

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Hodnocení posturální stability
u neslyšících dospělých osob**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Vypracovala:

Bc. Ivana Palasová

Praha, duben 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně. V seznamu použité literatury jsem uvedla všechny informační zdroje. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 4. 4. 2016

.....

Bc. Ivana Palasová

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování:

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. za odborné vedení, cenné rady a podporu při práci. Dále bych ráda poděkovala doc. Ing. Františku Zahálkovi, Ph.D. za umožnění měření mimo Laboratoř sportovní motoriky, Bc. Denise Lachmanové za tlumočení, mamce za asistenci při měření, Lence a Jakubovi za kontaktování neslyšících osob a Michalovi za pomoc se statistickým vyhodnocením dat.

Děkuji Ústavu jazyků a komunikace neslyšících Filozofické fakulty Univerzity Karlovy a vedení Tiché kavárny za umožnění měření. Mé poděkování patří všem probandům za ochotu zúčastnit se této experimentální studie a celé rodině za podporu a trpělivost.

Abstrakt

- Název:** Hodnocení posturální stability u neslyšících dospělých osob
- Cíle:** Cílem diplomové práce bylo porovnat posturální stabilitu neslyšících a slyšících dospělých osob a zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl v hodnocených parametrech posturální stability mezi neslyšícími a slyšícími osobami.
- Metody:** Do studie bylo zařazeno 102 osob ve věku 20–45 let. Experimentální skupinu tvořilo 35 probandů s vrozenou nebo v raném dětství získanou hluchotou. Kontrolní skupinu tvořilo 67 slyšících probandů. Posturální stabilita byla objektivizována tlakovou měřicí deskou Footscan. Měřeno bylo devět testů, doba měření jednotlivých testů byla 30 sekund. Pro zhodnocení úrovně posturální stability byl vybrán ukazatel velikosti celkové dráhy vychylování středu tlakového působení vyjádřený jako TTW (Total traveled way) a Rombergův poměr, který vyjadřuje poměr hodnot TTW za podmínek zavřených a otevřených očí. K posouzení statistické významnosti rozdílů mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících byl použit t-test. K odhadu vlivu jednotlivých charakteristik probandů (vyhodnocení informací z dotazníků) na jejich posturální stabilitu byla využita regrese metodou nejmenších čtverců.
- Výsledky:** Skupina neslyšících měla v osmi z devíti měřených testů stoje horší průměrné výsledky. Odhady regresní analýzy ukázaly signifikantní rozdíly ve prospěch slyšících osob u dvou stojů. Statisticky významný rozdíl na hladině 1 % ($p = 0,006$) byl v úzkém stoji se zavřenými očima a na hladině 5 % ($p = 0,014$) v širokém stoji na pěnové podložce se zavřenými očima. Výsledky odhadů dále ukázaly, že u neslyšících osob dochází v průměru k výraznějšímu zhoršení stability v důsledku zavření očí.
- Klíčová slova:** sluchové postižení, neslyšící, vestibulární aparát, stabilometrie, rovnováha, Rombergův poměr

Abstract

- Title:** Evaluation of postural stability among deaf adults
- Objectives:** The purpose of this diploma thesis was to compare the postural stability between the deaf and the normal hearing adults, and to find out if the statistically significant difference in measured parameters does exist.
- Methods:** 102 subjects at the age of 20–45 years participated in this study. The experimental group consisted of 35 deaf adult subjects with congenital or early childhood deafness. The control group has been made by 67 normal hearing adult subjects.
- The postural stability was objectively evaluated by Footscan, the pressure measuring plate. Nine tests were passed, duration of each test was 30 seconds. The total travelled way (TTW) expressing the total path the centre of acting pressure travelled during the test and the Romberg ratio, which is the ratio of TTW values under the condition of closed and open eyes, were selected as indicators of postural stability.
- T-test was used to assess the statistical significance of the differences between the group of deaf adults and normal hearing group. To estimate the influence of individual characteristics of the subjects (evaluating the data from the questionnaires) to their postural stability, the ordinary least squares estimator was used.
- Results:** The experimental group was on average worse in eight out of nine types of tests. The results of the regression analysis showed statistically significant differences in favour of normal hearing adults in two measured postural stability tests. The differences were significant at 1 % ($p = 0.006$) in case of standing on a firm surface with narrow stance, with closed eyes, and at 5 % ($p = 0.014$) in case of standing on a foam pad with wide stance, with closed eyes. The estimation results also indicated that there was a significantly stronger deterioration of stability due to closed eyes in case of deaf adults than in the control group.
- Keywords:** Hearing impaired, Deafness, Vestibular system, Stabilometry, Balance, Romberg ratio

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Teoretická východiska práce.....	2
2.1	Anatomie ucha.....	2
2.1.1	Zevní ucho	2
2.1.2	Střední ucho.....	2
2.1.3	Vnitřní ucho.....	3
2.2	Nervus vestibulocochlearis	5
2.2.1	Nervus cochlearis	6
2.2.2	Sluchová dráha	6
2.2.3	Nervus vestibularis	7
2.2.4	Vestibulární dráha	7
2.3	Sluchová funkce ucha.....	8
2.3.1	Vlastnosti zvuku a sluchu.....	9
2.3.2	Přenos zvuku	11
2.4	Patologie sluchového ústrojí	12
2.4.1	Vrozené vady sluchu	13
2.4.2	Vady převodní	14
2.4.3	Vady percepční (senzorineurální).....	15
2.5	Vyšetření sluchu	17
2.5.1	Subjektivní metody vyšetření sluchu.....	17
2.5.2	Objektivní metody vyšetření sluchu.....	19
2.6	Terapie a korekce sluchových vad	20
2.6.1	Sluchová protetika	21
2.6.2	Kochleární implantáty	22
2.6.3	Zásady korekce sluchových vad.....	24
2.7	Sluchová postižení podle závažnosti a doby vzniku	25
2.7.1	Nedoslýchaví	27
2.7.2	Ohluchlí	27
2.7.3	Prelingválně neslyšící.....	28
2.8	Komunita neslyšících v České republice.....	29
2.8.1	Minorita Neslyšících	30
2.8.2	Znakový jazyk	31
2.9	Prevence sluchových postižení.....	32
2.10	Rovnovážná funkce ucha	33
2.10.1	Rotační zrychlení.....	33
2.10.2	Lineární zrychlení.....	33
2.10.3	Orientace v prostoru	34
2.11	Funkce rovnovážného ústrojí	34

2.12	Patologie rovnovážného ústrojí	35
2.12.1	Periferní porucha rovnováhy	37
2.12.2	Centrální porucha rovnováhy	38
2.12.3	Vertigo	39
2.12.4	Kinetózy	41
2.12.5	Nevestibulární závratě	41
2.13	Vyšetření rovnovážného ústrojí	42
2.13.1	Pulzní test HIT (Head Impulse Test)	43
2.13.2	Metody přístrojové registrace očních pohybů	43
2.13.3	Vestibulární evokované myogenní potenciály (VEMP)	44
2.13.4	Klinické testy hodnocení stability	45
2.13.5	Kraniokorpografie	46
2.14	Posturografie	46
2.14.1	Podmínky měření	48
2.14.2	Rombergův poměr	50
2.14.3	Footscan	51
2.15	Terapie poruch rovnováhy	52
2.15.1	Farmakologická léčba	52
2.15.2	Vestibulární rehabilitace	53
2.15.3	Chirurgická léčba	54
2.15.4	Psychoterapeutická léčba	54
2.16	Posturální stabilita	54
2.16.1	Definice pojmů	56
2.16.2	Biomechanický pohled na stabilitu	58
2.16.3	Fyzioterapeutický pohled na stabilitu	59
2.17	Literární rešerše	64
3	Cíle a úkoly práce, řešené otázky, hypotézy	76
3.1	Cíle práce	76
3.2	Úkoly práce	76
3.3	Řešené otázky	76
3.4	Hypotézy	77
4	Metodologie	78
4.1	Popis výzkumného souboru	78
4.2	Použité metody získání dat	78
4.3	Organizace a podmínky sběru dat	80
4.4	Průběh měření	81
4.5	Metodologie statistické analýzy	82
5	Výsledky	87
5.1	Deskriptivní statistika	87

5.2	Vyhodnocení pomocí t-testu	93
5.3	Souhrn informací z dotazníků	94
5.4	Regresní analýza	95
6	Diskuze	100
7	Závěr.....	112
	Seznam použité literatury.....	114
	Seznam zkratk	123
	Seznam tabulek.....	124
	Seznam grafů	125
	Seznam obrázků	126
	Přílohy	127

1 Úvod

Do světa neslyšících jsem nahlédla prostřednictvím kamarádky studující český znakový jazyk. Sluchově postižených osob je v České republice přibližně 0,5 milionu, většinu tvoří starší jedinci s presbyakuzí. Vrozenou nebo prelingválně vzniklou hluchotu (> 70 dB) má v České republice necelých osm tisíc osob.

Současné technické možnosti (kochleární implantáty, sluchadla) umožňují sluchově znevýhodněným osobám integrovat se do většinové společnosti. Velká skupina neslyšících je ale hrdá na svoji odlišnost. Tvoří jazykovou a kulturní menšinu používající český znakový jazyk. Celosvětově se rozvíjí požadavek, aby společnost nenahlížela na neslyšící osoby jako na postižené.

Sluchové a rovnovážné ústrojí mají anatomicky i vývojově blízký vztah. Je tedy možné, že neslyšící osoby budou mít jinou posturální stabilitu než osoby slyšící. Práce porovnává posturální stabilitu dospělých neslyšících osob s kontrolní skupinou slyšících osob. Zjišťuje vliv sluchového postižení na posturální stabilitu u osob s vrozenou nebo v raném dětství získanou ztrátou sluchu větší než 60 dB.

Problematiku jsem zvolila kvůli malému množství studií zabývajících se stabilitou dospělých osob s postižením sluchového ústrojí. Podobnou studii, která porovnává stabilitu neslyšících a slyšících dospělých osob, jsem našla jen jednu. V ní byli do skupiny neslyšících zařazeni pouze účastníci Deaflympiády. Většina prací sledovala motoriku a stabilitu neslyšících dětí a mladistvých.

Se zvyšujícím se věkem dochází k oslabení funkce jednotlivých receptorů, vestibulárního aparátu, mozečku a tedy ke zhoršování posturální stability a ke zvýšení rizika pádu. Zajímalo mě, jestli u neslyšících dospělých osob při porovnání se slyšícími stejného věku zjistím horší stabilitu a tedy možnost zvýšeného rizika pádu.

V teoretických podkladech jsou shrnuty poznatky týkající se sluchového a rovnovážného ústrojí a jejich patologie. Práce seznamuje s problematikou posturální stability. Část diplomové práce je věnována rešeršnímu zpracování studií, které se zabývají posturální stabilitou, pohybovými schopnostmi a dovednostmi osob se sluchovým postižením.

Experimentální studie zjišťuje případnou existenci rozdílů mezi posturální stabilitou neslyšících a slyšících dospělých osob a vliv zavření očí na stabilitu.

2 Teoretická východiska práce

2.1 Anatomie ucha

Sluchový a rovnovážný analyzátor se skládá z části periferní a centrální. Periferní část je tvořena zevním, středním a vnitřním uchem a sluchově rovnovážným nervem (obr. 1). Centrální část je tvořena sluchovou a rovnovážnou dráhou a příslušnými centry [46].

2.1.1 Zevní ucho

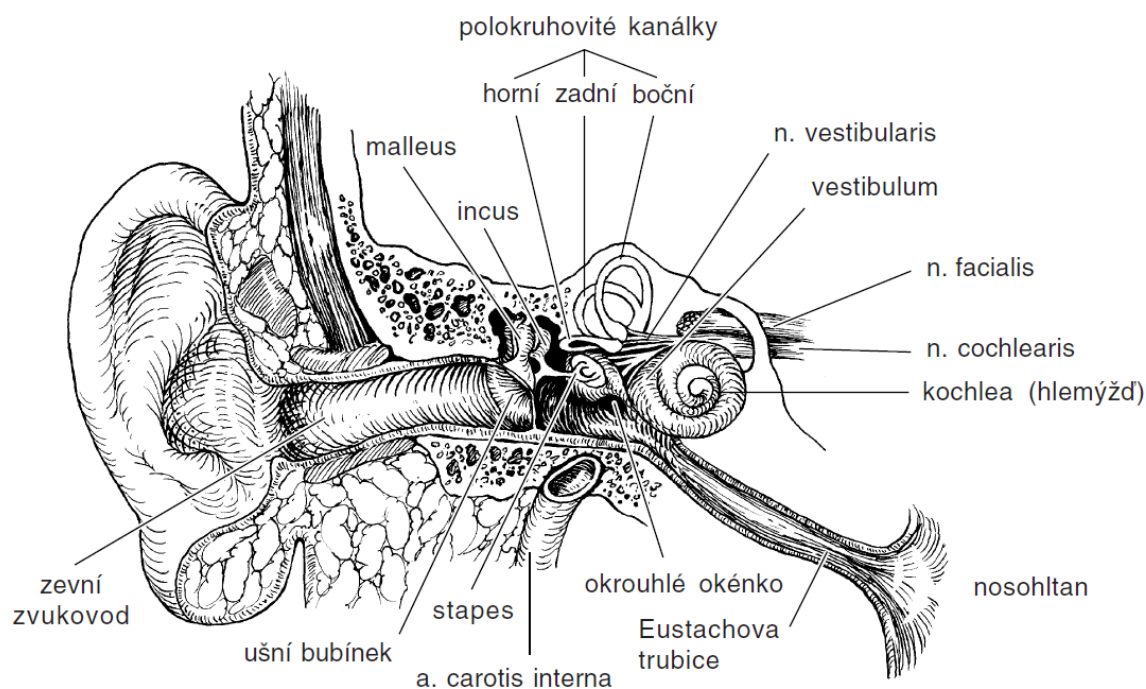
Zevní ucho je tvořeno boltcem (auricula) a zevním zvukovodem (meatus acusticus externus). Podkladem boltce, s výjimkou ušního lalůčku, je elastická chrupavka. Zevní ucho usměrňuje zvukové vlny do zevního zvukovodu, esovitě zahnuté přibližně 22 mm dlouhé trubice oválného průřezu, která začíná nálevkovitým ústím. Prochází k tympanické membráně (ušní bubínek). V kůži zvukovodu jsou mazové a potní žlázy, které produkují ušní maz [25], [32], [46].

2.1.2 Střední ucho

Střední ucho je dutina ve spánkové kosti vyplněná vzduchem a spojená Eustachovou trubicí s nosohltanem. Eustachova trubice zajišťuje vyrovnávání tlaku ve středoušní dutině s atmosférickým tlakem vnějšího prostředí. Dutina středoušní (cavitas tympanica) je hlavní částí středního ucha. **Bubínek** (membrana tympani), oválná blána kónicky vtažená dovnitř, předěluje zevní a střední ucho. Plocha bubínku je 55 mm². Do vazivové vrstvy bubínku je zakotvena rukojeť kladívka (manubrium mallei) [25], [46].

Ve středním uchu se nacházejí tři **sluchové kůstky**: malleus, incus a stapes (kladívko, kovadlinka, třmínek), které tvoří řetěz spojený klouby a zavěšený jemnými vazy ke stěnám dutiny nadbubínkové. Třmínek je svojí ploténkou syndesmoticky spojen s okrajem oválného okénka (fenestra vestibuli), které představuje vstup do vnitřního ucha [25], [46].

Ve středním uchu jsou dva malé kosterní svaly s bohatou inervací a krevním zásobením: m. tensor tympani, který se upíná na krček kladívka, a m. stapedius upínající se na hlavičku třmínku. Mají schopnost dlouhodobé, neměnné kontrakce i velmi rychlé reakce. Jejich úkolem je regulovat napětí soustavy bubínku a sluchových kůstek [17].



Obrázek 1: *Lidské ucho* [25]

2.1.3 Vnitřní ucho

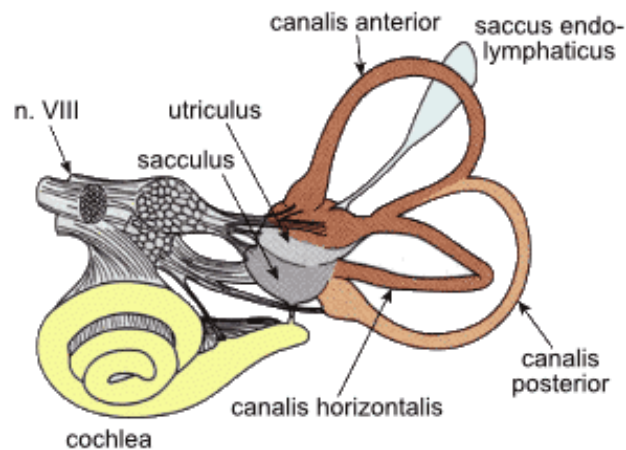
Vnitřní ucho obsahuje struktury tvořící vestibulární aparát (obr. 2), který je schopen detekovat rotační a lineární zrychlení a polohu hlavy. Vestibulární aparát se skládá ze tří polokruhovitých kanálků a dvou rovnovážných váčků [58].

Vnitřní ucho (labyrint), periferní sluchový analyzátor, je trubice stočená do stoupající spirály. Vnitřní ucho je tvořeno ze dvou částí: kostěného a blanitého labyrintu. Kostěný labyrint je řada kanálků uložených ve skalní kosti os temporale. Blanitý labyrint je uvnitř těchto kanálků. Tato blanitá struktura téměř kopíruje tvar kostěných kanálků [25], [32].

Z vestibula kostěného labyrintu se odvíjejí tři polokruhové kanálky (canales semicirculares) a hlemýžď (cochlea), který má u člověka průměrnou délku 35 mm, celkovou výšku 4–5 mm a vytváří $2\frac{3}{4}$ stoupajících závitů se zmenšujícím se poloměrem. V hlemýždi je kostěná osa ve tvaru kužele (modiolus) [12]. Blanitý labyrint je tvořen rovnovážnými váčky (utriculus a sacculus), třemi blanitými kanálky (ductus semicirculares) a blanitým hlemýžděm (ductus cochlearis = scala media) [46].

Kochleární část labyrintu je po celé své délce rozdělena bazilární a Reissnerovou membránou do tří komor – scalae [25]. Scala media, střední komora, je obklopena až k vrcholu hlemýždě po obou stranách dvěma prostory s kapalinou – horní scala vestibuli a dolní scala tympani. Obě tyto chodbičky jsou naplněny perilymfou, která má složení

podobné plazmě, a přecházejí do sebe ve vrcholu hlemýždě. Scala media obsahuje endolymfu, která se podobá cytosolu. Scala vestibuli začíná u oválného okénka a scala tympani končí na membráně okrouhlého okénka [97].



Obrázek 2: Vestibulární systém [126]

Cortiho orgán se nachází na bazilární membráně, která tvoří spodinu ductus cochlearis. Obsahuje vláskové buňky, které jsou receptory sluchu. Slouží k přeměně zvukových vln v nervové vzruchy. Má spirálový tvar, táhne se od vrcholu k bázi hlemýždě [25], [46].

Vláskové buňky jsou zasazeny do epitelu tvořeného podpůrnými a opěrnými buňkami. Vnitřní vláskové buňky tvoří jednu řadu, zevní vláskové buňky tři řady. Počet vnitřních vláskových buněk je přibližně 3 500, zevních 12 000. Vláskové buňky jsou kryté membránou s drobnými vláčky – stereociliemi. Axony neuronů, které inervují vláskové buňky, tvoří sluchovou (kochleární) část n. VIII a končí v dorzálním a ventrálním nucleus cochlearis prodloužené míchy [17], [25].

Polokruhové kanálky tvoří horní část labyrintu. Jejich rozšířené části (ampully) registrují rotační pohyby těla. Dva kanálky jsou orientovány vertikálně, jeden horizontálně. Na obou stranách hlavy jsou na sebe kolmé, takže jsou orientovány do třech prostorových rovin [25], [32].

Uvnitř kostěných kanálků jsou v perilymfě zavěšeny kanálky blanité. Receptor, crista ampularis, je umístěn v rozšířeném konci každého blanitého kanálku. Crista se skládá z vláskových a podpůrných buněk překrytých rosolovitou hmotou (cupula), která uzavírá ampullu. Do ní pronikají výběžky vláskových buněk, jejichž báze jsou v kontaktu s aferentními vlákny nervus vestibulocochlearis [25].

Rotační zrychlení a zpomalení dává vzniknout potenciálové změně, která se převádí do rovnovážných efektorů, a tedy směrem ke kosternímu svalstvu oblasti pánve

a dolních končetin a přes fasciculus longitudinalis medialis do okohybných jader a k dalším částem rovnovážného ústrojí. Tok těchto informací je obousměrný [32].

Utriculus a sacculus, dva tíhové rovnovážné váčky, jsou další součástí vestibulárního aparátu. Situované jsou ve vestibulu blanitého labyrintu na rozhraní mezi jeho částí sluchovou a rovnovážnou. Jejich úkolem je registrovat lineární zrychlení či zpomalení. Utriculus detekuje lineární zrychlení dopředu a dozadu, sacculus nahoru a dolů. Utriculus dále umí detekovat polohu hlavy vzhledem ke gravitaci [32], [58].

Detekce pohybu lidského organismu je realizována v trojrozměrném prostoru. V rovnovážných váčkách jsou uložena smyslová políčka, otolitické orgány maculae staticae. Macula utriculi je orientována horizontálně, macula sacculi vertikálně. Maculy obsahují vláskové a podpůrné buňky překryté otolitovou membránou, ve které jsou zapuštěny krystaly uhličitanu vápenatého – otolity [25], [46].

2.2 Nervus vestibulocochlearis

N. vestibulocochlearis (n. statoacusticus) vede signály z vnitřního ucha. Tyto signály umožňují vnímání polohy a pohybu hlavy v prostoru (n. vestibularis) a vnímání zvuků (n. cochlearis). Vlákná vystupující z vestibulární části blanitého labyrintu končí ve vestibulárních jádrech mozkového kmene uložených pod laterální částí spodiny IV. komory mozkové. Vlákná vystupující ze sluchové části blanitého labyrintu končí v jádrech ležících kaudálně od jader vestibulárních [28].

N. vestibulocochlearis vystupuje z mozkového kmene na rozhraní Varolova mostu a prodloužené míchy v mostomozečkovém úhlu, laterálně od n. facialis. Při výstupu je rozdělen na horní **radix vestibularis** a dolní **radix cochlearis**. Oba nervy běží společně do meatus acusticus internus a na jeho spodině se větví [28].

VIII. hlavový nerv má podle dvojích smyslových orgánů, z nichž přijímá signály, dvě hlavní složky: nervus vestibularis a nervus cochlearis. Oba nervy mají ganglia, jež obsahují bipolární buňky: ganglion vestibulare a ganglion cochleare [12].

Nervus vestibulocochlearis může být poškozen mnoha patologickými procesy, které postihují blanitý labyrint. Tyto procesy vedou ke snížení až ztrátě sluchu na postižené straně (jde-li o složku kochleární), k závratím, nystagmu a k poruchám rovnováhy při stožení a chůzi (jde-li o složku vestibulární) [12], [28].

2.2.1 Nervus cochlearis

N. cochlearis je tvořen výběžky bipolárních neuronů uložených v ganglion cochleare. Periferní výběžky (dendrity) bipolárních gangliových buněk směřují k smyslovým buňkám Cortiho orgánu. 95 % vláken končí na bázích vnitřních vláskových buněk, zbývající vlákna končí na bázích zevních vláskových buněk [28].

Periferní výběžky (dendrity) buněk kochleárního ganglia začínají u receptorových vláskových buněk v Cortiho orgánu, vedou signály do bipolárních buněk ganglion cochleare [3], [12].

Centrální výběžky gangliových buněk (axony) směřují na spodinu vnitřního zvukovodu (meatus acusticus internus). Zde se vytváří silný nerv, který se přikládá k vestibulární části n. VIII. Z pyramidy vstupují oba nervy přes meatus acusticus internus do nitra lebky. Po zanoření do mozkového kmene (na rozhraní prodloužené míchy a Varolova mostu) se obě složky od sebe oddělí. Radix cochlearis končí u buněk nuclei cochleares – nucleus cochlearis ventralis a nucleus cochlearis dorsalis, ze kterých pak pokračuje vzestupná sluchová dráha [3], [28].

2.2.2 Sluchová dráha

Sluchová dráha vede vzruchy vznikající v receptorech zvuku a převádí je až do mozkové kůry, kde vstupují do vědomí a jsou dále zpracovány. Vzhledem k párovému uspořádání může být sluchovou dráhou prostorově určeno místo původu zvuků. Odbočky ze sluchové dráhy převádějí signály z vnitřního ucha na motorické systémy a zajišťují motorické odpovědi na slyšené zvuky [12].

Sluchová dráha je čtyřneuronová vzestupná dráha, která přenáší sluchové signály z Cortiho orgánu vnitřního ucha postupně až do primární sluchové korové oblasti [12]. Do průběhu sluchové dráhy jsou vloženy v pons Varoli další vmezežené neurony, které zajišťují paralelní vedení různých charakteristik sluchových signálů [27].

1. neurony představují bipolární buňky v ganglion cochleare, které jsou uloženy v modiolu kostěného hlemýžďe vnitřního ucha. Dendritické výběžky bipolárních buněk dosahují k vláskovým buňkám a přijímají od nich nervové vzruchy, v něž tyto buňky přeměňují zvukové vjemy [12], [27].

Vlastními receptory slyšení jsou vnitřní vláskové buňky. Zevní vláskové buňky moduluje jejich senzitivitu. Axonální výběžky bipolárních buněk tvoří nervus cochlearis a končí ve stejnostranných nuclei cochlearis [27].

2. neurony začínají z buněk nucleus cochlearis dorsalis a ventralis, vysílají axony do svazku vláken, který v pons Varoli kříží střední čáru a pokračuje do lemniscus lateralis. Vlákná laterálního lemnisku končí v mesencefalu, v druhostranném colliculus inferior [27].

3. neurony sluchové dráhy jdou z colliculus inferior, vytváří svazek, který končí v diencefalickém sluchovém jádru, v corpus geniculatum mediale [27].

4. neurony sluchové dráhy jdou z buněk corpus geniculatum mediale. Eferentní vlákna vytvářejí silný svazek, který skrz zadní část capsula interna míří do primární sluchové korové oblasti na horním okraji gyrus temporalis superior, ve které většina neuronů odpovídá na podněty z uší [12], [25], [27].

2.2.3 Nervus vestibularis

N. vestibularis, který inervuje vestibulární aparát, je tvořen výběžky bipolárních neuronů uložených v ganglion vestibulare. Toto ganglion je uloženo v meatus acusticus internus. N. vestibularis se dělí na tři hlavní větve, které procházejí otvůrkou na spodině vnitřního zvukovodu [28].

N. vestibularis vede vzruchy z polohruhovitých kanálků, sacculu a utriculu. Podnětem je pohyb endolymfy při pohybech, změnách polohy hlavy a tah nebo tlak otolitové membrány [3].

Periferní výběžky (dendrity) buněk ganglion vestibulare začínají rozvětvením u receptorových smyslových buněk v maculae staticae a v cristae ampullares vestibulární části blanitého labyrintu [12].

Centrální výběžky (axony) tvoří n. vestibularis, který spolu s n. cochlearis prochází meatus acusticus internus a zanořuje se do mozkového kmene na rozhraní prodloužené míchy a Varolova mostu, končí u čtyř nucleí vestibulares. Odtud vedou četné ascendentní i descendentní dráhy. Descendentní vlákna umožňují centrální kontrolu receptorů vestibulárního ústrojí [3], [28].

2.2.4 Vestibulární dráha

Vestibulární dráha je tříneuronová dráha, která přenáší podněty z vestibulárního aparátu do thalamu a z něho do mozkové kůry. Dráha patří mezi smyslové dráhy, jedná se o přenos vestibulárního vnímání až do vědomí. Vestibulární dráhy představují i důležitou složku kontroly motoriky. Vestibulární jádra ovlivňují motoriku a jsou zapojena i do mozečkového systému drah [12].

1. neurony dráhy mají bipolární buňky uložené v ganglion vestibulare, který se nachází v meatus acusticus internus. Dendritické výběžky bipolárních buněk končí na vláskových receptorových buňkách. Axonální výběžky končí ve vestibulárních jádrech mozkového kmene. Nucleus vestibularis superior a lateralis jsou uloženy v pons Varoli, nucleus vestibularis medialis a inferior v medulla oblongata [27].

2. neurony začínají z buněk vestibulárních jader. Neurony, jež jsou dále převáděny do thalamu a do kůry, začínají z buněk v nucleus vestibularis medialis a superior. Tato vlákna se kříží a s druhostranným lemniskovým systémem jdou do ventrálních jader thalamu [12].

3. neurony jsou neurony thalamokortikální jdoucí z nucleus vestibularis medialis a superior do vestibulárních korových oblastí, z nichž jedna je v gyrus postcentralis a druhá v horním okraji gyrus temporalis superior, před primární sluchovou korovou oblastí [12].

Funkce vestibulárních jader

Buňky vestibulárních jader, které přijaly podněty z vestibulárního aparátu vnitřního ucha, přímo odpovídají na tyto signály a zároveň je předávají do dalších struktur. Vestibulární jádra předávají signály [12]:

- Míšním motoneuronům – vyvolání pohybů šíjového a zádového svalstva a částí končetinového svalstva pro udržení rovnováhy.
- Mozečku – kontroluje činnost vestibulární dráhy.
- Jádrům okohybných nervů (n. III., n. IV., n. VI) – zajištění souhry pohybů hlavy a pohybů očí.
- Thalamu – z něho dalším neuronem do mozkové kůry (3. neuron vestibulární dráhy), čímž je ve vědomí registrována poloha hlavy vůči gravitaci a pohybovému zrychlení.

2.3 Sluchová funkce ucha

Mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopné vyvolat v lidském uchu sluchový vjem, se nazývá zvuk. Zdrojem zvuku je chvění pružných těles vyvolávající v okolním prostředí zvukové vlnění, které je schopno přijímat lidské ucho a získávat tedy informace o okolním světě. Sluchový orgán zpracovává sluchový vjem, aby poskytl informace pro CNS [32], [105].

2.3.1 Vlastnosti zvuku a sluchu

Fyziologická akustika sleduje děje spojené se vznikem zvukového vlnění, s jeho šířením a vnímáním zvuku sluchem.

Fyzikální pojmy z akustiky

Zvuk, jehož kmity se periodicky opakují, se označují jako tóny (hudební zvuky). Zvuk s nepravidelným kmitáním je vnímán jako hluk (praskot, skřípání, ...). Sluchové vjemy neustále doprovází šum, který vzniká nahodilými neperiodickými změnami tlaku v prostředí, kterým se šíří zvuk [32], [105].

Rychlost šíření zvuku závisí na prostředí, udává se v m/s. Změna atmosférického tlaku způsobená zvukem, akustický tlak, je síla, která působí na jednotku plochy. Nejslabší zvuk, který je člověk schopen zaregistrovat, má zvukový tlak $2 \cdot 10^{-5}$ Pa [32].

Rychlost zvuku se zvyšuje s teplotou a s nadmořskou výškou. Čím větší je amplituda zvukových vln, tím je zvuk silnější. S rostoucí frekvencí zvukových vln se zvuk zvyšuje. Zvuky o vysoké frekvenci vnímáme jako zvuky vysoké, zvuky o nízké frekvenci jako hluboké [59].

Intenzita zvuku je výkon zvukového vlnění na obsah plochy, kterou vlnění prochází. Udává se ve W/m^2 , je přímo úměrná energii kmitání, které zvukové vlnění v daném bodě vzbuzuje. V oblasti největší citlivosti ucha je poměr největší a nejmenší intenzity zvuku 10^{12} . K vyjádření intenzity zvuku se používá relativní logaritmická stupnice s jednotkou decibel (dB) [32], [105].

Hlasitost zvuku odpovídá subjektivně vnímané intenzitě zvuku. Vyjadřuje, jak silně působí zvuk na normální sluch. Závisí na intenzitě zvuku a na citlivosti sluchu na zvuky různé frekvence. Jednotkou hlasitosti je 1 fon (Ph). Fonová stupnice je shodná s decibelovou stupnicí na frekvenci 1 Hz. Zvuky stejné intenzity mají pro různé kmitočty různou hlasitost. Na 100 Hz je tón o intenzitě 40 dB vnímán jako tón prahový, má hlasitost 0 fonů [32], [59], [105].

Výška zvuku je určena jeho frekvencí, tedy počtem kmitů za sekundu. Jednotkou frekvence je hertz (Hz) [105]. Při řeči je výška průměrného mužského hlasu okolo 120 Hz a ženského 250 Hz. Starší osoby postupně přestávají slyšet tóny nejvyšších frekvencí. Horní sluchová hranice může ve stáří poklesnout až na hodnoty okolo 5000 Hz (presbyakuze) [25], [97].

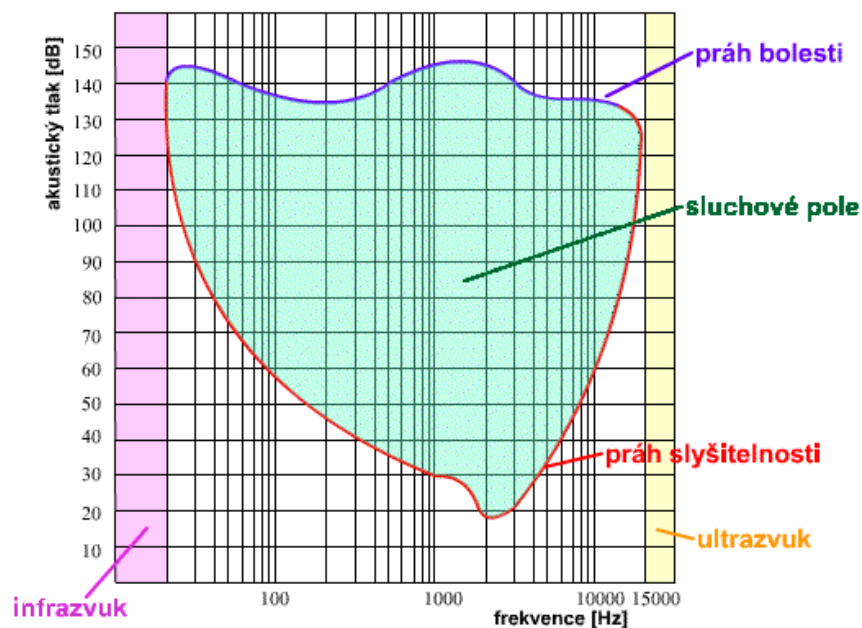
Oblast slyšitelnosti

Práh sluchu je nejmenší intenzita zvuku, které musí dosáhnout zvukový podnět, aby způsobil sluchový vjem. Největší citlivost ucha je při frekvencích přibližně od 700 Hz do 4000 Hz (mluvené slovo). Ucho je schopné rozlišit až 400 tisíc druhů zvuků. Hluboké tóny (do 500 Hz) a vysoké tóny (nad 5 kHz) zaslechneme až při mnohem větších intenzitách [43], [77], [105].

Při zvyšující se intenzitě zvuku roste hlasitost vjemu. Při dosažení určité intenzity začnou být drážděny i hmatové nervy, zvuk se stává nepříjemným. Prahová hodnota se nazývá **hmatový práh** (práh nepříjemného vjemu), u slyšících nastává při akustickém tlaku kolem 120 dB [43].

Práh bolesti je intenzita zvuku, při které již vznikne bolestivý podnět. Ve sluchovém orgánu jsou drážděna nervová zakončení pro vnímání bolesti při akustickém tlaku kolem 130 dB až 140 dB, tato hodnota již může poškodit Cortiho orgán [32], [43], [46].

Sluchové pole je rozsah zvuků, které vnímáme (obr. 3). Intenzitou je omezeno prahem sluchu a prahem bolesti, frekvenčně 16 Hz–20 kHz. Zvuky s nižší frekvencí než 16 Hz se označují jako infrazvuk, zvuky s frekvencí vyšší než 20 kHz ultrazvuk. Lidské ucho vnímá tóny od sluchového prahu, který je u normálně slyšícího člověka mezi hodnotami 0 dB až 10 dB, do prahu bolesti. U sluchových poruch je sluchový práh zvýšen, hodnoty přesahují 20 dB. Příjemná hlasitost zvuků je v rozmezí 40 dB–60 dB, nepříjemná nad 100 dB [32], [46], [57], [59].



Obrázek 3: Oblast slyšitelnosti [110]

Binaurální slyšení

Prostorové a směrové slyšení je způsobeno rozdílem v čase a intenzitě dopadajícího zvuku na pravé a levé ucho. Šikmo přicházející zvukové vlny dosáhnou jedno ucho o něco později než druhé, v odvráceném uchu je slyšet slabší zvuk. Zevní ucho zároveň pomáhá rozlišit, jestli zvuk přichází zepředu, zezadu, zdola nebo shora [46], [97].

Maskování

Maskování je pokles slyšitelnosti zvuku v přítomnosti jiných zvuků nebo šumů. Práh sluchu pro jeden tón značně stoupne, znějí-li současně další tóny. Přítomnost jednoho zvuku snižuje schopnost jedince slyšet jiné zvuky. Maskování je způsobeno absolutní nebo relativní refrakterností dříve podrážděných sluchových receptorů a nervových vláken vůči jiným podnětům. Příkladem může být špatná srozumitelnost hovoru v hlučném prostředí [25], [97].

2.3.2 Přenos zvuku

Boltec vytváří výrazný akustický stín pro zvuky přicházející zezadu a ovlivňuje směrové slyšení. Velikost zvukovodu má význam pro rezonanční vlastnosti a může ovlivnit středoušní impedanci [17].

Zvuk vzniká, když podélné vibrace molekul zevního prostředí narazí na membránu bubínku. Zvukové vlny vznikají záznamem těchto pohybů jako změn tlaku na bubínkovou membránu za jednotku času. Ucho mění zvukové vlny ze zevního prostředí na akční potenciály sluchových nervů. Bubínek a sluchové kůstky přeměňují vlny na pohyby stupátka třmínku, které vytvářejí vlny v tekutině vnitřního ucha. Působení vln na Cortiho orgán vyvolává akční potenciály v nervových vláčkách [25].

Sluchové kůstky přenášejí kmity bubínku na oválné okénko. Pohyby bubínku jsou předávány na manubrium mallei, z kladívka se vibrace přenáší na incus, z kovadlinky na caput stapedis (hlavici třmínku). Úlohou sluchových kůstek je přenos zvuku, pokud možno beze ztráty, z prostředí s nízkým vlnovým odporem (vzduch) do prostředí s vysokým vlnovým odporem (kapalina) [25], [97].

Sluchové kůstky působí jako pákový systém, který mění rezonanční vibrace bubínku na pohyby třmínku proti perilymfou naplněné scala vestibuli hlemýždě. Pohyby třmínku vyvolávají vibrace membrány oválného okénka, které způsobí posun objemu perilymfy a následně vyklenutí membrány okrouhlého okénka (fenestra

cochleae). Dochází ke střídavému kmitání Reissnerovy a bazilární membrány, které ohýbají vláskové buňky [25], [97].

Vzhledem k poměru plochy bubínku k ploše třmínku (1:17) a malého vlivu pákového uspořádání kůstek dochází téměř k bezztrátovému přenosu zvuku, jehož vlna si uchovává frekvenci, sníží se její amplituda a zvýší tlak [46]. Při hlasitých zvucích dojde k reflexnímu stahu středoušních svalů m. tensor tympani a m. stapedius, při kterém se sníží přenos zvuku. Tento jev se nazývá **tympanický reflex** [25]. Středoušní svaly udržují konstantní intenzity zvuku, chrání před hlasitým zvukem a redukují rušivé šelesty [97].

Přenos zvuku se může uskutečňovat i bez účasti převodního aparátu zevního a středního ucha. Sluchové vlny se přenáší lebečními kostmi. Akustické vibrace přes lebeční kosti rozehvívají pouzdro labyrintu, z kterého se vibrace přenáší na tekutiny vnitřního ucha. Ke kostnímu přenosu zvuku je potřeba větší zvuková energie [59], [98].

2.4 Patologie sluchového ústrojí

Sluch, druhý nejdůležitější smysl, je významnou součástí komunikačního procesu. Umožňuje nám dorozumívání mluvenou řečí. Kromě komunikace zprostředkovává informace o akustickém dění v okolí včetně lokalizace zvuků v prostoru. Jednostranná porucha sluchu neovlivňuje rozumění řeči a mluvený projev [57]. Správnost funkce sluchového ústrojí závisí na [46]:

- Celistvosti a poddajnosti převodního ústrojí včetně labyrintových okének.
- Stavbě Cortiho orgánu, složení a tlaku tekutin vnitřního ucha.
- Integritě a vodivosti n. VIII, příslušných drah a jader, kůry a kontrolně koordinačního systému.

Sluchovou poruchou je postiženo v průběhu života 5–8 % populace. Porucha sluchu vzniklá před vývojem řeči se označuje jako prelingvální. Pokud se projeví až po rozvoji řeči, hovoříme o poruše postlingvální [43].

Poruchy sluchu zahrnují snížení sluchu nebo úplnou ztrátu sluchu. Vznikají kdekoli v průběhu sluchové dráhy. Mohou být vyvolány poruchou vedení zvuku k percepčnímu systému, poruchou percepce a poruchou vedení impulzů ke korovým centrům [3], [79].

Podle doby vzniku se sluchové poruchy dělí na prenatální (poruchy vrozené), perinatální a postnatální (poruchy získané). Dle lokalizace poruchy ve sluchovém

analyzátoru se poruchy sluchu dělí na periferní a centrální. Centrální poruchy vznikají při poškození sluchové dráhy a sluchových center v mozku. Mohou být způsobeny úrazy, traumaty a nádory CNS [9], [59].

Periferní poruchy se rozdělují na poruchy [43], [59]:

- Převodní – porucha v mechanické části sluchové dráhy (zevní nebo střední ucho).
- Percepční (senzorieurální), které se dále rozdělují na kochleární (porucha vláskových buněk a tekutin vnitřního ucha) a retrokochleární (v oblasti sluchového nervu a sluchových jader).
- Kombinované – zahrnují složku převodní i percepční.

2.4.1 Vrozené vady sluchu

Vrozené vady sluchu jsou u lidí nejčastější smyslovou vadou. Sluchové poruchy mohou být jediným postižením novorozence nebo se vyskytují ve spojení s jinými vadami. Podle stupně rozsahu vrozeného postižení sluchu může být vada minimální až po úplnou hluchotu [9], [59].

