

Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2007

Helena Bočínská

Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

FYZIOLOGICKÝ VÝVOJ POSTURY A POHYBU DÍTĚTE PŘEDŠKOLNÍHO VĚKU

– VESTIBULÁRNÍ SYSTÉM

Bakalářská práce

Autor: Helena Bočínková

Vedoucí práce: PaedDr. Irena Zouňková

Praha 2007

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Helena Bočínková

Název bakalářské práce: Fyziologický vývoj postury a pohybu dítěte předškolního věku – vestibulární systém

Pracoviště: Klinika rehabilitace

Vedoucí bakalářské práce: PaedDr. Irena Zounková

Rok obhajoby bakalářské práce: 2007

Abstrakt: Cílem práce bylo zhodnotit vliv vestibulárního aparátu na vývoj postury a pohybu dítěte předškolního věku. Využit získaných znalostí k doporučení rozvoje pohybových dovedností s ohledem na tento systém.

Klíčová slova: vývoj postury, vývoj pohybu, vestibulární systém, předškolní věk

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Bibliografická identifikace v angličtině

Author`s first name and surname: Helena Bočínská

Title of the master thesis: Physiological Development of Posture and Movement in Pre-school Children – Vestibular Apparatus

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: PaedDr. Irena Zouňková

The year of presentation: 2007

Abstract: The aim of this work was to evaluate the impact of vestibular apparatus on the development of posture and movement in pre-school children. The actual findings were then used to draw some useful recommendations for exercising of motoric skills with regard to the system.

Keywords: development of posture, development of movement skills, vestibular system, pre-school child

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením PaedDr. Ireny Zounkové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Praze dne 12. dubna 2007

.....

Poděkování autora

Děkuji PaedDr. Ireně Zounkové za cenné rady a návrhy při vedení a zpracování bakalářské práce.

## OBSAH

1 ÚVOD .....	9
2 PŘEHLED POZNATKŮ .....	11
2.1 Anatomie vestibulárního aparátu .....	11
2.2 Embryologie vestibulárního aparátu .....	12
2.3 Neurofyzilogie vestibulárního aparátu .....	13
2.3.1 Úhlové zrychlení .....	14
2.3.2 Lineární zrychlení .....	14
2.3.3 Vestibulární dráhy .....	15
2.3.4 Vestibulární projekce .....	16
2.3.5 Labyrintové reflexy .....	17
2.4 Fyzilogie motorického vývoje .....	18
2.4.1 Prenatální období .....	18
2.4.2 První rok života .....	19
2.4.2.1 Novorozenecké období .....	19
2.4.2.2 Kojenecké období .....	19
2.4.3 Batolecí období .....	20
2.4.4 Předškolní věk .....	21
3 CÍLE A HYPOTÉZY .....	24
4 METODIKA .....	25
5 VÝSLEDKY .....	26
5.1 Korelace vývoje postury a pohybu s vývojem vestibulárního aparátu .....	26
5.1.1 Vestibulární reflexy .....	26
5.1.2 Stabilita sedu a stoje .....	27
5.1.3 Vliv vestibulárního aparátu na chůzi .....	29

5.2 Dovednosti získané postupným dozríváním vestibulárního aparátu .....	30
5.2.1 Předškolní věk .....	31
5.3 Možnosti vyšetření a pohybové stimulace vestibulárního aparátu .....	31
5.3.1 Vyšetření .....	31
5.3.1.1 Vestibulárním systémem evokované myogenní potenciály .....	32
5.3.1.2 Vyšetření chůze se zakrytými očima .....	33
5.3.2 Patologie vestibulárního aparátu .....	34
5.3.3 Pohybová stimulace .....	34
5.4 Doporučované pohybové aktivity a sporty s ohledem na vývoj (zrání) vestibulárního aparátu .....	35
5.5 Kazuistika fyziologického vývoje .....	36
6 DISKUZE .....	38
7 ZÁVĚR .....	40
8 SOUHRN .....	41
9 SUMMARY .....	42
10 REFERENČNÍ SEZNAM .....	43
11 PŘÍLOHY .....	46



## 1 ÚVOD

Vývoj postury a pohybu je ovlivňován mnoha skutečnostmi. Od brzkého intrauterinního období je motorika zrcadlem vývoje centrální nervové soustavy. Již ke konci 6. týdne lze na ultrazvuku sledovat první spontánní pohyby. „Prenatální hybnost je zprvu bulbo-spinální.“ (Trojan, 2003, 612). Ke konci 8. týdne jsou založeny prakticky všechny svalové skupiny. Vzhledem k utvoření základů svalů a vývoji centrální nervové soustavy se mohou začít rozvíjet geneticky dané motorické vzory. V popředí je zpočátku ovšem reflexní posturální motorika, která přetrvává i krátce postnatálně.

Je důležité mít na paměti, že motorický projev je vysoce organizovanou funkcí. „Pohyb zajišťuje vzpřímenou polohu, umožňuje změnu místa.“ (Trojan, 2003, 612). Motorický projev je úzce spjat i s psychickou činností.

Na řízení motoriky se podílejí prakticky všechny oddíly centrálního nervového systému. Pátevní mícha je zodpovědná za nastavení svalového tonu, který je základem hybnosti. Na svalovém tonu staví systém postojových a vzpřimovacích reflexů, nazývaný opěrná motorika. Na řízení opěrné motoriky se účastní retikulární formace, vestibulární aparát a mozeček. Z opěrné motoriky pak teprve vychází motorika cílená, která je řízena mozkovou kůrou, bazálními ganglii a kůrou mozečku.

„Zajišťování polohy těla nebo jeho částí má reflexní charakter.“ (Trojan, 2003, 613). Proto může být opěrná motorika nazývána motorikou reflexní. Řízení opěrné motoriky vychází z mozkového kmene, zejména retikulární formace. Jedná se o koordinaci polohových, postojových a vzpřimovacích reflexů, jejichž aferentní složka pochází z proprioreceptorů, exteroceptorů a vestibulárního aparátu. Pro udržení vzpřímené polohy těla má význam střední mozek, který je centrem orientačních zrakových a sluchových reflexů. Proces příjmu informací z periferie, jejich zpracování centrální nervovou soustavou a výslednou svalovou činnost vyjadřuje termín senzomotorika.

Tato práce se zaměřuje na úlohu pouze jedné z těchto složek podílejících se na řízení motoriky, vestibulární aparát. Ostatní struktury podílející se na realizaci pohybu jsou zde tudíž zmiňovány jenom okrajově, ve vztahu k vestibulárnímu aparátu.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Anatomie vestibulárního aparátu

Vestibulární systém je součástí blanitého labyrintu vnitřního ucha. Nachází se v kostěném labyrintu spánkové, resp. skalní kosti a je tvořen dvěma váčky (sacculus a utriculus) a třemi polokruhovými kanálky (ductus semicirculares) (Obrázek1). Prostor mezi membranózním a kostěným labyrintem je vyplněn perilymfou, vnitřek blanitých struktur endolymfou.

Utriculus je váček vejčitého tvaru, který se nachází v recessus ellipticus na mediální stěně vestibula. Pět otvorů z tohoto váčku vystupují tři polokruhové blanité kanálky. Na přední stěně tohoto váčku je horizontálně umístěn okřesek cylindrického epitelu – macula utriculi.

Ductus semicirculares: anterior, posterior a lateralis kopírují kostěné canales semicirculares ossei. Tudiž v ampulovitých rozšířeních kostěných struktur jsou na blanitých kanálcích ampullae membranaceae. Ze stěny každé ampuly odstupuje příčně na rovinu kanálku crista ampullaris tvořená vysokým cylindrickým epitelem.

Sacculus je kulovitý váček, menší než utriculus, naléhající na recessus sphericus vestibuli. Oba váčky jsou spojeny trubičkou, ductus utriculosaccularis pokračující dále do ductus endolymphaceus. Na mediální stěně je vertikálně uloženo políčko cylindrického epitelu – macula sacculi.

Macula utriculi, macula sacculi a cristae ampulares obsahují podpůrné a hlavně smyslové buňky. Smyslové buňky makul mají na povrchu těla smyslové vlásky (stereocilie, kinocilie), které jsou zanořeny do gelatinózní hmoty – statolitové membrány, na jejímž povrchu je vrstvička krystalků označovaných jako otolity. Otolity mění při pohybech hlavy v důsledku pohybu endolymfy svoji polohu, čímž dráždí řasinky

smyslových buněk. Opačné póly smyslových buněk jsou přiloženy k zakončením aferentních nervových vláken. Receptory v makulách jsou excitovány pohyby hlavy dopředu, dozadu, do stran, nebo při vertikálních pohybech. Smyslové buňky cristae ampullares jsou vyšší a vlásky na jejich povrchu delší. Gelatinózní hmota pokrývající povrch krist (cupula) je složením podobná membráně statolitové, avšak neobsahuje krystalky. Podráždění smyslových buněk ampulárních krist vyvolává začátek a konec rotačního pohybu hlavy, reagují tedy na úhlové zrychlení.

Impulsy ze smyslových buněk vestibulárního aparátu jsou odváděny třemi větvemi nervus vestibularis (n. utriculoampullaris, n. saccularis, n. ampullaris posterior) do vestibulárních jader mozkového kmene. Smyslové buňky jsou v přímém kontaktu s výběžky bipolárních neuronů ganglion vestibuli (Scarpa), které je uloženo na spodině meatus acusticus internus. Z centrálních výběžků neuronů ganglion vestibuli se utváří nervus vestibularis, který spolu s nervus cochlearis opouští meatus acusticus internus a zanořuje se do mozkového kmene, kde vlákna tohoto nervu končí ve vestibulárních jádrech. Část vláken vestibulárního nervu směřuje do vestibulární oblasti mozečku.

## 2.2 Embryologie vestibulárního aparátu

První základ vnitřního ucha se tvoří u embryí se 4 segmenty počátkem 4. týdne vývoje, v nejkaudálnější části zatím neuzavřeného rhombencefala. Ze sluchové ploténky (Obrázek 2), která se postupně prohlubuje ve sluchovou jamku, vzniká dalším prohlubováním a postupným uzavíráním sluchový váček. Z laterální stěny sluchového váčku vyrůstají dorzálně a laterálně základy ductus semicirculares. V jejich ampulách se diferencuje epitel v neuroepitel ampulárních krist. Další části vestibulárního aparátu – utriculus a sacculus – se vyvíjí z centrální části sluchového, jejím rozdělením ve dva oddíly. Dorzálně je uložen utriculus, ventrálně sacculus. Na laterální stěně sluchového váčku se zakládá okrsek

s vysokým epitelem zvaný macula acustica, která se po rozdělení váčku na sacculus a utriculus dělí v macula sacculi a macula utriculi.

Tvar membranózního labyrintu dosahuje v zásadě definitivního tvaru již u dvouměsíčních embryí (Obrázek 2). V souvislosti s růstovými změnami sluchového váčku roste také základ nervový. K vestibulárnímu aparátu se vztahuje vývoj ganglion vestibulare. Neuroblasty se diferencují v bipolární nervové buňky, jejichž periferní výběžky se napojují na smyslové buňky, centrální pak uspořádané v nervus vestibularis vrůstají do rhombencephala.

Zprvu je membranózní labyrint obklopen mezenchymem, který se nejprve mění v prechondrální blastém (u 14 mm dlouhých embryí) a následně v chrupavku (30 mm dlouhá embrya). Mezi chrupavkou a blanitým labyrintem vzniká rozestupem řídké mezenchymové tkáně základ pro perilymfatický prostor.

### 2.3 Neurofyziologie vestibulárního aparátu

„Vestibulární systém slouží k detekci úhlového a lineárního zrychlení hlavy, a tím k udržování rovnováhy v závislosti na její poloze a k relativní stabilizaci obrazu na sítnici. Reflexně řídí kompenzační pohyby končetin a očí. Reguluje také svalový tonus, zvláště extenzorů.“ (Trojan, 2003, 604).

Vestibulární aparát, též nazývaný statokinetické čidlo, je tvořen třemi polokruhovými kanálky a dvěma váčky – sacculus a utriculus. V těchto strukturách proudí endolymfa, která svým pohybem ohýbá stereocilie vláskových buněk k excentricky uloženému kinociliu nebo směrem opačným. V receptorech ampulárních krist a makul tak vzniká depolarizační excitační receptorový potenciál, resp. hyperpolarizační inhibiční receptorový potenciál.

