

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

HODNOCENÍ REAKČNÍCH SCHOPNOSTÍ U OSOB SE SLUCHOVÝM POSTIŽENÍM

Bakalářská práce

Autor: Kateřina Korgerová

Studijní program: Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání a
speciální pedagogiku

Vedoucí práce: Mgr. Ludvík Valtr, Ph.D.

Olomouc 2023

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Kateřina Korgerová

Název práce: Hodnocení reakčních schopností u osob se sluchovým postižením

Vedoucí práce: Mgr. Ludvík Valtr, Ph.D.

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Rok obhajoby: 2023

Abstrakt:

Bakalářská práce porovnává jednoduché reakce u sportovců se sluchovým postižením a kontrolní skupinou. V teoretické části je práce zaměřena na sumarizaci problematiky a pojmů souvisejících s reakčními schopnostmi a sluchovým postižením. V praktické části proběhlo testování pomocí dvou testů na zrakový a sluchový podnět jednoduchých reakcí. Probandi byli tvořeni 10 osobami se sluchovým postižením ve věkovém rozmezí 19–29 let a 10 osobami z kontrolní skupiny, kterou tvořili studenti vysoké školy ve věkovém rozmezí 19–23 let. Sběr dat proběhl reaktometrem VTS od společnosti Schuhfried. V reakčním testu na základě zrakového podnětu skupina sportovců se sluchovým postižením dosáhla reakční doby $224,5 \pm 25,3$ ms, což je nadprůměrná hodnota percentilu. V reakčním testu na základě sluchového podnětu dosáhla skupina sportovců se sluchovým postižením reakční doby $253,1 \pm 26,2$ ms, což je průměrná hodnota percentilu v porovnání s hodnotami VTS od Schuhfried. Výsledky ukazují, že sportovci se sluchovým postižením měli kratší reakční dobu než kontrolní skupina v testu, kde podnět přicházel zrakovou cestou. Naopak v testu na základě sluchového podnětu měli sportovci se sluchovým postižením delší reakční dobu než kontrolní skupina. Na základě těchto výsledků vidíme částečný přesun sluchových informací na zrakovou cestu a větší tendenci spoléhat se na zrak.

Klíčová slova:

sluchové postižení, antropomotorika, reakční schopnost, testování

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification**Author:** Kateřina Korgerová**Title:** Assessment of reaction time of people with a hearing impairment**Supervisor:** Mgr. Ludvík Valtr, Ph.D.**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology**Year:** 2023**Abstract:**

The bachelor thesis compares simple responses in athletes with a hearing impairment and a control group. The theoretical part of the thesis is focused on summarising issues and concepts related to reaction skills and hearing impairment. In the practical part, two tests for visual and auditory stimuli of simple responses were used. The probands were selected from 10 people with a hearing impairment aged 19-29 years and 10 people from a control group of university students aged 19-23 years. Data were collected using a Schuhfried VTS reactometer. In a reaction test based on a visual stimulus, the group of athletes with a hearing impairment achieved a reaction time of $224,5 \pm 25,3$ ms, which is an above average percentile value. In a reaction test based on an auditory stimulus, the group of athletes with a hearing impairment achieved a reaction time of $253,1 \pm 26,2$ ms, which is in the average percentile compared to the Schuhfried VTS values. The results show that athletes with a hearing impairment had a shorter reaction time than the control group in the test where the stimulus came via the visual pathway. On the opposite, in the test based on the auditory stimulus, athletes with a hearing impairment had a longer reaction time than the control group. Based on these results, we see a partial transfer of auditory information to the visual pathway and a greater tendency to rely on vision.

Keywords:

A hearing impairment, anthropometrics, reaction time, assessment

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Ludvíka Valtra, Ph.D, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Šumperku dne 26. června 2023

.....

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Ludvíku Valtrovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování této práce.

OBSAH

OBSAH	7
1 ÚVOD	9
2 ANATOMIE A FYZIOLOGIE SLUCHOVÉHO ÚSTROJÍ	10
2.1 Zevní ucho.....	10
2.2 Střední ucho.....	11
2.3 Vnitřní ucho.....	11
3 SLUCHOVÉ POSTIŽENÍ	14
3.1 Klasifikace sluchového postižení podle kritérií.....	14
3.1.1 <i>Klasifikace dle doby vzniku</i>	14
3.1.2 <i>Klasifikace dle místa vzniku</i>	15
3.1.3 <i>Klasifikace dle stupně ztráty sluchu</i>	16
3.2 Geneticky podmíněné sluchové postižení.....	18
3.2.1 <i>Mutace genu GJB2</i>	18
4 KOMPENZACE SLUCHOVÉHO POSTIŽENÍ	19
4.1 Sluchadla.....	19
4.2 Kochleární implantáty.....	20
5 SPORT NESLYŠÍCÍCH	21
5.1 Český deaflympijský výbor.....	21
5.2 Sportovní soutěže neslyšících.....	21
5.2.1 <i>Mezinárodní soutěže</i>	22
6 MOTORICKÉ SCHOPNOSTI A KLASIFIKACE	23
6.1 Rychlostní schopnosti.....	23
6.2 Reakční rychlost.....	24
6.2.1 <i>Zpracování informací ve smyslových orgánech</i>	24
6.3 Kontrolní mechanismus zpětné vazby.....	24
6.4 Reakční doba.....	25
6.5 Podnět.....	26
6.5.1 <i>Vizuální podnět</i>	26

6.5.2	<i>Sluchový podnět</i>	27
6.5.3	<i>Dotykový podnět</i>	27
6.6	Typy reakcí	28
6.6.1	<i>Jednoduchá reakce</i>	28
6.6.2	<i>Rozpoznávací reakce</i>	28
6.6.3	<i>Výběrová reakce</i>	28
6.7	Hickův zákon	29
6.8	Faktory ovlivňující reakční rychlost	30
6.9	Testy hodnotící reakční rychlost	31
7	CÍLE	32
7.1	Hlavní cíl	32
7.2	Dílčí cíle	32
7.3	Hypotézy	32
8	METODIKA	34
8.1	Výzkumný soubor	34
8.2	Metody sběru dat	34
8.3	Statistické zpracování dat	35
9	VÝSLEDKY	36
9.1	Test S1	36
9.2	Test S2	38
10	DISKUZE	40
11	ZÁVĚRY	44
12	SOUHRN	45
13	SUMMARY	46
14	REFERENČNÍ SEZNAM	47

1 ÚVOD

Sluch je jedním z důležitých smyslů v životě člověka. Po zraku je druhým nejdůležitějším smyslem a pomocí něj je možné vnímat nejrůznější zvukové podněty z vnějšího prostředí. V naší společnosti žije spousta lidí, kteří mají omezenou schopnost vnímat zvuky sluchovou cestou. Jedná se o osoby se sluchovým postižením.

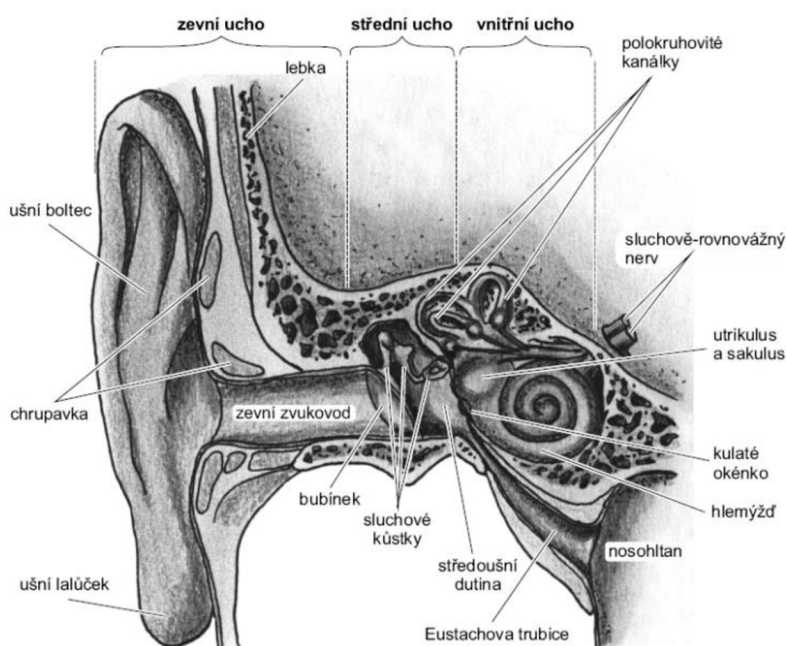
Podle Světové zdravotnické organizace (WHO, 2023) žije na světě v současné době 1,5 miliónů lidí se ztrátou sluchu (téměř 20 % světové populace). 430 miliónů lidí z nich má diagnostikované sluchové postižení. Podle Hrubého (1998) je uváděno v České republice až 500 tisíc lidí se sluchovým postižením, počet by měl vycházet v současnosti zhruba na 21 % občanů České republiky. Novější statistiky o počtu osob se sluchovým postižením v České republice nejsou známy.

U těchto osob dochází ve velké míře k přesunu sluchových preferencí na zrak, což s sebou nese specifika vnímání okolního prostředí. I přes to, že osoby se sluchovým postižením v běžném životě používají kompenzační pomůcky, jejichž hlavní funkcí je zlepšení sluchu, nemusí rozumět lidské řeči a rozlišovat zvuky. Kompenzace sluchového postižení nikdy nedosáhne 100 %, kdy člověk se sluchovým postižením slyší a rozumí jako osoba bez sluchového postižení. U většiny osob se sluchovým postižením si můžeme všimnout jejich tendencí spoléhat více na zrak než na sluch.

Tato bakalářská práce je určena pro zjištění reakčních schopností na základě podnětů různých modalit u sportovců se sluchovým postižením a kontrolní skupinou, kterou tvoří studenti Fakulty tělesné kultury.