Výskyt poruch sluchu u novorozence se pohybuje v rozmezí jedno dítě se sluchovou vadou na 900–2500 dětí bez sluchové vady. Každý rok se v České republice narodí kolem 90 dětí se závažným poškozením sluchu. Průměrný věk diagnózy sluchové poruchy u dětí se pohybuje kolem 2–3 let věku dítěte [76].

Mezi časté vrozené vady sluchu patří percepční vady kochleární. Dítě se také může narodit s normálním prahem sluchu, který se postupně zhoršuje. Čím dříve vada nastoupí, tím rychleji progreduje [77].

Screening sluchových vad je v České republice prováděn pouze u rizikových skupin novorozenců. Celoplošný screening je zaveden asi v polovině neonatologických zařízení [9], [101].

Vrozené vady sluchu mají řadu příčin [9], [37], [95], [111]:

- Genetické příčiny se odhadem podílejí z 60–80 %. Oba rodiče většinou nemají sluchovou vadu, ale jsou přenašeči mutovaného genu. Je známo asi 10 genů, jejichž mutace vedou ke ztrátě sluchu. Až u poloviny vad lze při genetickém vyšetření prokázat mutaci genu pro Connexin-26 (protein důležitý pro normální funkci ucha). Odhaduje se, že zdravých nosičů mutace tohoto genu jsou 3 % evropské populace.
- Poškození sluchového ústrojí v prvním trimestru gravidity důsledkem infekce, užitím vysoké koncentrace ototoxických látek, onemocnění matky.

- V perinatálním období (26. týden těhotenství až 4. týden po porodu) např. předčasný porod, nízká porodní hmotnost, hypoxie a hyperbilirubinémie plodu, porodní traumata, infekce.

Mezi vrozené vady se řadí i vady tvaru, postavení a velikosti boltců. Operační korekce odstátého boltce (otapostasis) se provádí dětem mezi 5–6 rokem věku [59].

2.4.2 Vady převodní

Bez převodního aparátu ve středním uchu by v důsledku velmi rozdílných odporů vzduchu a tekutiny vnitřního ucha nemohlo být přijato 98 % zvukové energie [98].

Převodní vady jsou lokalizované od zevního zvukovodu až k oválnému okénku. Ve většině případů nevedou k úplné hluchotě, důsledkem je pouze nedoslýchavost. Nejčastěji dochází ke ztrátě citlivosti pro hluboké tóny. Ztráta sluchu je rovnoměrná v celé frekvenční oblasti, k zeslabení vjemu zvuku dojde nejvýše o 60 dB až 70 dB, nejčastěji bývá ztráta sluchu do 40 dB. Při parézách středoušních svalů nebo lézích n. trigeminus a n. facialis může vzniknout zvýšená citlivost na zvuky [43], [58], [106].

Slyšení kostní cestou je neporušené, pacient slyší slaběji, proto sám hovoří tiše, svou mluvu přes kostní vedení ale slyší dobře [57].

Převodní vady sluchu se často kombinují, mohou mít řadu příčin [43], [46], [57]:

- Ucpání zevního zvukovodu – ušním mazem, cizím tělesem, zduřelou pokožkou při zánětu, výrůstky z kostěné stěny, nádorem.
- Deformity zevního či středního ucha.
- Zánět zevního zvukovodu (otitis externa), chronický zánět středního ucha (otitis media).
- Úrazy ucha – perforace blanky bubínku, přerušení řetězu středoušních kůstek.
- Přítomnost tekutiny ve středouší.
- Otokleróza – způsobuje znehybnění ploténky třmínku nárůstem kostní tkáně v oblasti oválného okénka.
- Cholesteatom – cysta, nejčastěji se nachází ve středním uchu.

Zvyšuje se počet případů poškození bubínku vlivem barotraumatů v důsledku tlakového rozdílu způsobeného rychlým výškovým výstupem či sestupem, při potápěním a v přítomnosti výbuchu. Bubínek se trhá při ponoření do hloubky nad 5 metrů [46].

Mezi převodní vady sluchu patří také vrozené poruchy vývoje zvukovodu (stenóza a atrézie), které se často vyskytují společně s poruchami postavení a tvaru boltců [59].

Převodní poruchy lze léčit kanalizací zvukovodu – odstraněním cizích těles, odvodem sekretu ze středouší. Pokud je vytvořena středoušní dutina a je funkční Eustachova trubice, je možná chirurgická rekonstrukce převodního systému středního ucha [9], [59]. U jednostranného postižení dětí se operace posunuje do pozdějšího věku (po pubertě) [77].

2.4.3 Vady percepční (senzorieurální)

Percepční vady vznikají kdekoliv v nervové části sluchové dráhy, jsou mnohem závažnější a čtenější než vady převodní. Jsou způsobeny patologickými změnami v hlemýždi nebo ve sluchovém nervu. Postižen je blanitý labyrint a vláskové buňky [43], [57], [106].

Pro kochleární postižení je typický rychlý nárůst nadprahové hlasitosti u postiženého ucha, která se na určité decibelové hladině vyrovná hlasitosti zdravého ucha. Nemocný slyší buď hodně hlasitě, nebo neslyší nic [111].

U retrokochleárních vad je častá patologická sluchová únava (velké zhoršení sluchu po zvukové zátěži). Časté je těžké postižení srozumitelnosti řeči. Vady bývají součástí syndromů nebo jsou následkem proběhlých meningitid a meningoencephalitid, často jsou asymetrické [77], [111].

Při krátkodobém zatížení dochází k adaptaci sluchového ústrojí, která se projevuje snížením vjemu hlasitosti a zvýšením sluchového prahu. Dlouhodobé zatížení vede k vyčerpání kyslíku, hromadí se kyselina mléčná v perilymfě, dochází k postupné únavě a intoxikaci. Percepční ztráta sluchu bývá větší a častější ve vyšších frekvencích [46].

Míra poškození sluchu je závislá na intenzitě a délce trvání podnětu. Percepční porucha sluchu může mít i přechodný charakter. Izolovaný silný zvuk nad 100 dB může poškodit vláskové buňky Cortiho orgánu více než kontinuální hluk [79].

Percepční poruchy může způsobovat [43], [59], [79], [98], [101]:

- Užívání ototoxických látek, které poškozují vnitřní ucho a n. VIII: antibiotika mycinové řady, alkohol, nikotin, drogy, chinin (matka v těhotenství pila nápoje s chininem), nesteroidní antirevmatika.
- Infekce matky v době těhotenství (cytomegalovir, zarděnky, toxoplasmóza).

- Nekompatibilita Rh faktoru v krvi matky a dítěte.
- Bakteriální a virové infekce: meningitida, borelióza, spalničky, příušnice.
- Chemické látky – oxid uhelnatý, rozpouštědla, rtuť, pesticidy, organofosfáty.
- Přidušení.
- Ischemické změny.
- Onemocnění CNS (cévní mozková příhoda, roztroušená skleróza, mozkový tumor).
- Úrazy hlavy s přetětím sluchového nervu.
- Poruchy cirkulace endolymfy a změny ve složení nitroušních tekutin, např. zvýšená permeabilita mezi prostory endolymfy a perilymfy může být zodpovědná za Menièreovu chorobu.
- Ztuhnutí bazilární membrány, kdy dochází k narušení mikromechaniky a k rozvoji stařecké nedoslýchavosti (presbyakuze).

Při náhle vzniklé percepční nedoslýchavosti, která bývá často způsobena poruchou cévního zásobení, akutraumatem nebo infekcí, je důležité co nejdříve zahájit medikamentózní léčbu [57]. K vyléčení pacientů dochází v 60–80 % případů, 20–30 % pacientů se zlepší, 10–25 % pacientů nereaguje na včasnou léčbu [77].

Ušní šelesty

Ušní šelesty (tinnitus aurium) jsou sluchové vjemy, které nejsou vyvolány zevními zvukovými podněty. Vznikají ve zvukovém orgánu nebo v jeho okolí. Pacienti udávají hučení, pískání, šumění, popř. praskání v uších, které negativně ovlivňují soustředění a psychický stav pacientů [59]. Odhaduje se, že ušními šelesty trpí 15–17 % světové populace, ve věku nad 65 let až polovina osob. Nejsou ale typickou známkou presbyakuze [41].

Objektivní příčinou může být změna proudění krve v blízkosti vnitřního ucha (arteriální stenózy, aneuryzmata). Tinnitus může být prvním příznakem nádoru mostomozečkového koutu (vestibulární schwannom). Příčinu se ale často nepodaří stanovit. Ušní šelesty se vysvětlují poškozením vláskových buněk a neadekvátním drážděním neuronů sluchové dráhy a kůry [79], [98].

Léčba chronického stavu je velmi obtížná. Do komplexní rehabilitační léčby chronického tinnitu je možné zařadit léčbu neinvazivním laserem. Aplikuje se směrem do zevního zvukovodu souběžně s jeho osou a retromastoidálně (paprsek je veden směrem ke kontralaterální orbitě) [35].

2.5 Vyšetření sluchu

K vyšetření sluchu se používají subjektivní metody, u kterých jsou výsledky závislé na spolupráci pacienta, a objektivní metody, jejichž výstup nelze ovlivnit. V anamnéze se zjišťuje délka trvání a nástup obtíží, vyvolávající příčiny, přidružené příznaky, např. pocit zalehnutí ucha, tlak, bolest, přecitlivělost na hluk, ušní šelest, závratě, porucha rozumění řeči. Otoskopické vyšetření diagnostikuje patologické změny v oblasti zevního zvukovodu, bubínku a středouší [9].

2.5.1 Subjektivní metody vyšetření sluchu

Mezi subjektivní metody, které se používají k vyšetření sluchu, se řadí [9], [17]:

- Vyšetření sluchu řečí – orientační vyšetření, provádí ho praktický lékař. Porozumění hlasité řeči a šepotu ze vzdálenosti přibližně čtyř metrů. Nevyšetřované ucho se manuálně ohluší, nutné je vyloučit možnost odezírání.
- Ladičkové zkoušky.
- Slovní (řečová) audiometrie – test tvořený soustavou foneticky vyvážených slov. Vyšetření probíhá ve zvukotěsné kabině, vyhodnocuje se počet slov, které pacient správně zopakuje. Intenzita, při které pacient rozumí alespoň 50 % slov, se nazývá práh srozumitelnosti.
- Tónová audiometrie – hodnotí sluchový orgán jako celek. Pomocí audiometru se ve zvukotěsné kabině vyšetřuje vzdušné a kostní vedení. Nehodnotí se porozumění řeči.

Preventivní vyšetření sluchu by měl dětský lékař provádět ve 3 měsících, v období mezi 9. a 12. měsícem věku, ve 3 letech a před zahájením školní docházky. Vyšetření sluchu je dále vhodné při opožděném vývoji řeči, po opakovaných zánětech středního ucha, onemocnění meningitidou, aplikaci ototoxických léků, po úrazech a operacích hlavy [41].

Audiometr

Audiometr (obr. 4) je elektrický generátor čistých tónů. Při vyšetření se nastavuje kmitočet tónů a akustický tlak. Přístroj produkuje čisté tóny na frekvencích 125 Hz až 8000 Hz. V případě zaslechnutí tónu, stiskne pacient tlačítko [43], [101].

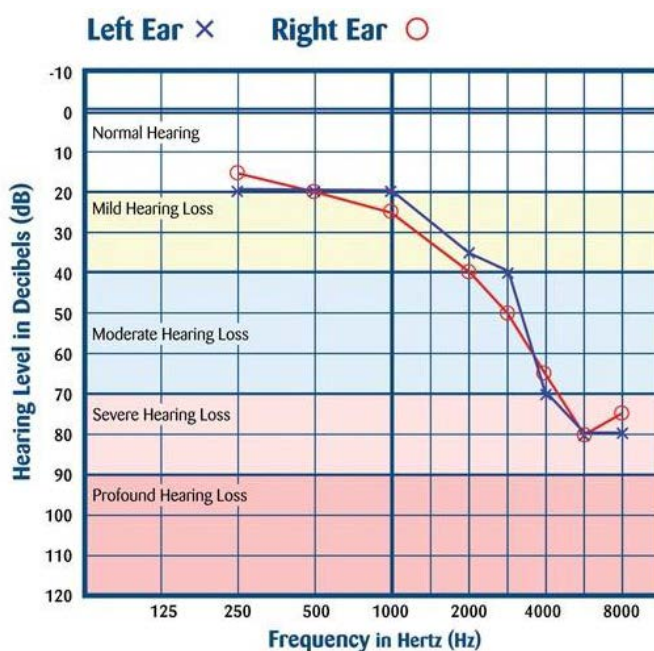
Vyšetřuje se vzdušné vedení přiváděné sluchátkem a kostní vedení přiváděné kostním vibrátorem přiloženým na processus mastoideus. Kostní vedení sleduje sluchovou funkci vnitřního ucha. Rozdíl mezi vzdušným a kostním vedením určuje převodní sluchovou

ztrátu, jejíž zdroj se může nacházet ve středním nebo zevním uchu. Maximální rozdíl mezi vzdušným a kostním vedením může dosáhnout 50 dB [9], [93], [101].



Obrázek 4: Screeningový audiometr [5]

Každé ucho se vyšetřuje samostatně. Výsledek se zanáší do grafického záznamu sluchového prahu pro vzdušné a kostní vedení – audiogramu (obr. 5). Na svislé ose jsou prahové intenzity zkoumaného tónu, na ose vodorovné jednotlivé frekvence. Audiogram se využívá k nastavení správné funkce sluchadel [9], [59].



Obrázek 5: Audiogram [38]

Vyhodnocení audiogramu [9], [59]:

- U normálního sluchu vzdušné i kostní vedení v žádné frekvenci nemá proti průměrnému prahu sluchu ztráty větší než 15 dB.
- U převodní nedoslýchavosti je práh vzdušného vedení na některé z měřených frekvencí vyšší než 20 dB–25 dB. Kostní vedení se pohybuje v normálních hodnotách.
- U percepční nedoslýchavosti je podobná ztráta kostního i vzdušného vedení.
- U kombinované nedoslýchavosti dochází k poklesu kostního i vzdušného vedení. Rozdíl mezi nimi se označuje jako kochleární rezerva.

2.5.2 Objektivní metody vyšetření sluchu

Objektivní metody nejsou ovlivněny chybnou odpovědí pacienta. Používají se také v případech, když pacient při vyšetření nespolupracuje. Mezi tyto metody se řadí [9], [41], [46], [59], [101]:

- Tympanometrie – měří poddajnost bubínku při změně tlaku v zevním zvukovodu a akustické vlastnosti bubínku. Pomocí odrazu zvuku informuje o poměrech ve středouší za neporušeným bubínkem.
- Vyšetření stapediálních reflexů – pomocí tympanometru zachycuje reflexní odpověď třmínkového svalu (musculus stapedius – nejmenší sval v těle) na zvukový podnět okolo 80 dB.
- Vyšetření otoakustických emisí – pomocí citlivého mikrofону se vyšetřuje funkce zevních vláskových buněk vnitřního ucha, které ovlivňují kmity bazilární membrány v hlemýždi. Kmity vláskových buněk jsou emitovány zpětně uchem ven, zachyceny a analyzovány.
- BERA (Brainstem Evoked Responses Audiometry) – vyšetření sluchových evokovaných potenciálů je realizováno snímáním elektrických potenciálů mozkového kmene při odpovědi na zvukový podnět. Výsledné křivky jsou typické pro jednotlivé poruchy sluchu. Vyšetření se provádí ve spánku, u malých dětí lze využít přirozený spánek.
- SSEP (Steady State Evoked Potentials) – vyšetření ustálených evokovaných potenciálů ve frekvenčním rozsahu 250 Hz–8000 Hz a na hladinách slyšení od 10 dB do 125 dB. Z odpovědí zaznamenaných do grafu lze odvodit audiogram prahového slyšení.

- NN-ABR (Notched-Noise Auditory Brainstem Response) – vyšetření vychází z měření EEG aktivity sluchových drah.
- Zobrazovací metody (CT, MRI) – umožňují zhodnotit anatomické poměry, patologie středouší, traumata lební baze, přítomnost tumorů.

Metoda vyšetření **otoakustických emisí** je využívána při screeningu sluchových vad u novorozenců. Otoakustické emise jsou spontánní nebo evokované, pohlcuje je porucha v převodním systému ucha. Přítomny jsou téměř u 80 % novorozenců [46].

Vyšetření trvá do 5 minut, novorozence nezatěžuje. V přítomnosti hluku může být vyšetření neprůkazné, hluk může překrýt hledané emise nebo může být za emise zaměněn. Při negativním výsledku se musí vyšetření v časovém odstupu opakovat [76].

U předčasně narozených dětí mohou být vyšetření BERA nebo SSEP ovlivněna abnormální elektrickou aktivitou mozku a postupným dozráváním CNS [41].

2.6 Terapie a korekce sluchových vad

Sluchové postižení má významné zdravotní, sociální a ekonomické dopady. Většina poruch sluchu se dá léčit, zlepšení sluchu ale není možné vždy. Sluchová vada je na rozdíl od sluchové poruchy stav trvalý, bez sklonu ke zlepšení [77], [101].

Preventivní vyšetření sluchu má význam pro včasné odhalení sluchového postižení. Možnosti léčby sluchových poruch závisejí na místě postižení sluchové dráhy, původu postižení, délce a intenzitě příčin. Dlouhodobá nedoslýchavost lze korigovat používáním sluchadel [77].

Sluchadlo je miniaturní elektronický zesilovač zvuků. V hlemýždi musí být dostatečné množství vláskových buněk, které postačují k přenosu zvuku. V elektrické signály je zvuk přeměňován prostřednictvím chemických synapsí na vláskových buňkách [131].

Podle typu zesilovače se rozlišují sluchadla analogová a digitální. Zvuky se v mikrofónu sluchadla mění na elektrický proud, který je zesílen, upraven podle individuální sluchové vady a přiveden do sluchátka. Zde se opět mění na zvukové vlny, které dopadají na ušní bubínek [32], [101].

Převodní nedoslýchavost lze ovlivnit tympanoplastikou, při které se přemostňují defekty v převodním systému a nahrazují se poškozené kůstky středního ucha titanovými protézami. Pokud je sluchový nerv neporušený, je možné sluchové vady řešit kochleární implantací [101].

Souhrnně jsou možnosti léčby jednotlivých skupin sluchových postižení uvedeny v tabulce 1 převzaté od Mrázkové [77].

Tabulka 1: Možnosti léčby jednotlivých typů nedoslýchavosti [77]

Typ nedoslýchavosti	Místo léze	Léčba
Převodní	Zevní zvukovod, středouší	Rekanalizace zvukovodu medikamentózní, instrumentální; operační obnovení funkce středouší; sluchadlo
Percepční periferní kochleární	Vláskové buňky Cortiho orgánu	Antihistaminika, kortikoidy, hyperbarická oxygenoterapie, vazoprotektivní látky, vitaminy; sluchadlo, kochleární implantát
Percepční periferní retrokochleární	Sluchově rovnovážný nerv	Konzervativní (při zánětech, toxických lézích); chirurgická léčba (tumory)
Percepční centrální	Sluchová dráha od vstupu do mozkového kmene	Neurologická nebo neurochirurgická intervence
Smíšená	Kombinace výše uvedených typů	Dle vyvolávajících příčin

2.6.1 Sluchová protetika

Ke korekci sluchového postižení pomocí sluchadla je indikován každý pacient, kterému sluchová vada způsobuje komunikační obtíže. Moderní digitální sluchadla umožňují osobám s malými až středními poruchami sluchu prakticky normální slyšení [37], [111].

Digitalizace a nové sluchadlové technologie značně zvýšily úspěšnost sluchadlové protetiky. Digitální zpracování řečového signálu umožňuje přizpůsobení sluchadla v několika frekvenčních pásmech. Lze měnit dobu náběhu, redukovat šum, zdůraznit řeč nebo volit mezi několika poslechovými režimy [32].

Některá sluchadla jsou schopna bezdrátově komunikovat s jinými zařízeními, např. mobilními telefony nebo televizí. Všechny funkce zajišťuje řídicí čip, který výkonově a rychlostně odpovídá procesoru osobního počítače [17].

Převodní vady eliminuje zesílení signálu. Silná sluchadla umožňují dobře kompenzovat i oboustranné sluchové ztráty přesahující 70 dB. Vzhledem k digitalizaci se zmenšila velikost sluchadel a zlepšilo se přizpůsobení sluchadel vadě pacienta [111].

Vyrábí se řada typů sluchadel (obr. 6) [32], [37], [41], [111]:

- Závěsná sluchadla mají všechny části v pouzdře zavěšeném za uchem. Z něho vede do zvukovodu individuálně zhotovená ušní koncovka. Nejčastěji užívané typy dokáží pokrýt velký rozsah korigovatelných vad.
- Nitroušní sluchadla jsou dle umístění kanálová, zvukovodová a boltcová. Vyžadují náročnější péči, nejsou vhodná pro seniory a děti.
- Kapesní sluchadla mají ušní koncovku na kabelu mimo krabičku, ve které je uložen mikrofon a zesilovač. Bývala přidělována dětem do dvou let, nyní je jejich používání minimální.
- Brýlová sluchadla na kostní vedení používají pacienti, kteří mají poškozený převodní systém nebo netolerují sluchadlo v uchu.
- Implantovaná sluchadla na kostní vedení.

Sluchadla se zhotovují individuálně pro každého pacienta (otisk, naprogramování dle sluchového prahu). Převažují sluchadla na vzdušné vedení. Oboustranné sluchové vady je vhodné korigovat dvěma sluchadly (binaurální korekce), které umožňují směrové slyšení a eliminují akustický stín hlavy [37].



Obrázek 6: Sluchadla [80]

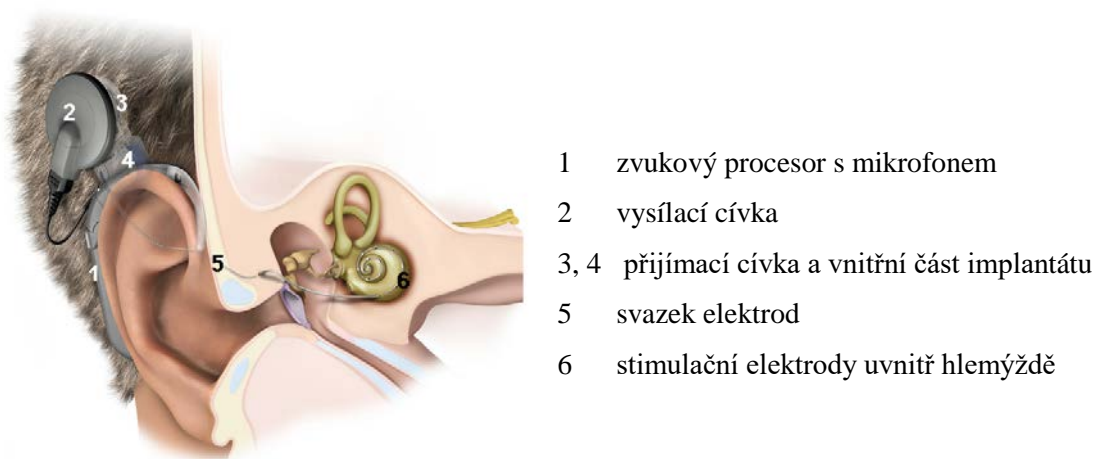
2.6.2 Kochleární implantáty

Těžké percepční kochleární sluchové vady lze řešit kochleární implantací, která překoná operačně místo léze. Jsou stimulovány neurony ve sluchovém nervu, který zachycuje elektrické impulzy a přenáší je do vyšších center sluchové dráhy, kde jsou

vnímány jako zvuky. U dětských pacientů se může příslušná oblast v mozkové kůře normálně vyvíjet [37], [77], [131].

Kochleární implantát (obr. 7) se skládá ze dvou základních složek. Vnější část implantátu tvoří mikrofon, zvukový procesor a vysílací cívka umístěná za uchem. Dobrý mikrofon reaguje na široké frekvenční pásmo. Může minimalizovat reakce na nízkofrekvenční vibrace vznikající pohybem hlavy a chůzí. Směrový mikrofon zlepšuje porozumění řeči v hlučném prostředí [131].

Vnitřní část kochleárního implantátu obsahuje přijímač, který je voperovaný do processus mastoideus spánkové kosti, a svazek 22 elektrod implantovaných do různých částí hlemýždě. Informace jsou přenášeny elektromagnetickou indukcí od vysílací cívky přes kůži. Prostřednictvím elektrod je nepatrným elektrickým proudem drážděna vždy malá oblast hlemýždě. V závislosti na místě umístění elektrody vzniká vjem nízkého (v nejvzdálenější části hlemýždě) nebo vysokého (ve vstupní části hlemýždě) tónu [41], [107], [131].



Obrázek 7: Kochleární implantát [6]

Po operaci následuje hledání vhodného nastavení řečového procesoru. Zvuky vznikající při elektrickém dráždění sluchového nervu nejsou vůbec podobné zvukům způsobeným normální stimulací funkčního hlemýždě [131].

Na kochleární implantaci vždy navazuje dlouhá a mnohdy i velmi obtížná rehabilitace, která je různá u dětí prelingválně a postlingválně ohluchlých a u dospělých. Pacienti se učí slyšet, rozpoznávat jednotlivé zvuky a přiřazovat jim správný význam. Po operaci je nutná dlouhodobá spolupráce s logopedy [32], [131].

Přínosy kochleární implantace jsou velmi individuální a ovlivňuje je řada faktorů, především doba vzniku a délka trvání hluchoty. Výsledky rehabilitace závisejí na technologii implantátu, vývoji sluchové dráhy, předoperační schopnosti komunikace, rodinném a školním prostředí a na nadání dítěte pro řeč. Děti s vyšší inteligencí se snadno učí, získané zkušenosti lépe aplikují a jsou schopny kompenzovat i případná omezení implantátu [131].

Kochleární implantát je kompenzační pomůcka, která je vhodná jen pro určitou skupinu pacientů. S jeho provozem a servisem jsou spojené poměrně vysoké finanční náklady [117].

Implantace není zárukou, že pacient bude dobře slyšet, rozumět řeči a naučí se mluvit. Schopnost rozvoje řeči končí u dětí v pátém roce, zůstává pouze schopnost vnímat zvuky [32], [107].

Dospělí ohluchlí pacienti jsou schopni popsat sluchové vjemy a spolupracovat na nastavení přístroje. Sluchový vjem je po implantaci zpočátku nepřirozený, doprovázený ozvěnou. Řeč je robotická, zpřetrhaná. Po dlouhodobé rehabilitaci se zlepší porozumění řeči a řeč operovaných je lépe srozumitelná. Někteří pacienti ale vnímají pouze změny intenzity zvuku a implantát jim pomáhá pouze při odezírání [117].

Při hodnocení dětí s kochleárním implantátem, které byly operovány před třemi roky a dříve, je 65 % dětí schopno rozumět běžné konverzaci bez odezírání. Část z těchto dětí je schopná i telefonovat [41].

V České republice se jednostranné implantace provádí u pacientů prelingválně i postlingválně ohluchlých od roku 1993 ve Fakultní nemocnici v Motole. Do poloviny roku 2014 byl kochleární implantát poskytnut 535 dětem, každý rok je operováno asi 36 dětí [41].

2.6.3 Zásady korekce sluchových vad

U dětí se s ohledem na vývoj řeči provádí korekce co nejdříve po diagnostikování sluchové vady. Screening sluchu by měl být na novorozeneckých odděleních rutinní záležitostí [32].

Při potvrzení vady by nejpozději do tří měsíců věku měly být děti vybaveny binaurálními sluchadly. Pokud nedojde k očekávanému přínosu, uvažuje se o možnosti kochleární implantace. Ideální věk dítěte pro provedení tohoto operačního zákroku je 12–18 měsíců. Následuje hledání vhodného nastavení řečového procesoru. Při

poškození sluchu u dětí, které již umí číst a psát, je ve většině případů úspěšná rehabilitace pomocí binaurálního sluchadla [32], [131].

U dospělých se korekce sluchu provádí při potížích s porozuměním řeči (televize, rozhlas, hlučné prostředí) od prahu sluchu 40 dB a více [32].

Z ekonomických důvodů používá velká část nedoslýchavých v České republice i při oboustranném postižení jedno sluchadlo, na které přispívají zdravotní pojišťovny. Ceny sluchadel se pohybují až do 40 tisíc Kč [37].

2.7 Sluchová postižení podle závažnosti a doby vzniku

Sluch je zdrojem informací, největší význam má při dorozumívání, jeho základní funkcí je slyšet řeč. Do ucha vzdálenějšího od zdroje přichází zvuk později o (0,1–0,2) ms a zároveň slabší, což umožňuje rozpoznat směr, odkud přichází. Osoba s jednostrannou hluchotou nebo těžkou nedoslýchavostí špatně určuje směr, odkud se zvuk šíří [77].

Nedoslýchavost patří k nejčastějším onemocněním. Sluchové poruchy kvantitativní se projevují snížením sluchové ostrosti. U kvalitativních sluchových poruch dochází ke změně kvality sluchového vjemu [77].

Klasifikace stupně postižení sluchu (úroveň nedoslýchavosti) se dle různých autorů mírně liší. V tabulce 2 je uvedena klasifikace ze zprávy Světové zdravotnické organizace publikované v roce 1991 [128]. Na toto rozdělení odkazuje Skřivan [101] a řada dalších autorů.

Tabulka 2: Stupně sluchového postižení [128]

Stupeň postižení	Ztráta sluchu [dB]	Popis postižení sluchu
0 žádná porucha	do 25	Žádné nebo velmi lehké problémy; slyší šepot
1 lehká porucha	26–40	Slyší slova pronášená o běžné intenzitě ve vzdálenosti 1 m od ucha; slyší konverzaci normální úrovně hlasitosti
2 středně těžká porucha	41–60	Slyší slova pronášená zvýšeným hlasem ve vzdálenosti 1 m od ucha
3 těžká porucha	61–80	Slyší některá slova pronášená silným hlasem těsně u ucha
4 velmi těžká porucha až hluchota	81 a vyšší	Neslyší a nerozumí ani slovům pronášeným velmi silným hlasem těsně u ucha

Ztráta sluchu je ve zprávě hodnocena pomocí tónové audiometrie na frekvencích 500 Hz, 1000 Hz a 2000 Hz na lépe slyšícím uchu. Zkušenosti se zhoršením sluchu mohou lidé mít již při ztrátě sluchu v rozmezí 15 dB–20 dB, dokonce i když druhé ucho je v pořádku [128].

Přesná statistická data o počtu neslyšících v populaci se liší v závislosti na použité definici a kritériích pro hodnocení ztráty sluchu. V České republice se sluchové postižení týká asi 5 % obyvatelstva (0,5 milionu osob), většinu tvoří starší jedinci s presbyakuzí. Asi 15 tisíc sluchově postižených se s vadou sluchu narodilo nebo jejich vada vznikla v dětství, z toho necelých 8 tisíc má praktickou nebo úplnou hluchotu (> 70 dB) [111]. Dle Cechnerové se nedoslýchavost vyskytuje u 10 % dospělé populace, ve věku nad 75 let až u 40 % populace [9].

V českém jazyce není terminologicky správné pro všechny osoby se sluchovým postižením užívat termín "neslyšící". Vzhledem k tomu, že zcela neslyšících je mezi sluchově postiženými málo, je tendence zahrnovat mezi neslyšící i osoby s menší ztrátou sluchu; např. v organizacích sdružujících neslyšící sportovce [42].

Označení sluchové postižení zahrnuje velmi heterogenní skupinu osob, která se dělí především podle stupně a typu sluchového postižení. Termín zahrnuje základní kategorie osob – nedoslýchavé, ohluchlé, neslyšící. Každá z těchto kategorií je ovlivněna dalšími činiteli, například věkem, kdy k postižení došlo; mentální dispozicí jedince; přidruženými postiženími a péčí, která mu byla věnována [41].

Zejména u dětí je velmi důležité pochopení definice nedoslýchavosti, prelingvální hluchoty a ohluchnutí, aby byly zařazeny do vhodného rehabilitačního a vzdělávacího programu [42].

Péče o rozvoj jazykových schopností dětí se sluchovým postižením je dlouhodobá. Opožděný vývoj řeči se vlivem stimulace může průběžně kompenzovat [17].

Výchovou, vzděláváním a rozvojem osob se sluchovým postižením se zabývá speciální pedagogická disciplína, surdopedie. Ve spolupráci s medicínskými, pedagogickými, psychologickými, sociálními a technickými obory se snaží pomoci sluchově postiženým získat přiměřené řečové, komunikační a sociální dovednosti [41].

2.7.1 Nedoslýchaví

Nedoslýchavost je symptomem oslabení sluchu. Nedoslýchaví lidé rozumějí v tiché místnosti a se sluchadlem mluvené řeči i bez odezírání. V závislosti na velikosti ztráty sluchu klesá zvolna srozumitelnost mluvy neslyšících [42].

Za nedoslýchavost považujeme stav, při kterém je práh sluchu ve frekvenčním rozsahu 125 Hz–8000 Hz alespoň na dvou frekvencích horší než 20 dB. Ve skupině pacientů do 20 let věku se nedoslýchavost objevuje v 0,5 % případů [93].

K výraznému nárůstu nedoslýchavých dochází přirozeným důsledkem stárnutí. Příčinou může být odumírání vláskových buněk a zhoršené prokrvení sluchového orgánu. Ve věkové kategorii 65–74 let nedoslýchá 33 % populace, ve věku 75–84 let 45 % populace, od 85 let nedoslýchá 92 % populace [41], [42], [93].

Oboustranné postižení má až 80 % nedoslýchavých. U menších ztrát sluchu mají na shodném sluchovém prahu větší problémy s porozuměním řeči pacienti s převodní poruchou, protože mají oslabeny tiché i hlasité zvuky. Pacienti s percepční poruchou slyší nadprahové zvuky dobře [9], [111].

U žen se sluch většinou zhoršuje pomaleji než u mužů stejné věkové kategorie. Nedoslýchavost často doprovází ušní šelesty, které pacienty často obtěžují více než nedoslýchavost [77].

2.7.2 Ohluchlí

K ohluchnutí osob došlo až po alespoň částečném rozvoji mluvené řeči, což může být ve 2 až 4 letech života nebo později. Při komunikaci se slyšícími mají ohluchlí menší problémy. Ke komunikaci využívají většinou odezírání, mluvenou nebo psanou řeč. I při silné tendenci k rozpadu mluvy si mohou ohluchlí s pomocí logopeda a slyšícího okolí udržet srozumitelnou a přirozeně znějící mluvu [42].

Ohluchlé a nedoslýchavé děti by měly být co nejdříve vybaveny moderními, dobře přizpůsobenými sluchadly, aby se u nich mohla rozvíjet mluvená řeč a mohly navštěvovat školy pro slyšící. Problémem nedoslýchavých dětí je ne vždy úplné zařazení mezi slyšící. Pokud se nenaučí znakový jazyk, odmítá je i společenství neslyšících [42].

V České republice ohluchne ročně přibližně 30 dospělých. Nejčastější příčinou je degenerace smyslových vláskových buněk v hlemýždi. Dojde-li k ohluchnutí ve vyšším věku, nesou postižení ztrátu sluchu velmi těžce. Je pro ně velmi obtížné naučit se

odezírat a používat znakový jazyk. Velkou výhodou je používání moderních technologií, které usnadňují písemnou komunikaci [42], [131].

Pokud je to vhodné, provádí se u ohluchlých kochleární implantace. Pacienti po úspěšné následné rehabilitaci sluchu, jsou integrováni mezi slyšící většinu. Nejsou odkázáni na používání znakové řeči a nepovažují se za neslyšící [111].

2.7.3 Prelingválně neslyšící

Prelingválně neslyšící se narodili plně neslyšící nebo ztratili sluch před rozvojem řeči nebo mají jen nevyužitelné zbytky sluchových vjemů. Z každých 100 sluchově postižených dětí je asi 4 až 6 prelingválně zcela neslyšících [42].

Řeč se u dítěte vyvíjí napodobováním a opakováním slov, která slyší. Plasticita řečových center pro rozvoj řeči rychle ubývá po 4. roce věku dítěte. Pokud je u prelingválně neslyšících dětí indikována kochleární implantace, měla by být provedena co nejdříve, aby nedošlo k atrofii sluchového centra v mozku a narušení vývoje řeči [42], [101], [111].

S těžkou sluchovou vadou může být spojené organické poškození CNS, které se projevuje narušením koordinace a přesnosti pohybů. Potíže dětí v oblasti jemné motoriky mají vliv na motoriku mluvidel, podílejí se na potížích ve vývoji řeči [41].

Porucha řeči je u dětí tím větší, čím je větší sluchové postižení. Neslyšící dítě zůstává ve většině případů němé, jako hlavní prostředek komunikace používá znakovou řeč [77], [111].

Dle statistických údajů se minimálně 90 % neslyšících dětí narodí slyšícím rodičům. Je velmi důležité zařadit dítě a jeho rodinu co nejdříve do rehabilitačního programu založeného na využití znakového jazyka. Zvládnutí jazyka je potřebné k rozvoji kognitivních dovedností. Pokud se znakovou řeč naučí co nejširší okolí neslyšícího dítěte, může se rodina změnit ve dvojjazyčné prostředí. Mluvenou řeč by se neslyšící dítě mělo učit až jako druhý jazyk. Řeč neslyšících zní nepřírozeně, nemá dostatek slov a pojmů [42].

Programy pro neslyšící děti rozvíjejí také schopnosti dítěte odezírat. V bilingválním jazykovém vzdělávání jsou mluvený a znakový jazyk považovány za rovnocenné. Vzdělávací předměty jsou vyučovány ve znakovém jazyce, zdůrazňuje se však práce s textem v psaném národním jazyce [41].

Pro prelingválně neslyšící děti neslyšících rodičů je znakový jazyk přirozeným prvkem komunikace, čeština pro ně představuje cizí jazyk. Pro tyto děti je značný problém naučit se číst a čtenému textu porozumět [41], [42].

2.8 Komunita neslyšících v České republice

Mnoho prelingválně neslyšících nepovažuje hluchotu za zdravotní postižení. Jejich výhodou je, že nepostrádají zvuk, protože ho nepoznali. Podobně jako jiné jazykové skupiny mají tendenci k vzájemné soudržnosti [42].

První organizace sluchově postižených, Federace rodičů a přátel sluchově postižených, vznikla v roce 1990. Stala se jedním ze zakládajících členů Evropské federace organizací rodičů sluchově postižených. Ve stejném roce byla založena Česká unie neslyšících sdružující všechny, kteří se zajímají o problematiku a specifickou kulturu neslyšících [42].

Sluchově postižení vydávají vlastní časopisy (Gong, Info-Zpravodaj), pořádají přednášky, divadelní představení, vzájemně si pomáhají s uplatněním na trhu práce. Na internetu je řada webových stránek pro neslyšící a nedoslýchavé. Mohou zde získávat informace o státní sociální podpoře, možnostech integrace dětí se sluchovým postižením, kurzech znakového jazyka, dění ve společenství a o pořádaných akcích:

- Česká unie neslyšících: www.cun.cz
- Asociace organizací neslyšících, nedoslýchavých a jejich přátel: www.asnep.cz
- Centrum pro dětský sluch Tamtam, o.p.s.: www.frpsp.cz
- Informační centrum rodičů a přátel sluchově postižených, o.s. (dříve Federace rodičů a přátel sluchově postižených, o.s.): www.frpsp.cz
- Informační portál o světě neslyšících: www.ruce.cz
- Gong – časopis sluchově postižených: www.gong.cz
- Občanské sdružení Neslyšící CZ: www.neslysici.cz
- Tichý svět, o.p.s.: www.tichysvet.cz
- Občanské sdružení ORBI PONTES: www.orbipontes.cz
- České centrum znakového jazyka, o.s.: www.pevnost.com
- Český znakový jazyk: www.ticho.cz
- Česká komora tlumočnicků znakového jazyka, z.s.: www.cktzj.com
- Sdružení uživatelů kochleárního implantátu: www.suki.cz

Středisko rané péče Tamtam poskytuje terénní péči přímo v rodinách s dětmi se sluchovým postižením. Pracovníci pomáhají s výběrem vhodných rehabilitačních a kompenzačních pomůcek, hraček, s integrací dítěte v rámci širší rodiny, s kontaktem na odborná pracoviště. Pořádá kurzy znakového jazyka a vzdělávací akce [41]. Občanské sdružení ORBI PONTES pořádá od roku 2012 celorepublikový projekt Týden komunikace osob se sluchovým postižením.

2.8.1 Minorita Neslyšících

Mezi sluchově postiženými uživateli znakového jazyka celosvětově sílí požadavek, aby je většinová společnost nezařazovala jen podle zdravotního znevýhodnění mezi postižené. Současné technické možnosti (kochleární implantáty, sluchadla) umožňují sluchově postiženým naučit se mluvený jazyk a integrovat se do většinové společnosti. Neslyšící však chtějí být přijímáni jako skupina s odlišným jazykem a kulturou, označují sebe jako "Neslyšící" s velkým N. Jazykovou a kulturní menšinu z nich dělá používání znakového jazyka, podobné osudy a problémy [42], [111].

Komunita Neslyšících se negativně staví ke kochleární implantaci neslyšících dětí. Zastává názor, že hluchota není život ohrožující postižení. Členové komunity upozorňují na zdravotní rizika implantace a omezení v běžném životě. Integrovaní dětí po implantaci do společnosti slyšících považují za nerespektování kultury Neslyšících. Chtějí, aby se děti s kochleárním implantátem učily znakový jazyk, protože i po operaci zůstávají neslyšící [41].

Členy společenství Neslyšících jsou i nedoslýchaví uživatelé znakového jazyka. Pohybují se ve světě slyšících, stávají se často organizátory skupin Neslyšících. Mezi Neslyšící se často řadí i slyšící děti neslyšících rodičů, kteří si od narození osvojují znakový jazyk přirozeným způsobem. Členové společenství patří mezi nejvíce soudržné menšiny. Spojuje je snadná vzájemná komunikace, specifické způsoby tělesných kontaktů, styl humoru, podobné životní zkušenosti a velmi obtížná každodenní komunikace s okolím [41], [42].

Silná společenství neslyšících jsou ve Skandinávii a Spojených státech amerických. Neslyšící pořádají na mezinárodní úrovni divadelní festivaly a konference DeafWay (v roce 2002 se ve Washingtonu sešlo devět tisíc neslyšících ze 100 zemí). Mezi největší setkání patří Deaflympiády, kterých se úspěšně účastní i členové Českého svazu neslyšících sportovců. Svaz zastřešuje neslyšící sportovce již od roku 1934. Na

sportovních soutěžích mohou startovat sportovci s lékařsky ověřenou ztrátou sluchu minimálně 55 dB na lepším uchu. Při soutěžích je zakázáno nosit sluchadla a kochleární implantáty [41], [42].