### 2.3.1 Úhlové zrychlení

Tři polokruhové kanálky jsou kinetickým čidlem. Jejich vláskové buňky reagují na úhlové zrychlení okolo všech prostorových os, tzn. kývnutí, úklon, rotaci hlavy. „Poněvadž normální pohyby hlavy trvají méně než 0,3 sekundy, ukazuje stimulace kanálků spíše rychlost rotace.“ (Silbernagel & Despopoulos, 2004, 342). Endolymfa se na začátku pohybu sune proti směru otáčení a tlačí na kupulu, do níž jsou zanořeny stereocilie smyslových buněk, čímž se tedy ohnou a dojde k podráždění vláskových buněk. V nervus vestibularis vzrůstá počet akčních potenciálů. Pokud otáčení pokračuje, pohyb endolymfy se synchronizuje s pohybem stěny kanálku, kupula vlastní elasticitou její vyklenutí vyrovná a klesá počet akčních potenciálů. Při zabrždění otáčení se endolymfa pohybuje na druhou stranu, než na začátku pohybu, frekvence akčních potenciálů se zmenší. „Kinetické čidlo registruje počátek a konec rotace, akceleraci a deceleraci.“ (Trojan, 2003, 606).

### 2.3.2 Lineární zrychlení

Lineárním zrychlením je myšleno působení gravitace na receptory makul, tedy zrychlení gravitační. Makula utriculu leží horizontálně, na receptory tedy nepůsobí žádné síly. Ovšem i pouhým působením gravitace na otolity, bez pohybu hlavy, makuly vytvářejí tonicky výboje. „Impulsy vytvářené těmito receptory jsou zčásti zodpovědné za reflexní vzpřimování hlavy a ostatní důležité postojové reakce.“ (Ganong, 1997, 149). Při pohybech hlavy se statolitová membrána posouvá, dochází k ohybu stereocilií, což v závislosti na směrové citlivosti a poloze hlavy podráždí nebo utlumí vláskové buňky. „Otolity jsou hustší než endolymfa a zrychlení ve kterémkoliv směru způsobí jejich přesun ve směru opačném a deformuje tak výběžky vláskových buněk a vyvolává aktivitu v nervových vláknech.“ (Ganong, 1997, 149). Podrážděním vzniká depolarizační receptorový potenciál, který tonicky urychluje frekvenci akčních potenciálů v nervus

vestibularis. Utlumení odpovídá hyperpolarizačnímu receptorovému potenciálu, jež frekvenci akčních potenciálů zpomalí. Vlásokové buňky reagují také fázicky na lineární zrychlení při rychlých pohybech hlavy. Utrikulus odpovídá na zrychlení horizontální, sakulus na vertikální. Tzn., že makula utriculu reaguje na pohyby hlavy dopředu, dozadu a do stran a makula sacculu na pohyb nahoru a dolů.

### 2.3.3 Vestibulární dráhy

Od vláskových buněk vestibulárního aparátu odstupují dendrity bipolárních neuronů uložených v ganglion vestibulare (Scarpae). Jejich axony pak jdou vestibulárním nervem do vestibulárních jader mozkového kmene, vestibulárního mozečku a descendentního facilitačního systému retikulární formace.

Z vestibulárních jader vestibulární dráha pokračuje k ventrálním jádrům thalamu, kde dochází k přepojení na buňky, jejichž axony probíhají přes capsula interna a končí v mozkové kůře temporálního a parietálního laloku. „Vestibulární dráha zajišťuje uvědomění si polohy a pohybů hlavy, umožňuje konjugované pohyby očí a svým vztahem k mozečkovým drahám ovlivňuje také mozečkové funkce – udržování rovnováhy a svalového tonu.“ (Petrovický, 1997a, 223) (Obrázek 3).

Existuje několik odboček z vestibulární dráhy, které vedou k motorickým centřům řídícím antigravitační, okohybné a další svaly. Patří sem tractus vestibulo-spinalis, tractus vestibulo-cerebellares, tractus vestibulo-nuclearis a tractus vestibulo-reticularis. „Tractus vestibulo-spinalis excituje míšních - i  $\gamma$ -motoneurony extenzorů a inhibuje motoneurony flexorů. Převádí do míchy impulzy z vestibulárního aparátu a z mozečku. Ovlivňuje tak axiální svalstvo, které je odpovědné za udržování vzpřímeného postavení trupu a vzpřímeného držení šíje.“ (Petrovický, 1997a, 178). Dráhy pokračující k mozečku jsou dvě – tractus vestibulo-cerebellaris directus et indirectus. Přímá vestibulo-cerebellární dráha

obíhá vestibulární jádra v mozkovém kmeni a míří přímo do mozečku. Axony bipolárních neuronů nepřímé vestibulo-cerebellární dráhy končí ve vestibulárních jádrech, kde se přepojují a společně s axony výše uvedené dráhy směřují do vestibulárního mozečku. Obě vestibulo-cerebellární dráhy končí u granulárních buněk nodulu a flocculu a uvuly. „Aferentní spoje mozečku z vestibulárního aparátu informují o poloze hlavy v prostoru a o jejich pohybech. Informace převádí na okohybné svaly a na šjíjové svalstvo k vyrovnání polohy.“ (Petrovický, 1997a, 195). Tractus vestibulo-nuclearis řídí souhyby očí a umožňuje sledování pohyblivých předmětů při jakékoli poloze hlavy. Je tvořen komplexem spojů vestibulárních jader s jádry okohybných nervů a s jádrem Darkševičovým a Cajalovým, uloženými v mesencephalu, probíhajícími ve fasciculus longitudinalis medialis. „Vestibulární jádra, která přijímají kinetické impulzy z polokruhových kanálků, vysílají vlákna do fasciculus longitudinalis medialis a jím zkříženě i nezkříženě ke všem jádrům okohybných nervů. Vestibulární jádra, která dostávají statické impulzy z vestibulárních váčků, projikují k okohybným jádrům s přepojením v paramediální pontinní retikulární formaci, jen nezkříženě.“ (Petrovický, 1997a, 223). Impulzy z receptorů kinetického čidla jsou napojeny na mediální vestibulární jádro a cestou fasciculus longitudinalis medialis sestupují do míchy k motoneuronům šjíjových svalů, které tlumí.

#### 2.3.4 Vestibulární projekce

Vestibulocerebellární projekce jde k zrnitým buňkám archicerebella a paleocerebella, které pak dráždí Purkyňovy buňky. Ty působí tlumivě na vestibulární jádro, a tím jemně ladí posturální mechanismy. Podobnou úlohu má vestibuloretikulární projekce přepojovaná mimo jiné v paramediální pontinní retikulární formaci, kde jsou generovány sakadické pohyby očí, resp. rychlá komponenta vestibulárního a optokinetického nystagmu. Vestibulární projekce thalamokortikální zprostředkuje



vnímání poruch rovnováhy. Vede přes nucleus ventralis posterior lateralis thalamu do oblasti 2. korové arey, kde konverguje s vestibulárními, zrakovými a propioceptivními impulzy. To umožňuje vědomou orientaci v prostoru a regulaci motoriky (Trojan, 2003, 607-608).

### 2.3.5 Labyrintové reflexy

Labyrintové reflexy se vztahují k motorice očí. Rozeznává se statický labyrintový reflex a reflexy statokinetické.

Statickým labyrintovým reflexem je zpětné stáčení očí, které je vyvoláno z utriculu a snad i ze sacculu. Tento reflex je kompenzačním tonickým pohybem očí vyvolaným sklonem hlavy k rameni. Při úklonu hlavy dochází k torznímu a horizontálnímu pohybu očí v opačném směru.

Statokinetické reflexy jsou vybavovány z polokruhových kanálků. „Každý kanálek je ve spojení s tím párem okohybných svalů, které působí spřažené pohyby očí v jeho rovině.“ (Trojan, 2003, 607). Patří sem vestibulo-okulární reflex a vestibulární nystagmus. Vestibulo-okulární reflex je reakcí na nevelké rotační pohyby hlavy. Jde o pohyb očí v protisměru pohybu hlavy s cílem stabilizovat obrázek na sítnici. Kompenzační pohyb očí a pohyb hlavy si rozsahem odpovídají. „Charakteristické trhavé pohyby očí, které lze pozorovat na začátku a na konci rotace se nazývají nystagmus.“ (Ganong, 1997, 149). Vestibulární nystagmus je reflex, který při delším otáčení hlavy udržuje zrakovou fixaci na stojící body. Tento reflex má dvě složky, pomalou a rychlou fázi. Pomalou fází představuje pomalý pohyb očí proti směru rotace, čímž je udržována zraková fixace (jedná se vlastně o vestibulo-okulární reflex). Když je kompenzační pohyb očí vyčerpán, oči se rychle kmitnou do výchozího postavení k novému fixačnímu bodu ve směru otáčení, což je označováno jako rychlá fáze. „Pomalá složka je vyvolána podněty z labyrintů, rychlá

složka je spouštěna centrem v mozkovém kmeni.“ (Ganong, 1997, 149). Často je nystagmus horizontální, ale může být i vertikální při uklonění hlavy během rotace, nebo rotační při předklonu. Směr pohybů očí při nystagmu je udáván podle směru jeho rychlé složky.

## 2.4 Fyziologie motorického vývoje

Přestože vývoj motorických funkcí probíhá již během intrauterinního vývoje, kdy se „generují geneticky fixované bazální rámcové pohybové modely, které představují operační systém pro tvorbu pozdějších pohybových programů“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 102), „rodí se člověk centrálně a také morfologicky značně nezralý“. (Kraus, 2005, 93). Do motorické ontogeneze patří vývoj postury, čímž je myšlena schopnost aktivního držení polohy. Pokud dozrají stabilizační funkce, může začít vývoj cílené fázické motoriky. Cílený pohyb ovšem neexistuje bez stereognostické funkce, která také souvisí s rozvojem izolovaných pohybů. Motorická ontogeneze (vývoj postury a pohybu) je úzce spjata se zráním centrální nervové soustavy.

### 2.4.1 Prenatální období

Již ke konci 6. embryonálního týdne gestačního věku je možné pozorovat pohyby jednotlivými končetinami a následně i izolované pohyby hlavy. Na počátku fetálního vývoje, ve 3. měsíci intrauterinního vývoje, plod otevírá a zavírá ústa, na podráždění reaguje sevřením prstů, pohybuje končetinami i trupem a umí se otáčet kolem své osy. Ve 4. měsíci umí měnit výrazy tváře, vraští čelo. Od 9. týdne se dá na EEG prokázat bioelektrická aktivita mozku, začínají se vytvářet primitivní reflexy. V 5. měsíci již začíná pohyby plodu vnímat matka, ale zdaleka ne všechny. Bylo zjištěno, že matka cítí pouze pohyby dostatečně intenzivní, a to je asi 40%. V 7. – 9. měsíci dozrávají struktury

umožňující lepší kvalitu smyslové percepce, zejména sluchové, čichové a chuťové. Plod reaguje na pohyby matky hledáním pro sebe pohodlnější polohy.

Pohyby plodu ovlivňují i dobu a průběh porodu, jelikož celý plod se pohybuje ve směru hlavičky, čímž tedy porodu aktivně napomáhá.

## 2.4.2 První rok života

### 2.4.2.1 Novorozenecké období

U novorozence je jak v poloze na břicho tak v poloze na zádech asymetrické držení těla. Je přítomno predilekční držení hlavy se současnou reklinací, které ovšem nesmí být fixováno. V novorozeneckém držení dominuje tonické svalstvo. Novorozenec reaguje pomocí reflexů a vrozených způsobů chování. Některé primitivní reflexy umožňují adaptaci na extrauterinní prostředí (hledací a sací reflex). Některé jsou pozůstatkem dřívějšího fylogenetického vývoje (např. úchopový reflex, chůzový automatismus) a dnes slouží k hodnocení úrovně mozkových funkcí.

Mezi 4. a 6. týdnem se objevuje optická fixace, dítě začíná v poloze na břicho zvedat hlavu proti gravitaci. Pohyb hlavy se v tomto období promítá do celkového držení těla.