2 ANATOMIE A FYZIOLOGIE SLUCHOVÉHO ÚSTROJÍ

Ucho je smyslový orgán, který člověku zprostředkovává zvuky, které přicházejí z vnějšího prostředí. Anatomie sluchového ústrojí sestává ze 3 částí – zevní, střední a vnitřní ucho (obr. 1). Fyziologii sluchového ústrojí chápeme jako celý proces slyšení, od zaznamenání zvuku po zpracování zvuku v mozku, které se uskutečňuje díky jednotlivým funkcím sluchových struktur.



Obrázek 1. Anatomie sluchového ústrojí (Orla, 2019)

2.1 Zevní ucho

Zevní ucho (auris externa) je viditelná část sluchového aparátu, která se skládá z ušního boltce, zevního zvukovodu a bubínku (Valenta, Fiala & Eberlová, 2015).

První struktura ucha, ušní boltec (auricula, pinna) spadá do zevní části ucha a nalézá se na straně hlavy mezi čelistním kloubem a mastoideálním výběžkem, přičemž mastoideální výběžek je hmatatelný výběžek spánkové kosti. Jedná se o chrupavčitou část, která je kryta kůží. Na vnitřní straně je pevně přirostlá, zatímco na zadní pohyblivá.

Podle Orla a Facové (2010) je hlavní úlohou zevního ucha především zvuk zachytit a převést ho do středního ucha.

Zevní a vnitřní část ucha spojuje zvukovod (meatus acusticus externus), což je 2,5 cm dlouhá trubice a její tvar připomíná esovité zahnutí. Stěna trubice je tvořena v zevní části

chrupavkou, která následně přechází v kost a která je součástí spánkové kosti. Zevní zvukovod je zakončen bubínkem (membrána tympani) (Valenta, Fiala & Eberlová, 2015), který odděluje zvukovod a střední ucho. Bubínek je vazivová přepážka o průměru 10 mm a o tloušťce 0,1 mm.

Ušní boltec, zevní zvukovod a bubínek převádí zvuk ke střednímu uchu a mohou také některé tóny zesilovat (Merkunová & Orel, 2008).

2.2 Střední ucho

Střední ucho (auris media) je uloženo ve spánkové kosti, konkrétněji ve středoušní dutině, kterou tvoří 3 středoušní kůstky a Eustachova trubice, s níž je propojena v době jejího otevření s prostorem nosohltanu (Černý in Neubauer et al., 2018).

Středoušní kůstky se nazývají kladívko, kovadlinka a třmínek. Tyto kůstky jsou propojeny pohyblivými kloubky a směřují jako kloubně spojený pákový mechanismus (Neubauer, 2018), který kmitání bubínku koncentruje na menší plochu, a tak účinně zesiluje kmit ve směru kladívko – kovadlinka – třmínek. Plochá báze třmínku (v pořadí třetí kůstky středouší) je vsazena do drobného otvůrku, do oválného okénka. Jeho prostřednictvím se kmity středoušních kůstek přenášejí do vnitřního ucha (Orel & Facová, 2010).

V průběhu řetězce kůstek se na ně napojují středoušní svaly, vazy a napínač bubínku. Svaly nejsou nijak významné při přenosu zvuku, pouze plní funkci ochrannou při silném zvuku, kdy chrání sluch tím, že se smrští a tím zvětší napětí bubínku a oválného okénka a zatíží se přenos tónů.

Eustachova trubice spojuje střední ucho s nosohltanem. Jejím úkolem je vyrovnávání tlaku vzduchu před a za bubínkem tak, aby blanka bubínku byla v ideálním napětí a mohla přenášet veškerou akustickou energii (Lejska, 2003).

Úlohou středouší je přenos mechanické energie na tekutinu vnitřního ucha (Kabátová & Profant, 2012).

2.3 Vnitřní ucho

Vnitřní ucho (auris interna) leží ve skalní kosti, díky které je chráněno proti otřesům. Skládá se z kostního pouzdra labyrintu, ve kterém je uložený blanitý labyrint (Kabátová & Profant, 2012). Mezi kostěným a blanitým hlemýžděm se nachází tekutina perilymfa.

Ve vnitřním uchu jsou uloženy 3 struktury a těmi jsou předsíň, polokruhovitě kanálky a samotný hlemýžď (obr. 2).

Předsíň a polokruhové kanálky řadíme mezi struktury patřící k vestibulárnímu aparátu, které je centrem rovnováhy hlavy a těla v prostoru. Naproti tomu hlemýžď je struktura obsahující samotný smyslový orgán sluchu.

Blanitý hlemýžď má podobu slepě zakončené blanité trubičky, která je spirálovitě stočena do 2,5 závitů v podobě hlemýžďí ulity (Orel, 2019). Hlemýžď je podélně rozdělen na 3 spirálovité prostory: scala vestibuli, scala media, scala tympani (obr. 2). Scala vestibuli a scala tympani jsou prostory vyplněné perilymfou, kdežto scala media je vyplněna tekutinou endolymfa.

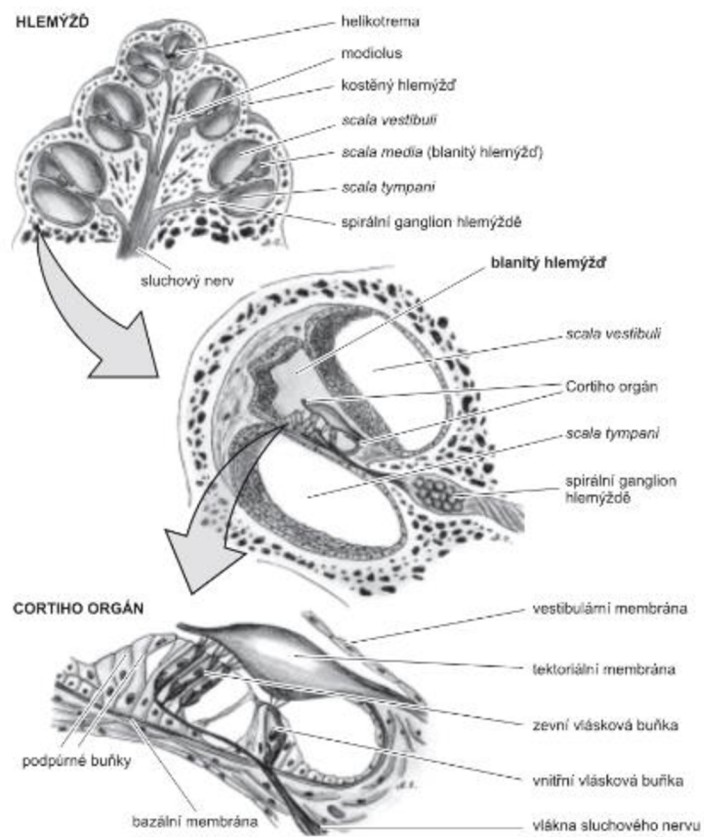
Scala media se tvarově podobá trojúhelníku, horní stranu představuje vestibulární membrána a spodní stranu tvoří bazilární membrána, na jejíž části leží orgán sluchu, Cortiho orgán, což je soustava vláskových buněk, a je vnímán jako analyzátor zvukové frekvence. Na zevní straně je podkladem zesílený perióst kostěného hlemýžďe s četnými cévami, což chápeme jako pevnou vazivovou blánu pokrývající povrch kosti (Orel & Facová, 2010).

Proces sluchového vnímání probíhá zejména v Cortiho orgánu (obr.2), kde nad řasinkami vláskových buněk je tektonální membrána, o kterou se při vlnění bazilární membrány řasinky ohýbají a tím tvoří vzruch uvnitř buněk (Černý in Neubauer et al., 2018). Kmitáním středoušních kůstek dochází k rozkmitání perilymfy a bazilární membrány, která excituje vláskové buňky. Vláskové buňky dále vysílají signál o vzruchu přes ganglion spirale ke sluchovému nervu (VIII. hlavový nerv).

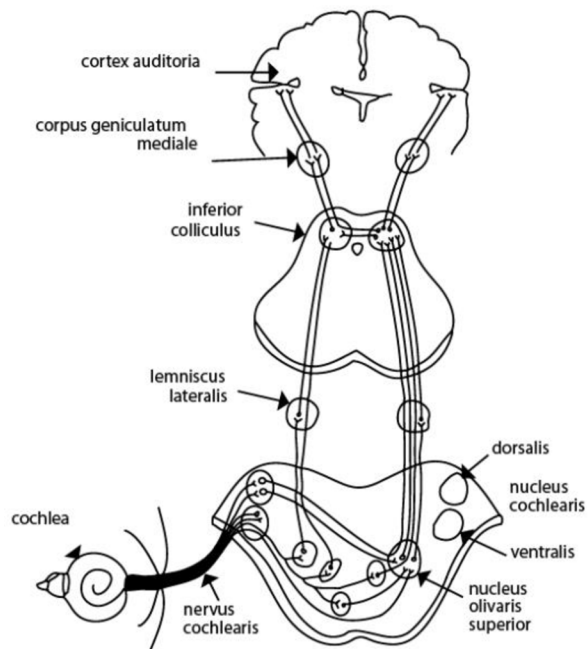
Úlohou vnitřního ucha je přenos mechanické energie zvukových vln ze středního ucha a její přeměna ve vláskových buňkách na nervové vzruchy.