2.8.2 Znakový jazyk

Znakové jazyky jsou přirozené jazyky strukturně srovnatelné s příslušnými jazyky mluvenými. Jedná se o plnohodnotný komunikační systém s vlastním lexikem a vlastní gramatikou, které nejsou odvozeny z mluveného jazyka [41], [70].

Znakové jazyky jsou jazyky nevokální, vnímané zrakem, založené na tvarech, pozicích a pohybu. Vizually-motorické znakové jazyky jsou jazyky menšinové. Jejich výrazové prostředky jsou blízké prostředkům užívaným v neverbální komunikaci. Znakový jazyk se odlišuje od ostatních jazyků simultánností (produkce a recepce znakového jazyka) a jeho existencí v trojdimenzionálním prostoru [69].

Ve znakových jazycích existují dvojí nosiče významu. Některé významy jsou nesené tvary, pohyby a pozicemi rukou (nosiče manuální), jiné jsou nesené mimikou, pohyby a pozicemi hlavy a horní části trupu (nosiče nemanuální). Oba typy nosičů mohou být produkovány a vnímány současně [69].

Jazykovědci začali ve světě studovat znakové jazyky na začátku 60. let 20. století, v České republice o více než 30 let později. Výzkum českého znakového jazyka byl v roce 1993 iniciován Institutem pro neslyšící sídlícím v Berouně [69], [70].

Znakový jazyk není mezinárodní, odlišují se národní znakové jazyky. Různé znaky ale užívají i neslyšící, kteří navštěvovali školu pro sluchově postižené v jiném regionu (Praha, Olomouc) [69].

Neslyšícím v České republice je zákonem dáno právo na používání znakové řeči, vzdělávání s využitím znakové řeči a na výuku znakové řeči (zákon č. 155/1998 Sb., ve znění zákona č. 384/2008 Sb.). V České republice žije deset tisíc uživatelů českého znakového jazyka, které využívají tlumočnické služby, a zhruba 70 tlumočnicků. Na jednoho tlumočnicka vychází více než 100 klientů, což je vzhledem k potřebám neslyšících naprosto nedostačující. Potřebují mít tlumočnicka např. při jednání na úřadech, ve zdravotních zařízeních nebo u soudů [70], [102].

2.9 Prevence sluchových postižení

Sluchová porucha dospělých osob se klasifikuje na základě sluchové ztráty vyšetřené pomocí tónové audiometrie. Například ztráta 40 dB znamená, že intenzita tónu musí být o 40 dB vyšší, aby pacient tón vnímal. Odhaduje se, že nedoslýchavost a hluchota postihuje ve světovém měřítku přes 250 milionů lidí, z toho téměř polovina žije v rozvojových zemích [17], [101].

V současné době patří hluk k významným ukazatelům kvality životního prostředí a faktorům, které ovlivňují zdraví obyvatel. Nejzávažnější zdravotní účinky jsou na sluchový orgán a kardiovaskulární systém. Hluk je zdrojem stresu, který je příčinou celé řady civilizačních onemocnění [46], [74].

Hluk omezuje slovní komunikaci, zvyšuje hlasovou námahu, narušuje koncentraci a ovlivňuje práci i odpočinek. Vede k poruchám spánku a neurotickým potížím. Negativně působí na CNS a autonomní nervový systém [46], [74].

Hluková zátěž vyvolá v závislosti na intenzitě a délce působení hluku přechodný nebo trvalý posun prahu sluchu. Individuální odolnost vůči hlukové zátěži je velmi variabilní, významnou roli hraje faktor času [17].

Program Světové zdravotnické organizace zaměřený na prevenci sluchových postižení podporuje preventivní programy, jejichž cílem je odhalovat a předcházet příčinám, které způsobují poruchy sluchu. Preventivní činnost WHO v oblasti ochrany sluchu do roku 1998 shrnuje Smith [103].

Usnesení WHO z roku 1995 konstatovalo, že největší počet poškození sluchu způsobuje dlouhodobý nadměrný hluk v pracovním prostředí. Poškození sluchu je možné zabránit vhodnou prevencí a používáním individuálních ochranných pomůcek. Následují akustická traumata, chronické záněty středního ucha a užívání ototoxických léků. Mezi významné zdroje hluku patří také doprava, používání střelných zbraní nebo některé volnočasové aktivity. Je nutné měřit hluk, kterému jsou lidé vystaveni a vyhodnocovat zdravotní rizika poškození sluchu [103].

Preventivní programy ochrany sluchu jsou nedostatečné hlavně v rozvojových zemích, kde se nadměrný hluk podílí na vzniku více než třetiny onemocnění sluchu. WHO podporuje rozvoj národních programů ochrany sluchu, které by měly být součástí preventivních zdravotních programů a zahrnovat také osvětu ve školách [103].

Ve zprávě o životním prostředí v České republice za rok 2013 je uvedeno, že hlukové zátěži nad 45 dB je celodenně včetně noci vystavena přibližně třetina obyvatel. Zdrojem nadměrného hluku v České republice je téměř výhradně silniční doprava [74].

Nadlimitní hlukové zátěži z provozu na komunikacích (přes den 70 dB, v noci 60 dB) je celodenně vystaveno také 30 lůžkových zdravotnických zařízení, nejvíce se jich nachází v Praze. Školských zařízení exponovaných nadměrnému hluku ze silniční dopravy je celkem 114, nejvíce opět v Praze [74].

2.10 Rovnovážná funkce ucha

Vestibulární ústrojí ucha má část periferní a centrální. Periferní část tvoří maculae staticae a cristae ampullares, které jsou drážděny gravitací a pohybem s lineárním nebo rotačním zrychlením. Přenos vzruchu vede prvním neuronem do vestibulárních jader [46].

2.10.1 Rotační zrychlení

Rotační zrychlení v rovině daného polokruhovitého kanálku dráždí příslušnou cristu ampullare. Endolymfa je vzhledem ke své setrvačnosti přemístěna ve směru opačném ke směru rotace. Tekutina tlačí na cupulu a deformuje ji, dochází k ohýbání výběžků vláskových buněk. Po dosažení konstantní rychlosti otáčení se cupula vrátí kývnutím do své původní polohy. Zpomalení, které vzniká při zastavení otáčení, vyvolá posun endolymfy ve směru rotace a cupula je deformována opačným směrem než při zrychlení. Do střední polohy se vrací za 25–30 sekund [25].

Rotace vede k maximálnímu dráždění polokruhovitých kanálků nejbližších rovině rotace. Kanálky v levém uchu jsou zrcadlovým obrazem kanálků v pravém uchu, endolymfa je tedy posunována na jedné straně k ampulle a na druhé straně od ní. Charakter dráždění přicházející do mozku se liší podle směru a roviny otáčení. Vestibulární jádra jsou primárně spojena s udržováním polohy hlavy v prostoru. Dráhy z nich sestupující se podílejí na posturálních funkcích, které souvisejí se vzájemnou polohou hlavy, šíje a těla [25].

2.10.2 Lineární zrychlení

Druhá část rovnovážného ústrojí, otolitické orgány maculae staticae, odpovídají na lineární zrychlení. Utriculus odpovídá na horizontální zrychlení a sacculus na vertikální. Otolity jsou hustší než endolymfa, zrychlení ve kterémkoliv směru způsobí jejich

přesun ve směru opačném. Deformují se výběžky vláskových buněk a vznikne aktivita v nervových vláknech. Jelikož na otolity působí gravitace, tvoří maculy také výboje i bez pohybu hlavy [25].

Většina odpovědí na dráždění macul je reflexní povahy. Vestibulární podněty se dostávají i do mozkové kůry. Tyto podněty jsou pravděpodobně odpovědné za vědomé vnímání rychlosti a směru pohybů hlavy a podávají část informací nezbytných pro orientaci v prostoru [25], [118].

2.10.3 Orientace v prostoru

Prostorová orientace závisí na vstupu z vestibulárních receptorů, proprioreceptorů kloubních pouzder, svalů a šlach, kožních exteroceptorů pro dotyk a tlak a ze zrakových receptorů. Tyto čtyři vstupy jsou spojovány na korové úrovni, vytvářejí spojitý obraz polohy jedince v prostoru [25], [118].

Pro udržení rovnováhy, svalový tonus a koordinaci pohybu je velmi významný mozeček, který dostává a dodává podněty také z a do vestibulárního ústrojí. Periferní vestibulární systém má spojení s vegetativními centry. Nejvyšší zastřešení rovnovážné funkce je v mozkové kůře čelního a spánkového laloku [46].

Jelikož vestibulární orgán nemůže rozlišit, zda se pohybuje pouze hlava nebo celé tělo (případně již došlo ke změně postavení), vyhodnocují se ve vestibulárních jádrech zároveň informace z proprioreceptorů šíjového svalstva a ze zrakových receptorů. Eferentní dráhy vedou oboustranně k jádrům okohybných nervů. Každá změna polohy hlavy se okamžitě koriguje protisměrným pohybem očí. Tento vestibulookulární reflex slouží k prostorové orientaci [97].

2.11 Funkce rovnovážného ústrojí

Vestibulární systém je odpovědný za pocit rovnováhy, stabilní polohu hlavy, stabilizaci viděného obrazu na sítnici a za udržení rovnováhy v průběhu tělesného pohybu [79]. Stoj člověka je umožněn na základě mechanismů zpětné vazby vytvářející odpovídající korekce, které jsou detekovány rovnovážnými systémy [83].

Na řízení rovnováhy se podílejí tři subsystémy: vestibulární, somatosenzorický a vizuální [83]. Vzájemné anatomické a funkční propojení, možnosti částečné zastupitelnosti systémů a jejich spojení s regulačními centry v mozečku, mozkovém kmeni a mozkové kůře vytvářejí složitou funkční jednotku [46].

Receptory ohlašují CNS informace o změnách vnějších podmínek nebo informace o vnitřních procesech v organismu. Reagují na vzruchy změnami membránových potenciálů [87].

Vestibuloreceptory hlásí informace o směru gravitační síly a o statických a dynamických stavech. Oční receptory informují o stavu horizontu, vzdálenosti, tvarech nebo o přiblížení předmětu v prostoru. Proprioreceptory informují o rozdílech v délce a napětí muskuloskeletálních struktur, polohách kloubů, úhlových rychlostech a o změně rychlosti pohybu kloubů [87].

Získané informace jsou integrovány a hodnoceny centrálním nervovým systémem s cílem dosažení vhodné motorické odpovědi. Synergická aktivace posturálního svalstva zajistí vhodné pohyby k udržení rovnováhy [14], [40].

Hlavní složkou podílející se na posturální kontrole jsou propioceptivní podněty, které mají dle Peterky vliv 70 % [83]. Vyřazení propiocepce má nejméně stejný dopad jako současné vyřazení zraku i vestibulárního aparátu [113]. Dále jsou s přibližně 20 % zastoupeny informace vestibulární, z 10 % se spoléháme na informace vizuální [83].

Při bezchybné funkci má rovnovážný systém schopnost [122]:

- Stabilizovat sledovaný cíl za statických i dynamických podmínek prostřednictvím fixace obrazu na sítnici.
- Udržet vzpřímený stoj za statických i dynamických podmínek.
- Orientace v gravitačním poli.

Vestibulární informace jsou vedeny ke kontrolním centřům očních pohybů. Dochází ke stabilizaci pozice očí během pohybu hlavy a k redukování posunu fixovaného bodu na sítnici [31].

Plasticita vestibulárního systému umožňuje rychle reagovat na měnící se podmínky a na široké rozmezí stimulací. Snižuje důsledky poškození některého ze systémů, které se na udržení rovnováhy podílejí. Postižená funkce je kompenzována posílením nebo větším využitím jiné funkce [122].

2.12 Patologie rovnovážného ústrojí

Pro udržení rovnováhy je nutná správná funkce jednotlivých receptorů a schopnost řídicích a koordinačních center informace správně vyhodnotit a využít [118]. Při nedokonalé stabilizaci a posturální nejistotě může dojít k závratí provázené vegetativní reakcí [115].

Spoje vestibulárního jádra s okohybnými svaly umožňují fixovat pohled a zrakový vjem při pohybech hlavy. Po dosažení maximální výchylky se oko rychle vrací do výchozí polohy a znovu fixuje snímaný obraz (optokinetický nystagmus) [79].

Udržování rovnováhy vyžaduje informace o pohybu endolymfy v polokruhovitých kanálcích, postavení otolitických orgánů a o zobrazení na sítnici ve vztahu k činnosti okohybných svalů [98].

Informace jsou zpracovávány v nucleus vestibularis a v mozečku. Porucha udržování rovnováhy znamená ztrátu prostorové orientace, poruchu vztahu mezi okolním prostorem a jednotlivcem. Objevuje se při poškození polokruhovitých kanálků a otolitických orgánů, mozečku, talamu a mozkové kůry. Chybná informace vede k nepřiměřeným pohybům okohybných svalů (nystagmus) a tím k pohybům okolních objektů na sítnici [59], [98].

V patogenezi poruch rovnovážného ústrojí jsou významné tlakové disproporce mezi endolymfou a perilymfou vznikající na podkladě poruch produkce nebo resorpce těchto tekutin [46].

Porucha rovnováhy se může projevovat při podráždění nebo spontánně. Příznaky, které vznikají jako následek poruchy periferní či centrální části vestibulárního systému, zahrnují závratě s přidruženými projevy dráždění vegetativního systému (nauzea, zvracení, pocení, zblednutí, srdeční palpitace), nystagmus, tonické úchylny končetin a trupu, poruchy stoje a chůze [3], [106].

Podle lokalizace poškození lze stavy spojené s poruchou rovnováhy rozdělit na periferní a centrální vestibulární syndrom. Čím je léze lokalizována periferněji, tím přesnější popis stavu je pacient obvykle schopen podat [59].

V posledních letech výzkumy ukazují, že vestibulární dysfunkce u dětí je častější onemocnění, než se předpokládalo. Příčinou je virové a bakteriální onemocnění, např. vestibulární neuronitida a labyrintitida (vzniká při přestupu infekce ze středouší do vnitřního ucha) nebo úrazy hlavy. U malých dětí nebývá postižení rovnováhy vždy správně diagnostikováno a léčeno. Děti jako symptomy často udávají bolest břicha a nevolnost [92].

Poškození nezralého rovnovážného systému mívá závažnější následky než při vzniku vestibulárního onemocnění v dospělosti. U dětí způsobuje následné poruchy motorického vývoje, prostorové orientace, rovnováhy a schopnosti číst. Může být doprovázeno postižením sluchu [92].

2.12.1 Periferní porucha rovnováhy

Periferní porucha rovnováhy vzniká při onemocnění rovnovážné části labyrintu a v něm umístěných sensorických částí rovnovážného systému a při onemocnění prvního neuronu spojujícího labyrint s vestibulárními jádry. Akutní symptomatologii většinou doprovází i symptomatologie vegetativní. Během několika hodin či dnů dochází k postupnému ústupu příznaků. Periferními poruchami se zabývá obor ORL [32].

Z anatomických poměrů v labyrintu vyplývá, že velká část periferních rovnovážných poruch je spojena i s poruchami sluchovými (nedoslýchavost, tinnitus). Při jednostranném postižení si pacient stěžuje na rotační závrať spojenou s nauzeou nebo se zvracením. Závratě periferního typu jsou většinou velmi prudké, obtíže se zhoršují při pohybech hlavou. Výrazné potíže odeznívají v řádu dnů. Nemocní se závratěmi periferního typu tvoří necelou třetinu pacientů trpících poruchami rovnováhy [32], [33], [59].

Při oboustranném postižení si pacient stěžuje na nejistotu při chůzi. Obtíže se zhoršují ve tmě a na nerovném povrchu. Při rychlých pohybech hlavou se vyskytuje rozmazané vidění. Pocity rotace nebývají typické. U oboustranných a chronicky progredujících lézí jsou subjektivní obtíže mírnější, oboustranné periferní postižení se vyskytuje pouze asi v 5 % všech případů závratí [59], [118].

Při periferní poruše je téměř vždy přítomen nystagmus. Při poruše labyrintu je směr nystagmu horizontální (postižení v oblasti laterálního kanálku) či vertikální (postižení v oblasti vertikálních kanálků). Při sdruženém onemocnění v oblasti kanálků vzniká rotační nystagmus, který je pravidelný a má velkou amplitudu [32].

Poruchy stability závisí na poloze hlavy. Pacient má tendenci úchylek do stran, které jsou v případě periferní poruchy souběžné se směrem pomalé složky nystagmu. Hovoříme o harmonickém syndromu [3], [106].

Tonické úchylky směřují ke straně relativně slabšího vestibulárního ústrojí (většinou ke straně léze). Směr úchylky stoje je závislý na poloze hlavy, nemocný se obvykle uchyluje za postiženým uchem. Je pozitivní korelace mezi intenzitou závratě a nystagmem [3].

Mezi periferní poruchy rovnováhy se řadí například vestibulární neuronitida. Typická porucha funkce periferní části vestibulárního systému doprovází ataky Menièreovy choroby [20].

Vestibulární neuronitida

Vestibulární neuronitida je jednostranné onemocnění vestibulárního aparátu. Projevuje se náhle vzniklou rotační závratí, výrazným nystagmem a tendencí pádu na postiženou stranu. Je doprovázena vegetativními příznaky, ale zcela chybí příznaky postižení sluchu [32], [50].

Podkladem je porucha funkce polokruhovitých kanálků, příčinou je pravděpodobně virová infekce. Postupným vymizením nystagmu dochází k ústupu obtíží, které trvají v řádu desítek minut až dní [50], [121].

Menièreova choroba

Menièreova choroba byla popsána Prosperem Menièrem v roce 1861. Jedná se o prudkou, záchvatovitou labyrintovou poruchu doprovázenou vertigem, percepční nedoslýchavostí a tinnitem. Časté jsou pocity tlaku v uchu a vegetativní příznaky [32], [46].

Silnému záchvatu rotačního vertiga obvykle předchází 15–60 minut trvající jednostranné sluchové obtíže a tinnitus, které upozorňují na blížící se záchvat. Vertigo trvá dvě až tři hodiny, sluch se normalizuje v řádu hodin nebo dní [59].

Příčinou je hydroks endolymfatických prostor blanitého labyrintu, který vzniká hypersekrecí endolymfy a poruchou její resorpce. Na vzniku hydroksu labyrintu se mohou podílet alergie, infekce, metabolické nebo toxické vlivy [31], [32].

Onemocnění má mírnou prevalenci u žen, první příznaky se zpravidla objevují kolem 30. roku věku. V počátečních stádiích onemocnění je porucha sluchu pouze mírná a projevuje se v nízkých frekvencích. S počtem recidivit záchvatů se prohlubuje poškození sluchové a rovnovážné části labyrintu [31], [32].

2.12.2 Centrální porucha rovnováhy

Centrální porucha rovnováhy vzniká při postižení prodloužené míchy, jader mozkového kmene, mozečku, jader okulomotorických neuronů a korové části rovnovážného ústrojí. Centrálními poruchami rovnováhy se zabývá obor neurologie [32], [59].

Symptomatologie je nejednotná, typická je celková nejistota pacienta. Nystagmus může být přítomen, ale jeho pravidelnost, periodicita a tendence k zachování směru je velmi neurčitá. U centrální poruchy mohou mít úchyly trupu a končetin opačný směr než pomalá složka nystagmu, nemusejí být závislé na poloze hlavy. Tento syndrom se označuje jako disharmonický. Není korelace mezi intenzitou nystagmu a vertigem.

Může být přítomno silné vertigo bez nystagmu a naopak zřetelný nystagmus bez vertiga [3], [32], [106].

Odhaduje se, že až 25 % pacientů vyšetřovaných pro závratě, má centrální příčinu obtíží. U pacientů chybí akutní zhoršení sluchu a vegetativní příznaky. Období relativního klidu je střídáno zhoršováním stability. Většinou se jedná o postižení sdružená, možnost vestibulárních kompenzačních mechanismů je zde minimální [32], [121].

Centrální poruchy rovnováhy se vyskytují u lézí mozkového kmene, vaskulárních a ischemických lézí ve vertebrobasilárním povodí, při zánětech a tumorech. Mohou být vyvolány i z oblasti krční páteře při kompresi arterie vertebralis. Centrální poruchy rovnováhy se vyskytují mnohem častěji než periferní (větší objem a množství centrálních struktur) [3], [32]. Velká část pacientů s centrálním postižením vestibulárního systému má současně i další neurologickou symptomatologii [120].

Smíšená porucha rovnováhy vzniká při současném postižení periferních a centrálních anatomických rovnovážných struktur. Projevuje se symptomy, které jsou charakteristické pro periferní i centrální typ poruchy [32].

2.12.3 Vertigo

Závratě jsou typickým subjektivním projevem dráždění vestibulárního systému, většinou jsou vnímány jako nepříjemný pocit prostorové dezorientace. Závrať bývá obvykle charakterizována pocitem otáčení okolního prostředí kolem subjektu nebo naopak pocitem otáčení subjektu v nepohyblivém prostředí. Jedná se o halucinace pohybu. Jestliže je přítomen nystagmus, je směr rotační závratě shodný s rychlou složkou nystagmu [50], [106].

Porucha v oblasti polokruhovitých kanálků vyvolává rotace subjektivní (pocit rotace vlastního těla) nebo objektivní (pocit, že svět se točí kolem mě). Porucha v oblasti tíhových váčků způsobuje tzv. výtahový příznak – pocit propadání vlastního těla nebo okolního prostředí [35].

K závratím dochází také při poruše propioceptivních mechanismů v intervertebrálních kloubech krční páteře, které se uplatňují při udržování rovnováhy, a při cervikokraniálním syndromu [3].

Termín závrať by měl být používán k označení stavů, které jsou způsobeny postižením vestibulárního systému. Přesnějšího popisu stavu je pacient schopen u periferněji lokalizované léze [122]. O závratí se hovoří i při popisování pocitu tahu do

stran, nejistoty při chůzi a pocitu hrozícího pádu. Závratě jsou provázeny vegetativními obtížemi [59].

Symptom závratí je po bolesti hlavy druhým nejčastějším subjektivním příznakem v medicíně. Odhaduje se, že na poruchy rovnováhy si stěžuje přibližně 20 % mužů a 40 % žen. Vertigo je závislé na věku; ve věkové skupině nad 60 let ho udává každý druhý pacient. Důvodem závratí může být více než 300 chorobných stavů. Mezi příčiny patří onemocnění vnitřního ucha (5–30 %), neurologické onemocnění (2–30 %), psychiatrické onemocnění (15–50 %), neznámá příčina do 50 % [20], [66].

Podle způsobu vyvolání a délky trvání se dělí závratě do několika skupin [50], [106]:

- Odezní do několika minut – benigní paroxysmální polohové vertigo, vestibulární paroxysmie.
- Odezní do týdne – infekčně vyvolaná vestibulární neuronitida.
- Závratě s krátkými atakami trvající minuty až hodiny – Menièreova choroba, migréna.
- Progredující postižení – centrální vestibulární postižení, mozečková léze.

Benigní paroxysmální polohové vertigo (BPPV)

BPPV vzniká při uvolnění otolitů z oblasti macula utriculi a jejich přemístěním do endolymfy některého z polokruhovitých kanálků labyrintu (vzhledem k anatomickým poměrům nejčastěji do kanálku zadního). Uvolněné krystalky ovlivňují při pohybu hlavou pohyb endolymfy, dráždí smyslové buňky a způsobují pocit závratě [59], [121].

Rotační závratě se projevují s několika sekundovým zpožděním při přetáčení v posteli, při předklonu, záklonu, vstávání, uléhání a při změně polohy hlavy. Obtíže se dostavují vleže na boku na straně postiženého labyrintu. Při setrvání ve vyvolávající poloze odezní obtíže během několika desítek sekund [123].

Spontánní nystagmus není přítomen, lze ho vyvolat při polohových manévrech: Dix-Hallpikův, první fáze Sémontova manévru. Závratě jsou většinou doprovázené vegetativními obtížemi. Stoj a chůze nebývají postiženy, porucha sluchu většinou není přítomna [59], [123].

Léčbou BPPV jsou polohové repositionální manévry (Sémontův a Epleyho), které vrátí uvolněné krystalky z polokruhovitých kanálků do oblasti utriculu. U více než 80 % pacientů dojde k odstranění příznaků po provedení 1–2 manévru. Jedná se o závratě nejsnáze léčitelnou. Většina BPPV zadního kanálku odeznívá i bez provedených manévru spontánně do jednoho měsíce. BPPV laterálního a předního kanálku se upraví bez léčby během několika dní. Recidivy onemocnění jsou ale časté [33], [123].

Benigní paroxysmální polohová vertiga jsou statisticky nejčastějším postižením periferního vestibulárního systému. Incidence této choroby se udává až 1:1000 osob za rok. Jeho prevalence významně narůstá s věkem. Až v jedné polovině případů vzniká BPPV při předchozím poškození labyrintu. Výskyt idiopatického BPPV (bez předchozího poškození labyrintu) je častější u pacientů s osteoporózou, migrénou a u dlouho ležících pacientů. Jedná se o závrať nejnáze léčitelnou [123].

2.12.4 Kinetózy

Kinetózy jsou relativně časté labyrintové poruchy, které vnikají u predisponovaných jedinců jako reakce na pohyb za nestandardních okolností (let letadlem, plavba po moři, jízda automobilem, ...). Zvýšené dráždění vestibulárního aparátu pohybem je doprovázeno ztrátou vizuálního kontaktu s horizontem, dochází ke konfliktu údajů o poloze a pohybu těla [31], [121].

Zkušenosti s kinetózou má 30–50 % pasažérů letadla, které se dostalo do turbulence. Více než 50 % dětí má kinetózu při jízdě osobním automobilem, maximální výskyt je mezi 4–10 lety [121].

Iritace labyrintu pohybem způsobuje přechodné obtíže, příznaky vymizí po ukončení stimulace. Převažují vegetativní poruchy; nejistota a závratě se vyskytují minimálně [3], [79].

2.12.5 Nevestibulární závratě

Nepravé závratě a poruchy rovnováhy jsou situačně a fyziologicky vázané a jejich podkladem nemusí být porucha vestibulárního aparátu. Jejich zdrojem mohou být odlišné informace přicházející do CNS z jednotlivých receptorů a orgánů podílejících se na udržení stabilní polohy [121].

Struktury vnitřního ucha jsou velmi citlivé na zásobení kyslíkem, glukózou a na odstraňování produktů metabolických pochodů. Porušení fyzikálně-chemických vlastností a funkcí nitroušních tekutin může ovlivnit vestibulární i sluchové funkce [121].

Možné příčiny ovlivnění vestibulární funkce: [31], [100], [121], [122]:

- Kardiovaskulární – srdeční vady, srdeční arytmie, ischemická choroba srdeční, posturální hypotenze, poruchy prokrvení mozku.
- Metabolické – diabetes mellitus, uremie, dna.

- Hormonální – zvýšená hladina estrogenu u žen v premenstruálním období, tyreopatie, feochromocytom, Addisonova choroba, Cushingova choroba, adenom hypofýzy.
- Poruchy vnitřního prostředí – dehydratace, hyperkalemie, hypokalemie, metabolická nebo respirační acidóza/alkalóza.
- Poruchy krvetvorby – anémie, polyglobulie.
- Vizuální závrať – špatná zraková kompenzace, výpadky zorného pole.
- Poruchy rovnováhy při kraniotraumatech – fraktura spánkové kosti.
- Toxické poškození CNS včetně intoxikace alkoholem.
- Psychogenní závratě – vyskytují se u pacientů s fobickou úzkostnou poruchou (klaustrofobie, agorafobie, akrofobie) a jiných psychiatrických diagnózách.

2.13 Vyšetření rovnovážného ústrojí

Diagnostický proces lze rozdělit na dvě části probíhající zpravidla paralelně. Cílem první části (etiologická diagnostika) je odhalit příčinu poruchy rovnováhy. Cílem druhé části (funkční diagnostika) je určení rozsahu a stupně postižení funkce rovnovážného systému [120].

Funkci vestibulárního aparátu nelze vyšetřovat přímo. Většina vyšetřovacích metod je založena na sledování vestibulookulárních a vestibulospinálních reflexů a jejich projevů – nystagmu a úchylek těla a končetin [122]. Komplexní vyšetření rovnovážného systému zahrnuje vyšetření onemocnění ústrojí, která se podílejí na udržování rovnováhy [32], [46], [50]:

- Vyšetření zraku včetně perimetrie.
- Vyšetření očních pohybů pomocí vizuální stimulace.
- Vyšetření nystagmu – pozorování přes silné dioptrické brýle (Frenzelovy brýle), elektronystagmografie.
- Instrumentální vyšetření indukovaných nystagmů – sleduje se odpověď na podráždění (rotační zkouška, kalorická zkouška).
- Vyšetření stoje a chůze (Rombergův test, Unterbergova zkouška).
- Vyšetření posturálních reflexů (počítačová posturografie, kraniokorpografie).
- Vyšetření krční páteře.
- Vyšetření sluchu u závratí periferního původu.
- Neurologické vyšetření.

Poruchy rovnováhy vázané na změny v oblasti krční páteře se projevují krátkodobou poruchou rovnováhy s rozmazaným viděním [60]. Pro většinu pacientů s vertebrogenními obtížemi jsou charakteristické odchylky ve stabilizační funkci svalů [108]. Vzhledem k velkému množství důvodů porušení rovnováhy a vzájemné složitosti jejich vztahů je příčina potíží pacientů často nejednoznačná [20].

2.13.1 Pulzní test HIT (Head Impulse Test)

Klinický test funkce vestibulookulárního reflexu s použitím fyziologického pohybu v jednotlivých rovinách je standardní součástí neurootologického vyšetření. Při testu se provádí rychlé pasivní pohyby hlavou pacienta v rovinách polokruhovitých kanálků [51].

Úkolem pacienta je fixovat zrakem pevný bod v zorném poli. Při vestibulární lézi není vyšetřovaný schopen udržet správně zrakovou fixaci ve směru postiženého polokruhovitého kanálku. Po skončení pohybu dochází ke korekčnímu sakkadickému pohybu oka k fixačnímu bodu. Pozitivní test ukazuje na periferní postižení [51].

Pohyby očí při testování lze zaznamenávat pomocí vysokorychlostní infračervené kamery. Zvyšuje se objektivita testu, výsledky jsou následně vyhodnoceny počítačovým programem. Kamera ve speciálním držáku se umísťuje na kořen nosu a kolem očních důlků. Při otáčení hlavy by nemělo docházet k posunování kamery. Oči osvětlují nastavitelné infračervené diody, jejich obraz snímá kamera [68].

U zdravých pacientů se na rozdíl od pacientů s poruchou rovnovážného ústrojí záznamy pohybu očí při vyšetření jednotlivých kanálků kryjí. Malé oči, například Asiátů, mohou stěžovat záznam vertikálních očních pohybů [68].

2.13.2 Metody přístrojové registrace očních pohybů

Přítomnost spontánního vestibulookulárního nystagmu má klíčovou roli při diagnostice poruch vestibulárního systému. Charakteristika průběhu a intenzita nystagmu napomáhá k určení původu poruchy rovnováhy [122].

Elektronystagmografie

Rozšířená metoda umožňující grafický záznam pohybu oka. Je založena na schopnosti registrace pohybu elektrické osy oka pomocí sledování změn korneoretinálního potenciálu, který vzniká mezi rohovkou a sítnicí. Při pohybech očního bulbu do stran se v závislosti na velikosti stočení mění velikost náboje [119].

Přístroj se skládá ze sady povrchových elektrod, které se umísťují na obličej vyšetřovaného. Oční pohyby lze vyšetřovat při zavřených očích a během vizuální stimulace. Při vyšetření nelze zachytit pohyby kolem předozadní osy a některé velmi rychlé pohyby [119], [122].

Videonystagmografie, videookulografie

Metody spojují výhody přímého pozorování očních pohybů a elektronystagmografie. Jejich principem je optické snímání očních pohybů pomocí kamery, která je součástí brýlí nebo speciální masky (obr. 8). Kamera zaznamenává obraz i v oblasti infračerveného spektra, oční pohyby lze tedy sledovat i ve tmě. Dle konstrukce masek lze vyšetření doplnit optickou stimulací [119].



Obrázek 8: Videookulografie [129]

Elektromagnetické metody

V současné době nejpřesnější metody, které umožňují sledovat veškeré typy očních pohybů ve všech prostorových rovinách. Sledují se změny indukce střídavého napětí ve snímací cívce v kmitajícím magnetickém poli. Snímací cívka je uložena v kontaktní čočce umístěné na rohovce vyšetřovaného oka [119].

2.13.3 Vestibulární evokované myogenní potenciály (VEMP)

Objektivní vyšetřovací metoda VEMP se využívá k diagnostice periferních vestibulopatií, je schopná zachytit i malé změny ve funkci vestibulárního systému. Metoda je vysoce specifická pro lokalizaci léze. Pomocí stimulace nízkofrekvenčními silnými zvukovými podněty lze odhalit abnormální funkci sacculu a je možné objektivně posoudit funkci n. vestibularis inferior. V klinické praxi se metoda využívá přes 15 let [61], [62].

Přenos probíhá přes n. vestibularis inferior do nucleus vestibularis lateralis, dále pokračuje přes tractus vestibulospinalis k motoneuronům m. sternocleidomastoideus. Výsledkem stimulace je křivka VEMP zaznamenaná jako inhibiční myogenní potenciál krátké latence naměřený ipsilaterálně z kontrahujícího se m. sternocleidomastoideus [61].

Zapojení elektrod je možné více způsoby. Měrná elektroda se umístí na vyšetřovaný sval, referenční elektroda se zapojí na kontralaterální stranu, uzemňovací elektroda se umístí na sternum. Při dalším způsobu jsou dvě měrné elektrody umístěny symetricky na nejvíc prominující části m. sternocleidomastoideus, referenční elektroda je na sternu, uzemňovací elektroda na čele pacienta [61].

Využívá se rotační technika při současné flexi hlavy. Vyšetřovaná osoba leží na zádech, hlava svírá s horizontálou úhel přibližně 30°. Po spuštění zvukového signálu pacient nadzdvihne hlavu nad podložku a mírně jí rotuje od stimulovaného ucha [61].

Amplituda nejvýrazněji závisí na kontrakci m. sternocleidomastoideus. Metoda vyžaduje, aby vyšetřovaná osoba udržela zvednutou hlavu nad podložkou déle než jednu minutu, což je problematické u starších lidí, pacientů s vertebrogenními obtížemi a u malých dětí. Studie uvádějí až 20% pokles amplitudy pro jednotlivé věkové dekády. Vyšetření nezpůsobuje nepříjemné pocity, není časově náročné [61], [62].

2.13.4 Klinické testy hodnocení stability

Poruchy stabilního vzpřímeného postoje a úchyly končetin jsou projevem postižení vestibulospinálního reflexu. Nejvíce jsou patrné v akutní fázi postižení, později jsou projevy ovlivněny kompenzačními mechanismy [122].

Vyšetření probíhá pozorováním a analýzou pohybu. Využívají se jednoduché zkoušky, při kterých se hodnotí výchylky končetin, případně celého těla. Výsledky se porovnávají s referenčními hodnotami. Podle způsobu provedení se rozlišují testy statické a dynamické [63], [122].

Mezi statické testy se řadí například fyziologický stoj, Rombergův test, tandemový stoj a stoj na jedné dolní končetině. Mezi dynamické testy patří vyšetření chůze a její modifikace, měření maximální volné výchylky bez změny oporné plochy, člunkový běh, skok na jedné dolní končetině a skok souoř vertikálně [113].

K provádění testů není potřebné rozsáhlé technické vybavení. Nevýhodou je problematická objektivizace, nejednotnost v hodnocení a omezené možnosti sledování vývoje hodnot. Výsledky testů mohou být ovlivněny omezenou hybností končetiny nebo stavem svalstva [122].

2.13.5 Kraniokorpografie

Při testu se zaznamenávají pohyby pacienta pomocí fotooptické kamery. Vyšetření probíhá v tiché, zatemněné místnosti pod stojanem, na kterém je upevněna kamera. Pacient má na hlavě přilbu se světelnými zdroji umístěnými v předozadním směru, další světelné zdroje má připnuty na ramenou [122].

Při statické fázi vyšetření pacient stojí pod kamerou, která zaznamenává možné výchylky. Ve fázi dynamické pacient pochoduje na místě. Na grafických záznamech se hodnotí tvar, šířka a délka zachycené světelné stopy [122].

2.14 Posturografie

Počítačová posturografie je objektivní, časově nenáročné přístrojové vyšetření, s jehož pomocí se zaznamenávají pohyby těla ve stoji. Na základě elektronického měření, sběru dat z tlakových senzorů a jejich hodnocení pomocí počítačových programů lze získat spolehlivé podklady pro hodnocení stability vyšetřované osoby. Výsledky se zpracovávají numericky a graficky [34].

Vyšetřovat lze statickou a dynamickou fázi posturálních (statokinetických) funkcí. Na silové plošině se zachycují výchylky působitě vektoru reakční síly podložky. Detekuje se změna polohy těžiště vyšetřované osoby v různých směrech, zrychlení pohybu a velikost plochy, kterou vytvoří těžiště svým pohybem v definovaném čase [31], [55].

Testuje se schopnost využívat zrakové, proprioreceptivní a vestibulární informace z příslušných receptorů a spolupráce jednotlivých systémů mezi sebou. Pokud osoba stojí na labilním povrchu, zvyšuje se podíl vestibulárních a vizuálních informací [83], [115].

Při současném poškození či vyřazení dvou systémů, podílejících se na udržení rovnováhy, je hodnota COP (Centre of Pressure) větší než součet obou hodnot COP při ovlivňování pouze jednoho systému [99]. Podle velikosti rozkmitu průmětu těžiště a jeho směru lze usuzovat na poruchu určitých systémů v řízení stability [115].

Posturografie umožňuje sledovat změny v čase, vyhodnotit účinnost terapie, efekt rehabilitačních cvičení a průběh rekonvalescence po zraněních. Posturografie se využívá i k předpovědění rizika pádu [40], [130]. Limitací posturografie je vysoký rozptyl výsledků měření. Tuto nevýhodu lze vyvážit vysokým počtem měření [19].

Při úvodních měřeních se projevuje efekt učení, dojde ke zlepšení stability stoje. Se zvyšujícím se počtem opakování dochází naopak ke snížení koncentrace a zvýšení únavy, zhoršuje se stabilita stoje (ve statických i dynamických podmínkách) [130].

Kaptejn rozlišuje posturografii v závislosti na pohybu plošiny. Při posturografii statické neboli stabilometrii je plošina v klidu, při posturografii dynamické se plošina pohybuje [55].

Statická posturografie

Statická posturografie je objektivní metoda hodnocení stoje. Standardně se provádí jako klidný stoj na posturografické plošině nejprve s otevřenými očima a následně se zavřenými očima [65]. V porovnání s klinickým vyšetřením rovnováhy poskytuje následující výhody: minimalizace různého provedení testu (např. kvůli různým testujícím), odpadá subjektivní hodnocení a testování je výrazně citlivější i na malé změny [40].

Při stabilometrii se měří vertikální, předozadní a příčné síly působící na plošky nohou. Výslednou sílu ovlivňuje nejen gravitační síla, ale i zrychlení a zpomalení setrvačných sil, které způsobují pohyb stojící osoby. Směry pohybu těla, definované z pohledu předmětu, jsou při měření následující: přední, zadní, vlevo a vpravo. Pohyby těla ve stoji (výchyly) v jednom směru, předozadním a pravolevým, mohou být vyjádřeny jako funkce času. Tento záznam se nazývá stabilogram [55].

Stabilometrie neposkytuje dostatečné informace o schopnosti udržet rovnováhu v nestabilních podmínkách. Není citlivá k diagnostice méně závažných poruch koordinačních schopností podmíněných věkem a zraněním. Fungující systém dokáže do určité míry kompenzovat poruchu některého subsystému podílejícího se na řízení rovnováhy, aniž by došlo k zřetelnému narušení stability stoje [130].

Dynamická posturografie

Dynamická posturografie představuje metodiku registrace stoje a dynamického pohybu (chůze) v definovaných testech [18]. Za dynamických podmínek dochází k překročení vzájemných kompenzačních možností složek podílejících se na řízení rovnováhy [130].

Na rozdíl od statické posturografie se v dynamické posturografii využívají situace náročnější na udržení stability, např. různé povrchy pod chodidly, různé vizuální podmínky, vnější rovnovážné výchyly [40].

Při testování za náročnějších podmínek je detekce případné poruchy rovnováhy spolehlivější. Jedinec s dobrou úrovní statické rovnováhy nemusí být schopen udržet stabilitu stoje v dynamických podmínkách [130].

2.14.1 Podmínky měření

Z důvodu minimalizace přechodných jevů by měl záznam posturálních pohybů začínat 10 sekund před vlastní analýzou. Optimální doba analýzy se pohybuje v rozpětí 20–60 sekund, dosud však neexistuje žádný důkaz pro optimální délku doby analýzy. S prodlužováním délky testu se zvyšují hodnoty výchylek COP ve směru anterioposteriorním a laterolaterálním, naopak s opakujícími se krátkými pokusy dochází k jejich snížení [55], [130].

Měření stability může být ovlivněno okolnostmi, za kterých probíhá. Při měření by dle Kapteyna měla být dodržena následující doporučení [55]:

- Rozměry místnosti by měly být minimálně (3 × 4) metry.
- Žádný zdroj zvuku by neměl informovat o prostorové orientaci v místnosti; hladina hluku v místnosti by měla být nižší než 40 dB.
- Místnost by měla mít normální osvětlení, nejméně 40 luxů.
- Stabilometr by měl být umístěn nejméně 1 metr od stěny.
- Stoj bez obuvi, paty jsou u sebe, mediální strany nohou svírají úhel 30 stupňů.
- Při měření s otevřenými očima by se vyšetřovaná osoba měla dívat na kruh o průměru 5 cm ze vzdálenosti 3 metrů.

Tělesná hmotnost a výška vyšetřovaných osob má vliv na naměřená posturografická data, ale žádná jasná korelace nebyla dosud stanovena [55]. Moderní elektronické přístroje kontrolují hmotnost vyšetřovaných automaticky, počítačový program zruší hmotnostní komponent [34].

Gribble s kolegy sledoval vliv denní doby na posturální stabilitu. Výzkumu se zúčastnilo 30 studentů. Autoři měřili pohyb COP v závislosti na denní době (v 10, 15 a ve 20 hodin) u následujících úkolů [26]:

- Stoj s otevřenými a se zavřenými očima (statická stabilita).
- Stoj na jedné dolní končetině, natažená druhá dolní končetina se dotýká špičkou nohy země (dynamická stabilita).