Ke konci novorozeneckého období mizí primitivní reflexy, resp. začínají být překrývány zapojením vyšších etáží centrální nervové soustavy do řízení motoriky. Posturální aktivitu postupně přejímají fázické svaly.

### 2.4.2.2 Kojenecké období

Na konci prvního trimenonu je vytvořena první opora v definované opěrné bázi, jak v poloze na břicho tak na zádech. Osový orgán je napřímen díky koaktivaci autochtonní

muskulatury a flexorů páteře. Rovnovážná aktivace antagonistických svalů je i v periférii, což umožňuje nejvýhodnější statické zatížení kloubů. Objevuje se laterální úchop.

V polovině 2. trimenonu dokáže dítě v poloze na břiše udržet hlavu a horní končetinu proti gravitaci a v této poloze uchopit předmět. „Objevuje se dílčí vzor opory dolní končetiny.“ (Kraus, 2005, 98). V poloze na zádech je možný úchop ze střední roviny. Je možné asymetrické protažení hrudníku, spodní rameno se dostává do opory. Na tuto polohu navazuje otáčení.

V 5. a 6. měsíci dochází k vývoji otáčení. Vzniká ipsilaterální lokomoční model. Objevuje se diferenciaci končetin na opěrné a fázické.

Od druhé poloviny 3. trimenonu se objevuje šikmý sed, ze kterého postupně vzniká lezení po čtyřech. V této době se tedy vyvíjí kontralaterální lokomoční model. Na horních končetinách se objevuje opozice palce a pinzetový úchop.

Ve 4. trimenonu nastupuje vertikalizace. Prvním způsobem lokomoce je chůze stranou s oporou horních končetin, tedy stále kvadrupedální. Na ni pak mezi 12. – 15. týdnem navazuje lokomoce bipedální.

#### 2.4.3 Batolecí období

Ve vývoji motoriky v tomto období dochází k pokroku v oblasti hrubé i jemné motoriky. V prvním roce života sice dítě již dosáhne samostatné chůze, ale teprve okolo 13. měsíce věku je schopno ovládat lokomoci tak, že se rozejde z volného prostoru a umí se v něm také zastavit. Avšak chůze je stále ještě nejistá. Okolo 15. měsíce dítě získává v chůzi jistotu a začíná utíkat. Zprvu se jedná o běh o široké bázi. Až dvouleté dítě už utíká dobře a téměř vůbec nepadá. Dvouleté dítě dokáže překonat i nerovnosti terénu. Zvláštní překážkou ve zvládnutí chůze jsou schody. Zpočátku dítě do schodů jenom leze, kolem

jednoho a půl roku chodí do schodů dobře, když je vedeno za jednu ruku. Ve dvou letech chodí dítě do schodů i bez přidržování, ale ještě většinou s přisunováním nohou na každém schůdku. Střídání nohou při chůzi do schodů je schopno ve dvou a půl letech. Chůze ze schodů je obtížnější, dítě je jí schopno až ve třech letech. Kromě zvládnutí chůze do schodů je dítě ve dvou letech schopné poskoků snožmo na místě a rádo skáče z malé výšky.

V oblasti jemné motoriky dochází ke zdokonalení pouštění věcí. Dítě po dosažení roku věku je již schopno cíleně na sebe stavět kostky. Ve dvou letech dokáže napodobivě řadit předměty jak svisle, tak vodorovně. Tříleté dítě je již schopno tak jemných pohybů, že dokáže navlékat korálky.

#### 2.4.4 Předškolní věk

V širším pojetí znamená pojem předškolní věk období od narození do vstupu do školy. Zde je tento termín chápán jako tříleté období před nástupem do školy. Další rozvoj motorických dovedností vychází z toho, že tříleté dítě se naučilo chodit a pohybovat úplně samo. „Zvládne chůzi i běh po rovině a stejně tak i v nerovném terénu, padá už jen velmi zřídka, zvládá chůzi do schodů i ze schodů bez držení.“ (Langmeier & Křejičiová, 1998, 85). Děti v tomto období zvyšují svou nezávislost, získávají povědomí o svém vlastním působení ve světě.

V tomto období jsou změny v oblasti lokomoce, hrubé i jemné motoriky již méně nápadné. Motorický vývoj v této době je charakterizován zdokonalováním, zlepšuje se koordinace a tím tedy pohybová obratnost. Dochází ke zjemnění pohybu. „Motorické vzory zdravých dětí jsou charakteristické svou proměnlivostí.“ (Bertoti, 2004, 126). „Čtyřleté dítě skáče, leze po žebříku, seskočí z nízké lavičky, stojí déle na jedné noze, umí házet míč.“

(Langmeier & Křejičřřová, 1998, 85). Zlepřřování v oblasti jemné motoriky se projevuje v narůstající míře soběstačnosti.

Dítě v tomto období prochází několika fázemi růstu, kdy dochází ke změně tělesných rozměrů, což vyžaduje adaptaci. Tudiř se postura a posturální kontrola vyvíjí, mění a je během předřřkolního období vypilovávána. Je dokázáno, že posturální odpovědi mezi 4. a 6. rokem jsou velmi proměnlivé. „Předřřkolní věk se vyznačuje periodami stability a obdobími procvičování a zjemňování pohybů, která se prolínají s fázemi změn nebo přechodů, vyžadujícími vývoj nově upravovaných posturálních strategií.“ (Bertoti, 2004, 126). Posturální kontrola je vždy naruřřena změnami tělních rozměrů, tehdy nastává období přechodu charakterizované proměnlivostí a nestabilitou, po kterém následuje fáze plateau. V tomto věku dítě zvládá střídavé činnosti, což se odráží ve schopnosti jízdy na tříkolce a lezení po náradí na hřiřřti. Nárůst schopnosti posturální kontroly se projeví nezávislostí v mnoha dovednostech, jako je například oblékání. Kontrola držení těla a rovnováha se vyvíjí zdokonalováním základních pohybových vzorů vyžadujících dynamickou a statickou stabilitu. Dítě je tak schopno stát na jedné noze a chodit po kladině. Důkazem zlepřřování rovnováhy a posturální kontroly je střídavá chůze ze schodů.

„Je vypilován lokomoční vzor chůze a přidávají se další lokomoční dovednosti zahrnující běhání, hopsání, skákání a poskakování.“ (Bertoti, 2004, 129). Zralá chůze se objevuje u dětí od 3 nebo 4 let. Dítě zpočátku skáče ze schodu nebo stupínku s jednou nohou ve výřřce, až později se současným odlepením obou chodidel od podlořřky. Časem se také zlepřřuje schopnost skákat do dálky. Během předřřkolního období se výřřka i délka skoku zvětřřuje. Díky udržení rovnováhy na jedné noze je dítě schopno kopat. Počáteční vzor kopání s extendovanou dolní končetinou a malým pohybem trupu se vyvíjí ke kopání s pokrčeným kolenem okolo 3. – 4. roku věku, až ve věku 5 – 6 let dosáhne energického kopnutí do míče. Dalřřším důkazem schopnosti balancovat na jedné noze je hopsání, které

se postupně vyvíjí do 6 let věku. Termínem poskakování je vyjádřen komplexní motorický vzor zahrnující krok a skok na jedné noze a krok a skok na druhé. Také této schopnosti dítě dosahuje až ve věku 6 let.

Dítě zvládá základní pohybové vzory házení a chytání. Kolem 4 let hodí dítě míč několika způsoby na měřitelnou vzdálenost. Okolo 4. až 6. roku se dá stanovit pravo- nebo levorukost. Dítě manipuluje s nástroji, jako jsou psací potřeby, prostředky osobní hygieny a nůžky.

### 3 CÍLE A HYPOTÉZY

Tato práce má za cíl zjistit souvislosti mezi vývojem postury a pohybu dítěte předškolního věku a vývojem vestibulárních funkcí. Určit motorické dovednosti, které jedinec získává postupným dozráváním vestibulárních funkcí. Na tyto poznatky pak navázat doporučením pohybové aktivity, popřípadě sportu. Současně se také věnuje vyšetření vestibulárních funkcí a možnosti ovlivnění jejich vývoje.

Problematiku vlivu vestibulárního systému na vývoj postury a pohybu je zde zpracován formou literární rešerše.



#### 4 METODIKA

Jelikož je téma vývoje postury a pohybu dítěte předškolního věku široké, soustředí se tato práce na dílčí vliv vestibulárního aparátu. Zpracování tohoto tématu bylo pojato formou literární rešerše. Bylo postupováno shromážděním teoretických informací z oborů anatomie, embryologie a neurofyzologie. Na ně pak navazují poznatky získané z časopisů zabývajících se zapojením vestibulárního aparátu do kontroly držení těla a řízení pohybu, hlavně z výsledků studií proběhnuvších v posledních letech. Čerpáno bylo z elektronických databází PubMed, ProQuest, EBSCO Host a elektronických časopisů American Rehabilitation, Clinical Rehabilitation, American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, Journal of Neurophysiology, Physical Medicine & Rehabilitation, Developmental Psychobiology, Developmental Medicine and Child Neurology, The Laryngoscope, Early Childhood Today, kde byly vyhledávány články publikované v posledních pěti letech podle klíčových slov – vestibulární aparát, kontrola pohybu, kontrola postury, rovnováha, předškolní věk.

Na základě získaných vědomostí byly pak v kazuistice vedeny anamnestické otázky a byla modifikována vyšetření orientovaná na udržování rovnováhy.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Korelace vývoje postury a pohybu s vývojem vestibulárního aparátu

Vestibulární funkce ovlivňují udržování rovnováhy vsedě a ve stoji. Nezanedbatelný je také vliv zraku a propiocepce, kterým je samozřejmě udržování rovnováhy ovlivněno. Rovnováha je zajišťována tedy třemi systémy, propioceptivním, zrakovým a vestibulárním. Tyto tři senzorické systémy dozrávají postupně. Ačkoli jsou anatomické struktury těchto systémů vytvořeny, nejsou senzorické funkce ještě kompletně vyvinuty. „Funkce propioceptivního systému se ustavuje přibližně ve 3 – 4 letech věku. Zrakový vliv na stabilitu stoje se dostává na dospělou úroveň v 15 letech, zatímco vestibulární systém se v tomto věku stále vyvíjí.“ (Steindl, Kunz, Schrott-Fischer, & Scholtz, 2006).

#### 5.1.1 Vestibulární reflexy

Vestibulární aparát se na motorickém projevu podílí prostřednictvím facilitační oblasti retikulární formace. Facilitační oblast retikulární formace působí na reflexní tonus antigravitačních svalů, tudíž má velký význam pro udržení vzpřímeného postoje a polohy těla. Ovlivňuje tedy opěrnou motoriku, která je koordinována polohovými, postojovými a vzpřimovacími reflexy.

Postojové reflexy, které se vztahují k funkci vestibulárního aparátu, jsou tonické a fázické labyrintové reflexy. Dráždění statického čidla vyvolá tonické labyrintové reflexy významné pro udržení vzpřímeného postoje. Fázické labyrintové reflexy zajišťují postoj při rychlých a rozmanitých pohybech. Pohyb hlavy předchází pohybu těla, takže informace o změně rovnováhy se z kinetického čidla dostávají do centrální nervové soustavy dříve, než dojde k pohybu.

Vzpřimovací reflexy představují vyšší koordinaci postojových reflexů. Význam pro ně

mají informace z vestibulárního aparátu (statokinetického čidla) o přesné poloze hlavy a jejích pohybech v prostoru.

Změna polohy hlavy vede ke změně působení hmotnosti statolitů, a tím k dráždění smyslových buněk ve statických makulách. Informace o těchto změnách upravuje tonus šíjového svalstva tak, že hlava, resp. statické čidlo, se vrací do původní, tj. vzpřímeného polohy. Přitom jsou současně drážděny proprioreceptory v šíjových svalech. Informace o změně tonusu těchto svalů způsobuje přes sestupný systém retikulární formace upravení svalového tonusu antigravitačních svalů končetin a trupu tak, aby vyvážení těžiště těla odpovídalo poloze hlavy. Vzniká řetězová reakce, v níž má primární význam činnost statického čidla, resp. poloha hlavy, vzhledem k působení zemské tíže. (Trojan, 2003, 624).