Sluchový nerv je tvořen asi 30 tisíci vlákny, převážně aferentními (Hahn, 2019). Eferentních drah je několik set a vychází z nucleus olivaris superior v prodloužené míše do vláskových buněk v Cortiho orgánu. Aferentní sluchovou drahou se přenáší nervový vzruch do mozku v mostomozečkovém úhlu (Kabátová & Profant, 2012). Sluchový nerv po krátkém průběhu vnitřním zvukovodem vstupuje aferentními vlákny do komplexu sluchových jader (Hahn, 2019). Tento komplex je uložen v prodloužené míše, konkrétně k nucleus olivaris superior (obr. 3), kde se setkávají dráhy z obou uší. Dráhy z prodloužené míchy vystupují do propojující oblasti ve středním mozku (colliculus inferior), odsud vedou do mezimozku (corpus geniculatum mediale), kde se přední část propojuje přímo colliculus inferior s cortex auditoria, což je první oblast sluchové kůry, kde se nachází Heschlův závit známý jako identifikátor komplexního významu zvukového signálu. Zbylé části se spojují až se sekundárními oblastmi s mimosluchovými oblastmi mozku.

Různé aspekty okolních zvuků, například útlum, hlasitost zvuku, umístění v prostoru, frekvence a kombinační citlivost, jsou zpracovány v každé z centrálních sluchových oblastí. Většina sluchových jader v celém mozku je uspořádána tonotopicky.



Obrázek 2. Anatomie hlemýžďe (Orel & Facová, 2010)



Obrázek 3. Aferentní sluchová dráha (Kabátová & Profant, 2012)

3 SLUCHOVÉ POSTIŽENÍ

Pod pojmem sluchové postižení chápeme trvalé patologické změny sluchu, takzvané sluchové vady. Sluchové postižení je následkem organické nebo funkční vady (resp. poruchy) v kterékoli části sluchového analyzátoru, sluchové dráhy a sluchových korových center, případně funkcionálně percepčních poruch (Slowík, 2016). Sluchové postižení je nevyléčitelné a je možné jej pouze korigovat velmi výkonnými kompenzačními pomůckami.

3.1 Klasifikace sluchového postižení podle kritérií

Významná ztráta sluchu může mít všudypřítomné negativní účinky včetně komunikačních potíží, sociální izolace a omezení pracovních příležitostí (Slager et al., 2019). Komunikační potíže osob se sluchovým postižením jsou zejména v komunikaci se slyšícími lidmi, kdy je prostředí vázané zejména na zvuk, a ne vždy je možná zrková podpora, zahrnující odezírání z úst a tištěné materiály. Z toho plyne sociální izolace, obava komunikovat s lidmi bez sluchového postižení, často pramenící ze špatných zkušeností a nepochopení daných specifík běžnou populací v komunikaci s osobami se sluchovým postižením. Osoby se sluchovým postižením odcházejí do ústraní a jsou radši ve své minoritní skupině. Pracovní trh často zabraňuje osobám se sluchovým postižením v nalezení vhodného pracovního místa z důvodu jejich indispozice při komunikaci s okolím. Různé pracovní pozice jsou nevyhovující pro osoby se sluchovým postižením, například práce v ruchu, u bezpečnostních složek (záchranář, hasič, policista) a tím dochází k omezení pracovních příležitostí. Z těchto důvodů včasná diagnostika ztráty sluchu a korekce sluchového postižení velmi posiluje sluchové vnímání v synchronizaci s rozvíjením sluchových center v mozkové kůře, zároveň účast na intervenčních programech vede ke zlepšení každodenních komunikačních dovedností (Aslan et al., 2019).

Pro správný rozvoj sluchového vnímání a úspěšnou socializaci mezi majoritní skupinu lidí je velmi důležité klasifikovat sluchové postižení podle různých kritérií, zejména podle doby vzniku, místa vzniku a stupně ztráty sluchu.

3.1.1 Klasifikace dle doby vzniku

Nedostatek nebo úplné chybění sluchových podnětů má vliv na omezené získávání osobních zkušeností s vnějším světem a celkový rozvoj dítěte (Kudláček, 2013). Z tohoto důvodu je velmi důležité diagnostikovat, ve kterém vývojovém období člověk přišel o sluchové vnímání.

Podle doby vzniku dělíme sluchové postižení na vrozené a získané vady sluchu.

Vrozené vady sluchu vznikají před narozením jedince, rozdělujeme je na geneticky podmíněné sluchové vady a kongenitálně získané sluchové vady. Geneticky podmíněné sluchové vady jsou nejčastěji nesyndromatického původu, kdy nejobvyklejší je autozomálně recesivní způsob přenosu (mutace genu GJB2, který kóduje protein connexin 26). Kdežto kongenitálně získané sluchové vady jsou způsobeny negativními vlivy na plod v průběhu těhotenství nebo vzniknou v průběhu porodu (Horáková, 2011), například požití alkoholu nebo drog, aplikace léků, chronická onemocnění matky. Tyto vady se zpravidla projevují na obou uších (binaurální poruchy) (Mukšnáblová, 2014).

Získané vady sluchu vznikají v období postnatálním, což je období po narození, které dále rozdělujeme na prelingvální (do 6.roku dítěte) a postlingvální období (po 6.roce a v průběhu života). Příčiny získaných vad mohou být choroby dítěte – meningitida, meningoencefalitida, nebo se může jednat o traumata, úrazy hlavy, poškození mozku mechanického charakteru, opakované hnisavé záněty středního ucha apod. (Horáková, 2011).

V průběhu života se mezi možné příčiny řadí poranění v oblasti hlavy a vnitřního ucha, působení silné dlouhodobé hlukové zátěže (od 85 dB a výše), která nevratně poškozuje sluchové buňky, hlučné pracovní prostředí, akustické trauma, hormonální a metabolické poruchy, degenerativní onemocnění apod. (Lejska, 2003).

3.1.2 Klasifikace dle místa vzniku

Z hlediska lokalizace vzniku sluchového postižení rozlišujeme postižení na periferní a centrální nedoslýchavost či hluchotu.

Periferní nedoslýchavost či hluchotu dále dělíme na 3 typy: převodní, percepční a smíšenou.

U převodní vady je příčinou každá překážka, která brání nebo ztěžuje proniknutí zvuku z vnějšího prostoru k vlastním citlivým smyslovým buňkám (Horáková, 2011). Nejčastější překážky sluchu jsou opakované záněty středního ucha, perforace bubínku, nahromadění ušního mazu nebo vrozené vývojové vady ucha jako je nevyvinutí nebo deformace boltce.

Při percepční nedoslýchavosti či hluchotě příčinu nacházíme ve špatné funkci vnitřního ucha, sluchových buněk či při přenosu zvuku pomocí sluchového nervu do mozku. Při vyšetření jsme schopni poznat, zda se jedná o pokles v nízkých, středních nebo vysokých frekvencích a poté diagnostikovat postižení jako kochleární. V tomto případě lze navrhnout operaci kochleárního implantátu, návrh závisí na rozsahu frekvencí a celkové ztrátě sluchu. Sluchové postižení je nejčastěji způsobeno právě percepční příčinou a kompenzuje se zejména sluchadly.

Kombinací periferní a percepční nedoslýchavosti či hluchoty je smíšený typ nedoslýchavosti či hluchoty.

Centrální nedoslýchavost či hluchota má příčinu v korových či podkorových oblastech (Mukšnáblová, 2014), čímž se rozumí postižení ve sluchových jádrech, dráze nebo v mozkové kůře. Příčinou jsou léze nádorové, krvácení, či degenerativní a demyelinizační onemocnění, které způsobí degeneraci a zánik drah (gangliových buněk a neuronů) (Hahn, 2019). Ucho je schopno slyšet a přenášet zvukové vjemy, ale ty nejsou v mozku správně zpracovány. Klinickým příznakem těchto vad je postižení srozumitelnosti řeči a vnímání komplikovaných zvuků, zatímco vnímání čistých tónů nebývá výrazněji postiženo (Hahn, 2019). Jedinec je schopen slyšet zvuky, ale nerozumí, nerozpoznává význam slyšených slov. Kompenzace spočívá zejména v rehabilitaci sluchu, kde je důležitá dlouhodobá reedukace a nácvik užití sluchadel (pouze v případě, kdy jsou doporučena).

3.1.3 Klasifikace dle stupně ztráty sluchu

V literatuře se uvádí dva způsoby hodnocení stupně ztráty sluchu – podle decibelů a podle procent.

Škálu pro hodnocení ztráty sluchu podle decibelů sestavila Světová zdravotnická organizace (WHO) v roce 1980, kde je vidět rozdělení sluchu do 7 kategorií (obr. 3).

Hodnocení ztráty sluchu podle procent je převzato od doktora E. Fowlera. Toto dělení stupně ztráty sluchu se provádí na základě vyšetření tónového audiogramu, u kterého zjišťujeme ztrátu sluchu na jednotlivých frekvencích. Ze ztrát na frekvencích 0,5; 1,0; 2,0 a 4,0 kHz (500, 1000, 2000, 4000 Hz) lze spočítat ztráty sluchu podle Fowlera v procentech, které se používají v ČR pro posudkové účely (Valvoda, 2007). Jak je vidět na obrázku 4, následně při sečtení jednotlivých frekvencí zjistíme ztrátu sluchu v procentech.