Vliv denní doby na statickou stabilitu nebyl zásadní. U hodnocení dynamické stability dosahovali probandi lepší výsledky při ranním měření [26].

Výběrem vhodných podnětů a úkolů lze provést komplexní vyšetření cerviko-vestibulo-spinální části rovnovážného ústrojí. Posturografie umožňuje vyšetřit a posoudit vliv různé zátěže na posturální kontrolu [31].

Využívají se například následující modifikace vizuálních a vestibulárních vjemů [34]:

- Omezení vizuálních vjemů – zavření očí, spací maska, vyšetření v tmavé místnosti.
- Vyšetření očních pohybů – sledování tmavého předmětu nebo zdroje světla ve tmě.
- Manipulace s obklopujícím zorným polem pomocí iluzorní představy pohybujících se objektů – pohyblivé stěny, promítání virtuálního prostředí.
- Vestibulární vstupy – otáčení nebo naklánění plošiny doprovázené změnou směru a rychlosti, stoj na pěnové podložce.
- Somatosenzorické vstupy – změna struktury a teploty povrchu plošiny.
- Poloha chodidla – stoj na špičkách, stoj na jedné dolní končetině.

Při stojích na pěnové podložce jsou potlačeny somatosenzorické podněty. Při stoji se zavřenýma očima mají velké problémy osoby s poruchou nitroušní části rovnovážného ústrojí. Při stoji s otevřenýma očima mají obtíže především osoby s očními onemocněními a osoby s poruchami nitroušního rovnovážného ústrojí. Jejich schopnost kompenzovat poruchu je do značné míry eliminována [35].

Často využívané testy pro hodnocení posturální stability použila taiwanská studie ke zjištění, jak se mění stabilita dětí v závislosti na jejich věku. Měřily se čtyři testy, doba měření každého testu byla 60 sekund [44]:

- Stoj na pevné podložce s otevřenýma očima, na udržení rovnováhy se podílejí všechny složky.
- Stoj na pevné podložce se zavřenýma očima, odstraněna vizuální složka.
- Stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima, omezena somatosenzorická složka.
- Stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima, odstraněna vizuální a omezena somatosenzorická složka; převažuje vliv vestibulární složky podílející se na udržení stability.

Stabilita dětí se vyrovnala s kontrolní skupinou dospělých většinou ve věku 7–8 let. Největší rozdíly byly ve stoji na pěnové podložce se zavřenýma očima. U tohoto testu pouze skupina nejstarších měřených dětí ve věku 12 let nevykazovala statisticky významné rozdíly vzhledem ke kontrolní skupině dospělých. Výsledky jsou ve shodě s dalšími studii. Stabilitu dětí nejvíce ovlivňuje vizuální složka, vestibulární složka se vyrovná dospělým až kolem 12 let věku [44].

2.14.2 Rombergův poměr

Vyhodnocování posturální stability při klidném stoji s očima otevřenými a zavřenými popsal německý internista a neurolog M. H. Romberg (1795–1873). Testy se používají ke zhodnocení vizuálního vlivu na posturální stabilitu [64].

Rombergův poměr (Rombergův kvocient) porovnává výsledky měření s otevřenými a se zavřenými očima. Vyjadřuje, jakou mírou ovlivňuje zavření očí rovnováhu. Porovnávat lze velikost dráhy (celková dráha, po kterou se pohybuje těžiště těla během doby měření) a velikost plochy (celková plocha, kterou opíše těžiště těla během doby měření) [19]. Rombergův poměr je bezrozměrná veličina.

Vzájemný vztah naměřených hodnot upozorňuje na možnost poruchy periferní (velký rozdíl mezi hodnotami při otevřených a zavřených očích), centrální (velké hodnoty při zavřených a otevřených očích při malém vzájemném rozdílu) nebo na pravděpodobný výskyt poruchy smíšené (velké hodnoty při velkých vzájemných rozdílech) [31].

V zahraniční literatuře je Rombergův poměr počítán ze vztahu hodnota výsledku měření při zavřených očích dělená hodnotou výsledku měření při otevřených očích. Stejný postup výpočtu uvádí Hahn [35].

V česky psané literatuře se můžeme setkat s Rombergovým poměrem počítaným opačně. Dršata a Lejska ve svých studiích používali posturografické měřicí desky, které vypočítávaly Rombergův poměr jako hodnota výsledku měření při vizuální fixaci dělená hodnotou výsledku měření při vizuální supresi [18], [65].

Dršata se ve své disertaci [18] odkazuje na Dolejše, který u nás publikoval první normy pro posturografii. Hodnoty Rombergova poměru se u zdravých osob pohybují mezi 0,5–1. Vyšší hodnoty jsou typické pro centrální vestibulární syndrom, osoby s periferním vestibulárním syndromem mají výsledek poměru nižší než 0,5.

Dle Lejsky se výsledky poměru velikosti dráhy u fyziologické rovnováhy pohybují mezi 0,53–0,85. Vypovídající je také vzájemné porovnání Rombergova poměru velikosti dráhy a velikosti plochy. U periferního typu poruchy je Rombergův poměr dráhy větší než Rombergův poměr plochy. U centrálních vestibulárních lézí se vyskytují vyšší hodnoty Rombergova poměru plochy [65].

Dršata na základě výsledků svých měření vytvořil osmistupňovou škálu hodnocení posturografických měření. Za normální hodnoty Rombergova poměru dráhy si stanovil rozmezí 0,544–1,073 [18].

Baloh ve studii, které se zúčastnilo 10 pacientů s vestibulární lézí a 10 zdravých pacientů v kontrolní skupině, dospěl k závěru, že vyhodnocením Rombergova poměru nelze nalézt rozdíly mezi skupinami testovaných osob. Uvádí, že za podmínek, při kterých prováděl výzkum, se výsledky Rombergova poměru u skupiny zdravých probandů pohybovaly od 0,95 do 4,0 [7].

Lê došel k závěru, že hodnota Rombergova poměru závisí na vzdálenosti, ze které testované osoby sledují při stoji s otevřenými očima určený bod. Zároveň nenalezl mezi skupinami probandů různého věku významný rozdíl v hodnotě Rombergova poměru. Měření se zúčastnilo 18 mladých (22–33 let) a 17 starších osob (55–71 let) [64].

Vizuální deprivace způsobená zavřením očí má jiné účinky než absence vizuálních podnětů v naprosté tmě. Eliminace vizuálního vjemu nemusí způsobit vždy destabilizaci, může vést i ke zlepšení rovnováhy. Při zavřených očích bylo prokázáno zlepšení stability u 18 % dospělých osob a u 17 % neslyšících mladistvých. Možné vysvětlení by mohlo být efektivnější používání proprioceptivního systému [35].

2.14.3 Footscan

Zařízení využívající patentovanou technologii footscan® se s úspěchem využívá při hodnocení stability v biomechanických výzkumných laboratořích a ve firmách vyrábějících obuv pro sport a volný čas. Systém se uplatňuje v podiatrii, fyzioterapii, ortopedii a neurologii [94].

Tvůrcem systému je bývalý atlet Jempi Wilssens. V roce 1980 si otevřel poradnu zabývající se návrhem běžecké sportovní obuvi. Jeho prvotním záměrem bylo pomocí analýzy chůze snížit množství úrazů u běžců. Využil své technické znalosti a sportovní zkušenosti. Po vytrvalých pokusech s videokamerou a fotokopírkou vznikl v roce 1984 přístroj, který pomocí senzorů snímajících s frekvencí 100 Hz zachycoval tlak chodidel do podložky [94].

V následujících letech bylo vypracováno přes 80 studií, na kterých se podíleli sportovní lékaři, fyzioterapeuté, univerzitní pracoviště a výrobce sportovní obuvi Adidas. Bylo vyhodnoceno, že 44 % sportovních úrazů je zapříčiněno nevhodnou obuví [94].

Na žádost generálního ředitele firmy Adidas byl v roce 1994 vyvinut ve spolupráci s firmou Intersoft Electronics nový systém footscan®. Firma Adidas chtěla být první společností, která nabízí bezpečnou sportovní obuv individuálně zhotovenou pro konkrétního uživatele. Začala používat systém footscan® pro komerční účely [94].

Zároveň vznikla velká poptávka po jeho využití v klinické a vědecké oblasti. Vzhledem k rostoucímu zájmu byla v roce 1998 založena firma RSscan International sídlící v Belgii. Společnost se věnuje výzkumu, vývoji a výrobě přístrojů pro vysoce přesné analýzy chůze a stability za statických a dynamických podmínek [94].

Základní deska Footscan (obr. 9) má rozměry (578 × 418 × 12) mm a hmotnost 4,2 kg. Aktivní plocha obsahuje 4 096 tlakových senzorů, které mohou snímat zatížení s frekvencí až 500 Hz [94].



Obrázek 9: Přenosná měřicí deska Footscan [23]

2.15 Terapie poruch rovnováhy

Poruchy rovnováhy se léčí konzervativními postupy, mezi které patří farmakoterapie, psychoterapie, fyzioterapie a vestibulární habituační trénink. Vhodně zvolený léčebný postup minimalizuje následky vestibulárního poškození a zlepšuje kvalitu života pacientů. Při selhání konzervativních postupů lze v některých případech přistoupit k chirurgické léčbě [31], [52], [121].

2.15.1 Farmakologická léčba

Vzhledem k omezenému množství studií vychází farmakoterapie rovnovážných poruch z empirických poznatků a kazuistických studií. Symptomatická léčba vestibulárních příznaků využívá vestibulární sedativa a antiemetika. Dlouhodobá neopodstatněná farmakoterapie může vést ke zpomalení adaptačních a kompenzačních mechanismů, u pacienta může dojít k prodloužení a zafixování obtíží [52], [121].

Anticholinergika potlačují intenzitu nystagmu, vegetativní příznaky ale nepotlačují. Antihistaminika se ordinují k potlačení vertiga a vegetativních příznaků při

akutní vestibulární dysfunkci. Benzodiazepiny potlačují vestibulární dráždivost. K léčbě nauzey a zvracení se používá řada antiemetik [121].

Vasodilatancia ovlivňují cévní zásobení mozku a labyrintu. Nootropika optimalizují využití kyslíku a živin mozkovou tkání. Kortikosteroidy podporují kompenzaci vestibulární léze, potlačují reakce imunitního systému. Diuretika se využívají k léčbě poruch regulace tvorby a sekrece nitroušních tekutin při endolymfatickém hydrosepsu [118].

2.15.2 Vestibulární rehabilitace

Vestibulární rehabilitace patří k základním léčebným postupům, jejichž cílem je harmonizace funkcí všech rovnovážných subsystémů. Vznik konceptu sahá do 40. let 20. století [65]. Rehabilitace by měla být zahájena v období do 6 měsíců od vzniku léze, kdy je plasticita nervového systému největší. U každého pacienta by měl být způsob rehabilitace přizpůsoben preferenci jednotlivých sensorických systémů [51].

Existují tři způsoby vyrovnání se ztrátou vestibulární funkce: spontánní úprava funkce, vestibulární adaptace založená na plasticitě nervového systému a vypracování náhradních strategií. Rehabilitační cvičení vede k úpravě patologických změn ve vestibulárním systému a ke zlepšení funkčního deficitu [11].

K dosažení kompenzace a adaptace pacienta na vzniklou lézi se využívají postupy na neurofyziologickém podkladě. Při terapii se využívá plasticity rovnovážného ústrojí s cílem vyrovnání asymetrie vestibulárních systémů. Cílem pohybového tréninku je dosažení stavu, kdy pohybová aktivita nepůsobí žádné rovnovážné obtíže [31], [121].

Důležitý je individuální přístup k pacientovi respektující charakter vestibulární poruchy, funkční schopnosti pacienta a tíži funkčního deficitu v každodenních aktivitách. Základem rehabilitace je pacientova spolupráce při cvičení v domácím prostředí. Důležité je, aby náročnost cviků odpovídala aktuálním pacientovým schopnostem [11]. Efektivita léčby je podle typu a příčiny vertiga 60–90 % [66].

Vestibulární habituační trénink

Habituační je fyziologický jev, při kterém dochází ke snižování odpovědi smyslových buněk na opakovaný podnět [121]. Vestibulární habituační trénink je vhodný pro pacienty se všemi typy poruch rovnováhy, lze jej kombinovat s podáváním farmak [22].

Adaptační cviky se využívají v případě postižení harmonie mezi subsystemy, cviky substituční se zařazují u pacientů s trvalým vestibulárním postižením [66]. Při terapii se využívají vizuální aference ke zlepšení stability zraku a somatosenzorická balanční cvičení ke zlepšení posturální stability [121]. Tréninkový program tvoří sestava cviků, které provokují pacientovy obtíže, je tedy sestavován individuálně pro každého pacienta [22].

Začíná se od cviků vleže se zrakovou fixací, poté se zařazují cviky se zavřenýma očima a vyšší polohy. Vhodné je cvičit naboso z důvodu dráždění propioceptivního čítí. Obvykle se doporučuje cvičit 5–10 minut, pravidelně třikrát denně po dobu minimálně šesti týdnů [22].

2.15.3 Chirurgická léčba

Chirurgická léčba se využívá po vyčerpání ostatních možností, někdy pacient přijde o sluch. Indikována je v případě tumorů v oblasti mozkového kmene a u vestibulárního schwannomu, kde se provádí dekomprese n. vestibulocochlearis. Mezi další indikace patří nezišitelné BPPV, Menièreova choroba a perilymfatické píštěle [52].

Chirurgický postup je dále využíván k zavedení a fixování nitroušního mikrokatetru do oblasti okrouhlého okénka, který umožňuje aplikaci účinného léku [31].

Vzácná je složitá operace endolymfatického hydroopsu, kdy se vytvoří spojení mezi částí vnitřního ucha a středoušní dutinou, které umožňuje odtok přebytečné tekutiny [118].

2.15.4 Psychoterapeutická léčba

Vestibulární obtíže jsou pro pacienty velmi stresující. Omezují je v běžných denních aktivitách, mohou vést až k invaliditě. Často jsou doprovázené úzkostmi [52].

Fobické posturální vertigo se vyvine až u třetiny pacientů, kteří prodělali akutní vestibulární postižení. Správně vedená psychoterapie v akutní fázi onemocnění omezuje vznik chronických potíží a brání rozvoji fobického posturálního vertiga [52].

2.16 Posturální stabilita

Posturální stabilita je komplexní chování, které závisí na mnoha částech centrálního, periferního a muskuloskeletálního systému, proto je často velice obtížné určit příčinu porušené stability [40]. Z velké části se do posturální stability i rovnováhových

schopností promítá fyzická a psychická odolnost. Rovnováhové schopnosti zajišťují stabilitu držení těla při stoji i během lokomoce. Jančová s Kohlíkovou je hodnotí jako schopnost udržovat posturální stabilitu [49].

Vzpřímená poloha nepatrně kolísá vlivem dynamického udržování postury a dýchacích pohybů. Udržování polohy těla v labilní vertikální poloze zajišťuje aktivita svalů a smyslových receptorů. Při výpadu některé senzorycké složky dochází ke zvýšení aktivace jiné složky [116]. Dlouhodobé vestibulární deficity jsou ve stoji relativně dobře kompenzovány vizuálními a somatosenzoryckými informacemi [99].

Podmínky okolního prostředí rozhodují o podílu informací od jednotlivých systémů, které se podílejí na udržení rovnováhy. Vliv má také složitost prováděné činnosti, předchozí zkušenosti a znalost prostředí. První smyslové informace poskytuje vizuální systém [24], [39].

Pro posturální kontrolu je důležitá posturální orientace, která zahrnuje aktivní kontrolu těla vzhledem ke gravitaci, k podložce, vizuálním vjemům a vnitřnímu prostředí těla [39].

Celková posturální reakce se mění podle vývoje funkční diferenciací CNS při tvorbě posturálních programů. Dle rozvoje motoriky lze usuzovat na vývoj nervové soustavy. Hodnotit posturální ontogenezi a eventuální vývojovou retardaci je možné podle stupně diferenciací posturální funkce [109], [115].

Komplexní schopnost udržuje těžiště těla vůči gravitaci při přípravě k pohybu, během pohybu, při jeho zakončení a ve fázi stoje [14]. Vzhledem k tomu, že ne vždy jsou k dispozici informace ze všech smyslů, posturální řídicí systém přizpůsobí udržení stoje různým podmínkám [83].

Posturální systém je aktivní i v klidové pohotovostní poloze. Míra aktivity vzrůstá, když se začíná poloha orientovat ve směru zamýšleného pohybu. Velkou roli hraje autochtonní muskulatura páteře reagující již při pouhé představě pohybu. Na posturální funkce mají vliv i funkce vnitřních orgánů a psychika [115].

Posturální stabilita se mění v průběhu celého života. S horší stabilitou se setkáváme u malých dětí. Ve vyšším věku ztrácí CNS postupně schopnost řídit polohu těla, zhoršuje se vestibulární aparát a mozečkové funkce podílející se na udržení polohy těla v prostoru [24], [49].

U dospělých lze zhoršení posturální stability zaznamenat již kolem 40. roku věku, k urychlení tohoto procesu dochází průměrně po 60 letech života. U seniorů dochází

k úbytku kostní a svalové tkáně, mění se parametry zajišťující materiálně funkčnost stabilizační složky [24], [49].

S narůstajícím věkem se zhoršuje funkce jednotlivých receptorů, klesá jejich citlivost a schopnost adekvátně vyhodnocovat získané informace. Klesající reakční rychlost, rychlejší nástup únavy a snížená pozornost nepříznivě ovlivňují posturální stabilitu a zvyšují riziko pádů. Převážně při lokomoci mají negativní vliv poruchy srdečního rytmu a zvýšené inspirační a expirační úsilí [49], [122].

2.16.1 Definice pojmů

V následující kapitole jsou shrnuty pojmy, které se týkají posturální stability. Existuje velké množství výkladů a pohledů na tuto oblast, definice této problematiky se liší.

Postura

Postura je aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má největší význam tíhová síla. Postura je základní podmínkou pohybu, je součástí všech poloh a pohybů [60], [112]. Postura popisuje orientaci jakéhokoliv tělesného segmentu v závislosti na gravitačním vektoru. Jedná se o úhlové měření od vertikály [127].

Je zajištěna vnitřními silami, hlavní úlohu hraje svalová aktivita řízená CNS. Zaujetí a udržení postury je rozhodující součástí všech motorických programů. Postura je nejen na začátku a na konci jakéhokoliv cíleného pohybu, ale je také jeho součástí a základní podmínkou [112].

Posturální stabilita

Posturální stabilita je schopnost zajistit takové držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému a/nebo neřízenému pádu. Je základem pro lokomoci a manipulaci [60], [112].

Posturální stabilizace

Posturální stabilizace je aktivní (svalové) držení segmentů těla proti působení zevních sil řízené CNS. Zpevnění segmentů umožňuje dosažení vzpřímeného držení a lokomoci těla jako celku. Posturální stabilizace je součástí všech pohybů [60].

Posturální reaktibilita

Posturální reaktibilitou nazýváme reakční stabilizační funkci, která je vyvolána při každém pohybu segmentu těla náročném na silové působení. Při překonávání odporu je generována kontrakční svalová síla. Síla je převedena na momenty sil v pákovém segmentovém systému lidského těla a vyvolá reakční svalové síly v celém pohybovém systému [60].

Účelem této reakce je zpevnění jednotlivých pohybových segmentů. Získáme co nejstabilnější punctum fixum a kloubní segmenty odolávají účinkům zevních sil [60].

Rovnováha

Rovnováha je obecný termín popisující dynamiku postury k zabránění pádu. Závisí na setrvačných silách působících na tělo a na setrvačné charakteristice tělesných segmentů [127]. Fyzikové definují rovnováhu jako stav tělesa, kdy silové pole tvořené všemi působícími silami způsobuje klidový stav nebo rovnoměrný přímočarý pohyb.

Další definice říká, že tuhé těleso je v rovnovážné poloze, jestliže se pohybový účinek všech sil působících na těleso navzájem ruší a těleso je v klidu. Aby bylo těleso v rovnovážné poloze, musí být současně splněny podmínky rovnováhy sil a rovnováhy momentů sil [105].

Pod pojmy rovnováha a balance si můžeme představit procesy, které nám umožní dosáhnout posturální stability proti měnícím se vlivům gravitace na jednotlivé segmenty těla. Rovnováhu ovlivňují oporná báze, výška těžiště, rychlost pohybu, kognitivní stav a medikace. Snahou je mít těžiště těla v mezích oporné báze a pomocí vhodných reakcí na vnější i vnitřní změny prostředí udržet vzpřímené postavení, předejít pádům a zraněním [63], [112].

Statická rovnováha je dle Hahna schopnost udržet tělo ve vzpřímené poloze, bez pomoci jakékoliv opory a bez pohybu nohou z jejich původní polohy. Tato rovnováha může být udržována poměrně dlouhou dobu bez zvláštního úsilí. **Dynamická rovnováha** je charakterizována jako schopnost udržet rovnováhu, když je tělo v lineárním nebo rotačním pohybu [34].

Skutečně dynamická rovnováha je například při chůzi a běhu. Rovnováha člověka stojícího na plošině, která je nakloněná, kývavá či dokonce rotuje, je kvazi-dynamická. Rovnováha kvazi-statická zahrnuje posturální úkoly jako například stoj na úzkých kolejkách, stoj na špičkách nebo na jedné dolní končetině, které vyžadují množství úsilí, rychlé korekční pohyby a komplexní koordinaci k vyrovnání gravitačních sil [34].

Atituda

Atituda je orientovaná postura nastavená tak, aby bylo možné provést plánovaný pohyb [112]. Před pohybem dojde ke zvýšené dráždivosti určitých motoneuronů zajišťujících přednastavení stavu aktivace motoneuronů před zahájením pohybu. Dle Raševa je atituda reakce při anticipační aktivitě stabilizačních posturálních programů. Do jejího nastavení se výrazně promítá i psychický stav jednotlivce [88].

2.16.2 Biomechanický pohled na stabilitu

Stabilita je míra úsilí potřebná k dosažení změny polohy tělesa z jeho klidové polohy [13]. Označuje míru úsilí potřebného k porušení rovnováhy ležícího (podepřeného) tělesa v gravitačním poli. Musíme-li vynaložit velké úsilí k porušení rovnováhy, nachází se těleso ve stabilním stavu. Poloha tělesa je stabilní, pokud je těžiště blízko oporné báze s velkou plochou a hmotnost tělesa je velká, například poloha člověka vleže. Stoj je stav nestabilní, stačí malé úsilí k porušení rovnováhy [115].

Stabilita je přímo úměrná velikosti oporné plochy (část podložky, která je v kontaktu s tělem) a jejím vlastnostem. Základní podmínkou stability ve statické poloze je, že se musí těžiště v každém okamžiku promítat do oporné báze (ohrazení nejvzdálenějších bodů oporné plochy). Oporná báze je většinou větší než oporná plocha [60], [115].

Osoby s vyšší hmotností mají větší stabilitu (zákon o setrvačnosti). Stabilita je nepřímo úměrná výšce těžiště. Segmentované těleso je staticky stabilní, jestliže těžnice prochází středy jednotlivých segmentů [115].

Posturální programy řídí zaujímání určité pozice kloubů a pomocí posturálních reakcí stabilizují motoriku. Jejich cílem je udržení tělesné pozice vzhledem ke gravitaci a cílenost pohybů [87].

Ideální postura je charakterizována rovnoměrným rozložením biomechanických sil působících na kloubní plochy. Postavení páteře, pánve a hrudníku dovoluje optimální zatížení při fázickém pohybu končetin. Program z CNS nastavuje segmenty do neutrální pozice, ve které dochází k optimálnímu zatěžování kloubních ploch [108].

Pro seniory je typické rozložení hmotnosti do větší oporné báze (rozšířená základna stoje) a přetěžování segmentů těla kvůli nerovnoměrnému rozložení hmotnosti při stoji [49]. Dlouhodobá nesprávná posturální zátěž, tj. působení vnitřních sil v nevhodné posturální situaci, je příčinou vzniku mikrotraumat, která vedou k různým poškozením [108].

Faktory ovlivňující stabilitu rozdělujeme na fyzikální (oporná báze, hmotnost, poloha těžiště, charakter kontaktu těla s podložkou, postavení a vlastnosti hybných segmentů) a neurofyziologické (psychické stavy, vlivy vnitřního prostředí, procesy nastavující excitabilitu a spouštějící pohybové programy, zpětnovazebné procesy) [115].

Terminologie

Základní pojmy týkající se posturální stability jsou shrnuty v publikaci Kineziologie nohy [114]:

- **AS** (Area of Support, oporná plocha) – část plochy kontaktu (Area of Contact, **AC**), která je aktuálně využita k vytvoření oporné báze; původně definována jako plocha kontaktu (dotyku) podložky s povrchem těla.
- **BS** (Base of Support, oporná báze) – původně definována jako část podložky ohraničená nejvzdálenějšími body oporné plochy; definici je nutné chápat v souvislosti s výše uvedeným upřesněním definice AS.
- **COM** (Centre of Mass, těžiště) – hypotetický hmotný bod, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla v globálním vztažném systému. Z hlediska kineziologie je možné mluvit o společném těžišti těla pouze při zaujetí postury.
- **COG** (Centre of Gravity) – průmět společného těžiště těla do roviny oporné báze.
- **COP** (Centre of Pressure) – působiště vektoru reakční síly podložky.

COP je shodné s COG pouze v případě dokonale tuhého tělesa.

2.16.3 Fyzioterapeutický pohled na stabilitu

Lidské tělo se skládá z velkého množství segmentů, které spolu s neustále se měnící podobou vnitřního prostředí těla mají vliv na nestabilitu v základní vzpřímené poloze. Posturální stabilitu ovlivňuje i aference nociceptivní a interoceptivní. Stabilní výchozí poloha těla musí být udržována činností svalů řízených z CNS [112], [116].

Stabilizační mechanismus vzpřímeného stoje je zajištěn opornou stabilizační funkcí dolních končetin a stabilizační schopností páteře. Stoj na dvou dolních končetinách umožňuje lepší orientaci, psychologickou výhodu výšky či použití rukou pro úchop. Nevýhodné je obtížnější řízení polohy tělesných segmentů i celého těla, výše položené těžiště a horší stabilita. V labilní poloze vzpřímeného držení je posturální aktivita nejvyšší, těžiště těla je vysoko nad opornou bází [112], [115].

Udržování nastavené výchozí polohy (postury) je dle Věleho dynamický proces. Poloha segmentů těla je udržována neustálým vyvažováním zaujaté polohy [116]. Malé tělesné výkyvy jsou nutné, protože vhodným způsobem zvyšují aferentní informaci. Klinicky se posturální reakce projevují vyváženými synergistickými aktivacemi agonistů a antagonistů, které v jakékoliv pozici a při jakémkoliv pohybu zabraňují zbytečným výkyvům [87].

Balancováním kolem střední polohy je zajištěna možnost rychlého přechodu z klidu do pohybu a z pohybu do klidu. Posturální funkce probíhá subkortikálně v podvědomí a přizpůsobuje se aktuálnímu stavu prostředí. Při neočekávané změně podmínek vstupuje tento proces do vědomí [116].

Dle Magnusova tvrzení (postura provází pohyb jako stín) je posturální systém aktivní i při pohybu [116]. Posturální funkce přispívá ke zlepšení pohybové koordinace vnímané jako pohybová jistota, která má psychologický vliv na stav mysli [13].

Psychika má významný vliv na držení těla, ovlivňuje proces volby vhodného programu k udržení či obnovení posturální stability. Strach z nezvládnutí situace je příčinou svalového hypertonu, který zhoršuje koordinaci [113]. Pohybová nejistota (nestabilita) je většinou provázena i psychickou složkou (obava z pádu, nepřesného dosažení pohybového cíle) [13]. Psychogenní původ je příčinou zhruba 20–40 % případů stavů nestability [60].

Řízení posturální stability

Postura pohyb předchází, aktivací tonických svalů se posturální systém snaží udržet zaujatou polohu těla a brání její změně. Při pohybu je posturální systém inhibován fázickým svalovým systémem. Posturální systém se účastní řízení pohybu, udržuje plynulý pohyb. Posturální funkce každý pohyb i zakončuje; je realizována především axiálním systémem [115]. Informace pro řízení stability z proximálních receptorů mají převahu nad informacemi z distálních receptorů [116].

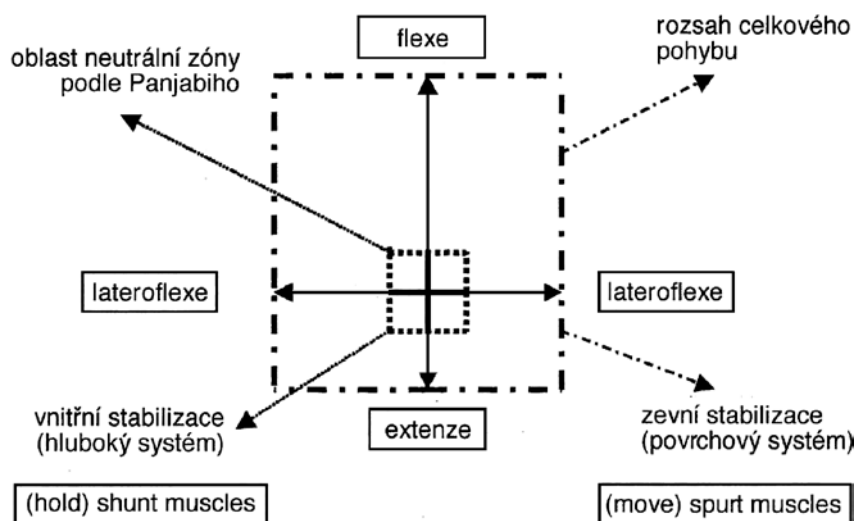
Posturální motorika pracuje více s tonickými svaly schopnými vyvíjet menší úsilí po delší dobu. Při lokomoci (i jemné motorice) se uplatňují převážně fázické svaly, které vyvíjejí větší sílu po kratší dobu. Fázické řízení motoriky má za cíl změnu polohy těla (lokomoci, pohyb tělesných segmentů). Lokomoční systém tlumí posturální funkci a tím facilituje pohyb. Důležitá je vzájemná spolupráce posturálního a lokomočního systému [87], [116].

Zpětnou vazbu (feed back) umožňují informace z vestibulárního orgánu a proprioceptivních čidel ve svalech, šlachách, v kloubních pouzdrech a ligamentech. Dopřednou vazbu (feed forward) umožňuje aference optická a akustická [115].

Stabilizace (obr. 10) se rozděluje na vnitřní (segmentovou) a vnější (sektorovou, celkovou). Za vnitřní stabilizaci, probíhající v centrální zóně, jsou zodpovědné hluboké krátké intersegmentální svaly páteře [116].

Na vnitřní stabilizaci se podílejí i svaly dýchací, především bránice. Stabilita osového orgánu (stabilita vnitřní) je bází, ze které vychází i účelově řízený pohyb. Vnitřní stabilita musí být sektorově proměnlivá, aby některé sektory mohly stabilizovat svoji polohu a tím umožnit jiným sektorům svoji polohu účelově měnit [13].

Na vnější stabilizaci, projevující se zřetelnými odchylkami od centrální zóny, se podílejí delší a silnější záběrové svaly. Při náhlé změně podmínek nebo překročení schopnosti tonických svalů udržet polohu dojde k zásahu fázických svalů, zabrání se destabilizaci s možností pádu [116].



Obrázek 10: Stabilizace ve vzpřímeném držení [116]

Vyhodnotí-li řídicí systém, že posturální stabilitu nelze udržet pomocí statické (např. rovnovážné reakce) ani dynamické strategie (částečné přemístění AC, např. úkrokem, chycením se pevné opory), uplatní program řízeného pádu. Podmínkou uplatnění tohoto programu je dobrá pohybová koordinace [113].

Korekční pohyby ve stoji probíhají disto-proximálním směrem. Při vzrůstající nestabilitě dochází nejprve k plantární flexi prstců, později se rozšiřuje aktivita na lýtkové svaly, dále se aktivují stehenní svaly, svaly trupové, nakonec se zapojí i horní končetiny [116].

Stabilizační mechanismy

Statické strategie (bez změny oporné báze) využívají především hlezenní a kyčelní mechanismus. Dynamické strategie (změna oporné báze) využívají různé způsoby zvětšení oporné báze [113]. Při stoji se uplatňuje převážně mechanismus hlezenní v anterioposteriorním směru a mechanismus kyčelní v laterolaterálním směru [127].

Hlezenní mechanismus se používá v klidném stoji a během malých výchylek. Aktivita plantárních a také dorzálních flexorů hlezenních kloubů řídí kontrolu obráceného kyvadla. Na kyčelním mechanismu se z velké míry podílejí svaly v oblasti kyčelních kloubů, dochází k přenášení hmotnosti z jedné dolní končetiny na druhou [127].

V situacích s velkými výchylkami nebo v případě, že se nemůže uplatnit hlezenní mechanismus, nastávají tyto dvě strategie [127]:

- Kyčelní mechanismus zareaguje flexí v kyčelních kloubech a tím posune COM posteriorně.
- Kyčelní mechanismus zareaguje extenzí v kyčelních kloubech a tím posune COM anteriorně.

Stranová stabilita stoje je podstatně lepší než stabilita předozadní (např. postavení při jízdě v tramvaji). Volnost pohybu dolních končetin i trupu je do stran mnohem více omezená než ve směru předozadním. Velká volnost pohybu a tedy malá stabilita v rovině sagitální souvisí s přirozenou lokomocí v této rovině, umožňuje rychlé vykročení vpřed [113].

Při stoji mají osoby bez poruchy rovnováhy větší výchylky v anterioposteriorním směru než v laterolaterálním směru, tento rozdíl není větší než 10 % [65]. Širší pozice nohou snižuje výchylky v laterolaterálním směru. V úzkém stoji se snižují anterioposteriorní výchylky. Zavření očí více ovlivní výchylky anterioposteriorní než laterolaterální [35].

Účinnost svalů v oblasti hlezna (při kratší páce) je podstatně menší (moment síly kolem 10 Nm) než účinnost svalů v oblasti kyčle (moment síly kolem 100 Nm). Výhradní použití hlezenního mechanismu v předozadním směru je pouze v klidném stoji bez výraznějšího působení zevních sil [113].

V tandemovém stoji je role hlezenního a kyčelního mechanismu obrácená. V této pozici se uplatňuje mechanismus hlezenní v laterolaterálním směru (inverze a everze), ve směru anterioposteriorním dominuje mechanismus kyčelní (flexe a extenze) [127].

Při posuzování stability člověka můžeme uvažovat o obráceném modelu kyvadla, tj. malá plocha základny a vysoko uložené těžiště. Tento model může být použit k vysvětlení způsobu kontroly rovnováhy pomocí CNS [127].

Systém těla představuje obrácené kyvadlo pohybující se kolem osy hlezenního kloubu vlivem působení dvou hlavních momentů sil. Model zahrnuje pouze pohyby v sagitální rovině a multisegmentální systém těla je redukován na dva segmenty spojené v hlezenních kloubech [112].

Vařeka vytýká tomuto zjednodušenému modelu opominutí posturální funkce svalů dolních končetin, trupu a dalších svalů. Tuto funkci považuje za zásadní, aby mohlo být tělo považováno za dvousegmentové [112].

Stabilizační systém

Panjabi se domnívá, že stabilizační systém páteře se skládá ze tří subsystémů (obr. 11). Pasivní subsystém je tvořen obratli, meziobratlovými ploténkami a vazy. Aktivní subsystém zahrnuje svaly a šlachy v oblasti páteře. Řídicí subsystém ovládá procesy aktivního subsystému k zajištění potřebné stability [81].

Přestože jsou pasivní, aktivní a řídicí subsystém koncepčně samostatné, jsou funkčně závislé. Za normálních okolností jsou subsystémy vysoce koordinovány a optimalizovány [81].



Obrázek 11: Subsystémy stabilizačního systému

Dysfunkce jednoho ze subsystémů může vést k následujícím třem možnostem [81]:

- Okamžitá kompenzace ostatními subsystémy – výsledkem je normální funkce.
- Dlouhodobá adaptace jednoho nebo více subsystémů – výsledkem je normální funkce, ale se změnou ve stabilizačním systému.
- Postižení jedné nebo více složek některého subsystému – výsledkem je celková dysfunkce systému.

Případná dysfunkce subsystému může být v určitém rozsahu kompenzována. Pokud je dysfunkce za těmito hranicemi, vznikají akutní nebo chronické problémy [81].

Panjabi definuje klinickou instabilitu jako významné snížení výkonnosti stabilizačního systému páteře k udržení centrální zóny v rámci fyziologických limitů (nevyskytují se žádné neurologické obtíže a velké deformity, není přítomna bolest) [82].

Několik studií prokázalo, že centrální zóna je parametr dobře korelující s dalšími parametry, které poukazují na instabilitu páteřního systému. Centrální zóna je zvětšována zraněním a degenerativními změnami. Zmenšuje ji kvalitní svalový stabilizační systém páteře nebo operační fixace páteře. Centrální zóna je klinicky významná při měření stability. Stabilizační systém páteře se přizpůsobuje, aby centrální zóna zůstala uvnitř fyziologických prahů a zabránilo se vzniku klinické instability [82].

2.17 Literární rešerše

Byla publikována řada studií, ve kterých autoři sledovali, zda děti se sluchovým postižením mají horší motorické schopnosti, dovednosti a stabilitu v porovnání se zdravými vrstevníky. Studie vycházely z předpokladu, že děti se sluchovým postižením mají ve srovnání se zdravými dětmi větší riziko deficitů v rovnováze a hrubé motorice.

Publikované studie ukazují vestibulární dysfunkci u 30–70 % dětí se sluchovým postižením. Vzhledem k tomu, že sluchové a rovnovážné ústrojí mají anatomicky i vývojově blízký vztah, může být poškození sluchu spojeno s vestibulárním deficitem. Posturální řízení neslyšících více ovlivňují informace vizuální a somatosenzorické. Někteří autoři upozorňují na chybu automaticky předpokládat zhoršenou stabilitu a opožděný motorický vývoj u dětí se sluchovým postižením [14].

Na schopnost zdravých dětí udržet rovnováhu má zpočátku největší vliv zrakový systém. S přibývajícím věkem ovlivňují posturální stabilitu více somatosenzorické a vestibulární informace, které dosáhnou plné zralosti ve věku kolem 10 let [47].

Studii, které hodnotí stabilitu neslyšících dospělých osob, je výrazně méně než výzkumů sledujících motoriku a stabilitu neslyšících dětí. V rešerši jsou uvedeny studie, které řeší problematiku související s poškozením sluchu a jeho vlivem na stabilitu.

Nakajima s kolegy hodnotil stabilitu u 19 dospělých neslyšících sportovců (účastníků Deaflympiády) s vrozenou ztrátou sluchu větší než 90 dB. Studie se zúčastnilo v experimentální skupině 15 mužů a 4 ženy, průměrný věk neslyšících účastníků byl 25,1 let. Kontrolní skupinu tvořilo 25 slyšících osob (20 mužů a 5 žen

průměrného věku 22,8 let), které se pravidelně věnovaly sportovním aktivitám a neměly poruchu rovnováhy [78].

Účastníci studie absolvovali vyšetření VEMP a vyšetření nystagmu pomocí kalorické zkoušky (v případě pozitivity se měřila délka trvání odezvy). U probandů byla posouzena dynamická zrková ostrost pomocí testu Dynamic Visual Acuity Test, který hodnotí případné poškození vestibulo-okulárního reflexu [78].

Vyšetření VEMP bylo pozitivní u všech neslyšících sportovců, v kontrolní skupině měli všichni normální reakci. U kalorické zkoušky byla zaznamenána normální odpověď na obou stranách u 14 neslyšících probandů (73,7 %), narušená funkce se ukázala u 5 neslyšících probandů (26,3 %). Skupina neslyšících měla lepší dynamickou zrkovou ostrost, rozdíly mezi skupinami byly statisticky významné na hladině významnosti $p = 0,01$ [78].

Stabilita byla testována stojem na jedné dolní končetině (pravé a levé) s otevřenými a se zavřenými očima po dobu maximálně 60 sekund. Testy byly měřeny bez sluchové pomůcky. Na stabilometrické desce (G-620; Anima Corp.) byly změřeny úzký stoj s otevřenými a poté se zavřenými očima po dobu 30 sekund. Vyhodnocována byla celková dráha COP a plocha, kterou opíše COP [78].

Všichni probandi byli schopni stát na jedné dolní končetině s otevřenými očima po dobu 60 sekund. Průměrný čas, který probandi vydrželi stát na jedné dolní končetině se zavřenými očima, byl ve skupině neslyšících kratší, neslyšící ($22,50 \pm 17,90$) sekund, slyšící ($54,10 \pm 7,20$) sekund [78].

Všechny slyšící osoby zvládly stát na jedné dolní končetině se zavřenými očima minimálně po dobu 30 sekund, z neslyšících probandů limit splnilo pouze šest osob (31,6 %). Stejný počet neslyšících probandů se udržel ve stoji na jedné dolní končetině se zavřenými očima méně než 10 sekund. Rozdíl při stoji na jedné dolní končetině se zavřenými očima byl statisticky významný na hladině významnosti $p = 0,01$ [78].

Rozdíly mezi skupinami při úzkém stoji s otevřenými očima nebyly statisticky významné, ale skupina neslyšících měla v hodnocených parametrech průměrně horší výsledky [78].

Rozdíly mezi skupinami při úzkém stoji se zavřenými očima byly v hodnoceném parametru celková dráha COP statisticky významné na hladině významnosti $p = 0,01$. V druhém hodnoceném parametru (plocha, kterou opíše COP) měli neslyšící v průměru horší výsledek, rozdíl mezi skupinami ale nebyl statisticky významný [78].

V parametru Rombergův poměr velikosti dráhy měli neslyšící vyšší průměrnou hodnotu než kontrolní skupina, tj. u neslyšících osob došlo při zavření očí k výraznějšímu zhoršení posturální stability [78].

Profesor Möller ze Švédska s kolegy oslovil dotazníkem 74 neslyšících osob, vrátilo se 53 vyplněných dotazníků. Průměrný věk osob byl 56 let. Kromě příčiny a věku, ve kterém byla ztráta sluchu diagnostikována, byly v dotazníku i otázky zjišťující dobu počátku chůze, přítomnost závratí a případné problémy při chůzi ve tmě či sportovních aktivitách [75].

Z dotazníkového šetření vyplynulo, že u neslyšících byla diagnóza stanovena do 12 měsíců věku, u sluchově postižených do 24 měsíců. Přibližně polovina osob začala chodit až po dosažení 18 měsíců věku. Dotazovaní udávali problémy při chůzi ve tmě a na nerovném povrchu. Problémy při tělesné výchově uvedlo 70 % osob, byly považovány za nemotorné [75].

