 45
 stepping test, 36, 44
 stoj přirozený, 43, 51
 stoj spojný, 43
 strabismus, 34
 stratum gangliosum, 25
 stratum granulosum, 25
 stratum moleculare, 25
 subjektivní vertikála, 35
 subkolaps, 39
 synkopa, 39
 systém udržení posturální stability. viz
 Posturální systém
 šplhavá vlákna, 24, 26
 tectum, 28
 tegmentum mesencephali, 28
 titubace, 40, 43
 tonický labyrintový reflex, 36
 torsní reakce očí, 35
 tr. rubro-spinalis, 27, 28
 tr. vestibulo-spinalis, 23
 tractus cerebello-vestibularis, 26
 tractus olivocerebellaris, 24
 tractus reticulocerebellares, 29
 tractus vestibulo-cerebellaris, 20, 23
 tremor, 28
 Tullio-fenómén, 117
 Unterberger, 36
 vermis, 25, 27
 vertebrobazilární insuficience, 107
 vertigines, 38
 vertigo, 38
 vestibulární ataxie, 40
 vestibulární dráha, 29
 vestibulární habituační trénink, 113
 vestibulární jádra, 22
 vestibulární rehabilitace, 113
 vestibulární umíst'ovací reakce, 36
 vestibulocerebellum. viz Archicerebellum
 vestibulopatie, 38
 vizuální systém, 13
 vizuální vertigo, 30
 vizuální vertikála, 30, 33
 vizuální vertikály: vizuální vertikála, 30
 vzpřimovací reflex, 35
 vzpřimovací reflexy, 24, 36
 závrať, 38
 zraková umíst'ovací reakce, 36

5.2 Literatura

1. **Akbarian S., Grusser O.J., Guldin W.O.:** Corticofugal projections to the vestibular nuclei in squirrel monkeys: further evidence of multiple cortical vestibular fields. *Journal of Comparative Neurology*. 332 (1), 1993 Jun 1, s. 89-104.
2. **Ambler, Z., Jeřábek, J.:** Diferenciální diagnóza závratí. Praha, Triton, 2001, 260 s., isbn 80-7254-182-X.
3. **American Academy of Neurology.** Assessment: posturography. *Neurology* 1993; 43, s. 1261–4.
4. **Aufavre, V., Kemoun, G., Carette, P. et al.:** Evaluation posturale a domicile chez la personne agee: comparaison chuteurs-non chuteurs. *Annales de readaptation et de medecine physique*, 48, 2005, s. 165-71.
5. **Baloh R. W.:** Posturography: Myths and Facts. *Journal of Audiological Medicine* 1993; 2 (3): iii.
6. **Baloh R. W., Jacobson K. M., Enrietto J. A., et al.:** Balance disorders in older persons: quantification with posturography: *Otolaryngol Head Neck Surg* ,1998, Jul,119, (1), s.89-92.
7. **Baloh, R. W., Corona, S., Jacobson, K. et al.:** A prospective study of posturography in normal older J Am Geriatr Soc, 1998, Apr, 46, (4), s 438-443.
8. **Baloh, R. W., Jacobson, K. M., Beykirch, K. et al.:** Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions. *Arch Neurol*. 1998 May, 55, (5), s. 649-654.
9. **Baron, J.:** History of posturography. In: Igarashi et al.: *Vestibular and Visual Control on Posture and Locomotor Equilibrium*. KargerVerl. 1985, s. 54-59.
10. **Bast, T.H., Anson, B.J., Gardner, W.G.:** The developmental course of the human auditory vesicle. *Anat. Rec.*, 99, 1947, s. 55.
11. **Berendes, J., Link, R., Zöllner, R (hersg.):** Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. 6 Bd; Bd 5 – Ohr I, 2. Aufl., 1979, Thieme Verl., Stuttgart, isbn 3-13-543702-7.
12. **Beyts, J.:** Vestibular rehabilitation. Current approaches vertigo. Duphar Medical Relations (1991). In: Lejska, M.: *Komplexní řešení závrativých stavů funkčními metodami:*

Posturografie a vestibulární rehabilitace. Otorinolaryngol. /Prague/, 47, 1998, č. 4, s. 212 – 221.