Vývojově nejdůležitějším reflexem opěrné motoriky je labyrintový vzpřimovací reflex hlavy, který je vybavitelný od 2. měsíce, kdy dítě drží hlavičku při trakční zkoušce.

### 5.1.2 Stabilita sedu a stoje

Posturální kontroly je dosaženo prostřednictvím vzájemného působení zrakového vestibulárního, somatosenzorického systému a kooperujících složek muskuloskeletálního systému pokud jde o dosažení posturální orientace a rovnováhy. „Ačkoli každý z těchto tří sensorických systémů je pokládán za nezbytný k optimální kontrole jak statické tak dynamické postury, každý systém může kompenzovat do nějaké míry další dva, a relativní důležitost každého systému se, jak se zdá, mění v kontextu s požadavky.“ (Campbel, van der Linden, & Palisano, 1994, 2000, 54).

Stabilita sedu a stoje je zajišťována přiměřenými odpověďmi svalů trupu a dolních končetin na vychýlení z rovnovážného polohy. Za tuto reakci je zodpovědný vestibulární a

somatosenzorický systém. Směrově přiměřené odpovědi na rozrušení stability sedu jsou přítomny u 4 – 5 měsíčních dětí, ve stoji je tomu tak u dětí od 7. – 9. měsíce věku, ještě před dosažením samostatného sedu, resp. stoje. „To naznačuje, že odpovědi nejsou získány učením.“ (Campbel et al., 1994, 2000, 55).

Protože nelze přesně stanovit dozrávání proprioceptivních, zrakových a vestibulárních funkcí, používá se ke stanovení úrovně vývoje těchto funkcí, schopnosti posturální kontroly, srovnání mezi dětmi a dospělými. Výsledky studií se liší ve stanovení nabytí dovednosti udržet posturální stabilitu a také v kvalitě odpovědi na intersenzorický konflikt. „Děti mladší 7 let udržují obtížně rovnováhu, pokud je vyloučen přísun jak somatosenzorických tak vizuálních informací. Mají také sníženou schopnost adaptace smyslů, majících význam pro udržování postury, když obdrží informace rozporuplné (protichůdné).“ (Bertoti, 2004, 127). Aference z vestibulárního systému nabývá na významu mezi 3. – 4. a 5. – 6. rokem (stejně tak jako později mezi 13. – 14. a 15. – 16. rokem). Dochází k první fázi zlepšení stability. U dívek je vestibulární systém vyvinut dříve než u chlapců. Konkrétně u dívek je vzestup stability stoje do 9 – 10 let, zatímco chlapci jsou stabilnější až v 15 – 16 letech (Obrázek 4). Během vývoje jsou tedy sledovány pohlavní rozdíly, ovšem v dospělosti pak již žádné nejsou. Optimální posturální stability je dosaženo v 15 letech (Obrázek 5).

Velký vzestup stability stoje se objevuje u dětí od 5 do 10 let. Dospělé úrovně dosahuje průměrně ve věku 7 až 8 let. V tomto věku dochází díky zpracování vestibulárních, zrakových a somatosenzorických vstupů centrálním nervovým systémem k adekvátní svalové odpovědi trupu a dolních končetin.

### 5.1.3 Vliv vestibulárního aparátu na chůzi

Lokomoce je závislá na zraku, somatosenzorickém vstupu (z kůže a svalů) a informacích z vestibulárního aparátu. Studie L.R. Benta, J.T. Inglise a B.J. McFadyena zjistila, že je rozdíl mezi vestibulární stimulací horní a dolní části těla. Horní částí je myšlena hlava, trup a pánev, dolní částí pak dolní končetiny. „Výzkum naznačuje, že vestibulární informace přispívají ke stabilizaci hlavy během dynamických úkonů k zajištění upřeného pohledu, právě tak jako k opatření stabilního referenčního rámce, ze kterého jsou generovány posturální odpovědi. Kromě toho studie naznačily vestibulární spoluodpovědnost v navigačních úkolech jako je chůze k dříve viděnému cíli bez zrakové kontroly.“ (Bent, Inglis, & McFadyen, 2004).

Vestibulární informace hrají rozhodující roli v regulaci dynamické stability. Bylo zjištěno, že vliv vestibulárního aparátu na dolní část těla se mění v závislosti na fázi kroku. Ovlivňuje načasování a rozsah umístění chodidla. „Mediolaterální umístění chodidel během chůze vpřed je primárním prostředkem efektivního upravování úchylek těžiště ve frontální rovině.“ (Bent et al., 2004). Největší příspěvek vestibulárního aparátu na krokový cyklus je ve fázi dvojí opory (ve fázi stojné) a nejmenší během opory na jedné dolní končetině (ve fázi kročné). V průběhu fáze dvojí opory přichází v úvahu rozhodující moment pro programování umístění končetin. „Ukázalo se, že naplánování přesného umístění chodidel k předem viděnému cíli je dokončeno v posledních 100 ms stojné fáze.“ (Bent et al., 2004). Prostřednictvím vestibulárního systému je modulována trajektorie chodidla. „V případě uklouznutí nebo klopýtnutí během lokomoce jsou spuštěny specifické posturální strategie k udržení dynamické stability. Odpovědi na rozrušení postury ve stojí posunem podložky jsou spuštěny s velmi krátkou latencí prostřednictvím somatosenzorických informací a pak jsou modulovány na základě senzorických reiferencí z vestibulárních vstupů.“ (Bent et al., 2004). K utvoření představy o poloze těla

v prostoru je tedy důležitá integrace vestibulárního systému a somatosenzorických informací. Ta může během fáze dvojí opory naznačit, zda pohyb těla ve vztahu k opěrné bázi vyústí v očekávanou konečnou pozici v průběhu chůze.

Pro kontrolu postury horní části těla je vestibulární regulace během chůze homogenní. Pohyb hlavy se objevuje podstatně dříve než pohyb trupu, jímž je následován současně s pohybem pánve. Ve všech případech se jedná o kolébání ve frontální rovině. Vestibulární regulace v načasování a rozsazích pohybů horní části těla se v průběhu krokového cyklu nemění. Signály z vestibulárního aparátu zajišťují nastavení segmentů těla ve vhodné orientaci vzhledem ke gravitaci. Stejnorodé kolébání horní části těla napříč fázemi kroku naznačuje, že vestibulární informace jsou důležité v zapojení horní části těla, a zvláště hlavy, do průběhu lokomoce.

Citovaná studie odhaluje komplexní regulaci chůze, která je podložena příspěvky z vestibulárního systému k docílení úspěšné rovnovážné lokomoce ve vztahu k odlišné kontrole horní a dolní části těla.

## 5.2 Dovednosti získané postupným dozráváním vestibulárního aparátu

Prvním projevem funkce vestibulárního aparátu na motorický systém je vzpřímené držení hlavičky při trakčním testu. Tato dovednost je u dětí přítomna od 7. až 8. týdne věku. Postupným dozráváním nervových spojů se zvyšuje i podíl vlivu vestibulárního aparátu na posturu a pohyb.

Předchozí kapitola obsahuje popis vývoje kontroly postury v sedu, stojí i během chůze. Tyto procesy se utvářejí v průběhu celého období předškolního věku a dále pak i ve věku školním až přibližně do 15. až 16. roku věku, kdy motorické dovednosti dokáží ovlivnit

kontrolu postury a pohybu na dospělé úrovni. Díky vestibulárnímu aparátu jsou také motorické odpovědi na zevní podněty postupným vývojem obratnější.

### 5.2.1 Předškolní věk

„Během předškolního období je pro děti charakteristické zajišťovat si repetitivní samostatnou stimulaci jako například kolébáním a točením. Tato aktivita je míněna jako přispění ke zrání vestibulárního systému a mizí ke konci předškolního věku (uprostřed dětství).“ (Bertoti, 2004, 77) (Tabulka 1). U dětí je výraznější odpověď na vestibulární stimulaci než u dospělých. „Studie týkající se kontroly držení těla ukazují, že existuje jasný rozdíl mezi poměrným zatěžováním somatosenzorickými a zrakovými informacemi podněcujícími kontrolu postury.“ (Bertoti, 2004, 77). Děti jsou také více závislé na vizuálních než somatosenzorických informacích.

## 5.3 Možnosti vyšetření vestibulárního aparátu

### 5.3.1 Vyšetření

Vestibulární systém lze vyšetřovat několika způsoby. Existuje řada testů a přístrojových vyšetření, pomocí kterých lze hodnotit vliv vestibulárního systému na udržování rovnováhy. Lze je dělit na dvě základní skupiny testů, vyšetření statické části a vyšetření kinetické části vestibulárního aparátu. Statická čidla vestibulárního aparátu jsou testována jednoduchými zkouškami jako je Rombergova zkouška I, II a III, chůze po čáře, popř. po kladince, Fukudův stepping test nebo přístrojově pomocí stabilometrie či posturografie. Působením na kinetická čidla vestibulárního aparátu je vyvolán nystagmus. Testují se horizontální polokruhové kanálky, a to na rotačním křesle nebo kalorickým výplachem zvukovodu. Po delší době otáčení okolo vertikální osy se po zabrzdění sleduje oční

motorika. V důsledku stimulace horizontálních kanálků vzniká postrotační nystagmus. Po deseti rychlých otáčkách trvá normálně deset až dvacet sekund. „Kalorické dráždění horizontálních kanálků studenou nebo teplou vodou ve zvukovodu má za následek kalorický nystagmus a umožňuje stranově oddělené vyšetření.“ (Silbernagel, & Despopoulos, 2004, 342).

Indikacemi k ukončení testu jsou situace, kdy nastanou u dítěte negativní odpovědi. Tím je myšlena ztráta tonu, přehnané obavy (strach) a zblednutí. Dyskomfort dítěte tedy může být také vyjádřen ztrátou posturální kontroly, ztrátou orientace nebo vzrůstem vegetativních reakcí (např. nauzeou).

#### 5.3.1.1 Vestibulárním systémem evokované myogenní potenciály

Výše zmíněné testy jsou pro kojence a malé děti nevhodné. Jsou náročné a jejich provedení ztěžuje i nedostatek pozornosti a soustředění u dětí. Jako objektivní test může být v kojeneckém a batolecím věku využito měření vestibulárním systémem evokovaných myogenních potenciálů.

Silné, intenzivní zvuky a vibrace mohou vyvolat vestibulární reflexy a představy pohybu. Ukázalo se, že hlasité cvaknutí vytváří potenciály krátké latence evokované vestibulárním systémem. Zvukové podněty se skládaly ze vzduchem nebo kostí vedených salv krátkých tonů. Myogenní potenciály zaznamenává povrchová elektromyografie ze stejnostranného musculus sternocleidomastoideus stimulovaného ucha. Test probíhá v supinační poloze v rodičově klíně s hlavou rotovanou co možná nejvíce na kontralaterální stranu stimulovaného ucha. Musculus sternocleidomastoideus je během testu udržován v kontrakci. U kojenců použitím hledacího reflexu, u starších dětí svěšením a otočením hlavy. Podstatou testu je získání dětské pozornosti audiovizuálním podnětem.



Tyto manévry pak aktivují ipsilaterální musculus sternocleidomastoideus, což se projeví na elektromyografu jako tonická kontrakce v rozmezí 100 – 400 mV.

Při tomto vyšetření jsou, jak již bylo zmíněno, sledovány změny aktivity musculus sternocleidomastoideus na elektromyografu vyvolané krátkými intenzivními zvukovými stimuly. U kojenců a velmi malých dětí se tak děje bez ohledu na stav sluchu. „Novorozenecké odpovědi na myogenní potenciály evokované vestibulárním systémem jsou ve srovnání s dospělými proměnlivé v amplitudě, shodné v časování k vrcholu p13, ale s kratší latencí vrcholu n23.“ (Sheykholesami, Kaga, Megerian, & Arnold, 2005) (Obrázek 6). Ačkoli kostní vedení stimuluje obě uši akusticky, kostní vestibulárním systémem evokované myogenní potenciály mohou být zaznamenány dominantně na k testovanému uchu ipsilaterálním musculus sternocleidomastoideus.

Tonická kontrakce musculus sternocleidomastoideus je odpovědí vestibulárního původu a není výsledkem učení nebo součástí nějakého reflexu.