Klinické části studie se zúčastnilo 32 sluchově postižených osob. Absolvovaly vyšetření sluchu, vyšetření nystagmu pomocí elektronystagmografie, kalorickou zkoušku, Rombergův test a posturografické dynamické vyšetření [75].

Po vyhodnocení testů konstatovali autoři studie bilaterální vestibulární postižení u 40 % vyšetřených osob. Do té doby nebylo u těchto osob postižení rovnováhy diagnostikováno [75].

V rozsáhlé validační studii z roku 2010 se De Kegel pokusila klinickými testy a posturografií zjistit rozdíly ve stabilitě a v motorice u dětí ve věku 6–12 let. Do studie bylo zapojeno 53 dětí s fyziologickým vývojem a 23 dětí s oboustranným sluchovým postižením (skupina s potenciálně vyšším rizikem problémů se stabilitou). U 13 dětí byla sluchová vada dědičná, 8 dětí ji získalo během prvních dvou let života; ve skupině bylo 11 dětí s kochleárním implantátem [14].

Děti absolvovaly posturografické testy (stoj na pevné a pěnové podložce s otevřenýma a se zavřenýma očima, stoj na jedné dolní končetině s otevřenýma očima a tandemový stoj s otevřenýma očima) a čtyři klinické testy (stoj na jedné dolní končetině s očima otevřenýma a zavřenýma, chůze po kladině a poskoky na jedné dolní končetině na pěnové podložce) [14].

Ve čtyřech ze šesti posturografických testů (stoj na pevné podložce se zavřenýma očima, stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima, stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima, stoj na jedné dolní končetině s otevřenýma očima) a ve dvou ze čtyř

klinických testů (stoj na jedné dolní končetině se zavřenými očima a chůze po kladině) měly neslyšící děti statisticky horší výsledky ($p < 0,05$). Studie ukázala pouze nízké až střední korelace mezi různými testy hodnocení rovnováhy. De Kegel došla k závěru, že použité posturografické a klinické testy poskytují různé, vzájemně se doplňující informace [14].

U dětí se sluchovým postižením by se nemělo zapomínat na možnost poškození vestibulárního systému. Studie ukazují, že hlavně u dětí s percepční sluchovou vadou je často poškození sluchu doprovázeno vestibulární hypofunkcí. U těchto dětí dochází k výraznému opoždění vývoje hrubé motoriky ve srovnání nejen se slyšícími vrstevníky, ale i s dětmi s převodní sluchovou vadou [90].

Potter publikovala v roce 1984 studii, ve které hodnotily stabilitu dětí s percepční vadou sluchu. Studie se zúčastnilo 34 dětí ve věku 5–9 let se ztrátou sluchu 55 dB až 120 dB na lepším uchu. Autorky vyhodnocovaly délku trvání nystagmu po rotaci a dobu, po kterou děti udržely rovnováhu ve stoji na jedné dolní končetině s očima otevřenými a zavřenými. Výsledky porovnaly s hodnotami testů, které dosahují zdravé děti stejné věkové kategorie [84].

Výsledky měření ukázaly, že 20 dětí (58,8 %) s vadou sluchu mělo výrazně nižší vestibulární odpověď než slyšící děti. Neslyšící děti dosáhly také horších výsledků v prováděných testech rovnováhy, ale nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Některé neslyšící děti dokázaly kompenzovat vestibulární postižení jinými mechanismy podílejícími se na udržení rovnováhy. Rozdíly mezi chlapci a děvčaty nebyly prokázány [84].

Siegel ve škole pro neslyšící testovala stabilitu sluchově postižených dětí testem BOTMP (Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency). Do studie bylo zapojeno 28 dětí normální inteligence. Nebyla u nich diagnostikována porucha učení a neměly jiné zdravotní postižení. Mezi vylučující kritéria výběru patřilo také opoždění vývoje [96].

Děti byly rozděleny dle věku do tří skupin: 4,5–6,5 let, 8–10 let a 12,5–14,5 let. Absolvovaly osm testů rovnováhy, např. stoj na jedné dolní končetině s otevřenými a se zavřenými očima. Průměrné dosažené skóre v každé věkové skupině bylo porovnáno se standardní hodnotou v daném testu. Bez ohledu na věk dosáhly neslyšící děti vždy menšího skóre [96].

Stejný test (BOTMP) byl použit ve studii, které se zúčastnilo 30 dětí s percepční vadou sluchu ve věku 6–9,4 let a stejný počet zdravých vrstevníků. Vyšetření VEMP prokázalo vestibulární deficit u 53 % uší neslyšících dětí. Ze šesti hodnocených testů stability byly děti s vadou sluchu statisticky horší při čtyřech testech stoje na jedné dolní končetině [48].

Horší stabilitu neslyšících dětí ve věku 7–10 let ve srovnání se slyšícími vrstevníky konstatovaly také závěry studie brazilských autorů. Experimentální skupinu tvořilo 43 dětí s bilaterální hluchotou (sluchový práh na lepším uchu 96 dB a vyšší), 51 % dětí používalo sluchadlo, 49 % mělo kochleární implantát. V kontrolní skupině bylo 57 slyšících dětí [15].

Na stabilometrické desce (AccuSway Plus) byl měřen široký a úzký stoj s otevřenými a se zavřenými očima. Každý test trval 30 sekund, vždy se prováděla tři opakování [15].

Statisticky byla hodnocena rychlost vychylování a posun COP ve směru anterioposteriorním a laterolaterálním. Neslyšící děti měly ve více než v 75 % testů vyšší průměrné hodnoty, tj. horší stabilitu, než děti v kontrolní skupině. Největší rozdíl mezi skupinami byl v posunu COP ve směru anterioposteriorním u širokého stoje se zavřenými očima. Výsledky studie potvrdily předpoklad, že nejsou statisticky významné rozdíly mezi chlapci a děvčaty [15].

K opačným závěrům došli polští autoři, kteří zkoumali posturální stabilitu dětí ve věku 8–17 let. Studie se zúčastnilo celkem 228 dětí. Ve skupině neslyšících bylo 65 dětí (vrozenou ztrátu sluchu mělo 25 dětí, získanou vadu 40 dětí), kontrolní skupina zahrnovala 163 slyšících dětí. Na posturografické desce (Zebris WinPDMS) byl testován fyziologický stoj s očima otevřenými a zavřenými, testy trvaly 30 sekund, zaznamenáváno bylo posledních 20 sekund [125].

Statisticky významný rozdíl mezi skupinami byl zjištěn v parametru celková dráha COP při testu s otevřenými očima. Při testu se zavřenými očima byly statisticky významné rozdíly v několika parametrech hodnotících posturální stabilitu [125].

Sluchově postižené děti měly lepší výsledky v hodnocených parametrech stability než slyšící vrstevníci. Rozdíly byly patrné zejména při stoji se zavřenými očima, při kterém neslyšící děti prokázaly lepší posturální stabilitu než zdravé děti při stoji s otevřenými očima [125].

Děti se sluchovým postižením kompenzují vestibulární dysfunkci vizuálními a somatosenzorickými vjemy. Výsledky naznačují, že neslyšící lépe zpracovávají smyslové podněty potřebné k posturálním reakcím především z proprioreceptorů, v menší míře z vizuálního systému [125].

K jinému závěru dospěla studie korejských autorů, ve které se uvádí, že posturální řízení je více závislé na informacích vizuálních než somatosenzorických. Autoři hodnotili rozdíly v rovnováze a jejich smyslovou kompenzaci v jednotlivých věkových kategoriích slyšících a neslyšících dětí. Do studie bylo zapojeno 57 neslyšících (ztráta sluchu větší než 70 dB) a 57 slyšících dětí ve věku 4–14 let, které byly rovnoměrně zastoupeny ve věkových skupinách: 4–6 let, 7–9 let a 12–14 let [4].

Posturální stabilita byla hodnocena pomocí délky stoje (maximálně 60 sekund) na jedné dolní končetině (dominantní) při čtyřech různých podmínkách: na pevném povrchu s otevřenými očima, na pevném povrchu se zavřenými očima, na pěnové podložce s otevřenými očima, na pěnové podložce se zavřenými očima [4].

Při stojích s vizuální kontrolou se průměrná doba stoje u neslyšících dětí výrazně zvyšovala s věkem, dosáhla ale nižší úrovně než u slyšících dětí. Zlepšení je nejvíce patrné při stoji na pěnové podložce s otevřenými očima. Při stoji na pěnové podložce se zavřenými očima nebyly ve skupinách neslyšících zjištěny žádné významné rozdíly [4].

V nejmladší věkové skupině 4–6 let byly zjištěny významné rozdíly mezi slyšícími a neslyšícími dětmi ve všech sledovaných testech. Ve starších věkových skupinách se rozdíly zmenšovaly. Výjimkou byl stoj na pevném povrchu se zavřenými očima, kde byly patrné rozdíly mezi skupinou slyšících a neslyšících dětí bez ohledu na věk. Výsledky studie naznačují, že posturální stabilita neslyšících dětí se zlepšuje v důsledku adaptace smyslového vnímání [4].

Kolektiv autorů z univerzity v Tuzle (Bosna a Hercegovina) testoval hypotézu, že existují statisticky významné rozdíly v pohybových schopnostech a dovednostech neslyšících a slyšících dětí ve věku 7–17 let. Celkem se studie zúčastnilo 98 dětí, skupinu neslyšících tvořilo 29 dětí, kontrolní skupina zahrnovala 69 slyšících dětí. Testovalo se 14 pohybových úkolů, např. manipulace s míčem oběma rukama a dominantní rukou, rovnováha při různých situacích, rychlost a koordinace [36].

Výzkum potvrdil statisticky významné rozdíly mezi skupinami testovaných dětí. Neslyšící děti zaostávaly v pohybových činnostech, horších výsledků dosáhly také při úkolech náročnějších na rovnováhu. Autoři se domnívají, že horší výsledky neslyšících

děti mohou být způsobeny intenzivní rehabilitací sluchu a důrazem kladeným na rozvoj řeči na úkor pohybové výchovy [36].

Kaga sledoval vývoj hrubé motoriky u 23 dětí s vrozeným oboustranným postižením rovnovážného ústrojí vnitřního ucha (absence polokruhovitých kanálků, hlemýždě). Mezi sledovanými dětmi mělo 11 dětí mentální postižení. Kontrolní skupinu tvořilo 6 zdravých dětí. Autor srovnával, v kolika měsících začaly děti zvedat hlavičku, lézt, sedět, stát s oporou a chodit [53].

V průběhu prvních tří let byly v uvedených parametrech děti s postižením vnitřního ucha výrazně opožděné oproti kontrolní skupině zdravých dětí, např. chodit začaly až v rozmezí 17–33 měsíců. V předškolním období se dovednosti dětí vyrovnávaly. Velkou roli mají kompenzační schopnosti ostatních složek podílejících se na stabilitě. Děti, které neměly mentální postižení, se do 6–10 let věku vyrovnaly vrstevníkům i ve sportovních úkolech. Horší byly pouze při testování stoje na jedné dolní končetině se zavřenými očima [53].

Děti s vrozenou poruchou rovnováhy srovnal autor v osmi testech s pacienty, u kterých došlo k poškození rovnovážného ústrojí v dospělosti. Dospělí pacienti dosahovali horších výsledků v následujících činnostech: stoj na jedné dolní končetině s očima otevřenými a zavřenými, jízda na kole, chůze po kladině, plavání a potápění [53].

V novější studii uvádí Kaga kazuistiky dvou chlapců s vrozeným sluchovým postižením doprovázeným poruchou rovnováhy. V kojeneckém a batolecím věku byl motorický vývoj dětí výrazně opožděný. Postupně se však vestibulární ztráta vlivem vestibulární kompenzace zmenšovala. V době dospívání se jeden z chlapců věnoval plavání a dokázal chodit po kladině. Druhý chlapec ve 20 letech lyžoval a uměl jezdit na kole bez držení rukama [54].

Redfern s kolegy zjišťoval, jak ovlivní plnění jednoduchých úkolů stabilitu probandů. Výzkumu se zúčastnilo 15 pacientů s jednostrannou vestibulární lézí. Důvodem chirurgické resekce vestibulárního nervu bylo u třinácti pacientů odstranění vestibulárního schwannomu a u dvou chronická Menièrova choroba. Po operaci byli jednostranně neslyšící. U všech pacientů byla vestibulární léze kompenzovaná, nestěžovali si na špatnou rovnováhu a závratě. Kontrolní skupinu tvořilo 15 zdravých osob podobného věku [89].

Účastníkům studie byly poušřeny do sluchátek pokyny, na které měli co nejrychleji zareagovat. Byly využívány i vizuální stimuly. Zároveň měli probandi za úkol udržet stabilní výchozí polohu. Stabilita se vyhodnocovala ve čtyřech polohách, jednou z nich byl sed. Během tří minut dostali účastníci studie náhodně 60 stimulů, měřila se rychlost reakce na podnět [89].

V obou skupinách se doba reakce na podnět zvětšovala s náročnější zaujatou výchozí polohou a s obtížnějším testem rovnováhy. Vzhledem ke kontrolní skupině zdravých osob byla ale reakce pacientů s jednostrannou vestibulární lézí při všech podmínkách testování stability pomalejší. Autoři studie si pomalejší reakce pacientů na kognitivní úlohy vysvětlují nutností CNS kompenzovat vestibulární lézi. Při vyhodnocení stability byly výsledky pacientů a kontrolní skupiny srovnatelné [89].

Vliv souběžně vykonávané činnosti na stabilitu sledovala také polská studie z roku 2011. Studie se zúčastnilo 29 sluchově postižených dětí (většina měla ztrátu sluchu větší než 70 dB), stejný počet zdravých dětí byl v kontrolní skupině. Průměrný věk dětí byl 12 let. Hodnotil se stoj na pevné a pěnové podložce. Děti měly co nejrychleji po zaregistrování vizuálního podnětu stisknout tlačítko [16].

Při stoji na pevné podložce nebyly mezi skupinami dětí výrazné rozdíly ve stabilitě, větší rozdíly byly při stoji na pěnové podložce. Při současném sledování vizuálního podnětu došlo u dětí se sluchovou vadou ke zhoršení stability [16].

Lieberman posuzoval, zda existuje významný rozdíl v motorickém vývoji neslyšících dětí neslyšících a slyšících rodičů. Na motorický vývoj dětí má zásadní vliv jejich komunikace s rodiči [67].

Rodiče se sluchovou vadou pravděpodobně efektivněji komunikují se svými neslyšícími dětmi. Dle dříve provedených výzkumů dosahovaly neslyšící děti neslyšících rodičů lepších výsledků při studiu a v sociálních dovednostech než neslyšící děti slyšících rodičů [67].

Do studie bylo zapojeno 29 dětí (11 dívek a 18 chlapců) ve věku 4–9 let. S neslyšícími rodiči nebo zákonnými zástupci vyrůstalo 14 dětí, se slyšícími 15 dětí. Dospělí i děti se věnovali pohybové aktivitě [67].

Děti byly rozděleny do dvou věkových skupin (4–6 let a 7–9 let), navštřovaly školy pro neslyšící v New Yorku, kde se účastnily pravidelné pohybové výchovy třikrát týdně po dobu 30 minut. Absolvovaly testy, které hodnotily 12 pohybových aktivit, např. běh, skok do dálky a do výšky, dovednosti s míčem (hod, kop). Dosažené výsledky

autoři porovnali s průměrnými výsledky, které dosahují zdravé děti v těchto věkových skupinách [67].

Studie ukázala, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi motorickým vývojem neslyšících dětí slyšících a neslyšících rodičů. Více než 73 % neslyšících dětí z obou prostředí dosáhlo minimálně průměrné úrovně výkonnosti ve sledovaných pohybových aktivitách. Lepší výsledky měly starší ze sledovaných dětí. Mají-li neslyšící děti dostatek pohybové aktivity, může se u nich eliminovat vývojové zpoždění motoriky [67].

Gronski upozorňuje, že děti nedokáží popsat, co cítí (závratě, ...). Nemotornost, nekoordinované pohyby, ale i nevolnost mohou být ukazateli nediagnostikované vestibulární dysfunkce. Důležité je včas odhalit případnou poruchu rovnováhy a zapojit děti do vhodných intervenčních programů a terapií, které by rovnovážný deficit minimalizovaly. Velmi důležitý je přístup rodičů a pedagogů. Cílem je, aby osoby se sluchovým postižením nebyly limitovány dalším hendikepem [29].

Rine prokázala možnost pozitivního ovlivnění posturální stability a motoriky dětí s oboustranným sluchovým a vestibulárním poškozením tréninkem zaměřeným na zvýšení vizuálních a somatosenzorických schopností [91].

Studie se zúčastnilo 21 dětí ve věku 3–8,5 let, které byly náhodně rozděleny do dvou skupin. Intervence probíhala po dobu 12 týdnů, třikrát týdně 30 minut. Cvičení bylo zaměřené na zlepšení koordinace a stability. Děti v kontrolní skupině se po stejnou dobu věnovaly rozvoji jazykových dovedností [91].

Před zahájením a po ukončení programu byly motorické schopnosti a dovednosti dětí testovány škálou Peabody Developmental Motor Scales. Stabilita byla hodnocena na posturografické plošině (SMART Balance Master Systém) šesti testy (pevná a nestabilní plošina, otevřené a zavřené oči). U dětí ve skupině s tréninkovým programem došlo, na rozdíl od kontrolní skupiny, ke zlepšení v motorických a posturálních testech [91].

Ke stejnému závěru dospěla i studie, do které bylo zapojeno 20 dětí ve věku 8–14 let. Experimentální skupina zahrnovala 10 neslyšících dětí (příčina hluchoty nebyla brána v úvahu), v kontrolní skupině bylo 10 zdravých dětí. U všech dětí byl pořízen záznam chůze na vzdálenost 10 metrů a na desce Kistler byla změřena stabilita při tandemovém stoju a při tandemovém stoju na pěnové podložce [71].

Experimentální skupina neslyšících dětí se následně účastnila intervence po dobu 4 týdnů, třikrát týdně 45 minut. Tréninkový program se skládal ze 14 cviků, některé byly s využitím balanční podložky, trénovala se chůze pozpátku, stranou a při špatných světelných podmínkách. Po skončení intervence byly děti opět testovány [71].

Po intervenci došlo u neslyšících dětí ke statisticky významnému snížení výchylek v tandemovém stoju na pěnové podložce, rozdíl mezi skupinami stále přetrvával, ale byl výrazně nižší. Zvýšení rychlosti chůze u neslyšících dětí nebylo statisticky prokázáno, rychlost chůze neslyšících dětí byla nižší než u zdravých dětí [71].

Jiný intervenční program zvolila Rajendran v randomizované studii, kdy bylo 21 neslyšících dětí (ztráta sluchu větší než 90 dB) ve věku 7,5 až 8,1 let rozděleno do dvou skupin. První skupina absolvovala intenzivní šestitýdenní trénink zaměřený na zlepšení rovnováhy a motoriky (třikrát týdně 45 minut). Děti v kontrolní skupině pokračovaly ve svých pravidelných aktivitách [85].

Před zahájením a po skončení programu absolvovaly děti test motorických dovedností (Test of Gross Motor Development), testy rovnováhy (Pediatric Reach Test, stoj na jedné dolní končetině, stoj na pevné a pěnové podložce s otevřenými a se zavřenými očima). Zároveň byla dle škály (PedsQL Generic Core Scale) ohodnocena kvalita života dětí [85].

Při porovnání výsledků před zahájením tréninku a po jeho skončení byly u experimentální skupiny vyhodnoceny statisticky významné rozdíly ve všech sledovaných testech motoriky a stability. V kontrolní skupině nedošlo k významnému zlepšení. Dle škály hodnotící kvalitu života došlo v experimentální skupině k nárůstu průměrného skóre ze 45,41 bodů na 63,09 bodů [85].

Rajendran došla v rešeršní studii k závěru, že je potřebné dlouhodobě sledovat, zda prokazatelný pozitivní vliv programů na zlepšení koordinace a stability dětí se sluchovým postižením má dlouhodobý efekt [86].

Japonští lékaři hodnotili rovnovážnou funkci u skupiny 89 dětí (věkové rozmezí 20 měsíců až 8 roků) s těžkou ztrátou sluchu různé etiologie, které byly indikovány ke kochleární implantaci. Mutace genu Connexin-26 byla prokázána u 28 z testovaných dětí. Rovnovážné ústrojí bylo vyšetřováno rotačním testem, kalorickou zkouškou a metodou VEMP [47].

Přibližně 20 % dětí, které vykazovaly pozitivní výsledky ve všech vyšetřeních rovnováhy, se výrazně opožďovalo v motorickém vývoji (držení hlavy, samostatná

chůze) při srovnání s ostatními dětmi v testované skupině. Všechny hodnocené děti byly schopné samostatné chůze do 30 měsíců věku [47].

Případnou vestibulární dysfunkci zapříčiněnou mutací genu Connexin-26 hodnotila studie publikovaná v roce 2010. Výzkumu se zúčastnilo 21 dospělých osob s vrozeným sluchovým postižením. Rovnovážný systém byl vyšetřen kalorickou zkouškou a metodou VEMP. Genetické testy prokázaly mutaci genu u sedmi osob, u pěti z nich se vyskytlo také vestibulární poškození (jednostranné a méně závažné) [56].

Poznatky o vlivu kochleárního implantátu na motorický vývoj a rovnováhu si vzájemně odporují. Kochleární implantát s sebou nese potenciální riziko vestibulárního poškození. Vložení elektrody do vnitřní části hlemýždě může ovlivnit vestibulární složku rovnováhy, po chirurgickém zákroku si někteří pacienti stěžují na závratě [8], [14].

Bujang vyšetřoval rovnováhu u 10 pacientů ve věku 21–43 let, kteří absolvovali kochleární implantaci před 9 měsíci až 17 lety. Před operací u nich nebyla rovnováha vyšetřována. Kontrolní skupinu tvořilo 10 zdravých osob. Posturální stabilita byla hodnocena 10 testy metodou Balance Rehabilitation Unit. Při testovaných stojích jsou osobám pomocí speciálních brýlí s akcelerometrem dávány z různých směrů vizuální podněty. Devět z deseti testů bylo měřeno na pevné podložce [8].

Hodnoceny byly parametry COP a rychlost vychylování. Statistické vyhodnocení obou skupin v uvedených parametrech neukázalo ve většině testů signifikantní rozdíl mezi skupinami ($p > 0,05$). Výjimkou byl test stoje na pěnové podložce se zavřenými očima (osoby nedostávali žádné vizuální podněty), ve kterém kontrolní skupina dosáhla lepších výsledků ($p = 0,01$) [8].

Podobné závěry uvádí studie, ve které bylo hodnoceno 36 dětí (13 mělo kochleární implantát) ve věku 8–11 let. Děti byly rozděleny do dvou skupin dle vzniku percepční sluchové vady (vrozená, získaná). Kontrolní skupinu tvořilo 22 zdravých dětí. Posturograficky byly hodnoceny dva testy [104].

Při stoji s otevřenými očima nebyl statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Při stoji na pěnové podložce se zavřenými očima měly děti se získanou sluchovou vadou statisticky horší výsledky v hodnocených parametrech posturální stability než děti s vrozenou vadou a zdravé děti. Výsledky měření se zapnutým a vypnutým kochleárním implantátem neprokázaly statisticky významný rozdíl [104].

Nezávislost stability na nastavení kochleárního implantátu (zapnutý/vypnutý) potvrdila i studie, které se zúčastnilo 24 dospívajících ve věku 13–17 let. Výsledky posturografického měření uživatelů kochleárního implantátu byly porovnány s kontrolní skupinou slyšících vrstevníků [45].

Při stoji na pevném povrchu se zavřenýma očima nebyl mezi skupinami nalezen statisticky významný rozdíl. Statisticky horší výsledky měli uživatelé kochleárního implantátu při stoji na pevném povrchu s otevřenýma očima, stoji na pěnové podložce s otevřenýma očima a při stoji na pěnové podložce se zavřenýma očima, ve kterém byly patrné největší rozdíly [45].

3 Cíle a úkoly práce, řešené otázky, hypotézy

3.1 Cíle práce

Cílem práce je posoudit, zda má sluchové postižení dospělých osob vliv na jejich posturální stabilitu. V teoretických podkladech shrnout poznatky týkající se sluchového a rovnovážného ústrojí a jejich patologie. Dalším cílem je seznámení s problematikou posturální stability a rešeršní zpracování studií, které se zabývají posturální stabilitou, pohybovými schopnostmi a dovednostmi osob se sluchovým postižením.

V experimentální studii zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi posturální stabilitou neslyšících dospělých osob a slyšících dospělých osob. Odhadnout vliv vybraných charakteristik probandů (dle vyhodnocení dotazníků) na jejich posturální stabilitu.

3.2 Úkoly práce

- Studium odborné literatury a zpracování poznatků souvisejících s tématem diplomové práce.
- Rešeršní zpracování studií zabývajících se posturální stabilitou, pohybovými schopnostmi a dovednostmi osob se sluchovým postižením.
- Výběr a zajištění vhodných neslyšících probandů.
- Spolupráce s tlumočником českého znakového jazyka.
- Výběr a zajištění probandů do kontrolní skupiny.
- Realizace vlastního měření.
- Analýza a vyhodnocení naměřených dat.
- Vyvození závěrů diplomové práce.
- Diskuze nad danou problematikou.

3.3 Řešené otázky

- Existuje rozdíl mezi posturální stabilitou neslyšících (vrozená nebo v raném dětství získaná hluchota) a slyšících dospělých osob?
- Zhorší se stabilita neslyšících osob při zavření očí více než u slyšících osob?
- Ovlivňují charakteristiky neslyšících osob (sluchová vada) hodnocené parametry posturální stability?

- Má pravidelná sportovní aktivita v dětství vliv na lepší posturální stabilitu v dospělosti?
- Má pravidelná sportovní aktivita v dospělosti pozitivní vliv na posturální stabilitu?
- Ovlivňují charakteristiky osoby (pohlaví, věk, BMI) hodnocené parametry posturální stability?

3.4 Hypotézy

Hypotéza 1

Existuje statisticky významný rozdíl v hodnoceném parametru TTW mezi posturální stabilitou neslyšících dospělých osob a slyšících dospělých osob alespoň v jednom z testovaných stojů.

Hypotéza 2

Stabilita neslyšících osob se alespoň v jednom z testovaných stojů zhorší při zavření očí více než u slyšících osob.

4 Metodologie

Cílem práce je porovnat posturální stabilitu prelingválně neslyšících a v raném dětství ohluchlých dospělých osob s kontrolní skupinou slyšících dospělých osob. Práce hodnotí posturální stabilitu dospělé komunity neslyšících osob v České republice. Využit bude experimentální způsob získávání dat.

4.1 Popis výzkumného souboru

K účasti ve studii byly osloveny neslyšící osoby ve věku 20–45 let s vrozenou nebo v raném dětství získanou hluchotou. Kritériem pro zařazení do studie byla sluchová ztráta na lepším uchu větší než 60 dB. Do kontrolní skupiny byly záměrně vybírány dospělé osoby stejného věkového rozpětí.

Do výzkumu byli v experimentální i kontrolní skupině zařazeni jedinci, kteří v předchozích dvou letech neprodělali úraz či operaci pohybového aparátu a v dotazníku neuvedli žádné onemocnění. Případná zraková vada probandů byla kompenzována brýlemi nebo kontaktními čočkami.

Složení testované skupiny neslyšících probandů bylo ovlivněno kontakty tlumočnice českého znakového jazyka a vzájemnými kontakty neslyšících probandů. Komunikace s neslyšícími osobami probíhala převážně přes e-mail, případně SMS zprávami. Výběr byl determinován pracovním uplatněním neslyšících (učitelé českého znakového jazyka, studenti, zaměstnanci Tiché kavárny) a sportovní aktivitou (účastníci sportovních akcí pro neslyšící).

Celkem bylo do studie zařazeno 102 osob ve věku 20–45 let. Experimentální skupinu tvořilo 35 neslyšících probandů (13 mužů, 22 žen) průměrného věku 29,0 let. Kontrolní skupina zahrnovala 67 slyšících probandů (32 mužů, 35 žen). Průměrný věk slyšících probandů byl 30,8 let. Kontrolní skupina záměrně obsahuje větší počet probandů, aby se zvýšila vypovídající hodnota výsledků.

4.2 Použité metody získání dat

K měření posturální stability byla využita tlaková plošina Footscan (viz 2.14.3 *Footscan* na straně 51), která byla opakovaně zapůjčena z Laboratoře sportovní motoriky UK FTVS.

Snímkovací frekvence byla nastavena na 33 Hz. Měřicí deska byla připojena k počítači přes port USB 2.0. Data byla hodnocena softwarem footscanBalance 7.7.

V dále uvedeném pořadí bylo měřeno devět testů posturální stability, doba měření jednotlivých testů byla 30 sekund. V závorce za jednotlivými testy je uvedeno zvolené označení testu.

- Široký stoj s otevřenýma očima (*SS.OO*).
- Široký stoj se zavřenýma očima (*SS.ZO*).
- Úzký stoj s otevřenýma očima (*US.OO*).
- Úzký stoj se zavřenýma očima (*US.ZO*).
- Široký stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima (*SS.P.OO*).
- Široký stoj na pěnové podložce se zavřenýma očima (*SS.P.ZO*).
- Úzký stoj na pěnové podložce s otevřenýma očima (*US.P.OO*).
- Stoj na pravé dolní končetině s otevřenýma očima (*FL.P*).
- Stoj na levé dolní končetině s otevřenýma očima (*FL.L*).

Široký stoj byl prováděn se středem zevní hrany chodidel ve vzdálenosti přibližně na šířku boků probanda. Při úzkém stoju byla chodidla paralelně (vedle linie rozdělující měřicí desku na dvě poloviny) co nejbližší k sobě tak, aby se vnitřní hrany chodidel nedotýkaly. Stoj na pravé/levé dolní končetině probíhal odlehčením a pokrčením druhostranné dolní končetiny (noha nebyla v kontaktu s měřicí deskou).

K destabilizaci stoje byla při měření použita pěnová podložka Airex Balance Pad (obr. 12) o rozměrech (0,50 × 0,41 × 0,06) m a hmotnosti 0,7 kg. Vlastnosti pěnové podložky ve vztahu k plošině Footscan nebyly posuzovány.



Obrázek 12: Pěnová podložka [2]

Pro zjištění doplňujících informací o účastnících výzkumu k následnému vyhodnocení dat byla zvolena metoda nestandardizovaného dotazníku. Dotazník byl vytvořen pro účely této diplomové práce.

U neslyšících probandů zahrnoval otázky týkající se doby vzniku sluchového postižení, velikosti ztráty sluchu, sluchového postižení u ostatních členů rodiny, věku samostatné chůze, vztahu k tělesné výchově ve škole (případné osvobození z výuky), preference komunikace (český znakový jazyk, mluvená čeština) a případné kochleární implantace. Formulace otázek pro neslyšící probandy byla konzultována s tlumočnicí českého znakového jazyka. V dotazníku pro slyšící probandy byly tyto otázky vynechány.

Dále dotazník obsahoval otázky zjišťující rozsah sportovní aktivity v dětství a nyní, případné pocity zhoršené rovnováhy (při jakých situacích), onemocnění, úrazy a operace pohybového aparátu. Závěr dotazníku obsahoval osobní údaje (pohlaví, věk, výška, váha).

4.3 Organizace a podmínky sběru dat

Měření diplomové práce se uskutečnilo od listopadu 2015 do ledna 2016. Testování probandů proběhlo během sedmnácti dní, s jednou výjimkou se jednalo o pátek až neděli. Vzhledem k počtu probandů probíhala měření v časovém rozmezí 9 až 19 hodin, vliv denní doby na výsledky měření nebyl brán v úvahu. Testovaní neměli předchozí zkušenost s měřením na tlakové snímací desce Footscan.

Na stěně, která byla ve vzdálenosti 1,75 metrů od měřicí desky, byl umístěn barevný papírek ve tvaru čtverce, který proband při měření stoje s otevřenýma očima sledoval. Poloha papírku byla zvolena tak, aby pohled vyšetřované osoby fixující tento bod směřoval vodorovně.

Měření probandů se konala na více místech, která byla dle možností stálá, bez rušivých zevních podnětů a dalších vlivů. Měření s přítomností tlumočnice českého znakového jazyka probíhala v tlumočnické laboratoři Ústavu jazyků a komunikace neslyšících Filozofické fakulty Univerzity Karlovy.

Výzkum zahrnoval vyplnění dotazníku. U některých neslyšících probandů byl vyplněn ve spolupráci s tlumočnicí českého znakového jazyka. Každý z probandů byl informován, že data získaná prostřednictvím dotazníku jsou anonymní a budou použita pouze pro účely této diplomové práce.

Účastníci byli seznámeni s průběhem měření. Souhlasili s participací ve studii a s využitím výsledků měření k dalšímu zpracování v rámci diplomové práce, podepsali informovaný souhlas.

Zahrnutí účastníků do této experimentální studie bylo schváleno Etickou komisí UK FTVS v Praze dne 6. 11. 2015 pod číslem jednacím 132/2015. Souhlasné vyjádření Etické komise UK FTVS je uvedeno v příloze 1 na straně 128, vzor informovaného souhlasu je uveden v příloze 2 na straně 130.

4.4 Průběh měření

Před každým testováním byli probandi seznámeni s průběhem měření. U neslyšících osob preferujících český znakový jazyk probíhala komunikace prostřednictvím tlumočnice českého znakového jazyka. Probandi měli možnost klást otázky, na které jim bylo odpovězeno. Mohli přerušit či odmítnout měření jakéhokoliv testu.

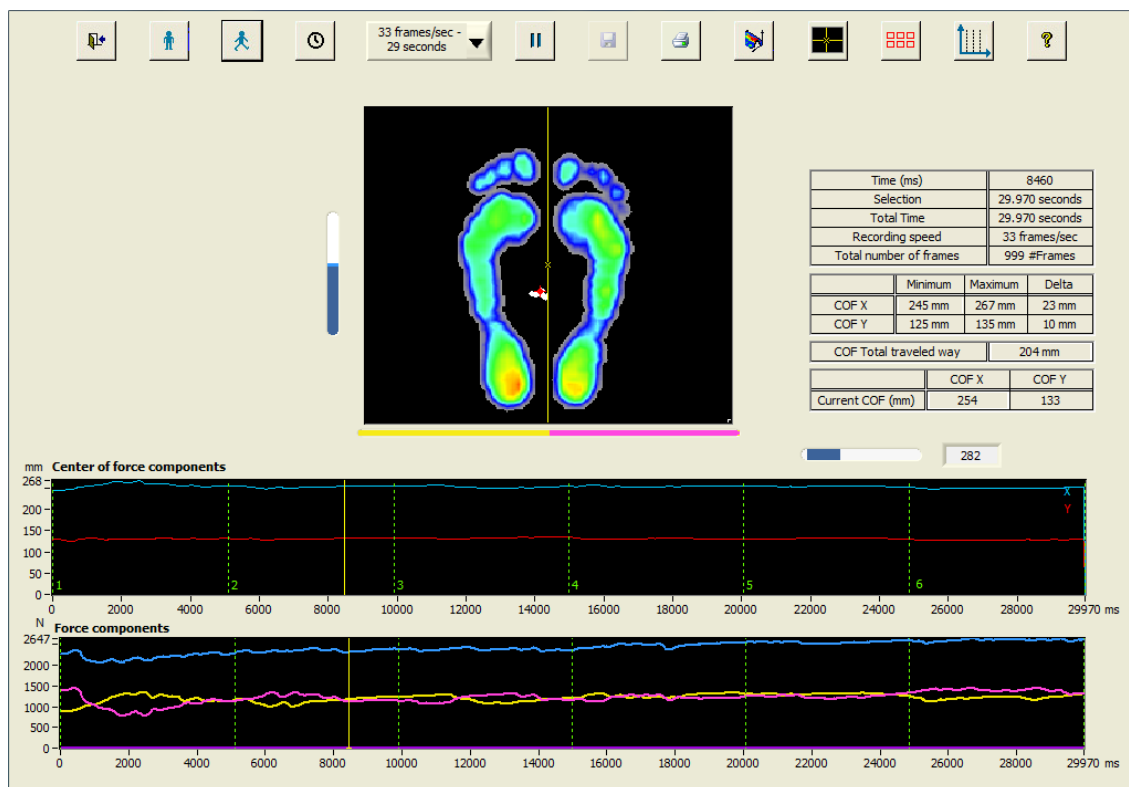
Žádný z testovaných nejevil známky akutního onemocnění. Měření neslyšících probandů probíhalo bez sluchových pomůcek. Během měření asistovaly vždy dvě stejné osoby, z nichž jedna stála vedle měřeného probanda. V případě potřeby mohla rychle zareagovat a poskytnout pomoc.

Před začátkem měření bylo nutné do počítače zadat jméno, datum narození, tělesnou hmotnost a velikost nohy probanda. Záznamy průběhu jednotlivých testů se ukládaly ke jménu měřené osoby.

Měření jednotlivých testů vždy probíhala ve stejném pořadí. Po zaujmutí správné polohy stoje bylo zahájeno měření. O ukončení testu (po uplynutí 30 sekund) byly neslyšící osoby informovány prostřednictvím doteku na rameno. Mezi jednotlivými testy si mohly vyšetřované osoby odpočinout.

Během testování se naměřená data každých 30 ms ukládala do databáze SQLite, která je součástí obslužného programu použitého přístroje. Data (aktuální zatížení, výchylky COP ve směru anterioposteriorním a laterolaterálním) se ukládala pro celkovou plochu desky, samostatně pro její pravou, levou, přední a zadní polovinu a pro jednotlivé kvadranty.

Při měření testů se v aplikačním okně (obr. 13) zobrazovaly „otisky“ nohou znázorňující rozložení a velikost tlaku během měření (odstupňováno barevně) včetně znázorněného COP (Centre of Pressure) a jeho pohybu. Přímou odečíst bylo možné hodnoty výchylek v anterioposteriorním a laterolaterálním směru a velikost celkové dráhy vychylování středu tlakového působení opsané během doby měření vyjádřené jako TTW (Total traveled way) v milimetrech.



Obrázek 13: Aplikační okno při měření stability úzkého stoje

4.5 Metodologie statistické analýzy

Software footscanBalance 7.7 umožňoval exportovat informace o jednotlivých měřeních do textových souborů, které bylo možno následně převést do formátu programu *MS Excel*.

Pro zhodnocení úrovně posturální stability skupin probandů byl vybrán ukazatel TTW (Total traveled way) a Rombergův poměr, který vyjadřuje poměr hodnot TTW za podmínek zavřených a otevřených očí pro široký stoj, úzký stoj a široký stoj na podložce.

Z naměřených hodnot TTW každého testovaného stoje byla vyhodnocena střední hodnota, výběrová směrodatná odchylka a variační koeficient určující míru relativního rozptýlení dat. Údaje byly vyhodnoceny zvláště pro skupinu neslyšících a skupinu slyšících probandů a následně porovnány mezi sebou.

Pro odhad vlivu jednotlivých charakteristik probandů na jejich posturální stabilitu byly vyhodnoceny informace z dotazníků. Analýza naměřených hodnot TTW a ostatních proměnných byla provedena pomocí funkcí programu *MS Excel* a statistického programu *R*. Byly definovány závislé a nezávislé proměnné. Deskriptivní statistika následujících proměnných je uvedena v příloze 3 na straně 131.

Závislé proměnné:

- *SS.OO* – naměřená hodnota TTW (mm) při širokém stoji s otevřenými očima.
- *SS.ZO* – naměřená hodnota TTW (mm) při širokém stoji se zavřenými očima.
- *US.OO* – naměřená hodnota TTW (mm) při úzkém stoji s otevřenými očima.
- *US.ZO* – naměřená hodnota TTW (mm) při úzkém stoji se zavřenými očima.
- *SS.P.OO* – naměřená hodnota TTW (mm) při širokém stoji na pěnové podložce s otevřenými očima.
- *SS.P.ZO* – naměřená hodnota TTW (mm) při širokém stoji na pěnové podložce se zavřenými očima.
- *US.P.OO* – naměřená hodnota TTW (mm) při úzkém stoji na pěnové podložce s otevřenými očima.
- *FL.P* – naměřená hodnota TTW (mm) při stoji na pravé dolní končetině s otevřenými očima.
- *FL.L* – naměřená hodnota TTW (mm) při stoji na levé dolní končetině s otevřenými očima.
- *Pomer.SS* – hodnota TTW (mm) širokého stoje se zavřenými očima vydělená hodnotou TTW (mm) širokého stoje s otevřenými očima; bezrozměrná proměnná.
- *Pomer.US* – hodnota TTW (mm) úzkého stoje se zavřenými očima vydělená hodnotou TTW (mm) úzkého stoje s otevřenými očima; bezrozměrná proměnná.
- *Pomer.SS.P* – hodnota TTW (mm) širokého stoje na pěnové podložce se zavřenými očima vydělená hodnotou TTW (mm) širokého stoje na pěnové podložce s otevřenými očima; bezrozměrná proměnná.

Nezávislé proměnné:

- *Neslyšící* – popisuje, zda je člověk slyšící nebo neslyšící. Má hodnoty 0 (slyšící proband) a 1 (neslyšící proband).
- *Muz* – popisuje pohlaví osoby. Má hodnoty 0 (žena) a 1 (muž).
- *BMI* – má hodnotu dle BMI probanda v kg/m^2 .
- *Vek* – má hodnotu dle věku probanda v letech.
- *SportDetstvi* – charakterizuje, jak dlouho se proband věnoval sportovním aktivitám v dětství. Má hodnoty 0 (proband v dotazníku uvedl, že se nevěnoval žádné sportovní aktivitě), 1 (pravidelná sportovní aktivita po dobu maximálně 5 let) a 2 (pravidelná sportovní aktivita více než 5 let).

- *SportNyni* – popisuje současnou sportovní aktivitu probandů. Má hodnoty 0 (proband se nevěnuje žádné sportovní aktivitě), 1 (sportovní aktivita maximálně 4 hodiny týdně) a 2 (sportovní aktivita více než 4 hodiny týdně).
- *NeslyšícíRodice* – informuje o případném sluchovém postižení rodičů probanda. Má hodnoty 0 (rodiče probanda jsou slyšící, proband vyrůstal ve slyšící rodině) nebo 1 (rodiče probanda jsou neslyšící, proband vyrůstal v neslyšící rodině).
- *UplnaZtrata* – popisuje velikost sluchové ztráty. Má hodnoty 0 (sluchová ztráta na lepším uchu je 60 dB–80 dB) nebo 1 (sluchová ztráta více než 80 dB).
- *ZiskanaVada* – popisuje příčinu vzniku sluchové vady. Má hodnoty 0 (vrozená sluchová vada) nebo 1 (sluchová vada získaná do tří let věku).