Velikost ztráty sluchu podle WHO	Název kategorie ztráty sluchu	Název kategorie podle Vyhl. MPSV 284/1995
0–5 dB	normální sluch	
26–40 dB	lehká nedoslýchavost	lehká nedoslýchavost (již od 20 dB)
41–55 dB	střední nedoslýchavost	středně těžká nedoslýchavost
56–70 dB	středně těžké poškození sluchu	těžká nedoslýchavost
71–90 dB	těžké poškození sluchu	praktická hluchota
více než 90 dB, ale body v audiogramu i nad 1 kHz	velmi závažné poškození sluchu	úplná hluchota
v audiogramu nejsou žádné body nad 1 kHz	neslyšící	úplná hluchota

Obrázek 3. Velikost ztráty sluchu v decibelech (Kudláček, 2013)

Hladina nad prahom (dB)	Frekvencia (Hz)			
	500	1000	2000	4000
10	0,2	0,3	0,4	0,1
15	0,5	0,9	1,3	0,3
20	1,1	2,1	2,9	0,9
25	1,8	3,6	4,9	1,7
30	2,6	5,4	7,2	2,7
35	3,7	7,7	9,8	3,8
40	4,9	10,2	12,9	5,0
45	6,3	13,0	17,3	6,4
50	7,9	15,7	22,4	8,0
55	9,6	19,0	25,7	9,7
60	11,3	21,5	28,0	11,2
65	12,8	23,5	30,2	12,5
70	13,8	25,5	32,2	13,5
75	14,6	27,2	34,0	14,2
80	14,8	28,8	35,8	14,6
85	14,9	29,8	37,5	14,8
90	15,0	29,9	39,2	14,9
95	15,0	30,0	40,0	15,0

Obrázek 4. Velikost ztráty sluchu v procentech (Bargár & Kollár, 1986)

3.2 Geneticky podmíněné sluchové postižení

Předpokládá se, že až 75 % vad sluchu je podmíněných geneticky (Černý in Neubauer et al., 2018). Většina těchto geneticky podmíněných sluchových postižení je nesyndromatického původu a vedou k izolované vadě sluchu. Syndromatické sluchové postižení je součástí širšího obrazu příznaků. Další postižení tohoto typu jsou například: Usherův syndrom (současné postižení dvou smyslů – sluchu a zraku, kdy zrakové postižení je progresivní), Pendredův syndrom (vrozené sluchové postižení s později se rozvíjející poruchou funkce štítné žlázy), Alportův syndrom (sluchové postižení společně s postižením funkce ledvinových glomerulů). Početně výskyt těchto syndromů je velmi nízký oproti nesyndromatickým vadám sluchu.

Příčinou vzniku nesyndromatického sluchového postižení je mutace genů. Je známo až 200 různých mutací genů, které vedou k postižení sluchu. Nejobvyklejší přenos je autozomálně recesivní způsob, což znamená, že musí být 2 kopie abnormálního genu, respektive oba rodiče jsou nositelé mutace genu (heterozygoti). Dvěma zdravým heterozygotům se narodí postižené dítě s 25 % pravděpodobností (Otová et al., 2020). V případě, že je pouze jeden rodič nositel mutace genu, postižení se v případě autozomálně recesivní dědičnosti neprojeví na potomkovi.

Méně častý přenos je autozomálně dominantní způsob. Pro tento typ dědičnosti je charakteristické, že se onemocnění většinou vyskytuje v každé generaci rodokmenu u jedinců obou pohlaví (Otová et al., 2020), kdy potomek zdědí abnormální gen pouze od jednoho rodiče a postižení se projeví.

3.2.1 Mutace genu *GJB2*

Zejména mutace genu Gap junction beta-2 protein (*GJB2*), který kóduje protein connexin (CX) 26, je celosvětově nejčastější příčinou dědičného sluchového postižení (Fukunaga et al., 2021).

Homozygotní mutace, což je stejný abnormální gen u obou rodičů, je většinou spojená s prahem sluchu při 80–100 dB. Heterozygoti pro tuto mutace vadu sluchu nemají, jsou zdraví přenašeči a jejich výskyt v populaci je opravdu vysoký (uvádí se kolem 1 : 30) (Černý in Neubauer et al., 2018). Při heterozygotní mutaci může dojít ke zdědění abnormálního genu od jednoho rodiče, ale sluchové postižení se neprojeví.

Jedna mutace tohoto genu, alela 35delG, je obzvláště běžná u europoidní populace. V nebělošské populaci se však mutace 35 delG buď nenachází, nebo je velmi vzácná, přičemž převažují jiné „běžné“ mutace (Murgia et al., 2001), jako 235delC u Japonců a Korejců, 167 delT u aškenázských Židů a u africké populace je známá mutace R143W.

4 KOMPENZACE SLUCHOVÉHO POSTIŽENÍ

V případě zjištění sluchového postižení se ihned indikují různé kompenzační pomůcky a cesty, které jedinci umožní částečnou kompenzaci jeho postižení. V současné době je v České republice široké spektrum výběru různých kompenzačních pomůcek. Mezi nejčastější pomůcky řadíme sluchadla a kochleární implantáty. Existuje však celá řada jiných pomůcek, např. BAHA sluchadlo (**B**one **A**nchored **H**earing **A**id), které je ukotvené v uchu a pomocí vibračního zdroje přenáší zvuk do skeletu hlavy, dále příslušenství: nabíječky na sluchadla, zařízení určené pro poslech televize, hudby a videí v mobilním telefonu, vibrační budíky a spousta dalších.

Kompenzační pomůcky, sluchadla a implantáty, jsou schopny kompenzovat ve velké míře sluchové postižení bez větších obtíží, ale nikdy nedojde k tomu, že by jedinec se sluchovým postižením slyšel jako jedinec bez sluchového postižení. Je potřeba si uvědomit, že kompenzační pomůcky jsou technická záležitost a fungují na podobném principu jako mobil, který taktéž není schopen zobrazit fotku, tak jak ji vidíme v reálném životě. Podobně to je u těchto kompenzačních pomůcek, například sluchadla mohou mít problémy se zpracováním okolních zvuků.

4.1 Sluchadla

Sluchadla patří mezi nejčastější řešení sluchového postižení napříč celou společností.

Druhů sluchadel je nepřeborné množství a jejich výběr závisí především na foniatrovi a velikosti ztráty sluchu. Mezi nejčastější značky sluchadel patří WIDEX, Dánsko; RESOUND, Dánsko; PHONAK, Švýcarsko.

Sluchadla existují v mnoha velikostech a konstrukčních provedeních, ale obecně jde v současné době vždy o zesilovač zvuku s mikrofonním vstupem, analogově-digitálním převodníkem, digitálním zpracováním zvuku podle vloženého programu a opět digitálně-analogovým převodníkem a reproduktorem (Černý in Neubauer et al., 2018). Podle kvality a komplexnosti softwarových procesů zpracování zvuku se odvíjí cena sluchadla, která se zpravidla nejčastěji pohybuje kolem 15 tisíc korun na jedno sluchadlo.

V České republice mají uživatelé sluchadel nárok na finanční příspěvek na základě zákona č. 48/1997 Sb. – zákon o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. Tento zákon uvádí, že dítě do 18 let má nárok na příspěvek v částce 8 696 Kč bez DPH na jedno sluchadlo na 5 let pro monoaurální korekci. V případě binaurální korekce je nárok na obě sluchadla 8 696 Kč bez DPH na 5 let. Od 19 let se nárok na sluchadlo mění na 6 087 Kč bez DPH po dobu 5 let. V případě binaurálního postižení je nárok na obě sluchadla, celkem 12 174 Kč bez DPH na 5 let.

4.2 Kochleární implantáty

Kochleární implantát představuje nitroušní elektronickou smyslovou náhradu, která přenáší sluchové vjemy přímou elektrickou stimulací sluchového nervu uvnitř hlemýždě vnitřního ucha (Holmanová, 2002).

Jako intervence je kochleární implantace považována za standard péče o osoby se středně těžkou až těžkou sensorineurální ztrátou sluchu (vláskové buňky chybí nebo jsou poškozeny), kdy sluchadla již nejsou účinná (Slager et al., 2019).

Operaci předchází lékařské a chirurgické hodnocení, které zahrnuje všechny aspekty kandidatury na kochleární implantát, včetně kritické analýzy sluchových testů, motivace pacienta a rodiny, a stavu vývoje jazyka (Song, 2007). Mimo jiné se řeší stav sluchového nervu, sluchové dráhy a korového sluchového centra (Černý in Neubauer et al., 2018). V případě poškození jednoho z těchto míst se provádí kmenová implantace, kdy je vynecháván hlemýžď, sluchový nerv a implantát se zavádí se přímo na sluchová jádra v mozkovém kmenu.

Kochleární implantáty se skládají ze dvou součástí: vnitřní implantát upevněný na místě na lebeční kosti pod kůží a externí procesor, který se nosí za uchem. Procesor vypadá jako běžné sluchadlo a obsahuje mikrofon, řečový procesor a vysílající cívku (Vasama, 2020). Mikrofon snímá zvuky z vnějšího prostředí a přenáší je do řečového procesoru, který zvuky analyzuje a mění na digitální signály, které jsou přenášeny na rádiových frekvencích přes vysílající cívku do implantátu uloženého pod kůží, kde se mění na elektrické impulsy a stimulují kochleární nervová vlákna sluchového nervu pomocí elektrod zavedených do hlemýždě.

Operace kochleárního implantátu je hrazena ze 100 % pojišťovnou a výměna vnější části je možná jednou za 7 let, kde příspěvek činí 190 000 korun na 1 kus.

5 SPORT NESLYŠÍCÍCH

Organizovaný sport pro osoby se sluchovým postižením byl založen již v roce 1924 jako první mezinárodní organizace pro osoby s postižením. Organizace nesla název Comité International des Sports des Sourds (CISS), v českém překladu Mezinárodní výbor sportu neslyšících. V současné době funguje pod jménem International Committee of Sport for the Deaf (dále jen ICSD).

Pod záštitou ICSD se konají každé čtyři roky Deaflympijské hry (dříve známé pod názvem Světové hry neslyšících). První letní hry se konaly roku 1924 v Paříži, ve Francii a první zimní hry v roce 1949 v rakouském Seefeldu. Mistrovství světa neslyšících v různých sportech se také koná pod hlavičkou organizace ICSD. Mistrovství Evropy neslyšících se koná pod hlavičkou organizace European Deaf Sport Organization (EDSO), v českém překladu Evropská sportovní organizace neslyšících.

5.1 Český deaflympijský výbor

Český deaflympijský výbor je výhradním organizátorem a představitelem sportu neslyšících a sluchově postižených v České republice, který zabezpečuje dle podmínek a předpisů Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, Národní sportovní agentury, či jiných příslušných správních úřadů (Český deaflympijský výbor, 2022).