#### 5.3.1.2 Vyšetření chůze se zakrytýma očima

Při chůzi se zakrytýma očima lze sledovat výchylky od přímého směru. Přitom se monitoruje rychlost chůze a umístování chodidel. I u zdravých subjektů jsou sledovány větší odchylky od přímé dráhy při pomalé chůzi než při běhu. Nález snížení odchylky od přímého směru v souvislosti s větší rychlostí souvisí s rozdílnou regulací vestibulárních vstupů centrálním nervovým systémem, která souvisí s rychlostí lokomoce. „Změna šířky kroku je strategií k překonání mediolaterálního rozrušení kroku ve střední pozici.“ (Dickstein, Ufaz, Dunsky, Nadeau, & Abulaffio, 2005).

### 5.3.2 Patologie vestibulárního systému

Patologie vestibulárního systému se projevuje jako porucha rovnováhy a s ní spojeným nystagmem. Porucha udržování rovnováhy se může projevit přímo v souvislosti s vestibulárním aparátem nebo jinými strukturami jako je mozeček, thalamus a mozková kůra. Poškození polokruhových kanálků a makulárních orgánů je zapříčiněno buď ischemií, úrazem anebo infekcí vnitřního ucha. „Chybná informace z vestibulárních receptorů pak vede k inadekvátním pohybům okoohybných svalů (nystagmus) a tím k pohybům okolních objektů na sítnici (prostor se otáčí). Vzniká závrať a na základě spojení s vegetativními neurony nevolnost a zvracení.“ (Silbernagl, & Lang, 2001, 330). Dlouhodobý jednostranný výpadek statokinetického čidla je poměrně rychle kompenzován.

Publikace pediatrie jako příčiny patologie vestibulárního aparátu uvádí poranění vnitřního ucha, kdy je z vestibulární symptomatologie přítomna prudká točivá závrať a nystagmus. Tato poranění mohou být komplikována frakturou kosti spánkové, což má za následek opět mimo jiné vestibulární příznaky – závrať, nystagmus. V symptomatologii sekrečního zánětu středního ucha se sice vzácně ale vyskytuje vertigo.

### 5.3.3 Pohybová stimulace

Vhodná jsou balanční cvičení. Cvičení mohou být podle schopností jednotlivce modifikována zvyšováním obtížnosti cviků základních. Základními cviky, které se postupně upravují, se nejprve provádí pod zrakovou kontrolou a později, právě v rámci zvyšování obtížnosti, s jejím vyloučením. Jde potom tedy o stoj se zavřenýma očima a stoj na jedné noze se zavřenýma očima. Zprvu se cvičí na rovné podložce, později na balančních podložkách, jako je balance-ped, molitanová podložka nebo úseč. Na prostý stoj mohou

navazovat různá přenášení váhy, výpady. Stabilita může být také narušována zevními podněty, kdy terapeut do jedince tlačí nebo strká.

#### 5.4 Doporučované pohybové aktivity a sporty s ohledem na vývoj vestibulárních funkcí

Vestibulární aparát ovlivňuje obratnostní schopnosti, konkrétně schopnost rovnováhy, která se vztahuje k udržování těla v určitých polohách. Obratnostními schopnostmi je myšlen komplex relativně samostatných schopností jednoznačně závislý na koordinaci centrální nervovou soustavou. Obratnost je ovlivněna i ostatními pohybovými schopnostmi - silovými, vytrvalostními, rychlostními a flexibilitou. Na vestibulárním aparátu je závislá stabilita stoje. Podíl na ní má ale také vývoj kloubů a šlach.

Z receptorů ve svalech, šlachách a kloubech, vestibulárních, zrakových a sluchových orgánů se dostředivými nervy přenáší informace o aktuální poloze těla a jeho jednotlivých částí do centra, kde je vytvářen komplex vjemů. Z centrální nervové soustavy pak jdou odstředivými drahami impulzy do posturálních svalů. Opakovanou činností vznikají posturální reflexy a posturální pohybový stereotyp, jehož reálným obrazem je držení těla. (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 151).

Stabilita stoje se celé období předškolního věku zlepšuje. Tento trend je pozorován do 11. až 12. roku věku. V předškolním věku se také prudce zlepšuje dynamická rovnováha, která je kromě vestibulárního aparátu závislá na zrání centrálního nervového systému a nervosvalové koordinaci.

V předškolním období má dítě radost ze hry a aktivity. K dosažení spokojenosti dítěte je někdy proto dobré podstoupit a nechat dítě prozkoumat situaci, prostředí nebo zařízení. Aby si samo vyzkoušelo, co jak funguje, co jak ovládat.

Pro děti předškolního věku jsou vhodné různé dráhy, kde by mohly procvičovat pohybové dovednosti, zvyšovat obratnost, přesnost a udržování rovnováhy. Pro děti v tomto věku je vhodné všestranné rozvíjení pohybových dovedností, které je uskutečnitelné jak v tělocvičně, tak i na dětském hřišti. Jelikož děti dokáží běhat, chodit ze schodů a do schodů, lézt po žebříku, skákat, poskakovat, je vhodné do tzv. „opičí“ dráhy zařadit úkoly, které tyto dovednosti vyžadují.

Při zaměření na vývoj vestibulárního aparátu, resp. rovnováhu, je možné absolvovat některé lehčí úkoly, jako je například pochod k předem viděnému cíli nebo chůze po kladince, s vyloučením zrakové kontroly. Stabilitu mohou děti zlepšovat klasickými cvičeními napodobujícími zvířata - holubičkou, čápem, která jsou zaměřena na udržování rovnováhy ve stoji na jedné noze.

Jako stimulace vestibulárního aparátu je vhodná jízda na skluzavce. To pomáhá vyvinout smysl pro rovnováhu, jelikož dítě musí udržet vyvážený trup proti působení gravitace, která jej táhne dolů po skluzavce.

„Děti potřebují dvakrát denně třicet minut aktivní hry.“ (Strickland, E., 2001).

## 5.5 Kazuistika fyziologického vývoje

4-letý M.J. narozený 31. 12. 2002

RA: bezvýznamná, rodiče zdraví, v rodině se nevyskytovalo ani nevyskytuje žádné onemocnění vestibulárního aparátu

OA: V první roce života odpovídalo dítě fyziologickému motorickému vývoji. Lezl od konce 8. měsíce. Od 9. měsíce se stavěl u nábytku, samostatně se pak postavil v prostoru na konci 11. měsíce. Od 11 měsíců chodil kolem nábytku. První krok udělal ve 12 a půl měsících.

S postupným rozvojem rovnováhy (kontroly postury) nabýval tyto dovednosti:

- od 15. měsíců začíná kopat do míče,
- v roce a půl byl schopen chytat větší míč,
- před dosažením dvou let věku začal chodit do schodů bez držení, krátce na to i ze schodů (také díky jejich přítomnosti v bytě),
- od dvou let je schopen házet na cíl,
- od dvou let skákal na jedné noze (pravé), od tří a tři čtvrtě roku umí skákat po obou,
- ve dvou a tři čtvrtě roku jezdil na tříkolce,
- od tří let leze po žebříku i všemožných prolézačkách na hřišti,
- od tří let jezdí na kole, zprvu s kolečky, od tří a půl roku bez koleček,
- umí lyžovat,
- umí plavat, zvládá plavecký styl prsa,
- dříve cvičil v Sokole, od letošního školního roku chodí na karate.

Vyšetření rovnovážných a vestibulárních funkcí:

Chlapec je schopen Rombergova stoje I, II i III. Dokáže stát na jedné noze, jak levé, tak pravé (Obrázek 7). Udrží rovnováhu v „holubičce“ (Obrázek 8), umí chodit jako „čáp“ (Obrázek 9).

U chlapce byl po deseti rotacích na otočném křesle na 5 – 7 vteřin pozorovatelný nystagmus (Obrázek 10). Opakovaným testováním se vestibulární systém adaptoval a trvání nystagmu se zkracovalo.

## 6 DISKUZE

Vývoj postury i vývoj pohybu je rozsáhlým pojmem. I když je tato práce zaměřena na vliv vestibulárního systému v utváření posturální kontroly a pohybových dovedností, není možné opomenout šíři této problematiky. „Prenatálně a i krátce po narození je pochopitelně v popředí reflexní posturální motorika, i když se záhy celá řada pohybů realizuje jako volní činnost.“ (Trojan, 2003, 612) (Tabulka 2).

Zrání vestibulárního systému se odráží neodráží v motorickém vývoji izolovaně, ale v komplexu s dalším systémy – zrakovým a somatosenzorickým. „Vestibulární systém je jak systémem senzoryckým, tak motorickým. Jako senzorycký systém informuje o poloze a pohybu těla, jako motorický kontroluje polohu hlavy a koordinované posturální pohyby.“ (Bertoti, 2004, 73). Vývoj vestibulárního aparátu se odráží na kontrole postury a udržování rovnováhy. A z práce vyplývá, že se na tom nepodílí sám, ale záleží na spolupráci se zmíněnými systémy.

Ve vývoji dovedností ovlivňovaných vestibulárním systémem jsou patrné také jisté pohlavní rozdíly, které se v období dospívání stírají a v dospělosti již neexistují.

Je složité oddělit vestibulární systému od systému somatosenzorického. To ovlivňuje i možnost vyšetření vlivu vestibulárního systému na posturální kontrolu. „Důležitost informací z vestibulárního systému se zdá stoupá, pokud somatosenzorické podněty nejsou dobré. Všeobecně, když je pro provedení pohybu rozhodující stabilizace hlavy, nebo když jsou somatosenzorické informace nedostatečné, přejímá vestibulární systém velmi důležitou roli v kontrole postury.“ (Bertoti, 2004, 275).

„Získávání zkušenosti pro zpracování a použití celkového efektu senzoryckých informací ve výběru motorické strategie, může významněji odpovídat za postnatální vývoj kontroly držení těla než ukazatelé fyziologického zrání některého z daných senzoryckých systémů.“ (Campbel et al., 1994, 2000, 54).

Kromě toho, že je složité oddělit vestibulární a senzomotorickou aferenci, může být pro vyšetření předškolního dítěte limitující také jeho neschopnost delšího soustředění. Vyšetřované dítě bylo velice živé, proto bylo zatíženo pouze několika jednoduchými úkoly. Jinak vyšetření probíhalo pozorováním celkového motorického projevu dítěte. V případě předškolních dětí by tedy měl být kromě statického a dynamického vyšetření rovnováhy kladen důraz na „kineziologickou“ anamnézu od matky.

V předškolním věku je vhodné podporovat u dětí všestrannou pohybovou aktivitu. Vestibulární systém má vliv na posturální kontrolu a u držování rovnováhy, je tedy vhodné dítě podporovat v obratnostních aktivitách, ve kterých má vestibulární aparát vliv právě na udržování rovnováhy. Vzhledem k tomu, že na kontrolu postury mají vliv ještě zrakový a somatosenzorický systém, jde mnohdy o komplexní cvičení, zaměřená na všechny složky ovlivňující rovnováhu. Z aference lze vyloučit zrakovou kontrolu, ovšem vliv propiocepce vyloučit nelze. Proto jsou cvičení, kterými by měl být trénován vestibulární aparát, vždy ovlivněna stavem propioceptivní aference.

## 7 ZÁVĚR

Z této práce vyplývá, že na vestibulární aparát se dá pohlížet jako na samostatný systém, ale současně nelze opomenout jeho úzké vztahy s ostatními senzorickými vstupy. Proto i vyšetřovací testy a fyzioterapeutické myšlení musí být komplexní. Jelikož motorické projevy jsou děje složité, je tudíž stejně složité soustředit se ve vyšetření a v terapii pouze na jeden ze sensorů, majících vliv na posturální kontrolu.

Vestibulární aparát je orgánem zaznamenávajícím polohu a pohyb hlavy a to již od prenatálního období. Je tedy nutné mít jeho vliv v povědomí od kojeneckého/novorozeneckého věku. Postupně se jeho podíl zvyšuje, od narození ovlivňuje vzpřímené držení těla.