K otestování, zda jsou rozdíly mezi skupinami probandů statisticky významné, byly porovnány průměry pomocí t-testu. Bylo předpokládáno, že oba výběry (slyšící osoby a neslyšící osoby) jsou nezávislé a pocházejí z normálního rozdělení.

Dále bylo předpokládáno, že rozdělení hodnot TTW pro slyšící a neslyšící probandy se liší rozptylem, kdy ztráta sluchu u některých probandů způsobuje naměření extrémnějších hodnot než u slyšících probandů. Hypotéza shodného rozptylu hodnot TTW byla zamítnuta i na základě změřených dat a testu významnosti rozdílu dvou rozptylů (F-test).

Vzhledem k výsledku F-testu byl k testování rozdílu mezi průměrnými hodnotami TTW pro skupiny slyšících a neslyšících probandů zvolen dvouvýběrový (nepárový) t-test pro neshodné rozptyly – Welchův test.

Nulová hypotéza tohoto testu je, že rozdíl mezi průměrnými hodnotami TTW pro slyšící a neslyšící je rovný nule tj. slyšící mají v průměru stejné hodnoty TTW jako neslyšící. Alternativní hypotéza je, že rozdíl je nenulový. Na základě hodnoty t-statistiky a odpovídající p-hodnoty zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti rovné p-hodnotě. To znamená, že přesáhne-li hodnota t-statistiky určitou hranici, dostáváme dostatečně malou p-hodnotu a můžeme s velkou určitostí zamítnout, že mají slyšící a neslyšící v průměru stejné hodnoty TTW.

Dále byl odhadnut vliv jednotlivých charakteristik probandů (vyhodnocení informací z dotazníků) na posturální stabilitu. Pomocí tohoto odhadu jsou kontrolovány individuální odlišnosti jednotlivých osob a tedy i odlišnosti mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících probandů. Lze dostat výsledky s vyšší vypovídající hodnotou než

při pouhém porovnání průměrných hodnot TTW pro jednotlivé skupiny probandů pomocí t-testu. K odhadu byla využita regrese metodou nejmenších čtverců. Odhadovaná rovnice má tvar:

$$TTW = \text{Konstanta} + \beta_1 \times \text{Neslyšící} + \beta_2 \times \text{Muz} + \beta_3 \times \text{BMI} + \beta_4 \times \text{Vek} + \beta_5 \times \text{SportDetstvi} + \beta_6 \times \text{SportNyni} + \varepsilon$$

ε představuje chybu (např. chyba měření, vliv dalších charakteristik, které v rovnici nebyly zahrnuty apod.). Bylo předpokládáno, že tyto chyby mají nulovou střední hodnotu, konstantní rozptyl a jsou nezávislé pro jednotlivá měření. Zároveň bylo předpokládáno, že chyba není korelována se závislými proměnnými v uvedené rovnici.

Zajímá nás především odhad hodnoty koeficientu β_1 . Pokud je statisticky významný, znamená to, že ztráta sluchu má vliv na změřenou posturální stabilitu. Odhadnutá hodnota koeficientu β_1 udává, o kolik má v průměru neslyšící větší (v případě záporného znaménka menší) hodnotu TTW než slyšící se stejnými ostatními charakteristikami.

Další hypotézou je, že stabilita neslyšících osob se alespoň v jednom z testovaných stojů zhorší při zavření očí více než u slyšících osob. Pro otestování této hypotézy byly z naměřených dat vytvořeny proměnné, které obsahují poměr mezi hodnotami TTW při zavřených očích (ZO) vydělené hodnotami TTW při otevřených očích (OO) pro jednotlivé probandy při stejném stoji.

$$Pomer = \frac{TTW_{ZO}}{TTW_{OO}}$$

Vznikly tři proměnné pro tři různé stoje. S nimi byla provedena stejná analýza jako pro samotné hodnoty TTW. Hodnoty poměrů byly opět analyzovány pomocí deskriptivních statistik, byla testována statistická významnost rozdílu mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících pomocí Welchova t-testu a následně provedena regrese metodou nejmenších čtverců. Čím větší je hodnota těchto proměnných, tím dochází k většímu zhoršení stability při zavření očí.

Interpretace výsledků regresní analýzy pro poměry je taková, že kladná a statisticky významná hodnota u koeficientu pro proměnnou *Neslyšící* znamená, že neslyšící se při zavření očí zhoršují více než slyšící.

K odhadu vlivu dalších charakteristik u neslyšících probandů byla opět využita regrese metodou nejmenších čtverců. Odhadovaná rovnice má tvar:

$$TTW = \text{Konstanta} + \beta_1 \times \text{Muz} + \beta_2 \times \text{BMI} + \beta_3 \times \text{SportDetstvi} + \\ \beta_4 \times \text{NeslyšícíRodice} + \beta_5 \times \text{UplnaZtrata} + \beta_6 \times \text{ZiskanaVada} + \varepsilon$$

Některé proměnné byly oproti základnímu odhadu z rovnice vyloučeny z důvodu jejich nevýznamnosti (ověřené pomocí F-testu). V regresní analýze bylo použito pouze měření neslyšících probandů. Předpoklady zůstaly shodné.

5 Výsledky

5.1 Deskriptivní statistika

Vyhodnocené údaje naměřené hodnoty TTW pro každý testovaný stoj, zvlášť pro skupinu neslyšících a slyšících probandů, jsou uvedeny v tabulce 3. Menší hodnota TTW udávaná v milimetrech je v hodnoceném testu stoje pokládána za ukazatel lepší stability.

Ve sloupci Počet je uveden počet osob, u nichž byl uvedený stoj měřen. Počty se u neslyšících probandů v jednotlivých řádcích liší, protože některé osoby neabsolvovaly všechny testy.

Relativní rozdíl vyjadřuje rozdíl průměrných hodnot TTW přepočtený na procenta, přičemž jako referenční hodnota byla vzata hodnota u slyšících probandů.

Tabulka 3: Vyhodnocení hodnot TTW pro jednotlivé stoje

		Počet	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Medián (mm)	Průměr (mm)	Relativní rozdíl	Směrodatná odchylka (mm)	Variační koeficient
SS.OO	N	35	172,8	404,7	232,6	247,9	4,1 %	49,7	20 %
	S	67	171,6	314,5	234,0	238,2		34,4	14 %
SS.ZO	N	35	172,0	390,0	245,1	251,9	3,0 %	50,3	20 %
	S	67	147,3	402,5	239,4	244,6		41,5	17 %
US.OO	N	35	132,3	310,5	215,0	222,6	-0,2 %	40,9	18 %
	S	67	150,4	354,9	219,6	223,0		41,7	19 %
US.ZO	N	35	132,7	733,2	262,2	280,1	14,5 %	108,4	39 %
	S	67	157,5	368,0	234,8	244,7		48,3	20 %
SS.P.OO	N	35	585,4	4 530,8	1 443,6	1 637,3	9,0 %	936,7	57 %
	S	67	580,5	5 860,1	1 239,6	1 501,8		843,8	56 %
SS.P.ZO	N	33	684,6	5 110,7	1 741,1	2 089,5	31,0 %	1 207,7	58 %
	S	67	486,2	4 478,1	1 332,5	1 595,2		798,0	50 %
US.P.OO	N	34	375,5	2 046,9	661,2	693,4	1,2 %	296,5	43 %
	S	67	283,0	1 454,4	651,5	685,2		226,4	33 %
FL.P	N	33	337,0	2 172,7	639,1	753,1	6,7 %	358,5	48 %
	S	67	277,9	1 651,9	660,3	705,5		266,8	38 %
FL.L	N	33	307,1	2 141,4	692,8	782,8	3,9 %	323,4	41 %
	S	67	361,2	1 468,5	686,5	753,1		255,0	34 %

Vysvětlivky: N: neslyšící, S: slyšící, SS: široký stoj, US: úzký stoj, OO: otevřené oči, ZO: zavřené oči, P: pěnová podložka, FL.P: stoj na pravé dolní končetině, FL.L: stoj na levé dolní končetině

Z deskriptivní statistiky výsledků lze vyčíst, že rozdíly průměrných hodnot TTW mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících osob byly menší než směrodatná odchylka.

Největší relativní rozdíl byl patrný u širokého stoje na podložce se zavřenými očima (*SS.P.ZO*), kde byly průměrné hodnoty TTW u neslyšících osob o 31,0 % vyšší než u slyšících osob. U tohoto stoje je nejvyšší míra variability hodnocená směrodatnou odchylkou.

Větší rozdíl mezi skupinami probandů byl také v úzkém stoji se zavřenými očima (*US.ZO*) a v širokém stoji na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*), ve kterých měly neslyšící osoby průměrné hodnoty TTW vyšší o 14,5 %, resp. o 9,0 %. Na druhou stranu vychýlené bylo měření testu úzkého stoje s otevřenými očima (*US.OO*), v němž měli neslyšící průměrnou hodnotu TTW nepatrně menší, tj. dosáhli lepších výsledků než slyšící.

Minimální relativní rozdíl mezi skupinami byl patrný u úzkého stoje na podložce s otevřenými očima (*US.P.OO*). Neslyšící osoby dosáhly průměrné hodnoty TTW pouze o 1,2 % vyšší než osoby slyšící.

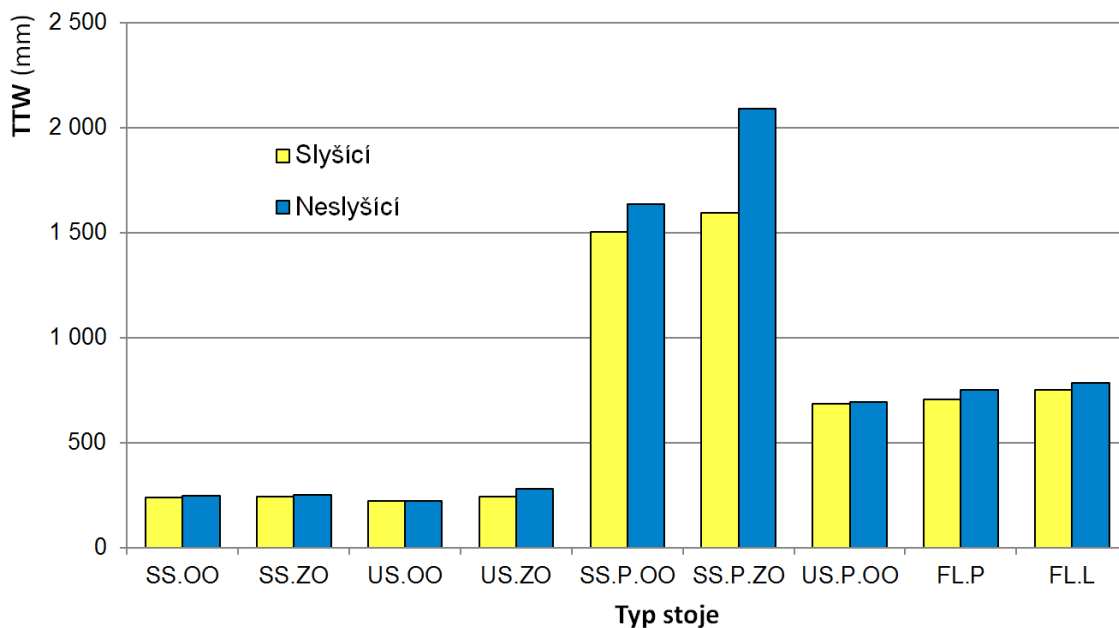
Průměrné hodnoty TTW u úzkého stoje s otevřenými očima (*US.OO*) byly u obou skupin probandů nižší než u širokého stoje s otevřenými očima (*SS.OO*). Skupina slyšících měla průměrné hodnoty TTW v úzkém stoji o 6,4 % nižší, skupina neslyšících dokonce o 10,2 % nižší než v širokém stoji.

U neslyšících probandů byly průměrné hodnoty TTW v úzkém stoji se zavřenými očima (*US.ZO*) o 11,2 % vyšší než v širokém stoji se zavřenými očima (*SS.ZO*). Slyšící probandi měli průměrné hodnoty TTW v těchto stojích prakticky stejné. U posturálně náročnějšího úzkého stoje byla směrodatná odchylka větší.

Variační koeficient u jednotlivých stojů se mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících probandů nelišil o více než 10 %. Výjimkou byl úzký stoj se zavřenými očima (*US.ZO*), kde byl rozdíl 19 %.

Největší rozdíl mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících osob byl patrný v průměrných hodnotách TTW při porovnání širokého stoje na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*) a širokého stoje na podložce se zavřenými očima (*SS.P.ZO*), viz graf 1. U skupiny slyšících osob došlo při zavření očí k nárůstu průměrné hodnoty TTW o 93,4 mm, tj. o 6,2 %. U skupiny neslyšících probandů představoval průměrný rozdíl při zavření očí 452,2 mm, tj. 27,6 %.

Graf 1: Grafické znázornění průměrných hodnot TTW pro jednotlivé stoje



Vysvětlivky: TTW: Total traveled way, SS: široký stoj, US: úzký stoj, OO: otevřené oči, ZO: zavřené oči, P: pěnová podložka, FL.P: stoj na pravé dolní končetině, FL.L: stoj na levé dolní končetině

Deskriptivní statistika byla vypočítána i pro Rombergův poměr hodnot TTW mezi shodným testem stoje se zavřenými a s otevřenými očima, viz tabulku 4. Hodnota rovná 1 znamená stejnou hodnotu TTW pro stoj s otevřenými a se zavřenými očima. Hodnota menší než 1 říká, že při stoji se zavřenými očima byla naměřená hodnota TTW menší než při stoji s otevřenými očima. Hodnota větší než 1 znamená větší hodnotu TTW při stoji se zavřenými očima než při stoji s očima otevřenými, tj. zavření očí způsobilo zhoršení stability.

Relativní rozdíl vyjadřuje rozdíl průměrných hodnot Rombergova poměru přepočtený na procenta, přičemž jako referenční hodnota byla vzata hodnota u slyšících probandů.

Tabulka 4: Vyhodnocení poměrů hodnot TTW

		Počet	Minimum (\bar{I})	Maximum (\bar{I})	Medián (\bar{I})	Průměr (\bar{I})	Relativní rozdíl	Směrodatná odchylka (\bar{I})
Pomer.SS	N	35	0,696	1,564	0,982	1,029	-0,4 %	0,177
	S	67	0,775	1,396	1,017	1,033		0,148
Pomer.US	N	35	0,777	3,104	1,196	1,257	13,2 %	0,414
	S	67	0,799	1,958	1,083	1,110		0,194
Pomer.SS.P	N	33	0,561	4,623	1,240	1,493	32,7 %	0,877
	S	67	0,521	2,433	1,049	1,125		0,357

Vysvětlivky: N: neslyšící, S: slyšící, SS: široký stoj, US: úzký stoj, P: pěnová podložka,
Pomer: průměrná hodnota TTW (mm) se zavřenými očima vydělená průměrnou
hodnotou TTW (mm) s otevřenými očima při daném stoju,
Počet: počet osob, které absolvovaly měření

Průměrné hodnoty poměrů TTW mezi stojem se zavřenými očima a stojem s otevřenými očima byly u obou skupin probandů větší než 1. U skupiny neslyšících probandů byla směrodatná odchylka průměrných hodnot vyšší.

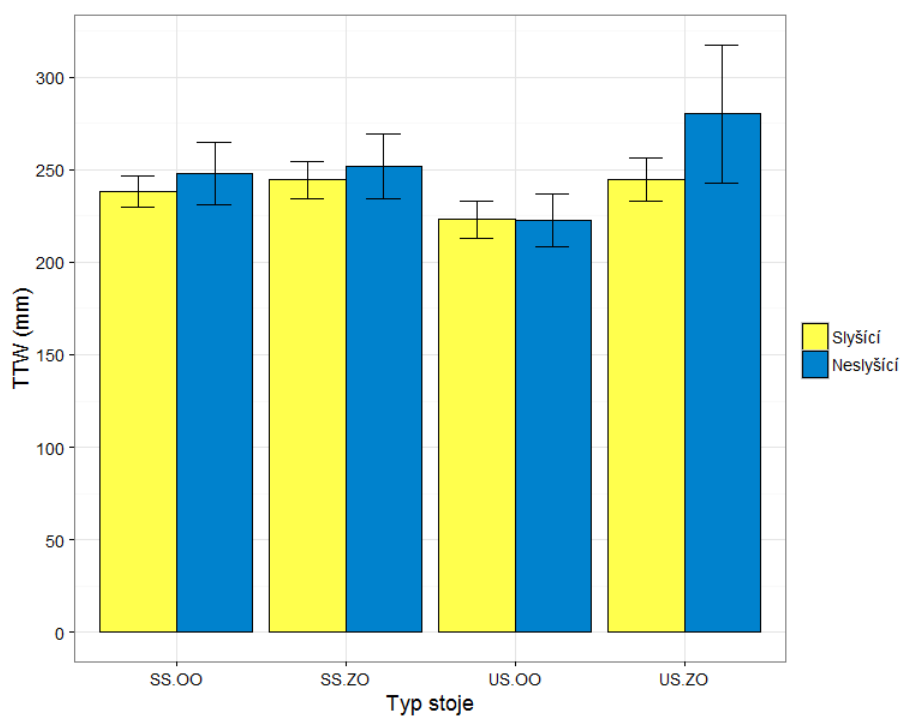
Největší rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou Rombergova poměru se nacházel u širokého stoje na podložce (*Pomer.SS.P*). Minimum 0,521 bylo vypočteno ve skupině slyšících osob, maximum 4,623 ve skupině neslyšících. Relativní rozdíl v hodnocení průměrných hodnot poměrů ve prospěch slyšících probandů byl 32,7 % u širokého stoje na podložce (*Pomer.SS.P*) a 13,2 % u úzkého stoje na měřicí desce bez podložky (*Pomer.US*). Minimální relativní rozdíl mezi skupinami probandů byl patrný u širokého stoje bez podložky (*Pomer.SS*), neslyšící měli průměrnou hodnotu poměru o 0,4 % nižší.

V následujících grafech jsou uvedeny průměrné hodnoty parametru TTW pro jednotlivé testované stoje a skupiny probandů včetně intervalu spolehlivosti. V tomto intervalu se nachází s 95% pravděpodobností skutečná hodnota měřeného parametru. Interval spolehlivosti je tím užší, čím jsou získané výsledky přesnější.

Vzhledem k odlišným průměrným hodnotám TTW byla měření rozdělena do grafů 2 až 4. V grafu 5 jsou vyhodnoceny průměrné hodnoty poměrů TTW mezi shodným testem stoje se zavřenými a s otevřenými očima.

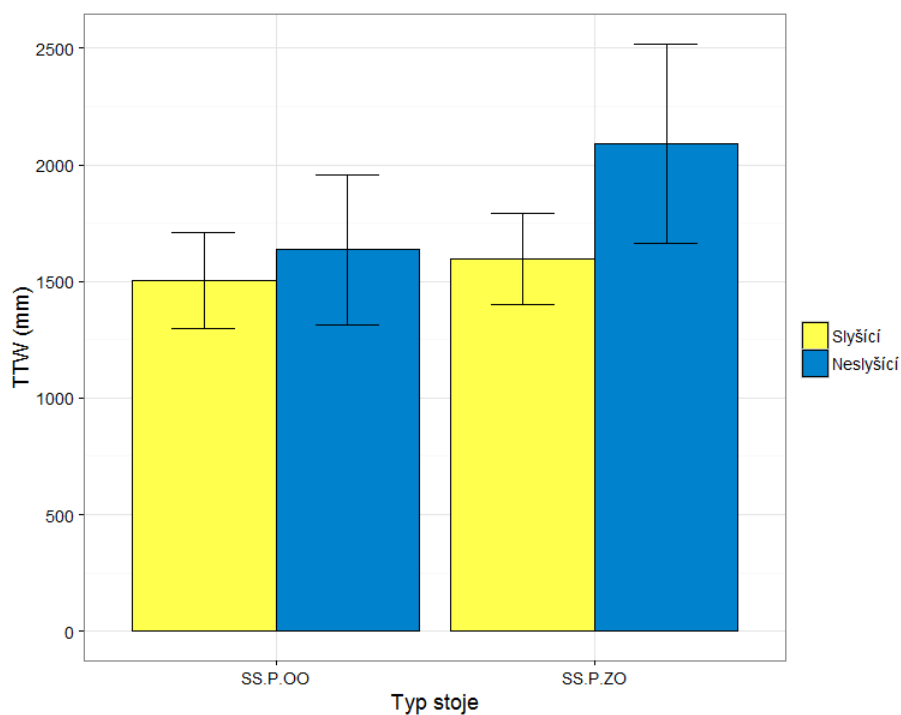
U všech testovaných stojů i poměrů mezi stojem se zavřenými a s otevřenými očima je patrný průnik intervalu spolehlivosti mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících osob. Na základě těchto grafů nelze s jistotou říci, že by průměrné hodnoty mezi skupinami probandů byly odlišné.

Graf 2: Interval spolehlivosti průměrných hodnot TTW – stoje bez podložky



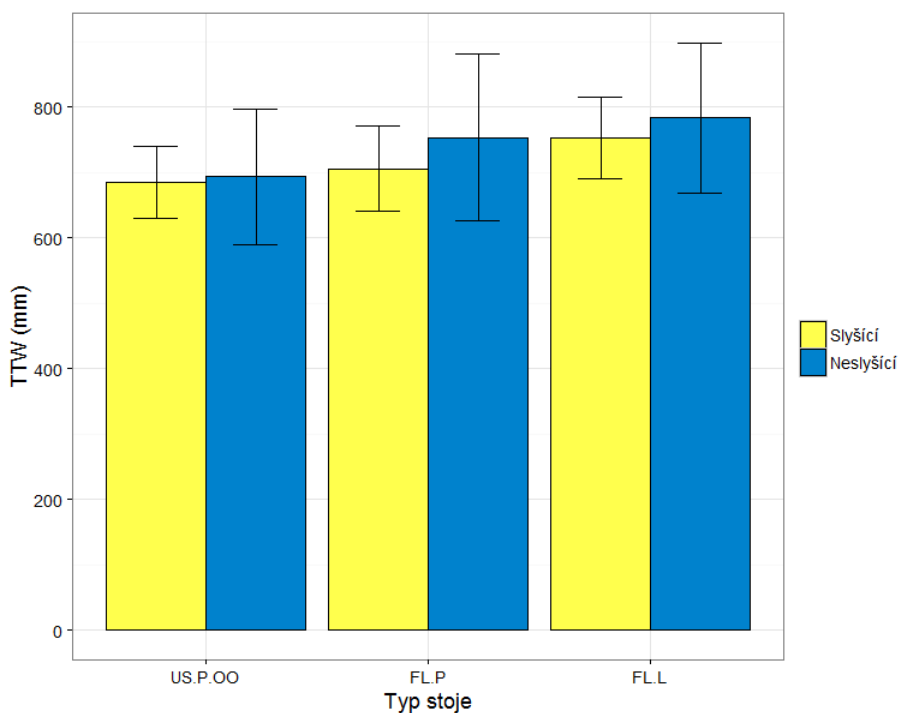
Vysvětlivky: TTW: Total traveled way; SS.OO: široký stoj, otevřené oči; SS.ZO: široký stoj, zavřené oči; US.OO: úzký stoj, otevřené oči; US.ZO: úzký stoj, zavřené oči

Graf 3: Interval spolehlivosti průměrných hodnot TTW – široký stoj na pěnové podložce



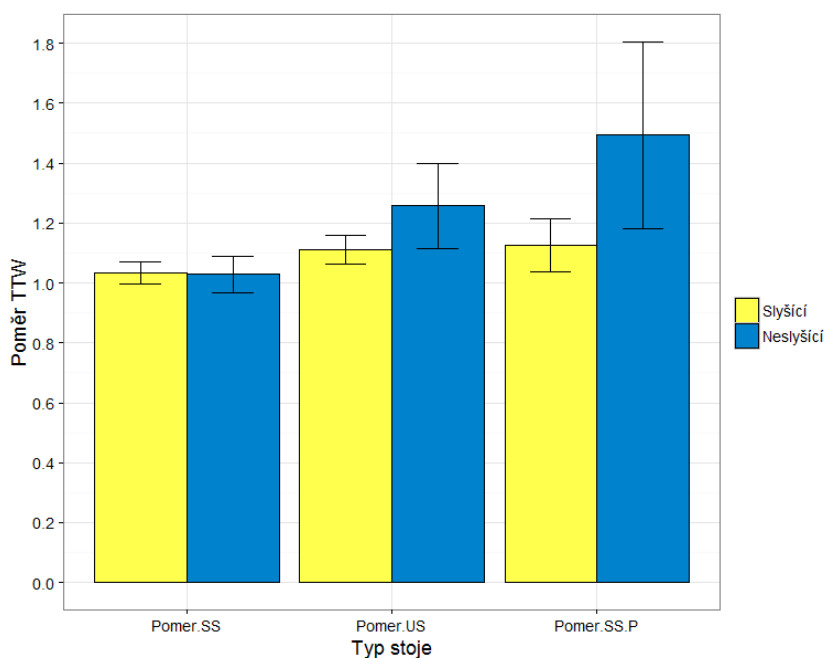
Vysvětlivky: TTW: Total traveled way; SS.P.OO: široký stoj na pěnové podložce, otevřené oči; SS.P.ZO: široký stoj na pěnové podložce, zavřené oči

Graf 4: Interval spolehlivosti průměrných hodnot TTW – úzký stoj na pěnové podložce a stoj na jedné dolní končetině



Vysvětlivky: TTW: Total traveled way; US.P.OO: úzký stoj na pěnové podložce, otevřené oči; FL.P: stoj na pravé dolní končetině; FL.L: stoj na levé dolní končetině

Graf 5: Interval spolehlivosti Rombergova poměru průměrných hodnot TTW



Vysvětlivky: Pomer: průměrná hodnota TTW (mm) se zavřenýma očima vydělená průměrnou hodnotou TTW (mm) s otevřenýma očima při daném stoji, SS: široký stoj, US: úzký stoj, SS.P: široký stoj na pěnové podložce

5.2 Vyhodnocení pomocí t-testu

K posouzení statistické významnosti rozdílů průměrných hodnot TTW a průměrných hodnot Rombergova poměru mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících osob byl použit t-test pro neshodné rozptyly – Welchův test. Vyhodnoceno bylo devět typů stoje a poměr mezi shodným testem stoje se zavřenými a s otevřenými očima. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6.

Tabulka 5: Výsledky t-testu: TTW

Stoj	Průměr N (mm)	Průměr S (mm)	Rozdíl (mm)	t-statistika	p-hodnota
SS.OO	247,9	238,2	9,7	1,027	0,309
SS.ZO	251,9	244,6	7,3	0,739	0,463
US.OO	222,6	223,0	-0,4	-0,047	0,963
US.ZO	280,1	244,7	35,4	1,838	0,073*
SS.P.OO	1 637,3	1 501,8	135,5	0,717	0,476
SS.P.ZO	2 089,5	1 595,2	494,3	2,133	0,038**
US.P.OO	693,4	685,2	8,2	0,142	0,887
FL.P	753,1	705,5	47,6	0,675	0,503
FL.L	782,8	753,1	29,7	0,462	0,646

Vysvětlivky: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$

N: neslyšící, S: slyšící, SS: široký stoj, US: úzký stoj, OO: otevřené oči, ZO: zavřené oči, P: pěnová podložka, FL.P: stoj na pravé dolní končetině, FL.L: stoj na levé dolní končetině

Signifikantní rozdíly byly nalezeny pouze u dvou stojů, v obou případech dosáhli lepších výsledků slyšící probandi. Rozdíl průměrných hodnot TTW byl statisticky významný u širokého stoje na podložce se zavřenými očima (SS.P.ZO) na hladině 5 % ($p = 0,038$) a úzkého stoje se zavřenými očima (US.ZO) na hladině 10 % ($p = 0,073$).

Rozdíl průměrných hodnot poměrů TTW mezi stoji se zavřenými a s otevřenými očima byl statisticky významný u posturálně náročnějších stojů. U neslyšících probandů mělo zavření očí větší vliv na posturální stabilitu.

Tabulka 6: Výsledky t-testu: Rombergův poměr

Rombergův poměr	Průměr N (-)	Průměr S (-)	Rozdíl (-)	t-statistika	p-hodnota
Pomer.SS	1,029	1,033	-0,004	-0,112	0,911
Pomer.US	1,257	1,110	0,147	1,989	0,053*
Pomer.SS.P	1,493	1,125	0,368	2,314	0,026**

Vysvětlivky: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$

N: neslyšící, S: slyšící, SS: široký stoj, US: úzký stoj, P: pěnová podložka, Pomer: průměrná hodnota TTW (mm) se zavřenými očima vydělená průměrnou hodnotou TTW (mm) s otevřenými očima při daném stoji

Rozdíl mezi průměry poměrů hodnot TTW se zavřenými a s otevřenými očima byl statisticky významný u širokého stoje na podložce (*Pomer.SS.P*) na hladině 5 % ($p = 0,026$) a úzkého stoje bez podložky (*Pomer.US*) na hladině 10 % ($p = 0,053$).

5.3 Souhrn informací z dotazníků

Studie se zúčastnilo 35 neslyšících probandů (13 mužů, 22 žen) průměrného věku 29,0 let a s průměrnou hodnotou BMI 24,7 kg/m². Skupina slyšících zahrnovala 67 osob (32 mužů, 35 žen) průměrného věku 30,8 let a s průměrnou hodnotou BMI 24,0 kg/m². V tabulce 7 jsou uvedeny informace týkající se pouze neslyšících probandů.

Tabulka 7: Anamnestické údaje skupiny neslyšících probandů

	Počet osob	%
Sluchová vada		
Vrozená	30	85,7
Získaná	5	14,3
Velikost ztráty sluchu		
> 80 dB	27	77,1
60–80 dB	8	22,9
Rodinná anamnéza		
Slyšící rodiče	23	65,7
Neslyšící rodiče	12	34,3
Samostatná chůze		
10–14 měsíců	30	85,7
15–18 měsíců	2	5,7
Později	3	8,6
Osvobození z hodin TV		
	3	8,6

Oboustrannou sluchovou ztrátu více než 80 dB mělo 27 probandů, sluchovou ztrátu na lepším uchu 60 dB–80 dB uvedlo 8 probandů. U 30 neslyšících osob se jednalo o vrozenou sluchovou vadu, 5 osob mělo sluchovou vadu získanou (do tří let věku).

Slyšící rodiče mělo 23 účastníků studie. V rodinách s neslyšícími rodiči a případně i dalšími neslyšícími členy vyrůstalo 12 probandů. V těchto rodinách byla většinou preferována komunikace českým znakovým jazykem. U otázky týkající se počátku samostatné chůze označilo 5 probandů údaj vyšší než 14 měsíců.

Vyhodnocení otázek týkajících se sportovní aktivity probandů a subjektivního pocitu zhoršené rovnováhy je uvedeno v tabulce 8.

Tabulka 8: Sportovní aktivita, subjektivní hodnocení rovnováhy

	Neslyšící		Slyšící	
	Počet osob	%	Počet osob	%
Sport v dětství				
Žádný	10	28,6	10	14,9
Max. 5 let	5	14,3	18	26,9
Více než 5 let	20	57,1	39	58,2
Současná sportovní aktivita				
Žádná	11	31,4	19	28,4
Max. 4 hod/týden	13	37,2	36	53,7
Více než 4 hod/týden	11	31,4	12	17,9
Pocit zhoršené rovnováhy				
	20	57,1	6	9,0

Z neslyšících probandů se v dětství žádné sportovní aktivitě nevěnovalo 10 osob, dvojnásobný počet osob pravidelně sportoval více než 5 let. Současnou sportovní aktivitu negovalo 11 neslyšících probandů, stejný počet uvedl pravidelnou sportovní aktivitu více než 4 hodiny týdně.

Z neslyšících účastníků, kteří se v dětství věnovali sportovní aktivitě, se nyní žádné sportovní aktivitě nevěnuje 5 osob. Celkem 6 probandů nikdy nesportovalo.

Ze slyšících účastníků studie se v dětství žádné pravidelné sportovní aktivitě nevěnovalo pouze 10 osob, více než 5 let pravidelně sportovalo 39 probandů. Současnou sportovní aktivitu v dotazníku neuvedlo 19 slyšících osob, pravidelné sportovní aktivitě více než 4 hodiny týdně se věnuje 12 osob.

Z účastníků studie se v dětství věnovalo sportu větší procento slyšících osob. Současnou sportovní aktivitu více hodin týdně provozují ale neslyšící probandi.

Pocity zhoršené rovnováhy (nejčastěji ve tmě a na nerovném povrchu) v dotazníku uvedlo 20 neslyšících probandů, tj. 57,1 %. Ze slyšících uvedlo obtíže (ve tmě) pouze 6 probandů, tj. 9,0 %.

5.4 Regresní analýza

Tabulka uvedená v příloze 4 na straně 133 shrnuje výsledky regresní analýzy metodou nejmenších čtverců. Sloupce zastupují jednotlivé závislé proměnné v podobě hodnot TTW v milimetrech pro jednotlivé stoje a jejich poměry. Pod odhadnutými hodnotami koeficientů je v kulatých závorkách uvedena standardní chyba a pod ní odpovídající

p-hodnota. Ke konci každého sloupce je uveden počet pozorování a koeficient determinace (R^2).

Odhady koeficientu u proměnné *Neslyšící* jsou kladné v případě všech testovaných stojů. Nicméně pouze pro dva testy stoje byl tento odhad statisticky významný alespoň na hladině 10 %. V úzkém stoji se zavřenými očima (*US.ZO*, sloupec 4 tabulky v příloze 4 na straně 133) měli neslyšící průměrně o 44,1 mm vyšší hodnotu TTW než slyšící při zachování ostatních proměnných konstantních. Tento efekt byl statisticky významný na hladině 1 % ($p = 0,006$).

Všechny odhady popisované v následující části platí při zachování ostatních proměnných konstantních, v závorce je uvedena hladina významnosti a přesná p-hodnota. V širokém stoji na podložce se zavřenými očima (*SS.P.ZO*, sloupec 6) měli neslyšící průměrně o 492,2 mm vyšší hodnotu TTW (5 %, $p = 0,014$) než slyšící. Zmínit je možné ještě odhad pro široký stoj s otevřenými očima (*SS.OO*, sloupec 1), kde byl odhad 10,9 mm významný na hladině 17 %. U ostatních stojů nelze říci s dostatečnou jistotou, že je vliv odlišný od nuly.

Ve dvou případech, kdy je jako závislá proměnná použit poměr hodnot TTW mezi stojem se zavřenými očima a stojem s otevřenými očima, byly získány statisticky významné vlivy proměnné *Neslyšící*. Konkrétně v úzkém stoji (*Pomer.US*, sloupec 11), ve kterém měli neslyšící průměrně o 0,169 vyšší hodnotu poměru než slyšící (1 %, $p = 0,009$), a širokém stoji na podložce (*Pomer.SS.P*, sloupec 12), při kterém měli neslyšící průměrně o 0,356 vyšší hodnotu poměru než slyšící (1 %, $p = 0,006$).

Výsledky těchto odhadů ukazují, že u neslyšících osob dochází v průměru k výraznějšímu zhoršení stability v důsledku zavření očí než u slyšících. Pro poměr při širokém stoji (*Pomer.SS*, sloupec 10) je odhad téměř nulový a statisticky zcela nevýznamný.

Dále byly získány následující výsledky. V úzkém stoji se zavřenými očima (*US.ZO*, sloupec 4) měly ženy průměrně o 33,3 mm menší hodnotu TTW než muži (5 %, $p = 0,030$). Naproti tomu při širokém stoji na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*, sloupec 5) měli muži průměrně o 326,3 mm menší hodnotu TTW než ženy (5 %, $p = 0,043$). V poměru hodnot TTW při širokém stoji na podložce se zavřenými a s otevřenými očima (*Pomer.SS.P*, sloupec 12) měli muži průměrně o 0,213 vyšší hodnotu poměru než ženy (10 %, $p = 0,081$).

Celkově odhady koeficientů naznačují, že muži jsou lepší v širokých stojích, zatímco ženy jsou lepší ve stojích úzkých. Zároveň muži mají větší problém s udržení stability při zavření očí.

Lidé s vyšším BMI měli lepší stabilitu ve všech testovaných stojích kromě stojů na jedné dolní končetině, u kterých vyšel odhad vlivu proměnné *BMI* statisticky nevýznamný. V ostatních stojích na měřící desce bez podložky odpovídalo zvýšení BMI o 1 kg/m^2 zmenšení hodnoty TTW průměrně o 3,0 mm až 4,8 mm (ve všech případech na hladině významnosti 1 %). U stojů na podložce (*SS.P.OO*, *SS.P.ZO*, *US.P.OO*, sloupce 5–7) odpovídalo zvýšení BMI o 1 kg/m^2 zmenšení hodnoty TTW průměrně o 89,6 mm, resp. o 68,4 mm, resp. o 10,7 mm. Na hladině 1 % byly tyto odhady statisticky významné pro první dva stoje, na hladině 10 % pro třetí stoj. Výsledky tedy naznačují, že lidé s vyšším BMI dosahují nižších hodnot TTW.

V poměru hodnot TTW mezi širokým stojem na podložce se zavřenýma a s otevřenýma očima (*Pomer.SS.P*, sloupec 12) měly osoby s BMI vyšším o 1 kg/m^2 průměrně o 0,029 vyšší hodnotu poměru (5 %, $p = 0,038$).

Odhad vlivu proměnné *Vek* byl statisticky významný u širokého stoje na podložce se zavřenýma očima (*SS.P.ZO*, sloupec 6). Zvýšení věku o 1 rok znamenalo při tomto stoji zmenšení hodnoty TTW průměrně o 32,2 mm (5 %, $p = 0,024$). V případě poměru hodnot TTW mezi širokým stojem na podložce se zavřenýma a s otevřenýma očima (*Pomer.SS.P*, sloupec 12) odpovídalo zvýšení věku o 1 rok snížení hodnoty poměru průměrně o 0,015 (10 %, $p = 0,096$).

Vliv sportovní aktivity v dětství se ukázal signifikantní pouze u úzkého stoje na podložce s otevřenýma očima (*US.P.OO*, sloupec 7). Zvýšení proměnné *SportDetstvi* o 1 (žádná sportovní aktivita → sportovní aktivita maximálně 5 let resp. sportovní aktivita maximálně 5 let → sportovní aktivita více než 5 let) znamenalo zmenšení hodnoty TTW průměrně o 67,3 mm (10 %, $p = 0,053$). Odhady celkově nedávají dostatek evidence k podpoření předpokladu, že sportovní aktivita v dětství bude mít pozitivní vliv na stabilitu v dospělosti.

Současná sportovní aktivita ovlivnila významně pouze stabilitu při testu úzkého stoje na podložce s otevřenýma očima (*US.P.OO*, sloupec 7). Zvýšení proměnné *SportNyni* o 1 (žádná sportovní aktivita → sportovní aktivita maximálně 4 hodiny týdně resp. sportovní aktivita maximálně 4 hodiny týdně → sportovní aktivita více než 4 hodiny týdně) znamenalo paradoxně u tohoto posturálně náročného stoje zvětšení

hodnoty TTW průměrně o 98,4 mm (5 %, $p = 0,015$). U ostatních stojů byl odhad nevýznamný. Opět tedy na základě změřených dat nelze potvrdit předpoklad, že sportovně aktivní lidé mají všeobecně nižší hodnoty TTW a tedy lepší posturální stabilitu.

Zaměříme se na kvalitu provedených odhadů z hlediska koeficientu determinace (R^2), který značí, kolik procent variability závislé proměnné je vysvětleno pomocí zvolených nezávislých proměnných. Je patrné, že v případě stojů na jedné dolní končetině (*FL.P* a *FL.L*, sloupce 8 a 9) vysvětlují zvolené charakteristiky necelých 5 % variability a tudíž nejsou zvolené proměnné schopné vysvětlit rozdíly mezi hodnotami TTW; dané odhady tedy nemají vypovídající hodnotu. V případě ostatních testovaných stojů jsou výsledky mnohem pozitivnější, kdy se hodnoty R^2 pohybují od slabší 0,13 (*SS.ZO*) až po velmi dobré hodnoty 0,26 (*SS.OO*) nebo 0,29 (*SS.P.OO*). Rezidua jednotlivých regresí nenaznačují, že by rozdělení chyb nebylo normální nebo se lišilo rozptylem pro jednotlivá měření. Předpoklad normality a homogenity rozptylů lze pokládat za splněný a je možné pracovat u odhadů s běžnými standardními chybami.

V další části práce byla k odhadu vlivu jednotlivých charakteristik neslyšících osob na jejich posturální stabilitu využita opět regresní analýza metodou nejmenších čtverců. Výsledky této analýzy jsou shrnuty v tabulce uvedené v příloze 5 na straně 134. Zvoleny byly stejné závislé proměnné jako v předchozí části, mezi nezávislé proměnné byly navíc zařazeny proměnné *NeslyšiciRodice*, *UplnaZtrata* a *ZiskanaVada*. Některé statisticky nevýznamné proměnné byly z jednotlivých odhadů na základě F-testu vyřazeny. Lze tedy například vidět, že se proměnná *SportDetstvi* vyskytuje pouze u úzkého stoje na podložce s otevřenými očima, v ostatních případech byl její odhad nevýznamný.

Záporná znaménka u odhadů koeficientu proměnné *NeslyšiciRodice* u všech testovaných stojů (sloupce 1 až 9) naznačují, že neslyšící, kteří vyrůstali v neslyšící rodině a jejichž rodiče jsou neslyšící, mají nižší hodnoty TTW. Nicméně pouze pro dva typy stoje byly tyto odhady statisticky významné. V širokém stoji na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*, sloupec 5) měli neslyšící s neslyšícími rodiči průměrně o 715,3 mm nižší hodnotu TTW než neslyšící se slyšícími rodiči (5 %, $p = 0,038$). V úzkém stoji na podložce s otevřenými očima (*US.P.OO*, sloupec 7) měli neslyšící s neslyšícími rodiči průměrně o 296,8 mm nižší hodnotu TTW než neslyšící se slyšícími rodiči (5 %, $p = 0,037$).