Hlavní činností výboru je organizace sportovních soutěží v České republice, vydávání předpisů a směrnic pro svou činnost (soutěžní řád, registrační řád), zároveň zastupuje sport neslyšících a sluchově postižených v České republice i v zahraničí.

Pod Českým deaflympijským výborem je registrováno v současnosti 12 klubů, nejznámější jsou SK SKIVELO Olomouc, SK OLYMPIA Praha, SSK Vítkovice a SKN Brno.

5.2 Sportovní soutěže neslyšících

Každý sportovec, který se účastní mezinárodních závodů pro neslyšící sportovce, musí splňovat minimální kritéria postižení. To znamená, že musí být neslyšící, což je definováno jako ztráta sluchu alespoň 55 dB v průměru čistého tónu na lepším uchu (průměr třítónového čistého tónu při 500, 1000, 2000 Hz, vzduchové vedení) (International Committee of Sport for the Deaf, 2018).

Předpokladem účasti je vyplněný ICSD oficiální formulář audiogramu. Všechny audiogramy by měly být autorizované a patřit testovanému sportovci, platnost formulářů musí

zaručit Národní sportovní federace neslyšících (International Committee of Sport for the Deaf, 2018).

Pokud má sportovec kochleární implantát v jednom uchu, audiolog na formuláři audiogramu označí, ve kterém uchu se kochleární implantát nachází. Ostatní jsou povinni ručit audiogramem na základě měření ztráty sluchu foniatrem.

Během jakékoli soutěže pro neslyšící sportovce nesmí sportovec používat sluchadla nebo kochleární implantáty.

Součástí každé sportovní soutěže jsou tlumočníci do mezinárodního znakového systému a potřebné úpravy pravidel sportu. Příkladem může být úprava atletických pravidel, které se týkají startu, a to, že na všech závodech na trati bude během soutěží speciální startovací systém – semafor. Při fotbalovém utkání musí všichni rozhodčí a asistenti rozhodčího používat praporek (a píšťalku na své uvážení) k označení začátku nebo restartu hry, zastavení nebo zpoždění hry z důvodu porušení nebo zranění nebo k označení, že čas vypršel v polovině zápasu (European Deaf Sport Organisation, 2022). Semafor a vlajka jsou důležitým nástrojem pro zaznamenání pokynu zrakovou cestou, pomocí které jsou osoby se sluchovým postižením v průběhu soutěže schopny reagovat na vzniklou situaci.

5.2.1 Mezinárodní soutěže

Deaflympijské hry se konají každé čtyři roky a jsou určeny pouze sportovcům se sluchovým postižením. Letní deaflympijské hry a zimní deaflympijské hry se konají střídavě každý druhý rok (International Committee of Sport for the Deaf, 2018). Zpravidla se letní i zimní deaflympijské hry konají 1 rok po olympijských hrách a místo konání se mění.

Poslední letní deaflympijské hry se konaly v Brazílii, v roce 2022 (vinou koronavirové pandemie byly posunuté o 1 rok), následně se budou pořádat v roce 2025.

Zimní deaflympijské hry se konaly naposledy v roce 2019 v Itálii, následující jsou naplánovány na rok 2024 v Turecku.

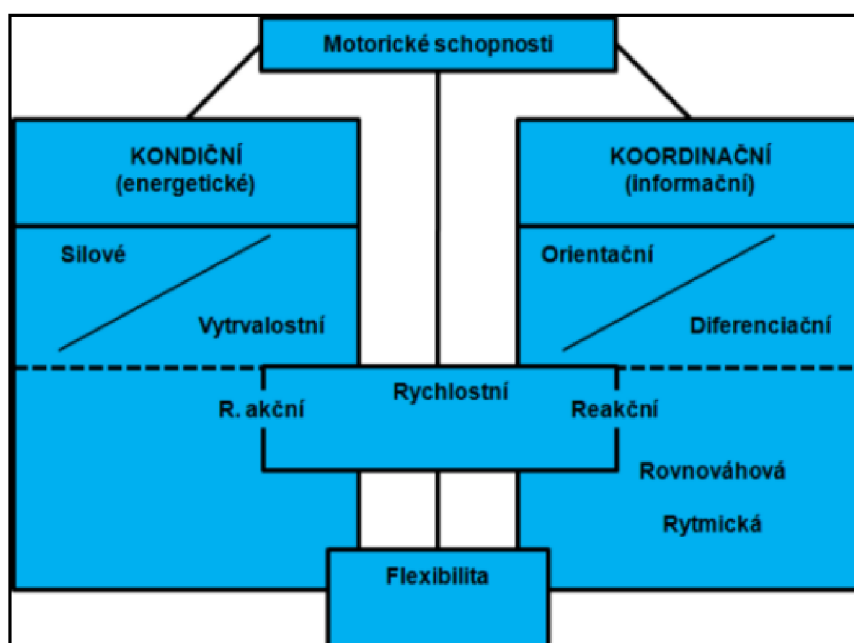
Mistrovství světa neslyšících se může konat každé čtyři roky pro deaflympijské sporty a každé dva roky pro nedeaflympijské sporty (International Committee of Sport for the Deaf, 2009).

Mistrovství Evropy neslyšících se může konat každé čtyři roky (European Deaf Sport Organisation, 2012).

6 MOTORICKÉ SCHOPNOSTI A KLASIFIKACE

Motorické schopnosti jsou vnitřní biologické předpoklady k pohybové činnosti (Zvonař & Duvač, 2011), což znamená, že podkládají pohybovou způsobilost člověka. Jsou částečně geneticky podmíněné a v průběhu života se mění v závislosti na mnoha faktorech (věk, pohlaví, trénovanost, zdravotní stav).

Podle Měkoty & Novosada (2005) lze rozdělit motorické schopnosti do 3 kategorií: kondiční, koordinační a hybridní, přičemž mezi kondiční schopnosti řadíme silové a vytrvalostní schopnosti (obr. 6). Mezi koordinační schopnosti zahrnujeme diferenciační a orientační schopnosti. Hybridní schopností jsou rychlostní schopnost a flexibilita.



Obrázek 6. Klasifikace motorických schopností (Měkota & Novosad, 2005)

6.1 Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnost chápeme jako schopnost zareagovat co nejrychleji a zrealizovat pohyb v co nejkratším čase. Tato schopnost sestává ze 2 složek: reakční a akční. Reakční rychlost je pohyb na základě vyvolaného podnětu, který podněcuje odpověď – reakci. Akční rychlost pohybu je výsledkem rychlosti svalové kontrakce a činnosti nervosvalového systému (Měkota & Novosad, 2005). Pohyb může být cyklický (atletický sprint) i acyklický (kop do balónu).

6.2 Reakční rychlost

Reakční rychlost je schopnost reagovat v co nejkratším čase na přijaté podráždění nebo podnět. Na základě podnětu dochází k dané činnosti, pohybu. V atletice to může být startovní výstřel, který podněcuje atlety k zahájení pohybu a vyběhnutí z bloků, kdy běh je už pohybem spadající pod akční rychlost. Obě rychlosti spolu vzájemně souvisí a v případě špatné reakce na podnět, může dojít k ovlivnění akční rychlosti, tedy opožděnému dosažení optimální rychlosti a tím i výsledného výkonu. Podněty vyvolají určitou odpověď a mezi ně řadíme podle Hájka (2012) jednoduchou, rozpoznávací, výběrovou a sériovou odpověď.

6.2.1 Zpracování informací ve smyslových orgánech

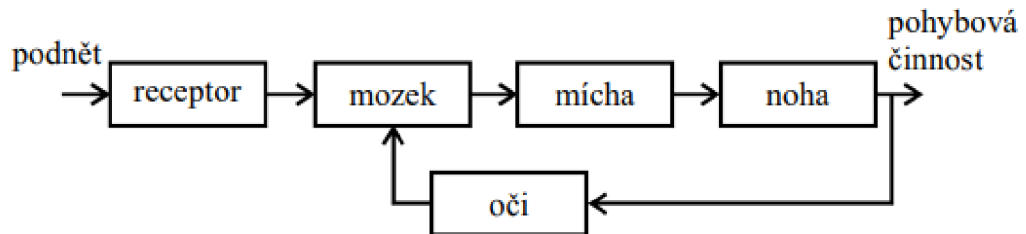
Proces zpracování přijatých informací začíná v receptorech (exteroreceptory, interoreceptory, proprioreceptory), ty jsou schopny vnímat přijatou informaci a vést ji aferentními dráhami do místa zpracování a rozhodování (centrální nervová soustava). Celý proces končí přenosem do efektoru (sval), kde dochází k motorické reakci. Poté, co je podnět vnímán našimi receptory (v očích a uších), začíná identifikace a rozpoznávání v centrálním nervovém systému (Malhortra et al., 2015). Nervová soustava je rozhodujícím subsystemem, který řídí optimální provedení pohybu pomocí koordinace produkované síly svalů, podílejících se na pohybové činnosti (Janura, 2011).

V místě zpracování a rozhodování v centrální nervové soustavě, konkrétně v mozku a míše dochází k identifikaci typu podnětu, který přichází z receptoru (např. zrak). Při identifikaci člověk rozeznává a poznává, jaké má jeho přijatá informace vlastnosti (barva, rychlost, směr, hlasitost). Tyto vlastnosti člověk nevnímá samostatně, ale v komplexnějším měřítku a vyhodnocuje k jaké odpovědi – reakci dojde, co má vykonat za činnost. Činnosti, které neděláme poprvé, mají v naší nervové soustavě uložené kroky, které k ní vedou a vychází z ní do efektoru (naprogramování kroku za krokem). Z evolučního hlediska a reakční rychlosti je to velmi efektivní způsob, jak zrychlit přenos informace v celém rozsahu od počátku po konec. Při opakování se aktivují nižší centra prodloužené míchy a dochází k vybuzení k dané činnosti.