Vestibulární aparát přispívá k udržování rovnováhy těla. V interakci se zrakovým a somatosenzorickým systémem kontroluje posturu a pohyb. V průběhu předškolního věku, i v obdobích předchozích a následujících, jsou patrné změny v podílu jeho vlivu na kontrolu postury, pohybu a udržování rovnováhy v porovnání se zrakovým nebo propioceptivním systémem (Obrázek 5).

Na základě znalostí vlivu vestibulárních funkcí na postupné získávání motorických dovedností v předškolním věku je možné doporučit vhodnou pohybovou aktivitu, jako jsou například balanční cvičení.

Vestibulární aparát u dětí předškolního věku není v ČR cíleně vyšetřován. Pouze v souvislosti se zánětlivými nebo nádorovými afekcemi. V kazuistice motoricky zdravého dítěte je zdokumentováno vyšetření orientované na kontrolu postury, jež lze použít ve fyzioterapeutické praxi.



## 8 SOUHRN

Tato práce je zaměřena na vývoj postury a pohybu dítěte předškolního věku. Konkrétně na ovlivnění kontroly postury a pohybu vestibulárním aparátem. Jsou zde shrnuty poznatky o vestibulárním aparátu získané z české a anglické literatury a zahraničních článků publikovaných v elektronických časopisech. Je zaměřena na období předškolního věku. Zdůrazňovány jsou tedy změny vztahující se k tomuto období.

Část zahrnující přehled poznatků je zaměřena na anatomii, embryologii a neurofyziologii vestibulárního aparátu. Je v ní uveden přehled fyziologie motorického vývoje od prenatálního do předškolního období.

Vliv vestibulárního aparátu na motorický vývoj se promítá v postupném získávání pohybových dovedností. Práce se zmiňuje o vlivu vestibulárního systému na kontrolu postury u dětí předškolního věku. Jeho zvyšujícím se podílu odpovědnosti za kontrolu postury a pohybu ve vztahu ke zrakovému a somatosenzorickému systému.

Kazuistikou motoricky zdravého dítěte jsou pak doloženy a ověřeny získané informace o projevech vlivu vestibulárního aparátu na posturální kontrolu.

## 9 SUMMARY

This work is aimed at the development of posture and movement in pre-school children. Specific focus is placed on the control of posture and movement of vestibular apparatus. The study is drawn upon thorough research of Czech and English literature; and initially, some information was gained from foreign articles published in electronic magazines. The study concerns pre-school children and its emphasis is hence put on this particular period of human development.

In presented findings, particular focus is put on anatomy, embryology, and neurophysiologic aspect of vestibular apparatus. The overview is chronologically structured and goes from prenatal to pre-school stage.

The impact of vestibular apparatus on development of movement is reflected in consequent improvement of motoric skills. The work focuses on the impact of vestibular system on the control of posture in pre-school children, and its increasing responsibility for control of posture and movement in relation with visual sensory and somatosensoric system.

The case study concerning motorics of healthy children serves as a useful tool in verifying the findings about the impact of vestibular apparatus on the control of posture.

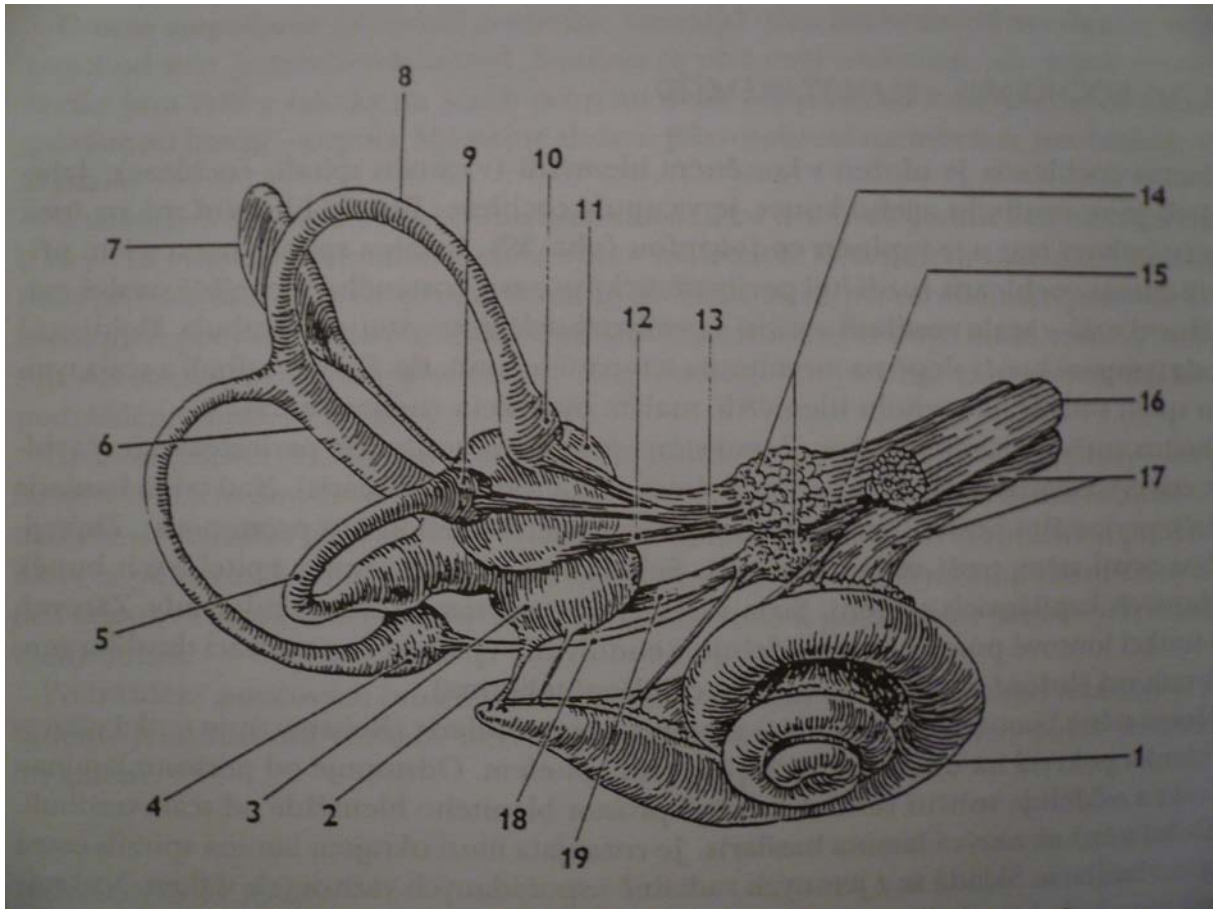
## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adolph, K.E., Vereijken, B., & Shroud P.E. (2003). What Changes in Infant Walking and Why. *Child Development*, 74 (2), 475 – 497.
- Balter, S.G.T., Stokroos, R.J., Akkermans, E., & Kingma, H. (2004). Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neuroscience Letters*, 366 (1), 71 – 75. Retrieved 17.3.2007 from source.
- Bent, L.R., Inglis, J.T., & McFadyen, J. (2004). When is Vestibular Information Important During Walking?. *Journal of Neurophysiology*, 92 (3), 1269 – 1275. Retrieved 17.3.2006 from source.
- Bertoti, D. (2004). *Functional neurorehabilitation through the life span*. F.A.Davis Company.
- Burns, Y.R., & MacDonald, J. (1996). *Physiotherapy and the Growing Child*. WB Saunders Company Ltd.
- Campbell, S.K., Van der Linden, D.W., & Palisano, R.J. (1994,2000): *Physical Therapy for Children*. Saunders USA.
- Dickstein, R., Ufaz, S., Dunksky, A., Nadeau, S., & Abulaffio, N. (2005). Speed-Dependent Deviations from Straight-Ahead Path During Forward Locomotion in Healthy Individuals. *Physical Medicine & Rehabilitation*, 84 (5), 330 – 337. Retrieved 17.3.2007 from source.
- Fukushima, K. (2003). Roles of the cerebellum in pursuit-vestibular interactions. *The Cerebellum*, ? (2), 223 – 232.
- Ganong, W.F. (1997). *Přehled lékařské fyziologie*. Jinočany: H&H.

- Getchell, N. (2006). Age and Task-Related Differences in Timing Stability, Consistency, and Natural Frequency of Children`s Rhythmic, Motor Coordination. *Developmental Psychobiology*, 48 (?), 675 – 685. Retrieved 29.3.2007 from source.
- Hrodek, O., & Vavřinec, J. (2002). *Pediatric*. Praha: Galén.
- Junqueira, L.C., Carneiro, J., & Kelley, R.O. (1997). *Základy histologie*. Jinočany: H&H.
- Juodžbalienė, V., & Muckus, K. (2006). The influence of the degree of visual impairment on psychomotor reaction and equilibrium maintenance of adolescents. *Medicina (Kaunas)*, 42 (1), 49 – 56. Retrieved from source 17.3.2007.
- Kraus, J. (2005). *Dětská mozková obrna*. Praha: Grada Publishing.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (1998). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing.
- Petrovický, P. (1997a). *Systematická, topografická a klinická anatomie: XI. Centrální nervový systém*. Praha: Karolinum.
- Petrovický, P. (1997b). *Systematická, topografická a klinická anatomie: X. Zrakové a sluchové orgány, orgány s vnitřní sekrecí*. Praha: Karolinum.
- Riegrová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: HANEX.
- Sheykholesami, K., Kaga, K., Megerian, C., & Arnold, J. (2005). Vestibular-Evoked Myogenic Potentials in Infancy and Early Childhood. *The Laryngoscope*, 115 (8), 1440 – 1444. Retrieved 17.3.2007 from source.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott. M.H. (2001). *Motor Control: Theory and Practical Applications*. Baltimore, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing.

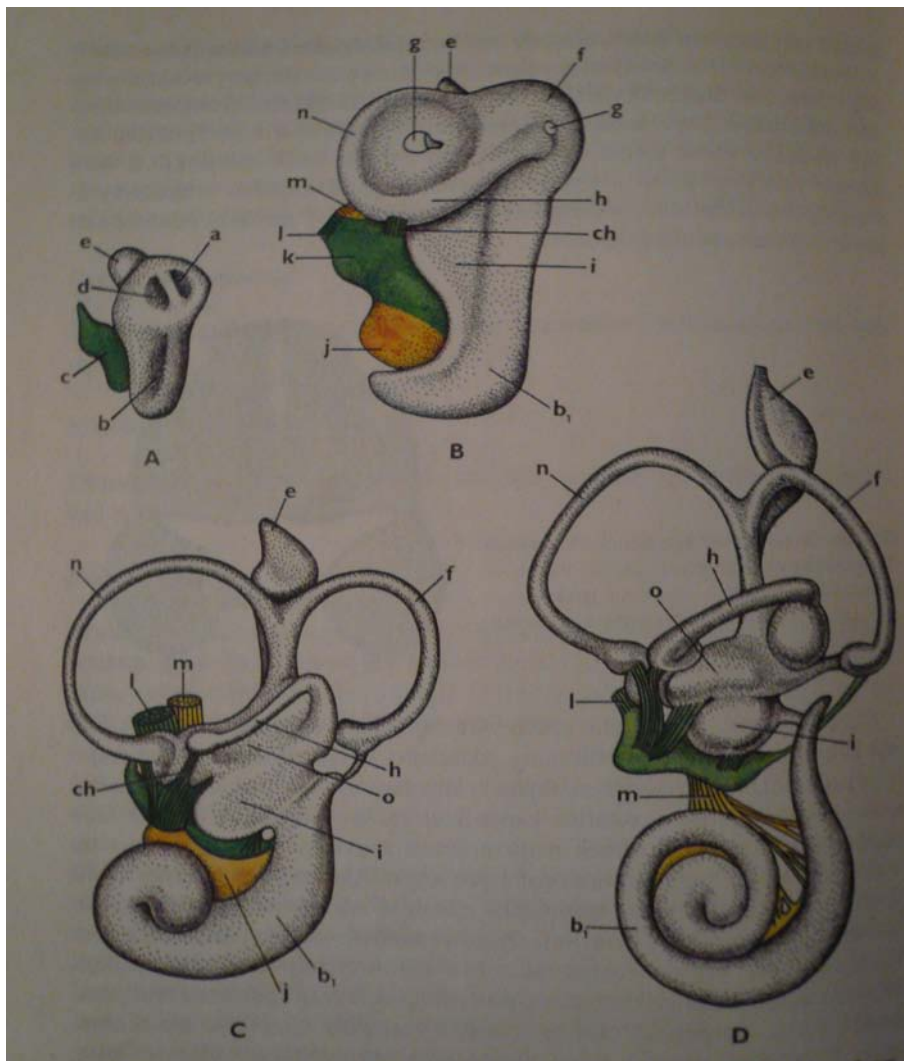
- Silbernagl, S., & Lang, F. (2001). *Atlas patofyziologie člověka*. Praha: Grada.
- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A., & Scholtz, A.W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48 (6), 477- 482. Retrieved 17.3.2007 from source.
- Steindl, R., Ulmer, H., & Scholtz, A.W. (2003). Standstabilität im Kindes- und Jugendalter Einfluss des propriozeptiven, visuellen und vestibulären Systems auf alter- und geschlechtsabhängige Veränderungen. *Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie*, 52 (5), 423 – 430. Retrieved 17.3.2007 from source.
- Strickland, E. (2001). Swing, Slide & Climb! *Early Childhood Today*, 15 (8). Retrieved 29.3.2007 from source.
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (2001). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada Publishing.
- Trojan, S., & kolektiv (1996). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Vacek, Z. (1987). *Embryologie pro pediatrii*. Praha: Avicenum.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie I.: Dětství a dospívání*. Praha: nakladatelství Karolinum.