V širokém stojí na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*, sloupec 5) měli neslyšící s úplnou ztrátou sluchu (více než 80 dB) průměrně o 1046,9 mm nižší hodnotu TTW než neslyšící s částečnou ztrátou sluchu (1 %, $p = 0,009$). V poměru hodnot TTW mezi širokým stojem se zavřenými a s otevřenými očima (*Pomer.SS*, sloupec 10) měli neslyšící s úplnou ztrátou sluchu průměrně o 0,161 vyšší hodnotu poměru než neslyšící s menší ztrátou sluchu (10 %, $p = 0,097$). Výsledky mohou být nepřesné z důvodu, že v testovaném souboru bylo pouze osm probandů s částečnou ztrátou sluchu.

V širokém stojí se zavřenými očima (*SS.ZO*, sloupec 2) měli neslyšící se získanou sluchovou vadou (do tří let věku) průměrně o 47,9 mm nižší hodnotu TTW než neslyšící s vrozenou ztrátou sluchu (10 %, $p = 0,061$). V poměru hodnot TTW mezi širokým stojem na podložce se zavřenými a s otevřenými očima (*Pomer.SS.P*, sloupec 12) měli neslyšící se získanou sluchovou vadou průměrně o 0,936 vyšší hodnotu poměru než neslyšící s vrozenou ztrátou sluchu (10 %, $p = 0,056$). Tyto výsledky mají opět malou vypovídající hodnotu, protože této studii se zúčastnilo pouze pět probandů se získanou sluchovou vadou.

Odhady u zbylých proměnných vycházejí v souladu s provedenými odhady na celém souboru dat. Z hlediska kvality odhadů dostáváme v této části u většiny testů stejné uspokojivé hodnoty R^2 . Je potřebné si uvědomit, že vypovídající hodnota je omezena z důvodu nižšího počtu pozorování (33–35), což je bohužel ještě umocněno v případě odhadů vlivů proměnných *UplnaZtrata* a *ZiskanaVada*. U těchto dvou charakteristik bylo rozdělení probandů do jednotlivých skupin nerovnoměrné, a tudíž byla jedna skupina reprezentována velice malým počtem probandů. V případě extrémnější hodnoty u jednoho z nich jsou významně ovlivněny celkové výsledky.

6 Diskuze

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda sluchové postižení dospělých osob má vliv na jejich posturální stabilitu. Práce porovnává rozdíly v hodnoceném parametru TTW mezi skupinou neslyšících a slyšících dospělých osob. S využitím ukazatele Rombergův poměr zjišťuje vliv zavření očí na posturální stabilitu. Dále sleduje vliv zvolených charakteristik probandů na stabilitu.

Do studie bylo zařazeno 102 osob ve věku 20–45 let. Experimentální skupinu tvořilo 35 neslyšících probandů, kontrolní skupina zahrnovala 67 slyšících probandů.

K měření posturální stability byla využita tlaková plošina Footscan, na které bylo měřeno devět testů, každý v délce 30 sekund. Pro zjištění doplňujících informací o účastnících výzkumu byla zvolena metoda nestandardizovaného dotazníku. Získané informace byly následně využity při vyhodnocení dat. Výhodiskem diplomové práce byly hypotézy (viz 3.4 Hypotézy na straně 77) a řešené otázky (viz 3.3 Řešené otázky na straně 76).

Řešená otázka

Existuje rozdíl mezi posturální stabilitou neslyšících (vrozená nebo v raném dětství získaná hluchota) a slyšících dospělých osob?

K získání odpovědi na uvedenou otázku byla pro první přiblížení vyhodnocena deskriptivní statistika průměrných hodnot parametru TTW pro jednotlivé testované stoje a skupiny probandů včetně intervalu spolehlivosti, v němž se s 95% pravděpodobností nachází skutečná hodnota sledovaných parametrů.

U průměrných hodnot TTW všech testovaných stojů a u průměrů poměrů TTW získaných při měření stoje se zavřenýma a s otevřenýma očima je patrný průnik intervalu spolehlivosti (viz 5.1 Deskriptivní statistika na straně 87) mezi skupinou neslyšících a slyšících probandů. Na základě grafů nelze říci, že by průměrné hodnoty mezi skupinami byly odlišné.

Z deskriptivní statistiky výsledků lze vyčíst, že skupina neslyšících probandů měla v osmi z devíti měřených testů stoje horší průměrné výsledky v hodnoceném parametru TTW. Největší relativní rozdíl mezi skupinami byl při testu širokého stoje na podložce se zavřenýma očima (*SS.P.ZO*), kde byly průměrné hodnoty TTW u skupiny neslyšících osob o 31,0 % vyšší než u skupiny slyšících osob.

Větší rozdíl mezi skupinami probandů byl zjištěn také u úzkého stoje se zavřenýma očima (*US.ZO*), ve kterém měly neslyšící osoby průměrné hodnoty TTW vyšší o 14,5 %.

U dvou výše zmíněných typů stojů byly s využitím t-testu pro neshodné rozptyly (Welchův test) potvrzeny statisticky významné rozdíly průměrných hodnot TTW mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících probandů. Rozdíl průměrných hodnot TTW v širokém stoji na podložce se zavřenýma očima (*SS.P.ZO*) byl statisticky významný na hladině 5 %. Rozdíl průměrných hodnot TTW v úzkém stoji se zavřenýma očima (*US.ZO*) byl statisticky významný na hladině 10 %.

K získání výsledků s vyšší vypovídající hodnotou byla provedena regrese metodou nejmenších čtverců. V úzkém stoji se zavřenýma očima (*US.ZO*) byl statisticky významný rozdíl na hladině 1 %, neslyšící měli průměrně o 44,1 mm vyšší hodnotu TTW než slyšící. V širokém stoji na podložce se zavřenýma očima (*SS.P.ZO*) byl statisticky významný rozdíl na hladině 5 %, neslyšící měli průměrně o 492,2 mm vyšší hodnotu TTW.

Hypotéza 1

Hypotéza, že existuje statisticky významný rozdíl v hodnoceném parametru TTW mezi posturální stabilitou neslyšících dospělých osob a slyšících dospělých osob alespoň v jednom z testovaných stojů, **byla potvrzena**. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v úzkém stoji se zavřenýma očima a širokém stoji na pěnové podložce se zavřenýma očima ve prospěch slyšících osob.

Kaga, který sledoval děti s vrozeným oboustranným postižením rovnovážného ústrojí vnitřního ucha, zjistil, že do 6–10 let věku se vyrovnaly zdravým vrstevníkům [53]. Jeho závěry nejsou v souladu s výsledky mé práce, ve které byly při porovnání neslyšících a slyšících dospělých osob zjištěny rozdíly v posturálně náročných testech s omezením vizuálního a v případě stoje na podložce i somatosenzorického vlivu. K podobným závěrům došly i některé níže uvedené studie.

Nakajima při hodnocení stability u neslyšících dospělých sportovců zjistil, že v úzkém stoji se zavřenýma očima měli neslyšící statisticky horší výsledek v hodnoceném parametru celková dráha COP v porovnání s kontrolní skupinou zdravých osob, které se pravidelně věnovaly sportovním aktivitám. V úzkém stoji s otevřenýma očima nenalezl statisticky významné rozdíly mezi skupinami, neslyšící ale dosáhli horších výsledků [78].

V mé práci byl v úzkém stoji s otevřenými očima patrný nejmenší rozdíl mezi skupinami probandů. Při porovnání průměrných hodnot TTW byl tento stoj jediný, ve kterém neslyšící probandi dopadli lépe než kontrolní skupina slyšících.

Výsledky své práce mohu dále srovnávat se studii, které ale hodnotily stabilitu neslyšících dětí.

De Kegel ve validační studii porovnávala neslyšící děti ve věku 6–12 let s vrstevníky. V šesti z deseti testů hodnotících stabilitu dosáhly neslyšící děti statisticky horších výsledků. Jednalo se, obdobně jako v mé studii, o stoj na pevné podložce se zavřenými očima a stoj na pěnové podložce se zavřenými očima [14].

Siegel konstatovala horší výsledky neslyšících dětí (4,5–14,5 let) ve všech osmi testech rovnováhy, které hodnotila [96]. Derlich zkoumal u dětí vliv souběžně vykonávané činnosti (stisknutí tlačítka po zaregistrování vizuálního podnětu) na stabilitu. Při stoji na pěnové podložce došlo u dětí se sluchovou vadou na rozdíl od slyšících dětí ke zhoršení stability [16].

De Sousa měřila u dětí ve věku 7–10 let na stabilometrické desce stejné testy, které jsem měřila ve své studii (široký a úzký stoj s očima otevřenými a zavřenými), ale hodnotila jiné parametry posturální stability. Ve většině změřených testů zjistila horší stabilitu u neslyšících dětí. Největší rozdíly mezi skupinami našla u širokého stoje se zavřenými očima [15].

Tento závěr neodpovídá výsledkům mé studie. U širokého stoje se zavřenými očima byl mezi skupinami probandů menší rozdíl než u úzkého stoje se zavřenými očima. V tomto stoji jsem zjistila relativní rozdíl 14,5 % ve prospěch slyšících.

K opačným závěrům než uvedené práce dospěla studie, které se zúčastnilo 65 neslyšících dětí a mladistvých. Sluchově postižení měli lepší výsledky v hodnocených parametrech stability. Při stoji se zavřenými očima dokonce prokázali lepší stabilitu než slyšící vrstevníci při stoji s otevřenými očima [125].

Ve své diplomové práci jsem zjistila největší rozdíl mezi neslyšícími a slyšícími osobami při testu stoje na pěnové podložce se zavřenými očima. Tyto výsledky jsou v souladu se závěry některých studií, které také konstatovaly největší rozdíl mezi neslyšícími a slyšícími osobami při testu stoje na pěnové podložce se zavřenými očima.

Bujang vyšetřoval rovnováhu dospělých osob s kochleárním implantátem. Kontrolní skupina byla tvořena zdravými osobami. U tohoto stoje našel signifikantní

rozdíly, kontrolní skupina slyšících dosáhla lepších výsledků. Při stoji na pevné podložce nezjistil mezi skupinami významné rozdíly [8].

Největší rozdíly při stoji na pěnové podložce se zavřenými očima vyhodnotila také studie, která porovnávala výsledky posturografického měření dospívajících uživatelů kochleárního implantátu s kontrolní skupinou slyšících vrstevníků [45].

V mé studii jsem zjistila, že u úzkého stoje na pěnové podložce s otevřenými očima byl mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících minimální relativní rozdíl. Test stoje s menší opornou bází spolu s omezením somatosenzorického vlivu nebyl dostatečně citlivý k prokázání rozdílu mezi skupinami probandů. Neslyšící probandi dosáhli průměrné hodnoty TTW o 1,2 % vyšší než slyšící.

Ve své studii jsem vyhodnocovala parametr celkové dráhy vychylování středu tlakového působení. Tento parametr ale nemusí být v korelaci s velikostí výchylek COP ve směru anterioposteriorním a laterolaterálním.

Řešená otázka

Zhorší se stabilita neslyšících osob při zavření očí více než u slyšících osob?

K odpovědi na tuto otázku byl jako další hodnocený parametr zvolen ukazatel Rombergův poměr, který byl vypočítán pro široký stoj, úzký stoj a široký stoj na pěnové podložce. Proměnné *Pomer.SS*, *Pomer.US* a *Pomer.SS.P* byly vypočteny pro hodnocené stoje ze vztahu hodnota TTW při zavřených očích dělená hodnotou TTW při otevřených očích.

V deskriptivní statistice byl vyhodnocen největší relativní rozdíl u širokého stoje na podložce, ve kterém měli neslyšící probandi průměrnou hodnotu poměru TTW o 32,7 % vyšší než slyšící. U úzkého stoje na měřicí desce bez podložky byl relativní rozdíl 13,2 %, opět ve prospěch slyšících osob.

Rozdíly mezi skupinami byly statisticky významné u posturálně náročnějších stojů. Při vyhodnocení Welchova t-testu byl rozdíl průměrných hodnot Rombergova poměru TTW signifikantní v širokém stoji na podložce na hladině 5 % a úzkém stoji na měřicí desce bez podložky na hladině 10 %.

Při kontrole individuálních odlišností jednotlivých probandů vychází, že rozdíl Rombergova poměru hodnot TTW byl statisticky významný na hladině 1 % v úzkém stoji bez podložky a širokém stoji na podložce, při kterých měli neslyšící průměrně o 0,169, resp. o 0,356 vyšší hodnotu poměru než slyšící.

Výsledky odhadů tedy ukazují, že u neslyšících osob dochází v průměru k výraznějšímu zhoršení stability v důsledku zavření očí než u slyšících. Lze odvodit, že vizuální kontrola stoje je u neslyšících osob významnější.

Hypotéza 2

Hypotéza, že stabilita neslyšících osob se alespoň v jednom z testovaných stojů zhorší při zavření očí více než u slyšících osob, **byla potvrzena**. Při testech úzkého stoje bez podložky a širokého stoje na podložce dochází u neslyšících osob v průměru k výraznějšímu zhoršení stability v důsledku zavření očí.

Ke stejným závěrům došli japonští autoři již výše zmíněné studie z roku 2012. Ze studií zkoumajících stabilitu neslyšících, které jsem našla, porovnávala tato studie jako jediné parametry Rombergův poměr velikosti dráhy. Dospělí neslyšící měli vyšší průměrnou hodnotu Rombergova poměru, došlo tedy u nich při zavření očí v porovnání s kontrolní skupinou k výraznějšímu zhoršení posturální stability [78].

Test stoje na jedné dolní končetině

Neslyšící osoby měly průměrné hodnoty TTW při stoji na pravé dolní končetině (*FL.P*) o 6,7 % vyšší a při stoji na levé dolní končetině (*FL.L*) o 3,9 % vyšší než slyšící osoby. Dominanci končetin jsem ve studii nezjišťovala. Průměrná hodnota TTW byla v obou skupinách vyšší při stoji na levé dolní končetině, tj. probandi dosáhli průměrně lepší stability při stoji na pravé dolní končetině. Směrodatné odchylky byly ve skupině slyšících a neslyšících vysoké, vyšší hodnoty byly vypočteny ve skupině neslyšících.

T-test pro neshodné rozptyly neukázal v testech stoje na jedné dolní končetině statisticky významný rozdíl průměrných hodnot TTW mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících probandů. Z regresní analýzy je patrné, že kvalita odhadů je v uvedených testech velmi špatná. Zvolené charakteristiky vysvětlují necelých 5 % variability, zvolené proměnné nejsou tedy schopné vysvětlit rozdíly mezi hodnotami TTW.

V následných studiích by bylo, dle mého názoru, vhodné zvolit jiné měření stoje na jedné dolní končetině. Inspirovat se lze např. níže uvedenými studiemi a sledovat dobu, po kterou zvládnou probandi stát na zemi a na pěnové podložce (i za podmínek zavřených očí). Testovat by se mohl i tandemový stoj za různých podmínek.

Nakajima nehodnotil u dospělých sportovců stoj na jedné dolní končetině na stabilometrické desce, ale měřil čas, po který probandi zvládli zaujatou polohu udržet. Stát na jedné dolní končetině s otevřenými očima byli schopni po dobu 60 sekund všichni probandi. Průměrný čas, který vydrželi stát na jedné dolní končetině se zavřenými očima, byl ve skupině neslyšících kratší, neslyšící ($22,50 \pm 17,90$) sekund, slyšící ($54,10 \pm 7,20$) sekund. Pouze 31,6 % neslyšících osob udrželo tento stoj po dobu 30 sekund, ve skupině slyšících to zvládli všichni [78].

Potter hodnotila stejným způsobem stoj na jedné dolní končetině u 34 dětí s percepční vadou sluchu ve věku 5–9 let. Neslyšící děti měly horší výsledky, než průměrně dosahují zdravé děti stejné věkové kategorie, ale nebyl, na rozdíl od předchozí studie, prokázán statisticky významný rozdíl [84].

Korejští autoři oproti předchozím studiím sledovali stoj na jedné dolní končetině také na pěnové podložce s otevřenými a se zavřenými očima. Srovnávali 57 neslyšících dětí se stejným počtem slyšících dětí ve věku 4–14 let. Zjistily, že při stojích s vizuální kontrolou se průměrná doba stoje u neslyšících dětí výrazně zvyšovala s věkem, dosáhla ale nižší úrovně než u slyšících dětí. Při stoji na pěnové podložce se zavřenými očima nedošlo u neslyšících dětí se zvyšujícím se věkem k významnému zlepšení. Při stoji na pevném povrchu se zavřenými očima byly patrné rozdíly mezi skupinou slyšících a skupinou neslyšících dětí bez ohledu na věk [4].

Jafari porovnávala děti s percepční vadou sluchu se zdravými dětmi ve věku 6–9,4 let. Ze šesti hodnocených testů stability zjistila u neslyšících dětí statisticky horší výsledky při čtyřech testech stoje na jedné dolní končetině [48].

De Kegel potvrdila u neslyšících dětí ve věku 6–12 let kromě jiného i statisticky horší výsledky ve stoji na jedné dolní končetině s otevřenými očima (posturografický test) a stoji na jedné dolní končetině se zavřenými očima (klinický test) [14].

Je možné, že výsledky měření testů stoje na jedné dolní končetině byly v mé práci ovlivněny zařazením testů až v závěru měření. Na výsledky měření mohla mít vliv případná únava probandů.

Další řešené otázky se již netýkají porovnání mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících osob. Do regrese byly zařazeny proměnné popisující charakteristiky probandů a následně posouzeny jejich odhady.

Řešená otázka

Ovlivňují charakteristiky neslyšících osob (sluchová vada) hodnocené parametry posturální stability?

Uvádí se, že minimálně 90 % neslyšících dětí se narodí slyšícím rodičům. V mé studii mělo slyšící rodiče 23 neslyšících probandů, tj. 65,7 % neslyšících účastníků.

Neslyšící, kteří vyrůstali v neslyšící rodině a jejichž rodiče jsou neslyšící, měli při zachování ostatních proměnných konstantních nižší průměrné hodnoty TTW ve všech testovaných stojích než neslyšící se slyšícími rodiči. Rozdíl byl statisticky významný na hladině 5 % v širokém stoju na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*) a úzkém stoju na podložce s otevřenými očima (*US.P.OO*).

K jiným závěrům dospěl Lieberman, který hodnotil motorické dovednosti 29 neslyšících dětí ve věku 4–9 let. S neslyšícími rodiči nebo zákonnými zástupci vyrůstalo 14 dětí, se slyšícími 15 dětí. Nenašel statisticky významný rozdíl mezi motorickým vývojem neslyšících dětí slyšících a neslyšících rodičů [67].

Neslyšící s úplnou ztrátou sluchu (více než 80 dB) měli v širokém stoju na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*) průměrně o 1046,9 mm nižší hodnotu TTW než neslyšící s částečnou ztrátou sluchu. Tento efekt byl statisticky významný na hladině 1 %.

Neslyšící se získanou sluchovou vadou (do tří let věku) měli v širokém stoju se zavřenými očima (*SS.ZO*) průměrně o 47,9 mm nižší hodnotu TTW než neslyšící s vrozenou ztrátou sluchu. Tento efekt byl statisticky významný na hladině 10 %.

Uvedené odhady mají malou vypovídající hodnotu, protože mé studie se zúčastnilo pouze osm probandů s částečnou ztrátou sluchu a pět probandů se získanou sluchovou vadou. Bohužel se mi nepodařilo získat rovnoměrnější zastoupení probandů (rozdělení dle velikosti ztráty sluchu a získané či vrozené sluchové vady), které by umožnilo dostat přesnější odhady.

Ve studii jsem nezjišťovala, zda mají neslyšící probandi sluchovou vadu převodní či percepční. Srovnání by mohlo přinést určitě zajímavé informace.

Suarez hodnotil pouze děti s percepční sluchovou vadou. Při stoju s otevřenými očima nenašel významný rozdíl mezi dětmi s vrozenou a získanou vadou. Rozdíl mezi skupinami byl patrný při stoju na pěnové podložce se zavřenými očima, ve kterém dosáhly děti se získanou sluchovou vadou horších výsledků než děti s vrozenou vadou a zdravé děti [104].

Bylo by vhodné být v kontaktu s ORL lékaři a dozvědět se informace o sluchovém poškození jednotlivých probandů od odborníků. Pravděpodobně bych získala přesnější anamnestické údaje o probandech a mohla dospět k dalším závěrům.

Řešené otázky

Má pravidelná sportovní aktivita v dětství vliv na lepší posturální stabilitu v dospělosti?
Má pravidelná sportovní aktivita v dospělosti pozitivní vliv na posturální stabilitu?

Sportovní aktivita by měla mít pozitivní vliv na posturální stabilitu, protože řada sportů klade na stabilitu zvýšené nároky. Ve své práci jsem nebrala v úvahu typ sportovní aktivity. Podle četnosti provozování sportovní aktivity jsem probandy, na základě informací získaných z dotazníků, rozdělila do tří kategorií.

Stupnice proměnné *SportDetstvi* a *SportNyni* jsou tedy nelineární, umožňují pouze orientační zhodnocení vlivu sportovní aktivity na posturální stabilitu. Nelze zjistit vliv sportovní aktivity v dětství trvajícím o jeden rok déle resp. vliv většího množství tréninkových hodin v současné době. Při pohybových činnostech nezáleží pouze na délce, ale také na kvalitě prováděné činnosti.

Cílem práce nebylo srovnávat skupiny probandů dle sportovní aktivity, ale zjistit případný kvalitativní odhad vlivu sportovní aktivity na posturální stabilitu. Předpokládala jsem, že sportovní aktivita v dětství bude mít minimálně v posturálně náročnějších testech (stoje na pěnové podložce, stoj na jedné dolní končetině) pozitivní vliv na stabilitu v dospělosti. Celkově nedávají získané odhady dostatek informací k podpoření tohoto předpokladu.

Při vyhodnocení všech probandů se sportovní aktivita v dětství ukázala signifikantní pouze u úzkého stoje na pěnové podložce s otevřenými očima (*US.P.OO*). Osoby, které se v dětství věnovaly sportu, měly v tomto testu menší hodnotu TTW. Zvýšení proměnné *SportDetstvi* o 1 znamenalo zmenšení hodnoty TTW průměrně o 67,3 mm.

U stejného stoje byla proměnná *SportDetstvi* statisticky významná i při srovnání neslyšících probandů. Efekt byl při porovnání pouze skupiny neslyšících výraznější. Zvýšení proměnné *SportDetstvi* o 1 znamenalo zmenšení hodnoty TTW průměrně o 125,1 mm. U ostatních testovaných stojů neměla sportovní aktivita v dětství žádný statisticky prokazatelný vliv na hodnoty TTW.

Velká část slyšících i neslyšících probandů hodnotila test úzkého stoje na podložce s otevřenými očima jako nejnáročnější. Předem se obávala měření tohoto stoje za podmínek zavřených očí. Po osobní zkušenosti jsem test úzkého stoje na podložce se zavřenými očima z důvodu bezpečnosti probandů k měření ne zvolila.

Odhad vlivu současné sportovní aktivity byl při vyhodnocení všech probandů statisticky významný také pouze u úzkého stoje na podložce s otevřenými očima (*US.P.OO*). Osoby, které se nyní věnují sportu, měly paradoxně u tohoto stoje vyšší hodnotu TTW. Zvýšení proměnné *SportNyni* o 1 znamenalo zvětšení hodnoty TTW průměrně o 98,4 mm.

Zjištěné výsledky jsou v rozporu s všeobecným předpokladem, že sportovně aktivní lidé mají lepší posturální stabilitu. Zdůvodněním by mohlo být příliš hrubé rozdělení sportovní aktivity probandů v mé práci.

Pozitivní vliv tréninkového programu zaměřeného na zlepšení stability dětí se sluchovou vadou ovšem prokázala řada autorů. Žádná ze studií ale nesledovala dlouhodobý efekt tréninku.

Rine hodnotila stabilitu šesti posturografickými testy. U neslyšících dětí ve věku 3–8,5 let došlo ke zlepšení po intervenci trvající 12 týdnů (třikrát týdně 30 minut). Cvičení byla zaměřena na trénink koordinace a stability [91].

Rajendran zvolila intervenční program pro neslyšící děti ve věku 7,5–8,1 let v délce trvání šesti týdnů, děti trénovaly rovnováhu a motoriku. Po skončení intervence došlo ke statisticky významnému zlepšení ve všech testech rovnováhy: Pediatric Reach Test, stoj na jedné dolní končetině, stoj na pevné a pěnové podložce s očima otevřenými a zavřenými [85].

Majlesi sledoval u dětí ve věku 8–14 let stabilitu při tandemovém stoji. Zvolil pro neslyšící děti dobu intervence čtyři týdny, třikrát týdně 45 minut. Po intervenci došlo u neslyšících dětí ke statisticky významnému snížení vychylek v tandemovém stoji na pěnové podložce. V porovnání se zdravými dětmi, které neabsolvovaly intervenci, rozdíl stále přetrvával, ale byl výrazně menší [71].

Bylo by zajímavé zjistit, zda by i u dospělých neslyšících osob došlo po vhodné intervenci k pozitivním změnám v posturální stabilitě.

Řešená otázka

Ovlivňují charakteristiky osoby (pohlaví, věk, BMI) hodnocené parametry posturální stability?

Při zachování ostatních proměnných konstantních měli muži ve všech širokých stojích nižší hodnotu TTW než ženy, oproti tomu ženy byly lepší ve všech úzkých stojích. Statisticky významný rozdíl na hladině 5 % byl ve prospěch žen v úzkém stoji se zavřenými očima (*US.ZO*) a ve prospěch mužů v širokém stoji na podložce s otevřenými očima (*SS.P.OO*).

Odhady koeficientů dále naznačují, že muži měli větší problém s udržení stability při zavření očí. Rozdíl mezi muži a ženami byl statisticky významný v poměru hodnot TTW při širokém stoji na podložce.

Rozdíl ve stabilitě mezi muži a ženami sledovala také studie, které se zúčastnily osoby ve věku 55–83 let. Na stabilometrické plošině byl hodnocen test stoje s očima otevřenými a zavřenými po dobu 30 sekund, hodnocen byl také Rombergův poměr. Již ve skupině osob věkové kategorie 55–64 let, do které bylo zařazeno 36 mužů a 83 žen, byl patrný rozdíl v hodnocených parametrech rychlost vychylování a plocha opsaná COP, muži měli při zavření očí vyšší průměrné hodnoty než ženy. U Rombergova poměru byl zjištěn mezi pohlavím významný rozdíl [72].

Vzhledem k umístění těžiště těla bychom se mohli domnívat, že ženy by měly mít lepší posturální stabilitu než muži [18]. To potvrzuje studie, které se zúčastnilo 180 osob (90 mužů, 90 žen) ve věku 12–67 let. V hodnocených stojích na pevné a pěnové podložce s očima otevřenými a zavřenými byly ženy lepší než muži [10].

Existenci rozdílů mezi muži a ženami při hodnocení stability na stabilometrické plošině konstatoval také Ageberg s kolegy. Jejich studie se zúčastnilo 75 zdravých osob ve věku 15–45 let. V hodnoceném parametru rychlost vychylování měli muži statisticky horší výsledky než ženy. Při hodnocení maximálních výchylek dosáhli muži opět horších výsledků než ženy, rozdíly ale nebyly statisticky významné [1].

Ke stejným závěrům dospěla i rozsáhlá finská studie, které se zúčastnilo 7979 osob starších 30 let. Například ve všech věkových kategoriích měli muži při stoji s očima otevřenými a zavřenými ve směru anterioposteriorním větší výchylky než ženy [21].

K odlišným závěrům dospěla Hageman. Ve skupině 24 osob (12 mužů a 12 žen) ve věku 20–35 let nenašla mezi pohlavím signifikantní rozdíly při testech stoje na stabilometrické plošině s očima otevřenými a zavřenými [30]. Statisticky významné

rozdíly v hodnocených parametrech posturální stability mezi muži a ženami nenalezl také Dršata, který hodnotil 1397 posturografických měření [18].

Odhad vlivu věku byl v mé práci statisticky významný u širokého stoje na podložce se zavřenými očima (*SS.P.ZO*). Na hladině 5 % odpovídalo zvýšení věku o 1 rok menší hodnotě TTW průměrně o 32,2 mm. Dále byl vliv věku významný u poměru hodnot TTW při širokém stoji na pěnové podložce. Zvýšení věku o 1 rok odpovídalo snížení hodnoty poměru.

Odhady tedy ukazují, že starší osoby zvládly náročný test širokého stoje na pěnové podložce se zavřenými očima lépe než mladší. Dále je patrné, že při stoji na podložce mělo u starších osob zavření očí menší vliv na posturální stabilitu. Je možné si to zdůvodnit větším množstvím zkušeností s omezenými somatosenzorickými a vizuálními vlivy a schopností tyto vlivy kompenzovat.

Ve studii jsem měřila dospělé osoby do 45 let věku, protože s narůstajícím věkem dochází ke zhoršování posturální stability. Výše popsany vliv naznačuje, že by bylo zajímavé sledovat, kdy dochází u testu širokého stoje na podložce se zavřenými očima ke zlomu. U všech ostatních měřených testů stoje byl v mé práci odhad vlivu věku nevýznamný.

K odlišným závěrům došla studie, ve které autoři měřili stabilitu slyšících osob. U testovaných stojů na stabilometrické plošině (stoj s očima otevřenými a zavřenými po dobu 30 sekund; semitandemový a tandemový stoj po dobu 20 sekund) došlo k nárůstu hodnot sledovaných parametrů již mezi skupinami osob ve věku 30–39 let a 40–49 let. K výraznějšímu zhoršení sledovaných parametrů došlo u osob po 60. roce věku [21].

Podle fyzikálních zákonů by těžší a menší osoby měly mít lepší stabilitu než osoby štíhlé a vysoké. Dle Hahna mají ale těžší subjekty tendenci být méně stabilní [35].

V mé studii měli ovšem účastníci s vyšším BMI lepší stabilitu ve všech testovaných stojích kromě testů stoje na jedné dolní končetině, u kterých vyšel odhad vlivu proměnné *BMI* statisticky zcela nevýznamný. Pro všechny stoje na měřicí desce bez podložky a široké stoje na podložce byly odhady vlivu BMI statisticky významné na hladině 1 %. Výsledky naznačují, že lidé s vyšším BMI mají nižší hodnoty TTW.

Výsledky zjištěné v mé práci nejsou v souladu např. se závěry studie, která porovnávala vztah hodnoty BMI u skupiny 180 osob. Účastníci studie byli podle hodnoty BMI rozděleni do tří skupin (normální váha, nadváha, obezita). Testován byl

stoj na pevné a pěnové podložce s očima otevřenými a zavřenými. Hodnocené parametry celková dráha COP a plocha, kterou opíše COP, byly horší u skupiny osob s hodnotou BMI vyšší než 30 kg/m^2 [10].

Horší výsledky obézních v testech stability zjistil také Menegoni, který hodnotil ve skupině 44 obézních osob ($\text{BMI} > 40 \text{ kg/m}^2$) ve věku 19–58 let šest testů stability. Kontrolní skupina zahrnovala 20 osob s hodnotou BMI v mezích normy [73].

7 Závěr

Cílem této experimentální studie bylo porovnat posturální stabilitu neslyšících a slyšících dospělých osob a zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl v hodnocených parametrech posturální stability mezi neslyšícími a slyšícími osobami.

Ve většině studií autoři hodnotí motoriku a stabilitu neslyšících dětí. Novější práce se zabývají vlivem kochleárního implantátu na stabilitu neslyšících. Problematiku posturální stability jsem chtěla rozšířit o vyšetření dospělých neslyšících osob s vrozenou nebo v raném dětství získanou hluchotou.

Studie se zúčastnilo 102 osob ve věku 20–45 let. Experimentální skupinu tvořilo 35 neslyšících probandů. Kontrolní skupinu tvořilo 67 slyšících probandů.

Posturální stabilita byla objektivizována tlakovou měřicí deskou Footscan. Měřeno bylo devět testů: široký stoj s očima otevřenými a zavřenými, úzký stoj s očima otevřenými a zavřenými, široký stoj na pěnové podložce s očima otevřenými a zavřenými, úzký stoj na pěnové podložce s otevřenými očima, stoj na pravé a levé dolní končetině. Měření každého testu probíhalo po dobu 30 sekund.

Hodnotícími parametry byly ukazatel velikosti celkové dráhy vychylování středu tlakového působení vyjádřený jako TTW (Total traveled way) a Rombergův poměr, který vyjadřuje poměr hodnot TTW za podmínek zavřených a otevřených očí.

Skupina neslyšících probandů měla v osmi z devíti měřených testů stoje horší průměrné výsledky v hodnoceném parametru TTW. K posouzení statistické významnosti rozdílů mezi skupinou neslyšících a skupinou slyšících byly použity t-test pro neshodné rozptyly a regrese metodou nejmenších čtverců.

Hypotéza 1, že existuje statisticky významný rozdíl v hodnoceném parametru TTW mezi posturální stabilitou neslyšících dospělých osob a slyšících dospělých osob alespoň v jednom z testovaných stojů, **byla potvrzena**. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v úzkém stoji se zavřenými očima a širokém stoji na pěnové podložce se zavřenými očima ve prospěch slyšících osob.

Hypotéza 2, že stabilita neslyšících osob se alespoň v jednom z testovaných stojů zhorší při zavření očí více než u slyšících osob, **byla potvrzena**. Při testech úzkého stoje bez podložky a širokého stoje na podložce dochází u neslyšících osob v průměru k výraznějšímu zhoršení stability v důsledku zavření očí.

Závěry, ke kterým jsem ve své studii došla, lze vztahovat pouze na dospělé osoby ve věku 20–45 let. Předmětem dalšího výzkumu by mohlo být hodnocení stability u neslyšících osob vyššího věku. Jejich srovnání se slyšícími osobami by bylo jistě zajímavé.

Vzhledem ke zjištění, že neslyšící dospělé osoby měly ve většině měřených testů stoje horší posturální stabilitu než osoby slyšící, je nebezpečí zvýšeného rizika pádu u neslyšících opodstatněné. Námětem další studie by mohlo být sledování, zda u osob s poruchou sluchu dojde po vhodné intervenci zaměřené na trénink stability k pozitivnímu ovlivnění posturální stability.

Přínos mé práce vidím především ve velikosti měřeného vzorku osob. K odhadu vlivu jednotlivých charakteristik probandů na jejich posturální stabilitu jsem využila informace získané z dotazníků. Umožnilo mi to maximálně snížit vliv rozdílnosti jednotlivých probandů a získat přesnější odhady.

Po vyhodnocení výsledků vyvstala spousta dalších směrů a zásadních otázek, na které by mohly odpovědět budoucí studie.

Seznam použité literatury

- [1] AGEBERG, E., ZÄTTERSTRÖM, R., FRIDÉN, T., MORITZ, U. Individual factors affecting stabilometry and one-leg hop test in 75 healthy subjects, aged 15–44 years. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2001, vol. 11, no. 1, 47–53 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=7f4ad896-8d20-4abd-a0d2-3ebeca038af5@sessionmgr112&hid=127&preview=false>
- [2] AIREX [online]. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <https://www.my-airex.com/produkte/detail/13/balance-pad>
- [3] AMBLER, Z. *Základy neurologie*. 7. vyd. Praha: Galén, 2011. 351 s. ISBN 978-80-7262-707-3.
- [4] AN, M., YI, C., JEON, H., PARK, S. Age-related changes of single-limb standing balance in children with and without deafness. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2009, vol. 73, no. 11, 1539–1544 [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016558760900411X#>
- [5] AudioNIKA [online]. © 2016 AudioNIKA s.r.o. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.audionika.cz/stranka/screeningove-audiometry>
- [6] AudioNIKA [online]. © 2016 AudioNIKA s.r.o. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.audionika.cz/medel/stranka/jak-pracuje-kochlearni-implantat>
- [7] BALOH, R. W., JACOBSON, K. M., BEYKIRCH, K., HONRUBIA, V. Static and Dynamic Posturography in Patients With Vestibular and Cerebellar Lesions. *Archives of Neurology* [online]. 1998, vol. 55, no. 5, 649–654. Dostupné z: <http://archneur.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=773832#ArticleInformation>
- [8] BUJANG, R., ABDUL WAHAT, N. H., UMAT, C. Posture Stability in Adult Cochlear Implant Recipients. *Journal of Medical Science* [online]. 2013, 86–94 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/1372764996/fulltextPDF?accountid=15618>
- [9] CECHNEROVÁ, A., BOUČEK, J. Nedoslychavost v ordinaci praktického lékaře. *Medicína pro praxi*. 2011, roč. 8, č. 6, 272–274. ISSN 1214-8687.
- [10] CRUZ-GÓMEZ, N. S., PLASCENCIA, G., VILLANUEVA-PADRÓN, L. A., JÁUREGUI-RENAUD, K. Influence of Obesity and Gender on the Postural Stability during Upright Stance. *Obesity Facts*. 2011, vol. 4, no. 3, 212–217 [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://www.karger.com/Article/PDF/329408>
- [11] ČAKRT, O., TRUC, M., KOLÁŘ, P., JEŘÁBEK, J. Vestibulární rehabilitace – principy rehabilitace pacientů s poruchou vestibulárního systému. *Neurologie pro praxi*. 2007, roč. 8, č. 6, 354–356. ISSN 1213-1814.
- [12] ČIHÁK, R., DRUGA, R., GRIM, M. *Anatomie 3*. 2. upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 692 s. ISBN 80-247-1132-x.
- [13] ČUMPELÍK, J., PAVLŮ, D., VÉLE, F. Úvaha nad problémem „stability“ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, roč. 8, č. 3, 103–105. ISSN 1211-2658.
- [14] DE KEGEL, A. et al. Construct Validity of the Assessment of Balance in Children Who Are Developing Typically and in Children With Hearing Impairments. *Physical Therapy* [online]. 2010, vol. 90, no. 12, 1783–1794 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/817464330/fulltext/B71DEED7495549C4PQ/4?accountid=15618>

- [15] DE SOUSA, A. M. M., DE FRANÇA BARROS, J., DE SOUSA NETO, B. M. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. *International Journal of General Medicine* [online]. 2012; no. 5, 433–439 [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3355845/pdf/ijgm-5-433.pdf>
- [16] DERLICH, M., KRĘCISZ, K., KUCZYŃSKI, M. Attention demand and postural control in children with hearing deficit. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2011, vol. 32, 1808–1813 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891422211001284>
- [17] DLOUHÁ, O., ČERNÝ, L. *Foniatricie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012. 152 s. ISBN 978-80-246-2048-0.
- [18] DRŠATA, J. *Počítačová posturografie v diagnostice a rehabilitaci závrativých stavů*. Lékařská fakulta v Hradci Králové, 2007. 132 s. Disertační práce.
- [19] DRŠATA, J., VALIŠ, M., LÁNSKÝ, M., VOKURKA, J. Přínos statické počítačové posturografie ke skriningovému vyšetření kvantifikace posturální rovnováhy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2008, roč. 71/104, č. 4, 422–428. ISSN: 1210-7859
- [20] DVORAK, M., HLUBEKOVÁ, A., CARTER, K., ŠIMO, M. Cervikálne vertigo. *Neurologie pro praxi*. 2009, roč. 10, č. 5, 314–319. ISSN 1213-1814.
- [21] ERA, P., SAINIO, P., KOSKINEN, S., HAAVISTO, P., VAARA, M., AROMAA, A. Postural Balance in a Random Sample of 7,979 Subjects Aged 30 Years and Over. *Gerontology*. 2006, vol. 52, no. 4, 204–213 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=3ac2d5b4-74cf-41be-9d1c-88249838a983@sessionmgr4003&hid=4102&preview=false>
- [22] FERENCOVÁ, L., STOILOVÁ, J. Zkušenosti s vestibulárním habituačním tréninkem při léčbě poruch rovnováhy. *Otorinolaryngologie a foniatricie*. 2005, roč. 54, č. 2, 102–104. ISSN 1210-7867.
- [23] *footscan® usa* [online]. © 2013 Footscan USA [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://footscanusa.com>
- [24] GAERLAN, M. G. *The role of visual, vestibular, and somatosensory systems in postural balance* [online]. University of Nevada Las Vegas, 2010. 69 p. Dissertations [cit. 2015-08-01]. Dostupné z: <http://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1382&context=thesisdissertations>
- [25] GANONG, W. F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vyd., 1. vyd. Praha: Galén, 2005. 890 s. ISBN 80-7262-311-7.
- [26] GRIBBLE, P. A., TUCKER, W. S., WHITE, P. A. Time-of-Day Influences on Static and Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training* [online]. 2007, vol. 42, no. 1, 35–41. [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/206647540/fulltextPDF/A18D6F14FB074B64PQ/4?accountid=15618>
- [27] GRIM, M., DRUGA, R. et al. *Základy anatomie: 4a. Centrální nervový systém*. 2. přeprac. vyd. Praha: Galén, 2014. 221 s. ISBN 978-80-7262-938-1.
- [28] GRIM, M., DRUGA, R. et al. *Základy anatomie: 4b. Periferní nervový systém, smyslové orgány a kůže*. 2. přeprac. vyd. Praha: Galén, 2014. 173 s. ISBN 978-80-7492-156-8.
- [29] GRONSKI, M. Balance and Motor Deficits and the Role of Occupational Therapy in Children Who Are Deaf and Hard of Hearing: A Critical Appraisal of the Topic. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention* [online]. 2013, vol. 6, no. 4, 356–371. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19411243.2013.860767>