13. **Bhutta, M.:** The Evolution of the Human Ear. ENT News, vol. 13, No. 5, Nov/Dec 2004, s. 50-52.
14. **Black, F.O., Pesznecker, S.C., Allen, K., et al.:** A vestibular phenotype for Waardenburg syndrome? Otol Neurotol, 2001, 22, s. 188-194.
15. **Black, F.O.:** Clinical status of computerized dynamic posturography. Curr Opin Otolaryngol, 2001, 9, s. 314-318.
16. **Boniver R.:** Posturography and benign paroxysmal vertigo. Acta Otorhinolaryngol Belg., 1991, 45 (3),s. 331-4.
17. **Borelli, G.A.:** De motu animalium. Den Haag, Petrum Gosse, 1743, kpt. XVIII, s. 144.
18. **Brandt T.:** Vertigo: its multisensory syndromes. 2nd Ed., London, Springer Verlag; 1999.
19. **Brandt, T., Dieterich, M., Strupp, M.:** Vertigo and Dizziness: Common complaints. Springer Verlag, London Ltd., 2005, isbn 1-85233-814-8, 148 s.
20. **Brandt, T., Dieterich, M.:** Vertigo - Leitsymptom Schwindel. Springer Verl., Stuttgart, 2004, 140 s., isbn 3-7985-1416-X.
21. **Cesarani A., Alpini D.:** Vertigo and dizziness rehabilitation: the MCS method. Berlin, Springer-Verlag; 1999.
22. **Claussen, C.-F.:** Über eine gleichgewichtsfunktionsprüfung mit Hilfe der Cranio-Corpo-Graphie (CCG) und Polarkoordinaten in Raume. Arch. Ohr Nas. – und Kehlk. Heilk., 1970, 196, s. 257-261.
23. **Conte, A., Caruso, G., Mora, R.:** Static and dynamic posturography in prevalent laterally directed whiplash injuries. Eur Arch Otorhinolaryngol., 1997, 254 (4), s.186-192.
24. **Černý, E.:** Polohová orientace v prostoru jak se jeví v pokusech na modifikovaném Graheho stole. Doktorská disertační práce. Praha, ÚVN, 1988, 187 s.
25. **Černý, E.:** K unifikaci a standardizaci vyšetřování vestibulární činnosti. Čs. Otolaryngol., 26, 1977, č. 6, s. 324-326.
26. **Čihák, R.:** Anatomie 3. Praha, Grada Publ., 1997, 672 s., isbn 80-7169-140-2.