6.3 Kontrolní mechanismus zpětné vazby

Kontrolní mechanismus zpětné vazby sděluje informace o správnosti vykonaného pohybu. Informace jsou předávány na základě údajů zpětnovazebných receptorů, umístěných přímo v masité nebo šlašité části svalu (Janura, 2011), což jsou svalová vřeténka a Golgiho tělíska a ke kontrole informací taktéž slouží výstupy ve smyslových orgánech, například při startu

z bloků získáme zpětnou informaci o nezdařeném startu sluchovou cestou, vystřelením z pistole jako signál nezdařeného pokusu a v případě provinění získáme zrakovou cestou (obr. 8) informaci o napomenutí nebo diskvalifikaci kartou.



Obrázek 8. Zpětná vazba jako kontrolní mechanismus pohybové činnosti (Janura, 2011)

6.4 Reakční doba

Reakční doba (reaction time) je definována jako doba, která uplyne mezi přijetím okamžitého a neočekávaného podnětu a reakcí na něj (obr. 9), avšak reakční doba se mění v závislosti na faktorech, jako věk, pohlaví, kondice, únava, vysoká nadmořská výška, alkohol, nikotin a použití fyziotropických látek (Colakoğlu, 1993).

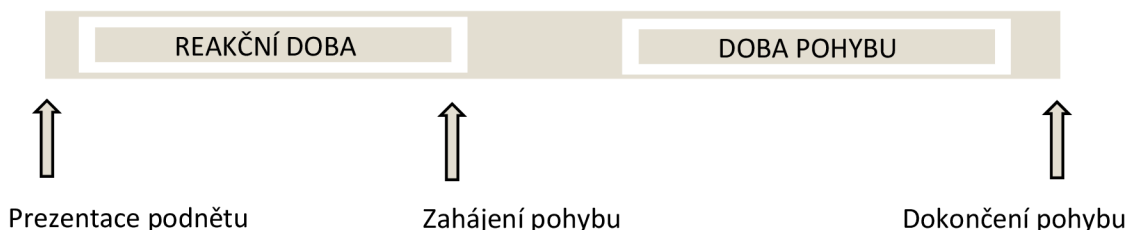
Doba pohybu (movement time) je interval mezi zahájením pohybu a jeho dokončením (Cooker, 2018), viz obr. 9.

Doba odezvy se měří od okamžiku, kdy je předložen podnět do okamžiku, kdy je reakce dokončena, a zahrnuje jak reakční dobu, tak dobu pohybu (Cooker, 2018), z obr. 8 vyplývá, že doba odezvy se rovná reakční doba plus doba pohybu.

Podle Blahuše et al. (1990) nejdéle trvá reakce na podněty optické, krátčeji na podněty akustické a nejrychleji reagujeme na podněty taktilní.

V atletických pravidlech je stanoveno od roku 1996, že závodníci nesmí opustit tretrou zadní blok alespoň 100 milisekund (dále jen ms) po zaznění výstřelu z pistole. I když je průměrný práh sluchové reakční doby mezi 140 a 160 ms, mezinárodní atletická komunita přijala standard 100 ms, protože reakční dobu lze tréninkem zkrátit (Carlton, 1981).

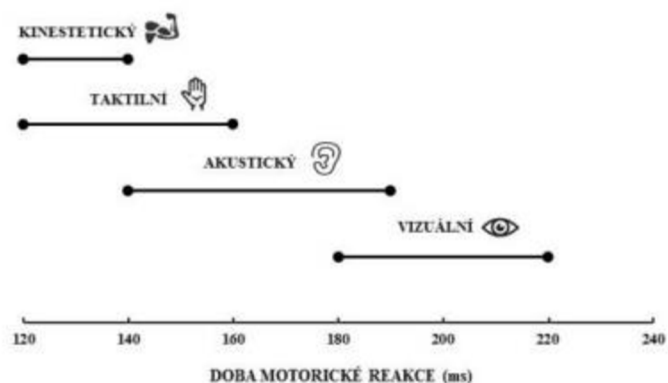
Jak je naznačeno výše, reakční doba není konstantní, záleží na náročnosti zpracování v dané situaci a na okolních faktorech, které jej ovlivňují. Jak se tyto požadavky zvyšují, prodlužuje se také reakční doba, což naznačuje potřebu více času na přípravu odpovědi (Cooker, 2018).



Obrázek 9. Znárodnění celé doby reakční rychlosti (upraveno podle Cooker, 2018)

6.5 Podnět

Podnětem rozumíme nějaký typ stimulu, impulsu, který nás excituje k vykonání činnosti, pohybu. Podněty mohou být zrakové, zvukové, taktilní a proprioceptivní. Průměrná reakční doba je 189,5 ms pro vizuální podnět, 146 ms pro sluchový podnět a 150 ms pro dotykový podnět (Vickers, 2007) (obr. 10).



Obrázek 10. Reakční doby na podněty různé modalit (Psotta, 2016)

6.5.1 Vizuální podnět

Světlo se šíří rychlostí téměř 300 000 000 m/s a je mnohonásobně rychlejší než rychlost zvuku, jenže při zaznamenání tohoto podnětu je třeba více času na putování informace do mozku než u zvuku. Tento přenos trvá zhruba 20-40 milisekund, proto je reakční doba v průměru 189,5 ms. Tento čas je minimum pro rozpoznání a zpracování si podnětu v mozku. K provedení pohybu je zapotřebí více času, přičemž ke skutečnému spatření objektu a zahájení jednoduchého pohybu, jako je stisknutí klávesy, je potřeba asi 180 ms (Vickers, 2007). Čím je pohyb nebo reakce na podnět složitější, tím více se prodlužuje čas.

Primární vizuální oblast v mozku přijímá vizuální informace, týkající se obrazu vytvořeného na sítnici, zatímco sekundární vizuální oblast interpretuje, co člověk vidí. Zároveň při zpracovávání informací a jejich přenosu do mozku oběma očima dochází k časovým odchylkám. Jedno z očí, to dominantní, provádí tyto akce o několik milisekund rychleji (Coker, 2018).

Při výkonu hrají důležitou roli zrakové schopnosti, pomocí nichž zjišťujeme podněty prostředí a využíváme je následně k rozhodování o pohybu. Jsou tedy důležitou zpětnou vazbou, kterou používáme k vedení výsledné akce (Coker, 2018).

Na základě 3 studií (Borodulin-Nadzieja et al. 1999; Sladen et al., 2005; Gkouvatzi et al., 2010) se ukazuje, že osoby se sluchovým postižením mají větší zrakovou ostrost než osoby s normálním sluchem.

Soto-Rey et al. (2014) ve své studii testovali dvě skupiny účastníků a došli k výsledku, že účastníci se sluchovým postižením (255 ± 56 ms) odpověděli rychleji než účastníci bez sluchového postižení (323 ± 66 ms).

6.5.2 Sluchový podnět

Rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě 20 stupňů Celsia je 343 m/s, tj. 1235 km/h. Několikanásobně pomalejší než rychlost světla, ale registrace a zpracování zvuku je v uchu mnohem rychlejší než složitými strukturami oka. Podle studie, kterou provedl Kemp et al. (1973) se ukázalo, že sluchovému podnětu trvá cesta do mozku pouze 8-10 milisekund. Vicker (2007) uvádí, že průměrný čas pro sluchový podnět je 146 ms.

V soutěžích, kterých se účastní sprinteři se sluchovým postižením i bez něj, mají sportovci se sluchovým postižením ztížené podmínky, protože startovní výstřel vnímají později v porovnání se sprintery bez postižení (Pérez-Tejero et al., 2011).

Reakční časy elitních sprinterů bez sluchového postižení z mistrovství světa v atletice mezi lety 2003-2009 se pohybují u žen 176 ± 34 ms a u mužů 166 ± 30 ms. Studie sluchového podnětu u osob se sluchovým postižením využívajících kompenzační pomůcky (sluchadla, kochleární implantáty) chybí.

6.5.3 Dotykový podnět

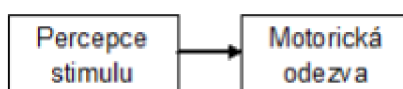
Kůže má velké množství receptorů po celém lidském těle a prostřednictvím receptorů neustále komunikujeme s vnějším prostředím. Mechanoreceptory jsou receptory pro vnímání dotyku a nejcitlivějším místem pro vnímání jsou konečky prstů, jazyk, rty, nos a čelo. Uvádí se, že na dotykové podněty reagujeme v rozmezí okolo 140-150 ms. Záleží, v jaké části těla dojde k dotyku.

6.6 Typy reakcí

Typy reakcí jsou jednoduché, rozpoznávací, výběrové a sériové. Výsledný reakční čas závisí nejen na podnětu a okolních faktorech, ale také na povaze úkolu (možností odpovědí, které jsou třeba k provedení dané činnosti, pohybu).

6.6.1 Jednoduchá reakce

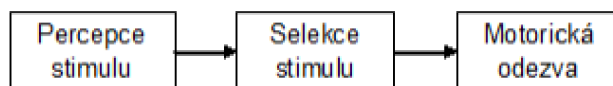
Schopnost reagovat na přítomnost pouze jednoho podnětu se nazývá jednoduchá reakce (obr. 11). Tato reakce je zpravidla nejrychlejší a je to především z toho důvodu, že sportovec je naučený na tento stimul automaticky reagovat přesně daným pohybem, například atletický či plavecký start na výstřel. Sportovec odpovídá, jak nejrychleji umí, ihned po objevení daného podnětu přesně daným pohybem a nerozmýšlí se nad výběrem odpovědi.