## 11 PŘÍLOHY



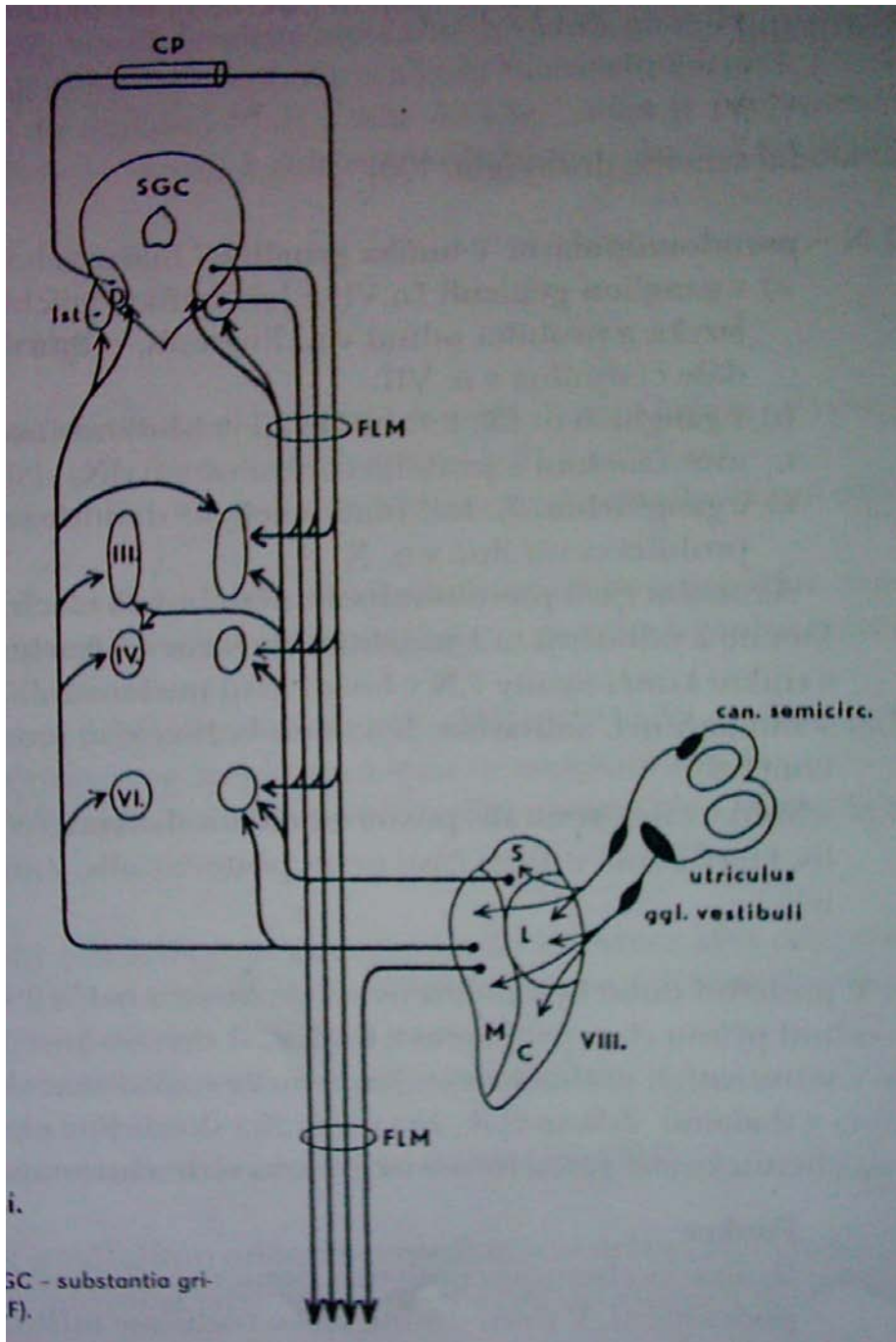
Obrázek 1. **Schéma anatomické stavby blanitého labýrintu vnitřního ucha a nervus vestibularis** (převzato od P. Petrovického)

- 1 – ductus cochlearis
- 2 – ductus reuniens
- 3 – sacculus,
- 4 – ampulla membranacea posterior
- 5 – ductus semicircularis lateralis
- 6 – společné raménko ductus semicircularis anterior a posterior
- 7 – saccus endolymphaticus
- 8 – ductus semicircularis anterior
- 9 – ampulla membranacea lateralis
- 10 – ampulla membranacea anterior
- 11 – utriculus
- 12 – nervus utricularis
- 13 – nervus utriculoampullaris
- 14 – ganglion vestibuli
- 15 – nervus vestibularis
- 16 – nervus facialis
- 17 – nervus cochlearis
- 18 – nervus ampullaris posterior
- 19 – nervus saccularis



Obrázek 2. **Schéma embryonálního vývoje vnitřního ucha** (převzato od Z. Vacka)  
 A – 7 mm embryo; B – 13 mm embryo; C – 20 mm embryo; D – 30 mm fetus (8. týden)

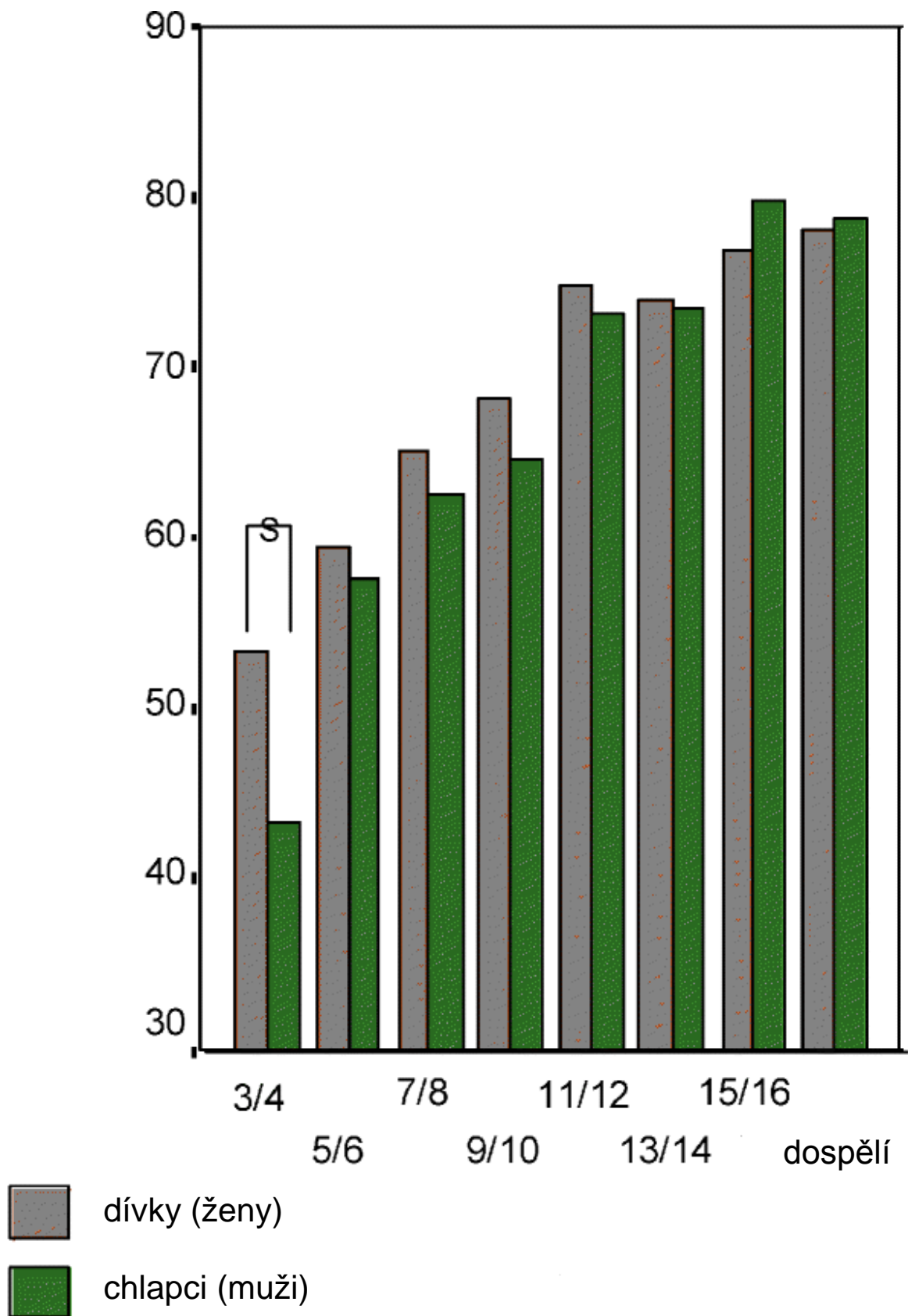
- a – laterální vkleslina
- b – kochleární výchlípka
- b<sub>1</sub> – kochlea
- c – ganglion vestibulocochleare
- d – vestibulární výchlípka
- e – ductus endolymphaticus
- f – ductus semicircularis posterior
- g – otvor vzniklý rozpadem buněk a jejich resorpcí
- h – ductus semicircularis lateralis
- ch – nerv pro laterální polokruhový kanálek
- i – sacculus
- j – ganglion spirale cochleae
- k – ganglion vestibulare
- l – nervus vestibularis
- m – nervus cochlearis
- n – ductus semicircularis superior
- o - utriculus