27. **Daroff, R.B.:** Dizziness. S. 96 in: Isselbacher K.J., Braunwald E., Wolson J.D. et al.: Harrison's Principles of Internal Medicine. 13.ed., 1994, vyd. McGrawhill Inc., isbn 0-07113380-1, 2496 s.
28. **Dickman, D.:** Vestibular System Primer (on line). Cit. 24.3.2006, dostupné na <http://vestibular.wustl.edu/vestibular.html>.
29. **Di Fabio, R. P.:** Sensitivity and specificity of platform posturography for identifying patients with vestibular dysfunction. Phys Ther., 1995, Apr, 75, (4), s. 290-305.
30. **Di Fabio, R.P.:** Meta-analysis of the Sensitivity and Specificity of Platform Posturography. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, Feb. 1996, vol. 122, s. 150-157.
31. **Dobie, R. A.:** Does Computerized Dynamic Posturography Help Us Care For Our Patients?. American Journal of Otology. 18 (1), 108-112, January 1997.
32. **Dolejš, Z.:** Statovektorografie – sdělení o nové diagnostické metodě. Čs. Otolaryng. Foniatr., 42, 1993, s. 249-250.
33. **Dršata J., Lánský M.:** Může počítačová posturografie přispět k diferenciální diagnostice topiky vestibulárních lézí? Sborník abstrakt 63. kongresu ORL společnosti ČLS JEP, Mikulov, 13. – 15. 6. 2002.
34. **Dršata, J., Lánský, M.:** Funkce rovnováhy u trvalé sluchové poruchy. Sborník abstrakt 69. kongresu České společnosti pro otorinolaryngologii a chirurgii hlavy a krku. Plzeň, 1.-3. 6. 2006.
35. **Dylevský, I., Druga, R., Mrázková, O.:** Funkční anatomie člověka. Praha, Grada Publ., 2000, 664 s., isbn 80-7169-681-1.
36. **Eidelberg, E., Bond, M.L., Kelter, A.:** Effects of alcohol on cerebellar and vestibular neurons. Archs. Int. Pharmacodyn., 1972, 13-219.
37. **Frankenberger, Z.:** Embryologie. Vyd. SPN, Praha, 1954, 256 s.
38. **Fukuda, T.:** The stepping test. Two phases of the labyrinthine reflex. Acta Otolaryngol. 50, 1959, s. 95-108.
39. **Furman J. M.:** Role of posturography in the management of vestibular patients. Otolaryngol Head Neck Surg 1995; 112, s. 8–15.
40. **Gans, F.E.:** Vestibular rehabilitation: Protocols and programs. Singular Publ., San Diego/London, 1996, 120 s., isbn 1565936256.

41. **Gianoli, G.J., McWilliams, S., Soileau, J., et al.:** Posturographic performance at patients with the potential for secondary gain. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 2000, 122, s. 11-18.
42. **Goebel, J. A., Dunham, D. N., Rohrbaugh, J. W. et al.:** Dose-related effects of alcohol on dynamic posturography and oculomotor measures. *Acta Otolaryngol Suppl.*, 1995, 520, Pt 1, s. 212-215.
43. **Groh D., Kabelka Z., Jurovčík M., et al.:** Výsledky screeningového programu sluchových vad u novorozenců ve Fakultní nemocnici Praze - Motole v letech 1997 – 1998. *Otorinolaryngol. /Prague/*, 48, 1999, č. 1, s. 3 - 6.
44. **Guerazz M., Yardley L, Bertholon P. et al.:** Visual vertigo: symptom assessment, spatial orientation and postural control. *Brain* 2001;124(8):1646-56.
45. **Hahn, A.:** Contemporary approach to neurootological patient. Postcongress of the 33rd NES meeting – sborník. Praha, 28.-30.3.2006, isbn 80-903392-2-0, 30 s.
46. **Hahn, A.:** Modern Differential Diagnosis in Neurootology. *Otorinolaryngol. /Prague/*, 44, 1995, č. 4, s. 227-233.
47. **Hahn, A.:** Otoneurologie. Diagnostika a léčba závratí. Praha, Grada Publ., 2004, 128 s., isbn 80-247-0510-9.
48. **Hahn, A.:** Závratě. Minimum pro praxi. Praha, nakl. Triton, 1998, isbn 80-85875-93-2, 60 s.
49. **Halmagyi, G.M., Curthoys, I.S.:** A clinical sign of canal paresis. *Arch Neurol* 1988; 45, s. 737-739.
50. **Hecker, H.C., Haug, C.O., Herndon, J.W.:** Treatment of the vertiginous patients using Cawthorne's vestibular exercises. *Laryngoscope*, 84, 1974, s. 2065-2072.
51. **Hope, R.A., Longmore, J.M., Hodgetts, T.J., Ramrakha, P.S.:** Oxfordská příručka klinické medicíny. Praha, Victoria Publ., 1995, isbn 80-7187-001-3, 800 s.
52. **Höschl, C., Libiger, J., Švestka, J.:** Psychiatrie. Praha, nakl. Tigis, 2002, isbn 80-900130-1-5. 835 s.
53. **Ishizaki, H., Pyykko, I., Aalto, H. et al.:** The Tullio phenomenon in patients with Meniere's disease as revealed with posturography. *Acta Otolaryngol Suppl.*, 1991, 481, s. 593-5.