Obrázek 11. Jednoduchá reakce (Straus, 2010)

6.6.2 Rozpoznávací reakce

Rozpoznávací reakce se zakládá na schopnosti reagovat či nereagovat na 2 a více podnětů, ale pouze s jednou odpovědí na konkrétní podnět. Ostatní podněty by měly zůstat bez odpovědi (obr. 12). Při rozpoznávací reakci uplatňuje jedinec své kognitivní schopnosti rozeznat jeden typ podnětu od jiného, rychle na něj reagovat a také neuskutečnit odpověď na nesprávný, rozptylující podnět (Psotta, 2016). Příkladem může být volejbalový smeč mířený na postranní čáru, kdy hráč musí poznat, zda míč zpracuje, nebo nechá dopadnout na zem.



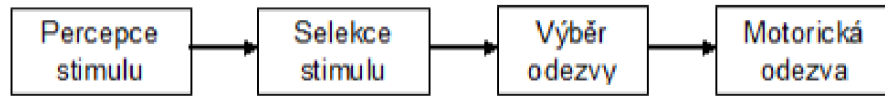
Obrázek 12. Rozpoznávací reakce (Straus, 2010)

6.6.3 Výběrová reakce

Výběrová reakce je reakcí na rozličné očekávané nebo nečekané podněty – signály (pohyb soupeře, let míče, změna vnějších podmínek apod.), na které sportovec reaguje některou

ze zvládnutých a známých pohybových činností (Měkota & Novosad, 2005). Při výběrové reakci je přítomno 2 a více podnětů, kde každý podnět vyžaduje vhodnou odpověď (obr. 13).

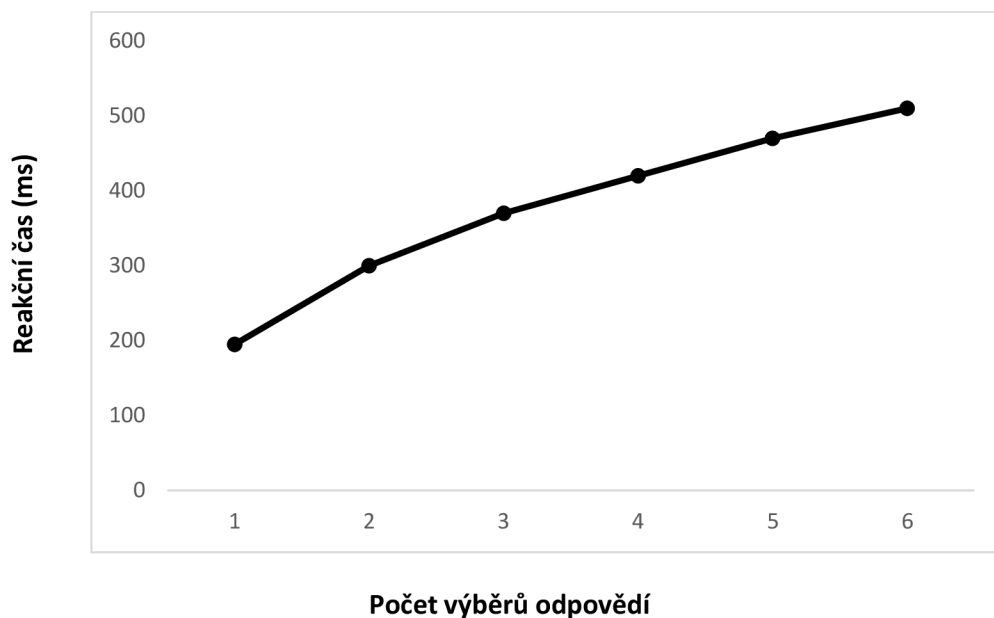
Je prodloužena o dobu nezbytnou k zaznamenání podnětu a následné vybrané odpovědi shodující se s podnětem, čas je také podmíněn pohybovými dovednostmi sportovce.



Obrázek 13. Výběrová reakce (Straus, 2010)

6.7 Hickův zákon

Hickův zákon říká, že doba potřebná k přípravě odpovědi závisí na počtu možností a složitosti (obr. 14). Doba reakce na volbu je lineárně úměrná logu počtu alternativ reakce na stimul nebo množství informací, které je nutné zpracovat, aby bylo možné vybrat reakci (Schmidt & Lee, 2005). Obecně platí, že o nejkratší reakční dobu se jedná, když existuje pouze jeden podnět a jedna odpověď. Respektive reakční doba se zvyšuje, když je potřeba připravit více svalových jednotek, a čím jsou pohyby složitější nebo čím více končetin zahrnují, tím mají delší dobu trvání. Také se doba prodlužuje, když je reakce na podnět nová (Vickers, 2007).



Obrázek 14. Grafické znázornění Hickova zákona (upraveno podle Cooker, 2018)

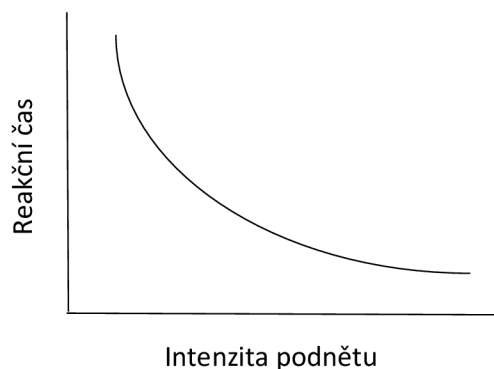
6.8 Faktory ovlivňující reakční rychlost

Schopnost co nejrychleji reagovat na daný podnět ovlivňuje spousta vnitřních i vnějších faktorů, které působí na sportovce. Faktory jako intenzita a trvání podnětu, věk a pohlaví účastníka a účinek praxe mohou ovlivnit reakční dobu jednotlivce na konkrétní podnět (Shelton et al., 2010). S rostoucím věkem sportovce se průměrná reakční doba zvyšuje o 0,55 ms za 1 rok, nejčastější příčinou prodloužení reakční doby je atrofie a degenerace neuronů. Genderová rozdílnost je při testování reakce rozeznatelná, přičemž muži bývají rychlejší než jejich ženské protějšky v reakci na různé podněty (Aa, 2016).

Výsledný čas taktéž závisí na aktuálním zdravotním stavu a rozpoložení jednotlivce v daný moment, kdy se čas odvíjí od dostatečného pitného režimu, absenci alkoholu a návykových látek.

Při samotném testování reakčních schopností závisí reakční čas taktéž na vlastnostech samotného vybraného testu, jako jsou intenzita podnětu (obr. 15), doba expozice podnětu, vidění podnětu v centrálním či periferním rozsahu a typ podnětu. Od vlastnosti samotného podnětu se odvíjí schopnost rychle odpovědět. Každý test vyžaduje jinou složitost pohybové odpovědi z důvodu laterality končetin.

Další činitelé jsou např. kvalita zpracování samotného podnětu ve smyslovém orgánu, přenos nervovými drahami a doputování informace ke svalu. Nesmíme opomenout faktor, který je až z 80 % ovlivněn genetickým podkladem, ale tréninkem je možné zlepšit reakční schopnosti, jako jsou kognitivní i motorická funkce sportovce, která významně ovlivňuje sportovní výkonnost. Zajímavostí je, že při samotném cvičení může docházet k rychlejší reakci, ale ne vždy k bezchybnosti. Výsledky studie, kterou provedli Yagi et al. (1999), naznačují, že se zvyšuje rychlost zpracování kognitivních informací během mírného aerobního cvičení. Přestože působí napříč pohlavími a smyslovými modalitami, není globálním usnadněním kognice, ale je doprovázeno sníženou pozorností a zvýšenými chybami. Ovšem díky trénování reakčních schopností jsme připraveni lépe pracovat pod tlakem, únavou a vyvarovat se chybám, což nám umožní být preciznější v činnosti, kterou budeme vykonávat.



Obrázek 15. Závislost intenzity podnětu na reakční době (upraveno podle Kosinski, 2013)

6.9 Testy hodnotící reakční rychlost

Testy, které slouží k otestování reakční rychlosti, jsou reaktometr, Batak test v laboratorních podmínkách a v terénu testy k zachycení plochého měřítka rukou nebo nohou.

Reaktometr, který počítá s různými typy podnětů a reakcí, patří mezi nejpřesnější metody měření reakční doby. Základem přístroje je rozpínací zařízení, které spouští elektrické stopky současně s podáním signálu (rozsvícením žárovky nebo zvukem bzučáku) a stopky zastavuje, jakmile testovaná osoba zareaguje stisknutím tlačítka (Blahuš & Měkota, 1983). Vyhodnocování výsledku závisí na typu daného testu.

Batak test se provádí za pomoci 12 disků, které se rozsvěčují náhodně, a cílem je se jich dotknout co nejrychleji. Tento test je částečně určen i pro koordinační schopnosti.

Při testu zachycení plochého měřítka nohou sedí osoba směrem ke zdi a snaží se o zachycení měřítka přitisknutím špičky nohy ke stěně, testování opakuje 20× za sebou. Měří se nejlepší výsledek s odečtením 5 nejlepších a 5 nejhorších pokusů a ze zbytku se dělá aritmetický průměr. U testování zachycení předmětu dlaní ruky se test opakuje pouze 5× a po odečtení 1 nejlepšího a 1 nejhoršího pokusu se vypočítá aritmetický průměr ze zbylých 3 pokusů.

Využití testování reakčních schopností je zejména ve sportu a u starších lidí, kdy zjišťujeme stav nervové soustavy a lze rozpoznat počátky Alzheimerovy či Parkinsonovy choroby. Při úrazu ve sportu se po otřesu mozku dá reakčním testem rozeznat, zda došlo k velkému poškození a zjistit tak, zdali může sportovec pokračovat v zápasu.

7 CÍLE

7.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem bakalářské práce bylo porovnání reakčních schopností ve dvou různých typech reakčních úloh na zrakové a sluchové podněty mezi sportovci se sluchovým postižením a kontrolní skupinou.