- [30] HAGEMAN, P. A., LEIBOWITZ, M., BLANKE, D. Age and Gender Effects on Postural Control Measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1995, vol. 76, no. 10, 961–965 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Patricia_Hageman/publication/15712540_Age_and_gender_effects_on_postural_control_measures/inks/5569ca7308aefcb861d5f114.pdf
- [31] HAHN, A. *Otoneurologie: diagnostika a léčba závratí*. 1.vyd. Praha: Grada, 2004, 119 s. ISBN 80-247-0510-9.
- [32] HAHN, A. *Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 390 s. ISBN 978-80-247-0529-3.
- [33] HAHN, A. Závratě z pohledu otorinolaryngologa. *Medicína pro praxi*. 2010, roč. 7, č. 6, 284–286. ISSN 1214-8687.
- [34] HAHN, A. *Diagnostika a terapie závratí, tinnitologie*. Masarykova Univerzita, 2013. 196 s. Habilitační práce.
- [35] HAHN, A. *Otoneurologie a tinitologie*. 2. dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2015. 144 s. ISBN 978-80-247-4345-5.
- [36] HASANBEGOVIC, H., MEHMEDINOVIC, S., MAHMUTOVIC, E. H. The Structure of Mobility and Skills Among Deaf Children. *The Journal of Special Education and Rehabilitation* [online]. 2010, vol. 11, no. 3, 7–15 [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/853735760/fulltext/CD55C072A3CC4EACPQ/3?accountid=15618>
- [37] HAVLOVÁ, Š. Sluchové vady u dospělých aneb „pane doktore, slyším, ale nerozumím!“ *Practicus*. 2013, roč. 12, č. 7, 29–31. ISSN 1213-8711.
- [38] *Hearing Sound Advice* [online]. © 2015 Hearing Sound Advice [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.hearingsoundadvice.com/understanding-your-audiogram.html>
- [39] HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing* [online]. 2006, vol. 35, no. 2, ii7–ii11 [cit. 2015-07-29]. Dostupné z: http://ageing.oxfordjournals.org/content/35/suppl_2/ii7.full.pdf+html
- [40] HORAK, F. B., MANCINI, M. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2010, vol. 46, no. 2, 239–248 [cit. 2015-07-29]. Dostupné z: <http://www.minervamedica.it/en/getfreepdf/jnlXHVja6hUGk2HeN2G4%252FVVznc6hOXHBC42%252BEUsypGv34unwhUKFR%252FvLNGQ1C6x362Njok84IMWqSVLLgHDQcA%253D%253D/R33Y2010N02A0239.pdf>
- [41] HORÁKOVÁ, R. *Sluchové postižení: úvod do surdopedie*. 1. vyd. Praha: Portál, 2012, 160 s. ISBN 978-80-262-0084-0.
- [42] HRUBÝ, J. *Velký ilustrovaný průvodce neslyšících a nedoslýchavých po jejich vlastním osudu I. díl*. 1. vyd. Praha: Federace rodičů a přátel sluchově postižených, 1997. 235 s. ISBN 80-7216-096-6.
- [43] HRUBÝ, J. *Velký ilustrovaný průvodce neslyšících a nedoslýchavých po jejich vlastním osudu II. díl*. 1. vyd. Praha: Federace rodičů a přátel sluchově postižených, 1998. 321 s. ISBN 80-7216-075-3.
- [44] HSU, YS., KUAN, CC., YOUNG, YH. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2009, vol. 73, no. 5, 737–740 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19232750>

- [45] HUANG, M., HSU, CH., KUAN, CH., CHANG, W. Static balance function in children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2011, vol. 75, no. 5, 700–703. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0165587611000863>
- [46] HYBÁŠEK, I., VOKURKA, J. *Otorinolaryngologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 426 s. ISBN 80-246-1019-1.
- [47] INOUE, A. et al. Effect of Vestibular Dysfunction on the Development of Gross Motor Function in Children with Profound Hearing Loss. *Audiology and Neurotology* [online]. 2013, vol. 18, no. 3, 143–151 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: <http://www.karger.com.ezproxy.is.cuni.cz/Article/FullText/346344>
- [48] JAFARI, Z., MALAYERI, S. A. The effect of saccular function on static balance ability of profound hearing-impaired children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2011, vol. 75, no. 7, 919–924. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0165587611001881>
- [49] JANČOVÁ, J., KOHLÍKOVÁ, E. Regresní změny stárnoucího organismu a jejich vliv na posturální stabilitu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2007, roč. 14, č. 4, 155–162. ISSN 1211-2658.
- [50] JEŘÁBEK, J. Diagnostika a terapie závrativých stavů. *Neurologie pro praxi*. 2007, roč. 8, č. 4, 231–234. ISSN 1213-1814.
- [51] JEŘÁBEK, J. Pohled neurologa na problematiku závratí a poruch rovnováhy. *Neurologie pro praxi*. 2007, roč. 8, č. 6, 338. ISSN 1213-1814.
- [52] JEŘÁBEK, J., KALITOVÁ, P. Současné možnosti léčby závratí. *Neurologie pro praxi*. 2011, roč. 12, č. 5, 340–343. ISSN 1213-1814.
- [53] KAGA, K. Vestibular compensation in infants and children with congenital and acquired vestibular loss in both ears. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 1999, vol. 49, no. 3, 215–224 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0165587699002062>
- [54] KAGA, K., SHINJO, Y., JIN, I., TAKEGOSHI, H. Vestibular failure in children with congenital deafness. *International Journal of Audiology* [online]. 2008, vol. 47, no. 9, 590–599. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=ce35d60e-ea05-4523-9863-688c5fbe1c87%40sessionmgr198&vid=1&hid=120>
- [55] KAPTEYN, T. S. et al. Standardization in Platform Stabilometry being a Part of Posturography. *Agressologie* [online]. 1983, vol. 24, no. 7, 321–326 [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://ada-posturologie.fr/StandardizationKapteyn.htm>
- [56] KASAI, M. et al. Vestibular function of patients with profound deafness related to *GJB2* mutation. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2010, vol. 130, no. 9, 990–995 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.3109/00016481003596508>
- [57] KEJKLÍČKOVÁ, I. *Logopedie v ošetrovatelské praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 128 s. ISBN 978-80-247-2835-3.
- [58] KITTNAR, O. Stručná fyziologie a patofyziologie smyslů. *Vnitřní lékařství*. 2007, roč. 53, č. 5, 477–482. ISSN 1801–7592.
- [59] KLOZAR, J. *Speciální otorinolaryngologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 223 s. ISBN 80-7262-346-x.
- [60] KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

- [61] KREMPASKÁ, S., KOVAL, J. Vestibulárne evokované myogénne potenciály – VEMP: štandardizácia metódy. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2010, roč. 59, č. 4, 209–213. ISSN 1210-7867.
- [62] KREMPASKÁ, S., KOVAL, J. Vestibulárne evokované myogénne potenciály (VEMP) v diagnostike vestibulopatií. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2010, roč. 59, č. 3, 142–148. ISSN 1210-7867.
- [63] KRIVOŠÍKOVÁ, M. *Úvod do ergoterapie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 368 s. ISBN 978-80-247-2699-1.
- [64] LÊ, TT., KAPOULA, Z. Role of ocular convergence in the Romberg quotient. *Gait & Posture* [online]. 2008, vol. 27, no. 3, 493–500. Dostupné z: http://www.matboule.com/downloads/studies/Le%20TT_article%20.pdf
- [65] LEJSKA, M. Komplexní řešení závrativých stavů funkčními metodami: Posturografie a vestibulární rehabilitace. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 1998, roč. 47, č. 4, 212–221. ISSN 1210-7867.
- [66] LEJSKA, M., LEJSKOVÁ, V. Vestibulární rehabilitace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1999, roč. 6, č. 4, 125–130. ISSN: 1211-2658.
- [67] LIEBERMAN, L. J., VOLDING, L., WINNICK, J. P. Comparing Motor Development of Deaf Children of Deaf Parents and Deaf Children of Hearing Parents. *American Annals of the Deaf* [online]. 2004, vol. 149, no. 3, 281–289 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/214468676/fulltext/F881D373610A4D8BPQ/2?accountid=15618>
- [68] MacDOUGALL, H. G. et al. The Video Head Impulse Test (vHIT) Detects Vertical Semicircular Canal Dysfunction. *PloS ONE* [online]. 2013, vol. 8, no. 4 [cit. 2015-07-06]. Dostupné z: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0061488>
- [69] MACUROVÁ, A. Poznáváme český znakový jazyk I. *Speciální pedagogika*, 2001, roč. 11, č. 2, str. 69–75. ISSN 1211-2720.
- [70] MACUROVÁ, A., HOMOLÁČOVÁ, I., PTÁČEK, V. Výzkum komunikace neslyšících: český znakový jazyk. *Speciální pedagogika*, 1997, roč. 7, č. 3, 1–15. ISSN 1211-2720.
- [71] MAJLESI, M., FARAHPOUR, N., AZADIAN, E., AMINI, M. The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2014, vol. 35, no. 12, 3562–3567. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0891422214003849>
- [72] MASUI, T. et al. Gender differences in platform measures of balance in rural community-dwelling elders. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2005, vol. 41, no. 2, 201–209 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0167494305000221>
- [73] MENEGONI, F. et al. Gender-specific Effect of Obesity on Balance. *Obesity*. 2009, vol. 17, no. 10, 1951–1956 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Paolo_Capodaglio/publication/24238161_Gender-specific_Effect_of_Obesity_on_Balance/links/00b7d51b0606bdef56000000.pdf
- [74] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Zpráva o životním prostředí České republiky 2013. 219 s. © 2008–2014 Ministerstvo životního prostředí [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publikace
- [75] MÖLLER, C., BERG, K., SWARTLING, L., NOAKSSON, L. Glöm inte andra halvan av organet! Viktigt att undersöka balans hos döva och hörselskadade. *Läkartidningen* [online]. 1997, vol. 94, no. 48, 4497–4483 [cit. 2014-10-10]. Dostupné z: <http://www.lakartidningen.se/OldPdfFiles/1997/16697.pdf>

- [76] MOTEJZÍKOVÁ, J. Screeningové vyšetření sluchu: zkušenosti a možnosti. *Info-Zpravodaj*, 2008, roč. 16, č. 4, 3–5.
- [77] MRÁZKOVÁ, E., RICHTEROVÁ, K., SACHOVÁ, P. Nedslychavost a možnosti léčby z pohledu otorinolaryngologa. *Praktické lékařství*. 2010, roč. 6, č. 2, 74–78. ISSN 1801-2434.
- [78] NAKAJIMA, Y., KAGA, K., TAKEKOSHI, H., SAKURABA, K. Evaluation of vestibular and dynamic visual acuity in adults with congenital deafness. *Perceptual & Motor Skills* [online]. 2012, vol. 115, no. 2, 503–511. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&an=83652607&scope=site>.
- [79] NEČAS, E. a kol. *Patologická fyziologie orgánových systémů. Část II*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. s. 381–760. ISBN 80-246-0674-7.
- [80] *NEMOC-POMOC.cz* [online]. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: http://nemoc-pomoc.cz/?page_id=851
- [81] PANJABI, M. M. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* [online]. 1992, vol. 5, no. 4, 383–389 [cit. 2015-07-10]. Dostupné z: <http://www.backpainsouthend.com/fileupload/punjabi.pdf>
- [82] PANJABI, M. M. The Stabilizing System of the Spine. Part II. Neutral Zone and Instability Hypothesis. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* [online]. 1992, vol. 5, no. 4, 390–397 [cit. 2015-07-12]. Dostupné z: <http://www.o-sommet.nl/wp-content/uploads/Panjabi-stabilizing-system.pdf>
- [83] PETERKA, R. J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2002, vol. 88, no. 3, 1097–1118 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://jn.physiology.org/content/jn/88/3/1097.full.pdf>
- [84] POTTER, C., SILVERMAN, L. N. Characteristics of Vestibular Function and Static Balance Skills in Deaf Children. *Physical Therapy* [online]. 1984, vol. 64, no 7, 1071–1075 [cit. 2014-10-10]. Dostupné z: <http://ptjournal.apta.org/content/64/7/1071.full.pdf+html>
- [85] RAJENDRAN, V., ROY, F. G., JEEVANANTHAN, D. A preliminary randomized controlled study on the effectiveness of vestibular-specific neuromuscular training in children with hearing impairment. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2013, vol. 27, no. 5, 459–467. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=e5b24f40-713b-45a0-a9c1-ceef12571e34%40sessionmgr4004&vid=2&hid=4213>
- [86] RAJENDRAN, V., ROY, F. G., JEEVANANTHAN, D. Effect of exercise intervention on vestibular related impairments in hearing-impaired children. *Alexandria Journal of Medicine* [online]. 2013, vol. 49, no. 1, 7–12. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090506812000905>
- [87] RAŠEV, E. Posturomed. *Terapeutický návod pro posturální terapii podle dr. Eugena Raševa*. Institut neuroortopedické rehabilitace a terapie bolesti. 52 s.
- [88] RAŠEV, E. *Testování posturální stabilizace motoriky ve vztahu k bolesti zad a evaluace dysfunkce posturálního řízení motoriky metodou posturální somatooscilografie*. Praha: Univerzita Karlova, FTVS, 2011. 120 s. Disertační práce.
- [89] REDFERN, M. S., TALKOWSKI, M. E., JENNINGS, J. R., FURMAN, J. M. Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss. *Gait & Posture* [online]. 2004, vol. 19, no. 2, 105–114 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0966636203000328>

- [90] RINE, R. M. et al. Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. *Perceptual and motor skills* [online]. 2000, vol. 90, no. 3, 1101–1112 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Rose_Rine/publication/12381799_Evidence_of_progressive_delay_of_motor_development_in_children_with_sensorineural_hearing_loss_and_concurrent_vestibular_dysfunction/links/546626d90cf25b85d17f59d8.pdf
- [91] RINE, R. M. et al. Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2004, vol. 68, no. 9, 1141–1148 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0165587604001181>
- [92] RINE, R. M.; WIENER-VACHER, S. Evaluation and treatment of vestibular dysfunction in children. *NeuroRehabilitation* [online]. 2013, vol. 32, no. 3, 507–518 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=21b64f73-b02a-4824-857a-6e87c4b079f3%40sessionmgr4004&vid=2&hid=4104>
- [93] ROTTENBERG, J. Diagnostika a terapie nedoslýchavosti. *Interní medicína pro praxi*. 2008, roč. 10, č. 10, 470–473. ISSN 1212-7299.
- [94] *Rsscan International NV* [online]. © 2015 Rsscan International [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.rsscan.com/footscan/>
- [95] SEEMAN, P. et al. Vyšetření genu pro Connexin 26 u českých pacientů s vrozenou autosomálně recesivní nesyndromovou ztrátou sluchu. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2002, roč. 51, č. 4, 221–225. ISSN 1210-7867.
- [96] SIEGEL, J. C., MARCHETTI, M., TECKLIN, J. S. Age-Related Balance Changes in Hearing-Impaired Children. *Physical Therapy* [online]. 1991, vol. 71, no. 3, 183–189 [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2000434>
- [97] SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. 3. české vyd. Praha: Grada, 2004. 435 s. ISBN 80-247-0630-x.
- [98] SILBERNAGL, S., LANG, F. *Atlas patofyziologie*. 2. české vyd. Praha: Grada, 2012. 416 s. ISBN 978-80-247-3555-9.
- [99] SIMONEAU, G. G., ULBRECHT, J. S., DERR, J. A., CAVANAGH, P. R. Role of somatosensory input in the control of human posture. *Gait & Posture* [online]. 1995, vol. 3, no. 3, 115–122 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com.ezproxy.is.cuni.cz/096663629599061O/1-s2.0-096663629599061O-main.pdf?_tid=d7c378fa-5a50-11e5-9646-0000aabb0f01&acdnat=1442174076_81967fae9f12f9ec0a379d8da2eb5e90
- [100] SKÁLA, B., HAHN, A., ŠEJNA, I., EFFER, J. *Závrativé stavy. Doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře*. 1. vyd. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2008. 16 s. ISBN 978-80-86998-29-9.
- [101] SKŘIVAN, J. Screening sluchových poruch, vyšetřování sluchu a současné možnosti léčby a kompenzace nedoslýchavosti. *Medicína pro praxi*. 2013, roč. 10, č. 10. 348–350. ISSN 1214-8687.
- [102] SKŘIVANOVÁ, V. První ‚vošku‘ pro tlumočníky znakového jazyka může mít Hradec [online]. 9.12.2013. © 2004-2015 ASNEP [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: <http://www.asnep.cz/prvni-vosku-pro-tlumocniky-znakoveho-jazyka-muze-mit-hradec/2014/12/09/>
- [103] SMITH, A. W. The World Health Organisation and the prevention of deafness and hearing impairment caused by noise. *Noise & Health* [online]. 1998, vol. 1, no. 1, 6–12 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=1998;volume=1;issue=1;spage=6;epage=12;aulast=Smith>

- [104] SUAREZ, H. et al. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2007, vol. 71, no. 4, 629–637. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0165587607000092>
- [105] SVOBODA, E. a kol. *Přehled středoškolské fyziky*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2005. 497 s. ISBN 80-7196-116-7.
- [106] SYKA, J., VOLDŘICH, L., VRABEC, F. *Fyziologie a patofyziologie zraku a sluchu*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1981. 322 s.
- [107] SYKA, J. Komunikace s mozkiem – jsme schopni ji protézovat? SANQUIS. 2010, č. 84, str. 84. ISSN 1212-6535. Dostupné z: <http://www.sanquis.cz/index1.php?linkID=art3404>
- [108] ŠAFAŘOVÁ, M., KOLÁŘ, P. Posturální stabilizace a sportovní zátěž. In: MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J.. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. 177–188. ISBN 978-80-7262-695-3.
- [109] TROJAN, S., DRUGA, R., PFEIFFER, J., VOTAVA, J. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996, 180 s. ISBN 80-7169-257-3.
- [110] *Úvod do akustiky* [online]. © 2016 Ing. Petr Bernat [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm
- [111] VALVODA, J. Nedoslychavost. *Medicína pro praxi*. 2007, roč. 4, č. 12, 514–518. ISSN 1214-8687.
- [112] VAŘEKA, I. Posturální stabilita (I. Část) Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2002, roč. 9, č. 4, 115–121. ISSN 1211-2658.
- [113] VAŘEKA, I. Posturální stabilita (II. Část) Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2002, roč. 9, č. 4, s. 122–129. ISSN 1211-2658.
- [114] VAŘEKA, I., VAŘEKOVÁ, R. *Kineziologie nohy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. 189 s. ISBN 978-80-244-2432-3.
- [115] VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995. 85 s. ISBN 80-7184-297-4.
- [116] VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapie poruch pohybové soustavy*. 2., rozšíř. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.
- [117] VOKŘÁL, J., ČERNÝ, L., SKŘIVAN, J., BOUČEK, J., ČADA, Z., KLUH, J. Nastavování zvukových procesorů u pacientů s kochleárním implantátem na Foniatrické klinice 1. LF UK a VFN. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2012, roč. 61, č. 4, 216–222. ISSN 1210-7867.
- [118] VRABEC, P. *Poruchy rovnováhy*. 1. vyd. Praha: Triton, 2000, 47 s. ISBN 80-7254-129-3.
- [119] VRABEC, P., KLUH, J., HOLCÁT, M., JEŘÁBEK, J., ČERNÝ, R. Možnosti registrace očních pohybů a jejich využití v diagnostice poruch rovnováhy. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2004, roč. 53, č. 2, 73–77. ISSN 1210-7867.
- [120] VRABEC, P., LISCHKEOVÁ, B., KLUH, J., HOLCÁT, M. Zkušenosti s funkční diagnostikou poruch rovnováhy. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2004, roč. 53, č. 2, 77–79. ISSN 1210-7867.
- [121] VRABEC, P., LISCHKEOVÁ, B., SKŘIVAN, J., ČERNÝ, R., TRUC, M. *Rovnovážný systém II – speciální část*. 1. vyd. Praha: Triton, 2007, 210 s. ISBN 978-80-7387-050-8.

- [122] VRABEC, P., LISCHKEOVÁ, B., SVĚTLÍK, M., SKŘIVAN, J. *Rovnovážný systém I – obecná část: Klinická anatomie a fyziologie, vyšetřovací metody*. 1. vyd. Praha: Triton, 2002, 99 s. ISBN 80-7254-307-5.
- [123] VYHNÁLEK, M., BRZEZNY, R., JEŘÁBEK, J. Benigní paroxysmální polohové vertigo – nejčastější závratě v lékařské ordinaci. *Neurologie pro praxi*. 2007, roč. 8, č. 6, 348–350. ISSN 1213-1814.
- [124] VYŠATA, O., PŘEROVSKÝ, K., VEŠECKÁ, M. Počítačová posturografie v klinické praxi. *Praktický lékař*. 1993, roč. 73, č. 5, 190–192. ISSN: 0032-6739.
- [125] WALICKA-CUPRYŠ, K. et al. Balance assessment in hearing-impaired children. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2014, vol. 35, no. 11, 2728–2734. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0891422214002789>
- [126] *WikiSkripta* [online]. Vestibulární aparát [cit. 2016-02-04]. Poslední aktualizace 10.1.2016. ISSN 1804-6517. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Vestibulární_aparát
- [127] WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture* [online]. 1995, vol. 3, no. 4, 193–214 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.smp.northwestern.edu/savedLiterature/Winter%20Gait%20and%20Posture%20%281995%29%203%284%29,%20193-214.pdf>
- [128] *World Health Organization, Library information* [online]. Report of the Informal Working Group Prevention of Deafness and Hearing Impairment Programme Planning. 1991, 24 s. © WHO 2014 [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: http://whqlibdoc.who.int/hq/1991/WHO_PDH_91.1.pdf
- [129] *Zeisberg Medizintechnik* [online]. © 2016 Zeisberg GmbH [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.otocure.de/nysstar-i-videookulografie.html>
- [130] ZEMKOVÁ, E. Posturografia ako súčasť funkčnej diagnostiky. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*. 2009, roč. 18, č. 1, 2–15. ISSN 1210-5481.
- [131] ZOUZALÍK, M. Kochleární implantát – naděje nebo prokletí? (1). *Gong*. 2006, roč. XXXV, č. 10, 15–17. ISSN 0323-0732.
- [132] ZVÁROVÁ, J. *Biomedicínská statistika. I. Základy statistiky pro biomedicínské obory*. 2. dopl. vydání. Praha: Karolinum, 2011. 219 s. ISBN 978-80-246-1931-6.

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
AC	Area of Contact (plocha kontaktu)
AS	Area of Support (oporná plocha)
BERA	Brainstem Evoked Responses Audiometry
BMI	Body Mass Index
BOTMP	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency
BPPV	benigní paroxysmální polohové vertigo
BS	Base of Support (oporná báze)
CNS	centrální nervový systém
COG	Centre of Gravity (průmět společného těžiště těla do roviny oporné báze)
COM	Centre of Mass (těžiště)
COP	Centre of Pressure (působíště vektoru reakční síly podložky)
CT	Computed Tomography (výpočetní tomografie)
EEG	elektroencefalografie
FL.L	stoj na levé dolní končetině
FL.P	stoj na pravé dolní končetině
HIT	Head Impulse Test
m.	musculus
MRI	Magnetic Resonance Imaging (magnetická rezonance)
N	neslyšící
n.	nervus
NN-ABR	Notched-Noise Auditory Brainstem Response
OO	otevřené oči
ORL	otorhinolaryngologie
P	pěnová podložka
R ²	koeficient determinace
S	slyšící
SS	široký stoj
SS.OO	široký stoj, otevřené oči
SS.P.OO	široký stoj na pěnové podložce, otevřené oči
SS.P.ZO	široký stoj na pěnové podložce, zavřené oči
SS.ZO	široký stoj, zavřené oči
SSEP	Steady State Evoked Potentials
TTW	Total traveled way (celková dráha vychylování středu tlakového působení)
UK FTVS	Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu
US	úzký stoj
US.OO	úzký stoj, otevřené oči
US.P.OO	úzký stoj na pěnové podložce, otevřené oči
US.ZO	úzký stoj, zavřené oči
VEMP	vestibulární evokované myogenní potenciály
WHO	World Health Organization
ZO	zavřené oči

Seznam tabulek

Tabulka 1: Možnosti léčby jednotlivých typů nedoslýchavosti	21
Tabulka 2: Stupně sluchového postižení	25
Tabulka 3: Vyhodnocení hodnot TTW pro jednotlivé stoje	87
Tabulka 4: Vyhodnocení poměrů hodnot TTW.....	90
Tabulka 5: Výsledky t-testu: TTW	93
Tabulka 6: Výsledky t-testu: Rombergův poměr.....	93
Tabulka 7: Anamnestické údaje skupiny neslyšících probandů	94
Tabulka 8: Sportovní aktivita, subjektivní hodnocení rovnováhy	95

Seznam grafů

Graf 1: Grafické znázornění průměrných hodnot TTW pro jednotlivé stoje.....	89
Graf 2: Interval spolehlivosti průměrných hodnot TTW – stoje bez podložky	91
Graf 3: Interval spolehlivosti průměrných hodnot TTW – široký stoj na pěnové podložce.....	91
Graf 4: Interval spolehlivosti průměrných hodnot TTW – úzký stoj na pěnové podložce a stoj na jedné dolní končetině.....	92
Graf 5: Interval spolehlivosti Rombergova poměru průměrných hodnot TTW	92

Seznam obrázků

Obrázek 1: Lidské ucho	3
Obrázek 2: Vestibulární systém	4
Obrázek 3: Oblast slyšitelnosti.....	10
Obrázek 4: Screeningový audiometr	18
Obrázek 5: Audiogram	18
Obrázek 6: Sluchadla	22
Obrázek 7: Kochleární implantát	23
Obrázek 8: Videookulografie	44
Obrázek 9: Přenosná měřicí deska Footscan.....	52
Obrázek 10: Stabilizace ve vzpřímeném držení.....	61
Obrázek 11: Subsystemy stabilizačního systému	63
Obrázek 12: Pěnová podložka.....	79
Obrázek 13: Aplikační okno při měření stability úzkého stoje.....	82

Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Souhlas etické komise.....	128
Příloha 2: Vzor informovaného souhlasu	130
Příloha 3: Deskriptivní statistiky proměnných	131
Příloha 4: Regresní analýza účastníků studie	133
Příloha 5: Regresní analýza neslyšících účastníků studie	134

Příloha 1: Souhlas etické komise

(Na následujícím listu)

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Hodnocení posturální stability u neslyšících dospělých osob

Forma projektu: diplomová práce

Období realizace: říjen 2015 až březen 2016

Předkladatel: Bc. Ivana Palasová

Hlavní řešitel: Bc. Ivana Palasová

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Název grantu: –

Popis projektu:

Cílem práce je zjistit, zda sluchové postižení dospělých osob má vliv na posturální stabilitu. Data budou získána experimentálně. Experimentální skupinu bude tvořit 8–12 neslyšících dospělých osob ve věku 25 až 45 let. Posturální stabilita neslyšících dospělých osob bude porovnána s odpovídající kontrolní skupinou. K měření posturální stability bude využito posturografické měření na plošině Footscan.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:

Nebudou použity žádné invazivní metody a techniky. Při měření budou dodrženy všechny bezpečnostní předpisy.

Etické aspekty výzkumu:

Získaná data nebudou zneužita a osobní údaje nebudou zveřejněny. Výzkum je zaměřen na sledování souvislostí mezi posturální stabilitou a postižením sluchového ústrojí. Z tohoto důvodu jsou do výzkumu zahrnuty osoby s poruchou sluchu. Komunikace se sluchově postiženými bude zajištěna tlumočnickem znakového jazyka.

Informovaný souhlas: přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne 28.10.2015

Podpis předkladatele: *Palasová*

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

doc. Ing. Monika Šorfová, Ph.D.

Mgr. Pavel Hráský, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: *132/2015*

dne: *6. 11. 2015*

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

razítko UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

PPM
.....
podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2: Vzor informovaného souhlasu

V souladu se Zákonem č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách) v platném znění a Úmluvou o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001 Sb. Vás žádám o souhlas s účastí na výzkumu:

Hodnocení posturální stability u neslyšících dospělých osob

Žádám Vás o vyplnění dotazníku, účast na měření posturální stability a souhlas k uveřejnění výsledků měření v rámci mé diplomové práce na UK FTVS.

Metoda měření je neinvazivní, v průběhu testování nehrozí žádné riziko poškození vaší osoby. Měření bude probíhat jednorázově. Získaná data nebudou zneužita a osobní data v této práci nebudou zveřejněna.

Dnešního dne jsem byl/a odborným pracovníkem poučen/a o plánovaném měření, seznámen/a s postupem měření a provedením testů v rámci diplomové práce „Hodnocení posturální stability u neslyšících dospělých osob“ a chci se jej dobrovolně účastnit.

Prohlašuji a svým dále uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že Bc. Ivana Palasová, která mi poskytla poučení, mi vysvětlila vše, co je obsahem tohoto písemného informovaného souhlasu.

Měl/a jsem možnost klást otázky, na které mi srozumitelně odpověděla. Byl/a jsem seznámen/a s průběhem jednotlivých testů. Byl/a jsem informována, že metoda měření je zcela bezbolestná, neinvazivní, nehrozí žádné riziko poškození mé osoby a že mohu ze studie kdykoliv odstoupit.

Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení plně porozuměl/a a souhlasím s provedením měření a požadovaných testů.

Beru na vědomí, že osobní data budou anonymizovaná.

Souhlasím s uveřejněním výsledků měření v rámci diplomové práce.

Datum:

Osoba, která provedla poučení:

Podpis osoby, která provedla poučení:

Jméno a příjmení účastníka:

Vlastnoruční podpis účastníka:

Příloha 3: Deskriptivní statistiky proměnných

Deskriptivní statistika – všichni účastníci studie

Proměnná	Počet	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Medián	Maximum
Neslyšící	102	0,343	0,477	0	0	1
Muz	102	0,441	0,499	0	0	1
BMI	102	24,253	4,303	16,900	23,345	42,300
Vek	102	30,147	6,696	20	28	45
NeslyšícíRodice	102	0,118	0,324	0	0	1
UplnáZtrata	102	0,265	0,443	0	0	1
ZískanáVada	102	0,049	0,217	0	0	1
SportDetství	102	1,382	0,797	0	2	2
SportNyni	102	0,931	0,721	0	1	2
SS.OO	102	241,553	40,298	171,600	233,350	404,700
SS.ZO	102	247,075	44,609	147,300	239,750	402,500
US.OO	102	222,823	41,234	132,300	218,600	354,900
US.ZO	102	256,880	75,925	132,700	243,200	733,200
SS.P.OO	102	1 548,318	874,526	580,500	1 381,100	5 860,100
SS.P.ZO	100	1 758,351	974,993	486,200	1 467,400	5 110,700
US.P.OO	101	687,968	250,742	283,000	651,500	2 046,900
FL.P	100	721,214	299,150	277,900	654,700	2 172,700
FL.L	100	762,878	278,111	307,100	687,500	2 141,400
Pomer.SS	102	1,032	0,158	0,696	1,013	1,564
Pomer.US	102	1,161	0,295	0,777	1,092	3,104
Pomer.SS.P	100	1,247	0,603	0,521	1,098	4,623

Deskriptivní statistika – slyšící osoby

Proměnná	Počet	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Medián	Maximum
Muz	67	0,478	0,503	0	0	1
BMI	67	23,998	3,554	17,900	23,390	33,590
Vek	67	30,761	7,114	20	28	45
SportDetství	67	1,433	0,743	0	2	2
SportNyni	67	0,896	0,677	0	1	2
SS.OO	67	238,243	34,369	171,600	234,000	314,500
SS.ZO	67	244,566	41,502	147,300	239,400	402,500
US.OO	67	222,960	41,717	150,400	219,600	354,900
US.ZO	67	244,740	48,265	157,500	234,800	368,000
SS.P.OO	67	1 501,816	843,802	580,500	1 239,600	5 860,100
SS.P.ZO	67	1 595,246	798,032	486,200	1 332,500	4 478,100
US.P.OO	67	685,193	226,445	283,000	651,500	1 454,400
FL.P	67	705,527	266,752	277,900	660,300	1 651,900
FL.L	67	753,069	254,998	361,200	686,500	1 468,500
Pomer.SS	67	1,033	0,148	0,775	1,017	1,396
Pomer.US	67	1,110	0,194	0,799	1,083	1,958
Pomer.SS.P	67	1,125	0,357	0,521	1,049	2,433

Deskriptivní statistika – neslyšící osoby

Proměnná	Počet	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Medián	Maximum
Neslyšící	35	1,000	0,000	1	1	1
Muz	35	0,371	0,490	0	0	1
BMI	35	24,743	5,487	16,900	23,300	42,300
Vek	35	28,971	5,727	21	28	41
NeslyšícíRodice	35	0,343	0,482	0	0	1
UplnaZtrata	35	0,771	0,426	0	1	1
ZiskanaVada	35	0,143	0,355	0	0	1
SportDetstvi	35	1,286	0,893	0	2	2
SportNyni	35	1,000	0,804	0	1	2
SS.OO	35	247,889	49,682	172,800	232,600	404,700
SS.ZO	35	251,880	50,315	172,000	245,100	390,000
US.OO	35	222,560	40,895	132,300	215,000	310,500
US.ZO	35	280,120	108,424	132,700	262,200	733,200
SS.P.OO	35	1 637,334	936,671	585,400	1 443,600	4 530,800
SS.P.ZO	33	2 089,503	1 207,745	684,600	1 741,100	5 110,700
US.P.OO	34	693,438	296,512	375,500	661,200	2 046,900
FL.P	33	753,064	358,525	337,000	639,100	2 172,700
FL.L	33	782,794	323,367	307,100	692,800	2 141,400
Pomer.SS	35	1,029	0,177	0,696	0,982	1,564
Pomer.US	35	1,257	0,414	0,777	1,196	3,104
Pomer.SS.P	33	1,493	0,877	0,561	1,240	4,623

Vysvětlivky k tabulkám v příloze 3

Počet: počet osob, k nimž byla daná proměnná přiřazena a/nebo u nichž byl uvedený test měřen

Neslyšící: Hodnota 0 (slyšící proband) a 1 (neslyšící proband)

Muz: Hodnota 0 (žena) a 1 (muž)

BMI (kg/m²)

Vek (roků)

NeslyšícíRodice: Hodnota 0 (slyšící rodiče) a 1 (neslyšící rodiče)

UplnaZtrata: Hodnota 0 (sluchová ztráta 60 dB–80 dB) a 1 (sluchová ztráta > 80 dB)

ZiskanaVada: Hodnota 0 (vrozená sluchová vada) a 1 (získaná sluchová vada)

SportDetstvi: Hodnota 0, 1, 2 dle doby sportovních aktivit v dětství

SportNyni: Hodnota 0, 1, 2 dle četnosti současné sportovní aktivity

SS.OO: Široký stoj, otevřené oči; TTW (mm)

SS.ZO: Široký stoj, zavřené oči; TTW (mm)

US.OO: Úzký stoj, otevřené oči; TTW (mm)

US.ZO: Úzký stoj, zavřené oči; TTW (mm)

SS.P.OO: Široký stoj na pěnové podložce, otevřené oči; TTW (mm)

SS.P.ZO: Široký stoj na pěnové podložce, zavřené oči; TTW (mm)

US.P.OO: Úzký stoj na pěnové podložce, otevřené oči; TTW (mm)

FL.P: Stoj na pravé dolní končetině; TTW (mm)

FL.L: Stoj na levé dolní končetině; TTW (mm)

Pomer.SS: Rombergův poměr hodnot TTW, široký stoj bez podložky; (–)

Pomer.US: Rombergův poměr hodnot TTW, úzký stoj bez podložky; (–)

Pomer.SS.P: Rombergův poměr hodnot TTW, široký stoj na pěnové podložce; (–)

Podrobné definice proměnných viz 4.5 Metodologie statistické analýzy na straně 82.

Příloha 4: Regresní analýza účastníků studie

	Závislá proměnná:											
	SS.OO (1)	SS.ZO (2)	US.OO (3)	US.ZO (4)	SS.P.OO (5)	SS.P.ZO (6)	US.P.OO (7)	FL.P (8)	FL.L (9)	Pomer.SS (10)	Pomer.US (11)	Pomer.SS.P (12)
Neslyšící	10,949 (7,765) p = 0,162	9,962 (9,316) p = 0,288	2,748 (8,586) p = 0,750	44,067 (15,572) p = 0,006***	124,744 (164,536) p = 0,451	492,209 (195,872) p = 0,014**	3,696 (52,492) p = 0,945	63,070 (66,628) p = 0,347	59,045 (62,125) p = 0,345	-0,001 (0,034) p = 0,980	0,169 (0,063) p = 0,009***	0,356 (0,125) p = 0,006***
Muz	-8,904 (7,506) p = 0,239	-2,021 (9,005) p = 0,823	9,734 (8,299) p = 0,244	33,290 (15,053) p = 0,030**	-326,287 (159,047) p = 0,043**	-33,802 (189,233) p = 0,859	78,687 (50,734) p = 0,125	106,010 (63,971) p = 0,101	94,350 (59,648) p = 0,118	0,029 (0,033) p = 0,376	0,097 (0,061) p = 0,113	0,213 (0,121) p = 0,081*
BMI	-4,190 (0,865) p = 0,00001***	-3,508 (1,038) p = 0,002***	-3,042 (0,956) p = 0,002***	-4,809 (1,735) p = 0,007***	-89,645 (18,328) p = 0,00001***	-68,356 (21,528) p = 0,003***	-10,722 (5,790) p = 0,068*	4,774 (7,919) p = 0,549	-0,230 (7,383) p = 0,976	0,004 (0,004) p = 0,319	-0,006 (0,007) p = 0,368	0,029 (0,014) p = 0,038**
Vek	-0,519 (0,565) p = 0,361	-0,126 (0,678) p = 0,854	0,368 (0,625) p = 0,558	0,040 (1,133) p = 0,973	-17,433 (11,972) p = 0,149	-32,155 (14,011) p = 0,024**	0,664 (3,795) p = 0,862	-0,640 (4,777) p = 0,894	4,232 (4,454) p = 0,345	0,002 (0,002) p = 0,384	-0,002 (0,005) p = 0,641	-0,015 (0,009) p = 0,096*
SportDetstvi	-1,616 (5,121) p = 0,753	3,502 (6,144) p = 0,570	0,436 (5,662) p = 0,939	7,769 (10,269) p = 0,452	-18,859 (108,505) p = 0,863	11,072 (128,277) p = 0,932	-67,298 (34,237) p = 0,053*	28,865 (44,347) p = 0,517	38,245 (41,350) p = 0,358	0,013 (0,023) p = 0,557	0,032 (0,041) p = 0,445	-0,048 (0,082) p = 0,560
SportNyni	-2,805 (5,827) p = 0,632	0,409 (6,991) p = 0,954	8,390 (6,443) p = 0,196	-3,388 (11,686) p = 0,773	85,752 (123,471) p = 0,490	18,865 (146,204) p = 0,898	98,393 (39,578) p = 0,015***	-15,744 (49,724) p = 0,753	-30,043 (46,364) p = 0,519	0,030 (0,026) p = 0,249	-0,056 (0,047) p = 0,235	-0,070 (0,093) p = 0,453
Konstanta	363,841 (25,775) p = 0,000***	328,194 (30,923) p = 0,000***	271,853 (28,499) p = 0,000***	334,924 (51,690) p = 0,000***	4 295,422 (546,155) p = 0,000***	4 208,150 (640,882) p = 0,000***	892,802 (172,305) p = 0,00001***	532,767 (232,317) p = 0,025**	555,438 (216,618) p = 0,012**	0,815 (0,113) p = 0,000***	1,287 (0,208) p = 0,00000***	0,924 (0,408) p = 0,027**
Poč. pozorování	102	102	102	102	102	100	101	100	100	102	102	100
R ²	0,258	0,129	0,134	0,160	0,293	0,230	0,145	0,048	0,042	0,062	0,098	0,183

Poznámka: R²: koeficient determinace. V kulaté závorce pod odhadem koeficientu je uvedena standardní chyba. Hladiny významnosti: * p<0,1; ** p<0,05; *** p<0,01

Příloha 5: Regresní analýza neslyšících účastníků studie

	Závislé proměnné:											
	SS.OO (1)	SS.ZO (2)	US.OO (3)	US.ZO (4)	SS.P.OO (5)	SS.P.ZO (6)	US.P.OO (7)	FL.P (8)	FL.L (9)	Pomer.SS (10)	Pomer.US (11)	Pomer.SS.P (12)
Muz	-0,353 (16,017) p = 0,983	5,077 (17,220) p = 0,771	28,772 (12,534) p = 0,030**	29,315 (39,567) p = 0,465	-377,631 (254,360) p = 0,149	-326,023 (417,393) p = 0,442	91,425 (101,479) p = 0,376	68,626 (139,331) p = 0,627	102,475 (123,108) p = 0,413	0,029 (0,064) p = 0,656	-0,014 (0,161) p = 0,929	0,140 (0,312) p = 0,659
BMI	-4,689 (1,537) p = 0,005***	-3,124 (1,652) p = 0,069*	-3,585 (1,202) p = 0,006***	-5,587 (3,796) p = 0,152	-111,096 (24,402) p = 0,0001***	-93,358 (39,450) p = 0,026**	-6,058 (9,443) p = 0,527	-8,222 (14,923) p = 0,587	-7,372 (13,186) p = 0,581	0,008 (0,006) p = 0,205	-0,007 (0,015) p = 0,652	0,042 (0,030) p = 0,165
SportDetstvi							-125,073 (56,560) p = 0,036**					
NeslyšícíRodice	-26,136 (20,678) p = 0,217	-15,794 (22,232) p = 0,484	-0,519 (16,181) p = 0,975	-9,538 (51,082) p = 0,854	-715,301 (328,385) p = 0,038**	-716,784 (521,423) p = 0,181	-296,846 (134,542) p = 0,037**	-68,857 (174,533) p = 0,697	-151,366 (154,211) p = 0,336	0,055 (0,083) p = 0,515	-0,029 (0,207) p = 0,892	-0,066 (0,390) p = 0,868
UplnaZtrata	-34,606 (23,523) p = 0,153	-2,599 (25,290) p = 0,919	2,845 (18,408) p = 0,879	9,121 (58,110) p = 0,877	-1,046,944 (373,567) p = 0,009***	-921,603 (591,276) p = 0,131	-48,315 (144,289) p = 0,741	115,973 (198,609) p = 0,565	5,859 (175,483) p = 0,974	0,161 (0,094) p = 0,097*	0,018 (0,236) p = 0,940	0,357 (0,443) p = 0,428
ZiskanaVada	-30,757 (22,748) p = 0,187	-47,859 (24,457) p = 0,061*	5,093 (17,801) p = 0,777	6,517 (56,196) p = 0,909	-93,756 (361,259) p = 0,798	707,387 (625,996) p = 0,269	-96,894 (142,442) p = 0,503	38,047 (193,343) p = 0,846	49,348 (170,830) p = 0,775	-0,089 (0,091) p = 0,337	-0,005 (0,228) p = 0,983	0,936 (0,469) p = 0,056*
Konstanta	404,102 (48,261) p = 0,000***	341,554 (51,887) p = 0,00000***	297,822 (37,766) p = 0,000***	402,776 (119,222) p = 0,003***	5 592,717 (766,427) p = 0,00000***	5 386,834 (1,226,385) p = 0,0002***	1 128,369 (313,478) p = 0,002***	852,914 (432,408) p = 0,059*	962,325 (382,060) p = 0,019**	0,691 (0,193) p = 0,002***	1,433 (0,484) p = 0,007***	0,039 (0,918) p = 0,967
Poč. pozorování	35	35	35	35	35	33	34	33	33	35	35	33
R ²	0,318	0,231	0,384	0,126	0,516	0,284	0,324	0,086	0,122	0,139	0,014	0,240

Poznámka: R²: koeficient determinace. V kulaté závorce pod odhadem koeficientu je uvedena standardní chyba. Hladiny významnosti: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01