54. **Janura, M., Míková, M.:** Využití biomechaniky v kineziologii. Rehabil. Fyz. Lék., 10, 2003, č. 1, s. 30-33.
55. **Jeong, B. Y.:** Contour representation of sway area in posturography and its application. Arch Phys Med Rehabil., 1994, Sep, 75, (9), s. 951-956.
56. **Jeřábek, J.:** Psychogenní poruchy rovnováhy. Sborník abstrakt II. Česko-slovenského otoneurologického dne, 27.května 2003, Praha, isbn 80-85977-48-6, 36 s.
57. **Jeřábek, J.:** Zkušenosti s funkčním hodnocením běžných denních činností u pacientů s postižením rovnovážného systému. Sborník přednášek, post-sympóziium Moderní trendy v léčbě tinnitu, vertiga a nedoslýchavosti, Praha, 30. 5. 2004.
58. **Kahle, W., Leonhardt, H., Platzer, W.:** Nervous System and Sensory Organs. Color Atlas/Text of Human Anatomy. Stuttgart, Thieme Verl., 1993, isbn 3-13-533504-6.
59. **Kingma, H.:** Vertigo. Highlights of a Teaching Day. Crossbow, SAP-No. 2008262,
60. **Králíček, P.:** Úvod do speciální neurofyziologie. Praha, Karolinum, 2002, isbn 80-246-0350-0.
61. **Krempl, G. A., Dobie R. A.:** Evaluation of posturography in the detection of malingering subjects. Am J Otol, 1998, Sep,19, (5), 619-627.
62. **Křupka, B.:** Příspěvek k diferenciální diagnostice poruch rovnováhy. Olomouc, 2002, disertační práce.
63. **Ledin, T., Jansson, E., Moller, C. et al.:** Chronic toxic encephalopathy investigated using dynamic posturography. Am J Otolaryngol., 1991, Mar-Apr, 12 (2), s. 96-100.
64. **Ledin, T., Odkvist, L.M.:** Abstinent chronic alcoholics investigated by dynamic posturography, ocular smooth pursuit and visual suppression. Acta Otolaryngol., 1991, 111 (4), s. 646-655.
65. **Ledin, T.:** Randomized perturbed posturography in abstinent chronic alcoholics. Acta Otolaryngol Suppl., 1995, 520, Pt 2, s. 447-449.
66. **Lejska, M.:** Komplexní řešení závrativých stavů funkčními metodami: Posturografie a vestibulární rehabilitace. Otorinolaryngol. /Prague/, 47, 1998, č. 4, s. 212 – 221.
67. **Lejska, M.:** Léčba závrativých stavů vestibulární rehabilitací. Brno, nakl. Paido, 2001, isbn 80-85931-97-4, 30 s.