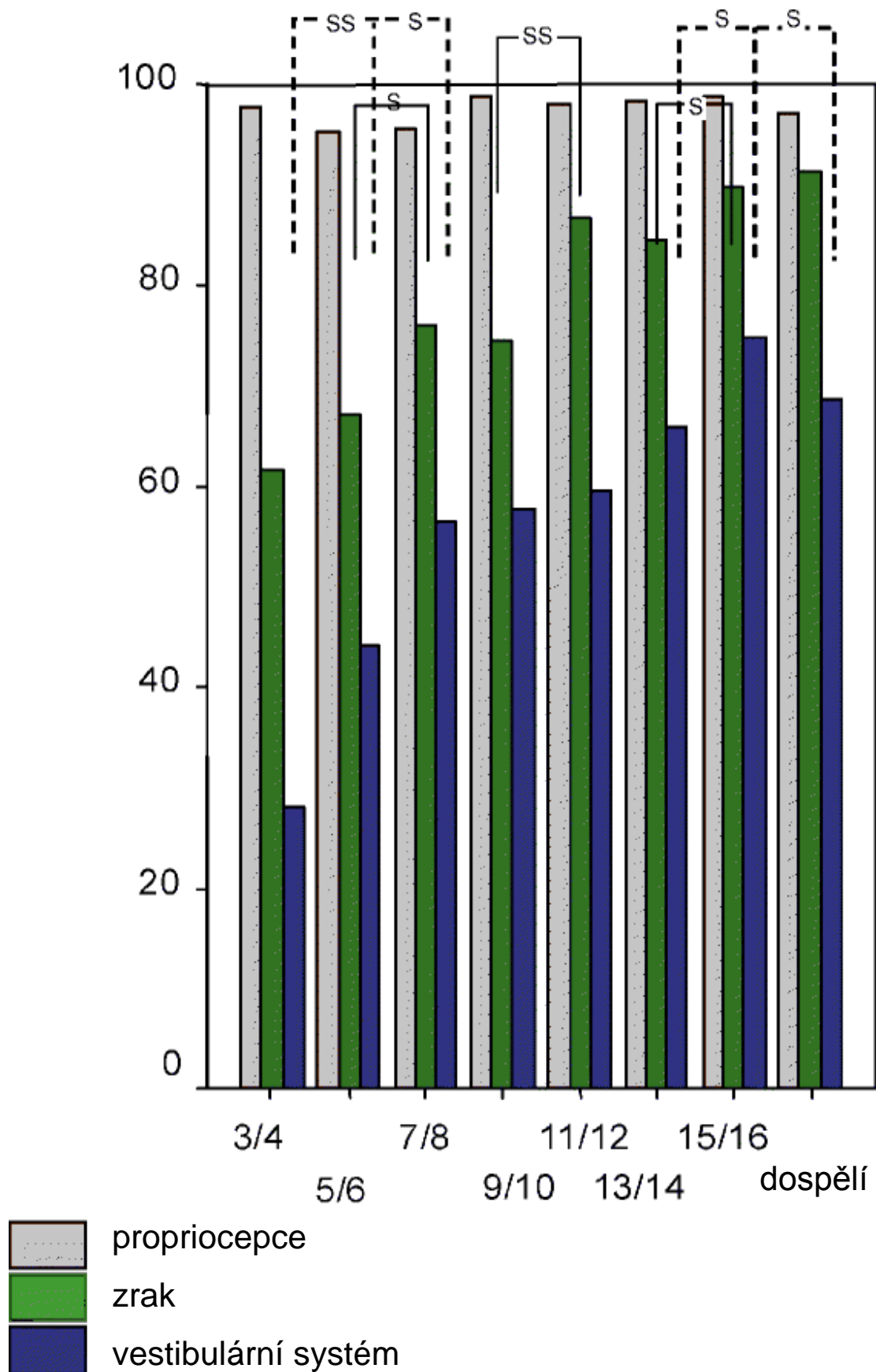
Obrázek 3. **Vestibulární dráha** (převzato od P. Petrovického)

CP – commissura posterior  
 FLM – fasciculus longitudinalis medialis  
 SGC – substantia grisea centralis  
 III., IV., VI. – jádra okohybných nervů  
 VIII. (S, L, M, C) – vestibulární jádra

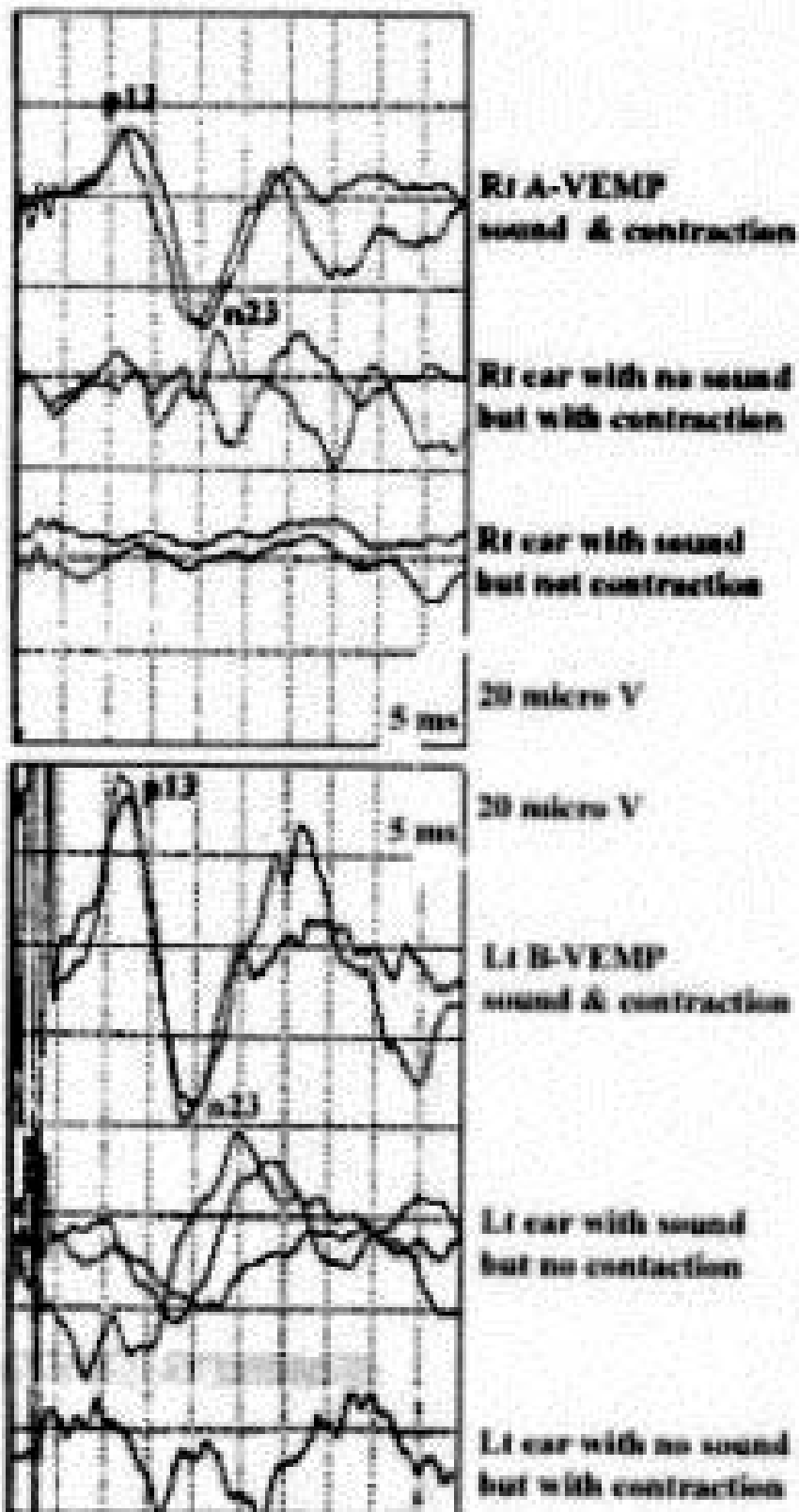




Obrázek 4. **Kontrola stability** vzhledem k věku a pohlaví (převzato od Steindla, Ulmera, & Scholtze)



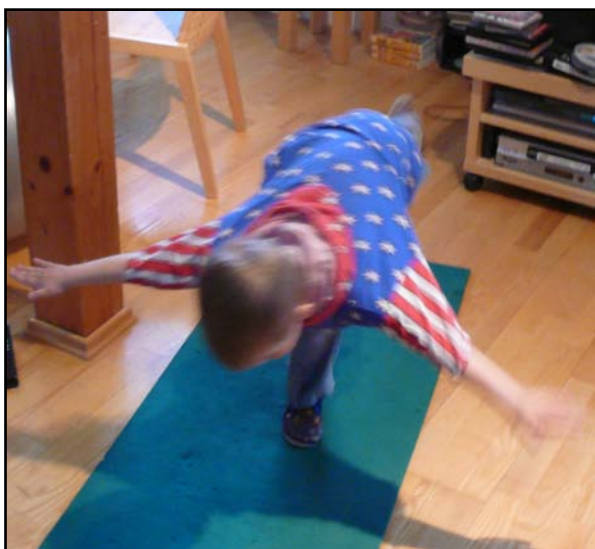
Obrázek 5. Vliv jednotlivých sensorických systémů na stabilitu stoje vzhledem k věku a pohlaví (převzato od Steindla, Ulmera, & Scholtze)



Obrázek 6. Vestibulárním systémem evokované myogenní potenciály (VEMP) snímané z musculus sternocleidomastoideus u 4-měsíčního normálně slyšícího dítěte (převzato od Sheykolesami)



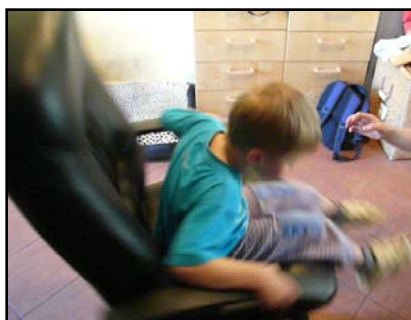
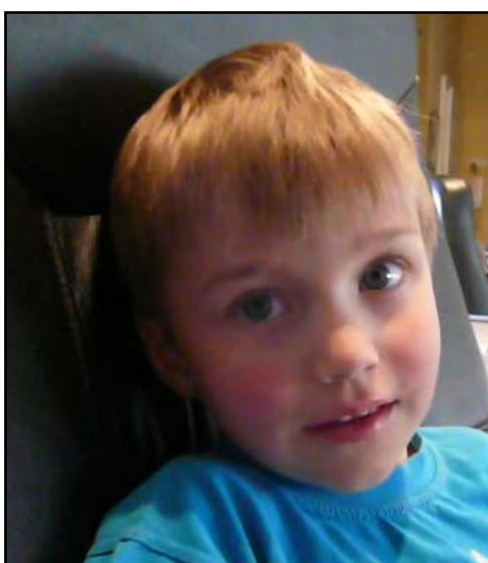
Obrázek 7. **Stoj na jedné noze**



Obrázek 8. **„Holubička“**



Obrázek 9. „Čapí chůze“



Obrázek 10. Nystagmus



Tabulka 1. Zrání vestibulárního systému (převzato od D. Bertoti)

<b>Změny vestibulárního systému během života. Funkční důsledky.</b>			
Vývojová fáze	Změny v motorice	Funkční důsledky	Rehabilitační důsledky
Raný vývoj	Periferní receptory jsou vytvořeny v 10. týdnu gestace. Vestibulární aparát je činný v děloze, opatřujíc informace o pohybech plodu.	Plod je schopen generalizovaných odpovědi těla na změny polohy, jako je napřímění hlavy. Pohyby v děloze jsou spojovány s pozdější způsobilostí k pohybu.	Je rozumné zajímat se o nedostatek nebo malý počet pohybů plodu jako o známku pohybové dysfunkce.
Zrání kojenecký až <u>předškolní věk</u>	Kompletní myelinizace při narození, připravená na přenos informací týkajících se pohybu a gravitace. Pokračující zrání a senzorní integrace tohoto systému během dětství.	Vývoj rovnovážných reakcí a schopnosti napřímění těla se vyvíjí se zráním vestibulárního systému a integruje se s dalšími motorickými subsystemy. Rané pohybové aktivity jsou vztahovány k vývoji kompetence nad gravitací a posturální stabilitě.	Předčasně narozené děti mají zpožděné vestibulární odpovědi na pohyb. Děti s vestibulárními problémy se projevují zpožděním v dosažení motorických dovedností.
Zrání dospívání	Vestibulární systém pokračuje ve zrání, plně zralosti dosahuje mezi 10 – 14 lety.	Normální zrání a integrace přispívá ke zdravému tělnímu schématu a gravitačnímu zabezpečení. Vestibulární systém spolupracuje se zrakovým a somatosenzorickým systémem, přispívajícími ke zlepšení statické a dynamické rovnováhy. Rovnováha dosahuje vrcholu mezi 9 – 12 lety.	Vytříbenost tohoto systému se vztahuje ke zkušenosti a expozici (vystavení).

Tabulka 2. **Postnatální vývoj centrální nervové soustavy - motorické projevy**  
(převzato od S. Trojana)

postnatální období	motorické funkce
1. měsíc <i>novorozenecké období</i>	- nepodmíněné reflexy
2. – 12. měsíc <i>kojenecké období</i>	- podmíněné reflexy - rychlý rozvoj motoriky (zejména lokomoce)
2. – 3. rok <i>batolecí období</i>	- rychlý rozvoj chůze - rozvoj jemné motoriky
4. – 6. rok <i>předškolní věk</i>	- udržování rovnováhy - rozvoj jemné motoriky