68. **Lejsková, V., Lejska, M.:** Vestibulární rehabilitace. Rehabil. fyz. Lék., č. 4, 1999, s. 125-130.
69. **Lermoyez, M.:** Le vertige qui fait entendre. Presse Med., 1919, 27, s. 1-3.
70. **Lewit, K.:** Manipulační léčba. Heidelberg-Leipzig, Barth Verl., 1996, 320 s., isbn 3-335-00401-9.
71. **Mandelbaum, D. E.:** Postural stability by computerized posturography in minor head trauma. *Pediatr Neurol.*, 1997, Apr, 16 (3), s. 259.
72. **Michel, O.:** Meniérová choroba a poruchy rovnováhy. Praha, Grada Publ., 2001, 292 s., isbn 80-7169-732-X.
73. **Mittelstaedt, H.:** Subjective Vertical in Weightlessness. In: Igarashi et al.: Vestibular and Visual Control on Posture and Locomotor Equilibrium. Basel, KargerVerl. 1985, isbn 3-8055-3951-7, 366 s.
74. **Modravý, V.:** Poruchy vestibulárního aparátu při mozkové ischemii. Praha, Avicenum, 1986, Ed. 863518, 101 str.
75. **Mumenthaler, M., Mattle, H.:** Neurologie. Praha, Grada Publ., 2001, 652 s., isbn 80-7169-545-9.
76. **Nelson, S. R., Di Fabio, R. P., Anderson, J. H.:** Vestibular and sensory interaction deficits assessed by dynamic platform posturography in patients with multiple sclerosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol.*, 1995, Jan, 104, (1), s. 62-68.
77. **Nevšimalová, S., Růžička, E., Tichý, J.:** Neurologie. Praha, Vyd. Galén, 2002, 367 s., isbn 80-7262-160-2.
78. **Norré, M.D.:** Reliability of examination data in the diagnosis of benign paroxysmal positional vertigo. *AM. J. Otol. (US)*, 16, 1995, s. 806-810.
79. **Norré, M.E.:** Can posturography contribute to the diagnosis of vertigo in patients where other tests fail to do so? *Acta Otolaryngol. (Stockh.)*, 114, 1994, s. 465-472.
80. **Nováková, H., Tichý, M., Ťulpa, F.:** Problematika využití posturografie v kineziologii. *Rehabil. fyz. lék.*, 8, 2001. č. 1, s. 65-69
81. **Nováková, H., Tichý, M., Ťulpa, F.:** Problematika využití posturografie v kineziologii. *Rehabil. fyz. lék.*, 8, 2001. č.2, s. 65-69.

82. **Nováková, H., Tichý, M., Ťulpa, F.:** Porovnání parametrů stabilometrie a tvarových změn zad v souvislosti s mobilizací kostrče. Rehabil. fyz. lék., 5, 1998, č. 4, s. 155-157
83. **Novotný, M., Hahn, A. et al.:** Závratě – diagnostika a léčba. Stuttgart: Aesophus-Verl., 1997, s. 9.
84. **Otruba, L.:** Vestibulární habituační trénink s použitím computerové posturografie. Atestační práce. Praha, 1996, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, 15 s.
85. **Patten, J.:** Neurological Differential Diagnosis. Berlin Heidelberg, Springer Verl., 1977, isbn 0-387-90264-3.
86. **Pfaltz, C. R.:** Controversial Aspects of Ménière's Disease. Stuttgart, Thieme Verl., 1986, isbn 3-13-673701-6.
87. **Pichanič, M.:** Klinická otoneurologia. Vyd. Osveta, Martin, 1992, isbn 80-217-0425-X, 342 s.
88. **Riach, C.L., Hayes, K.C.:** Postural Sway in Young Children. In: Igarashi et al.: Vestibular and Visual Control on Posture and Locomotor Equilibrium. Basel, KargerVerl. 1985, isbn 3-8055-3951-7, 366 s.
89. **Rodder, H.D.:** Der Schwindel. Arzte Zeitung Verlagsgesellschaft m.b.H., Neu-Isenburg, 1990.
90. **Romberg, M.H.:** Lehrbuch der Nervenkrankheiten. 1.vyd. 1840.
91. **Řehák, J., Vele, F.:** Smyslová diagnostika v dopravě. Lékař a technika. 21, 1990, s. 49-54.
92. **Sasa, M., Ideda, Y., Fujimoto, S., et al.:** Susceptability to ethanol of neurons in lateral vestibular, spinal trigeminal and lateral geniculate nuclei. Adv. Pharmacol. Ther., 1981, 5, s. 239-244.
93. **Sawle G.:** Visual vertigo. Lancet 1996; 347 (9007), s. 986-7.
94. **Sázel, M.:** Stabilita postoje pilotů. Pracov. Lék., 56, 2004, č. 4, s. 161-165.
95. **Sborník abstrakt IV. Česko-slovenského otoneurologického dne, 16.-18.6.2005, Brno.**
96. **Scott, W. A.:** Magnetic Resonance Imaging of the Brain and Spine. Philadelphia, Nakl. Lippincot W&W, 2002, isbn 0-7817-2036-2, Vol. 3.

97. **Stewart, M. G., Chen, A. Y., Wyatt, J. R. et al.:** Cost-effectiveness of the diagnostic evaluation of vertigo. *Laryngoscope* 109, April 1999, s. 604.
98. **Stambolieva, K., Angov, G:** Postural stability in patients with different durations of benign paroxysmal positional vertigo. *Eur. Arch Oto-Rhino-L*, Feb. 2006, 263 (2), s. 118-122.
99. **Stoll, W.:** Vestibuläre Erkrankungen. Eine interdisziplinäre Herausforderung. Stuttgart, Theme Verl., 2001, 120 s., isbn 3-13-105821-8.
100. **Šaling, M., Koprdoová, I., Hrubý, M., et al.:** Kvantitatívne hodnotenie porúch vzprímeného postoja metódou stabilometrie. *Čs. Neurol. Neurochir.*, 54/85, 1991, s. 14-21.
101. **Šulc, J.:** Letecká fyziologie. Naše vojsko, Praha, 1980, Vyd. 1., 28-035-80, 284 s., s. 198-202
102. **Taguchi, K., Kikukawa, M.:** Effects of Optokinetic Stimulation on Body Sway. In: Igarashi et al.: *Vestibular and Visual Control on Posture and Locomotor Equilibrium*. Basel, KargerVerl. 1985, isbn 3-8055-3951-7, 366 s.
103. **Töndury, G.:** Embryopathien. Über die Wirkungsweise (Infektionsweg und Pathogenese) von Viren auf den menschlichen Keimling. In: *Pathologie und Klinik in Einzeldarstellungen*, Bd. IX hrsg. Von R. Hegglin u.a., Springer Verl., Berlin, 1962.
104. **Uchytil, B.:** Methode der objektiven Aufzeichnung vestibulospinaler Reflexe. *Mshr. Ohrenheilk.*, 96, 1962, s. 554-558.
105. **Uimonen, S., Laitakari, K., Bloigu, R. et al.:** Static posturography and intravenous alcohol. *J Vestib Res.*, 1994, Jul-Aug, 4 (4), s. 277-283.
106. **Vazquez, A., Yamoah, E.:** Mechanisms of hair cell mechanoelectric transduction: an update. *Curr Opin Otolaryngol*, 10 (5), Oct. 2002, s. 403-406.
107. **Véle, F.:** Posudek na posturograf STP-03. Kineziologická laboratoř katedry fyzioterapie FTVŠ University Karlovy, Praha, 30.6.1999.
108. **Vokurka, J.:** Vestibulospinální reflexy a jejich zkoušky. *Suppl. Sbor. Věd. prací LF HK Hradec Králové*, 32, 1989, č. 2, s. 145-156.

109. **Vrabec, P., Lischkeová, B., Světlík, M., et al.:** Rovnovážný systém I - obecná část - Klinická anatomie a fyziologie, vyšetřovací metody. Nakl. Triton, Praha, 2000, isbn 80-7254-307-5, 104 s.
110. **Vyšata, O., Vršecká, M.:** Vývoj parametrů stability stoje u zdravé populace ve věku 15-60 let. Čs. Neurol. Neurochir., 56/89, 1993, s. 43-46.
111. **Watanabe, T., Hattori, Y., Fukuda, T.:** Automated Graphical Analysis of Fukuda's Stepping Test. In: Igarashi et al.: Vestibular and Visual Control on Posture and Locomotor Equilibrium. Basel, KargerVerl. 1985, isbn 3-8055-3951-7, 366 s.
112. **Weber, U., Holzmann, M., Vieregge P.:** Assessment of routine mobility in geriatrics using static posturography - a population based study. Z Gerontol Geriatr., 2000, Oct 33 (5), s 401-409.
113. **WHO:** http://www.who.int/pbd/deafness/activities/hearing_care/advanced.pdf. Accessed 1.7.2006.
114. **Wikipedia.** The free encyclopedia (on line). Vestibular system. 15:42, 4 March 2006. Cit. 24.4.2006. Dostupné na http://en.wikipedia.org/wiki/Vestibular_system.