7.2 Dílčí cíle

- 1) Porovnat výsledky testu reakční doby na zrakový podnět mezi skupinou sportovců se sluchovým postižením a kontrolní skupinou.
- 2) Porovnat výsledky testu reakční doby na sluchový podnět mezi skupinou sportovců se sluchovým postižením a kontrolní skupinou.

7.3 Hypotézy

- 1) Reakční doba při měření reakce na zrakové podněty je u skupiny sportovců se sluchovým postižením kratší než u kontrolní skupiny.

Tato hypotéza je vytvořena na základě studie, kterou zpracovali Soto-Rey et al. (2014) a u které se ukázalo, že účastníci se sluchovým postižením odpověděli za 255 ± 56 ms v reakční době v testu na zrakový podnět, zatímco kontrolní skupina měla reakční dobu delší (323 ± 66 ms).

Další tři studie (Borodulin-Nadzieja et al. 1999; Sladen et al., 2005; Gkouvatzí et al., 2010) ukazují, že osoby se sluchovým postižením mají větší zrakovou ostrost než osoby s normálním sluchem a dochází u nich k tendenci spoléhat více na zrak než sluch.

Na základě těchto čtyř studií (Borodulin-Nadzieja et al. 1999; Sladen et al., 2005; Gkouvatzí et al., 2010; Soto-Rey et al., 2014) se domníváme, že sportovci se sluchovým postižením by měli vykazovat kratší reakční dobu v testu na zrakový podnět.

- 2) Reakční doba při měření reakce na sluchové podněty je u skupiny sportovců se sluchovým postižením delší než u kontrolní skupiny.

Ve studii, kterou provedli Pérez-Tejero et al. (2011), se uvádí, že v soutěžích, kterých se účastní sprinteři se sluchovým postižením i bez něj, mají sportovci se sluchovým postižením ztížené podmínky, protože startovní výstřel vnímají později ve srovnání se sprintery bez postižení.

Na základě této studie jsme stanovili hypotézu, že sportovci se sluchovým postižením, kteří využívají kompenzační pomůcky (sluchadla, kochleární implantáty), reagují na sluchový podnět z vnějšího prostředí později a transformace podnětu do nervových impulsů trvá déle než u osob bez sluchového postižení a tím pádem i reakční doba na sluchový podnět je delší.

8 METODIKA

8.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor byl tvořen (N=20) osobami se sluchovým postižením a studenty Fakulty tělesné kultury. Probandi byly rozděleny do dvou skupin. Skupinu osob se sluchovým postižením (N=10) tvořili aktivní sportovci, převážně reprezentanti České republiky na mezinárodních závodech pro neslyšící sportovce, ve věkovém rozmezí 19-29 let, s průměrným věkem $22 \pm 3,3$. Tato skupina sestávala z 5 žen a 5 mužů, jejich postižení bylo buď kompenzováno sluchadly nebo kochleárním implantátem. Kontrolní skupinu (N=10) tvořili studenti a studentky Fakulty tělesné kultury v bakalářském programu a zároveň aktivní sportovci ve věku 19-23 let, s průměrným věkem $20,4 \pm 1,6$. Tato skupina sestávala z 5 žen a 5 mužů.

Testování bylo schváleno Etickou komisí Fakulty tělesné kultury pod číslem 81/2022, ke dni 16.11.2022. Probandi byli předem seznámeni s průběhem testu a podepsali informovaný souhlas.

8.2 Metody sběru dat

Pro hodnocení reakčních schopností probandů byl využit reaktometr Vienna Test Systém (VTS) od společnosti Schuhfried (Mödling, Rakousko). Modul reakčních testů sestává ze 7 forem testů, kde formy S1 a S2 byly využity pro tuto práci. Tyto testy slouží k měření jednoduché reakce na základě zrakových a sluchových podnětů.

Testování probíhalo na dvou místech ke konci roku 2022. Prvním místem byla laboratoř na Baluu a druhé místo bylo v Praze v Národní technické knihovně v týmové studovně, kde bylo zajištěno optimální osvětlení a eliminovány rušivé elementy.

Probandi v rámci testování absolvovali první test S1, který vysílal pouze zrakové podněty, a úkolem probandů bylo reagovat co nejrychleji a stisknout klávesu na signál, který se objevil jako žluté světlo na obrazovce počítače ve tvaru kruhu (obr. 16). V rámci druhého testu se měřila nejrychlejší reakce na sluchový podnět, kdy si hlasitost zvuku nastavoval každý proband podle sebe.

U obou testů je možné si nanečisto vyzkoušet, jak samotný test probíhá, a následně je v ostré fázi 28 podnětů, na které je třeba reagovat.



Obrázek 16. Vienna Test System (Prieler, 2011)

8.3 Statistické zpracování dat

Pomocí Shapiro-Wilk testu bylo prokázáno normální (Gaussovské) rozložení hodnot u porovnávaných testových proměnných v obou testových variantách. Proto k posouzení rozdílu mezi skupinou sportovců se sluchovým postižením a kontrolní skupinou byl použit parametrický dvouvýběrový T-test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na úrovni $\alpha = 0,05$. Všechny analýzy a deskriptivní statistika byly provedeny v programu IBM SPSS (verze 24; IBM, Armonk, NY, USA). Pro zpracování a vyhodnocení naměřených dat byl dále také využit program MS Excel.

9 VÝSLEDKY

Podle manuálu Vienna Test Systém (Prieler, 2011) od společnosti Schuhfried se interpretace výsledků probandů v percentilech vztahuje k použitému referenčnímu vzorku. Výsledek probanda ve srovnání s referenčním vzorkem může být výrazně podprůměrný, mírně podprůměrný, průměrný, mírně nadprůměrný nebo nadprůměrný.

Výrazně podprůměrný výsledek probanda pro danou proměnnou (reakční doba, motorické tempo) se nachází v rozmezí nultý až 16. percentil, 16. až 24. percentil lze považovat za mírně podprůměrný výsledek dané proměnné (Prieler, 2011).

Průměrný výsledek probanda je v rozmezí 25. až 75. percentil. Výkon odpovídá v tomto případě výkonu většiny referenční populace (Prieler, 2011). Mírně nadprůměrný výsledek lze považovat v rozmezí 76. až 84. percentil.

84. a vyšší percentil se řadí mezi nadprůměrný výsledek dané proměnné. Proband s percentilem vyšším než 84. percentil vykazuje nadprůměrný výkon ve srovnání s referenčním vzorkem a lze jeho výsledek označit za mimořádný. Při testování reakčních schopností to znamená, že je proband schopný reagovat velmi rychle na dané podněty.

Sportovci se sluchovým postižením se řadili v reakčním testu na základě zrakového podnětu mezi nadprůměrné s percentilem doby reakce 90,8, zatímco kontrolní skupina se řadila mezi průměrné s percentilem doby reakce 74,8. V reakčním testu na základě sluchového podnětu byl výkon skupiny sportovců se sluchovým postižením průměrný ve srovnání s referenční populací, kdy jejich percentil měl hodnotu 51,8. V případě kontrolní skupiny v testu na základě sluchového podnětu byl výkon nadprůměrný s percentilem doby reakce 84,9.

9.1 Test S1

V testu jednoduché reakce na základě zrakového podnětu (S1) dosáhli sportovci se sluchovým postižením kratší doby reakce než kontrolní skupina, zároveň potřebovali kratší dobu pro vykonání pohybové odpovědi (tabulka 1). Z hlediska konzistence výkonů v reakční úloze vyjádřených pomocí míry rozptylu reakční doby nebyl nalezen rozdíl mezi porovnávanými skupinami.

Tabulka 2 znázorňuje percentilové vyjádření jednoduché reakce v testu na základě zrakového podnětu. Rozdíl v reakční době je mezi skupinami znatelný, o 16 percentilů. U motorického tempa je rozdíl podobný, o 16,5 percentilů.

Tabulka 1

Výsledné časy jednoduché reakční schopnosti testu S1 na základě zrakového podnětu

Doba reakce	Skupina	M	SD	Max	Min	p
Reakční doba	Sportovci se sluchovým postižením	224,5	25,3	272	194	0,019*
	Kontrolní skupina	254,5	26,6	297	224	
Motorické tempo	Sportovci se sluchovým postižením	93,5	16,8	127	72	0,003*
	Kontrolní skupina	122,7	21,3	152	91	
Míra rozptylu reakční doby	Sportovci se sluchovým postižením	22,8	5,3	32	17	0,368
	Kontrolní skupina	25,6	7,9	42	14	

Poznámka: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hodnota T-testu, Max – maximální naměřená hodnota, Min – minimální naměřená hodnota, *p < 0,05.

Tabulka 2

Percentilové vyjádření jednoduché reakční schopnosti testu S1 na základě zrakového podnětu

Skupina	Reakční doba		Motorické tempo	
	M	SD	M	SD
Sportovci se sluchovým postižením	90,8	11,2	88,9	9,4
Kontrolní skupina	74,8	19,4	72,4	13,2

Poznámka: M – průměr, SD – směrodatná odchylka.

9.2 Test S2

V testu jednoduché reakce na základě sluchového podnětu (S2) dosáhli sportovci se sluchovým postižením delší doby reakce než kontrolní skupina, zároveň potřebovali delší dobu pro vykonání pohybové odpovědi (tabulka 3). Z hlediska konzistence výkonů v reakční úloze vyjádřených pomocí míry rozptylu reakční doby byl nalezen rozdíl mezi porovnávanými skupinami.

Tabulka 4 znázorňuje percentilové vyjádření jednoduché reakce v testu na základě sluchového podnětu. Rozdíl v reakční době je mezi skupinami výrazně viditelný, jelikož rozdíl je 33,1 percentilů. Skupina sportovců se sluchovým postižením vykazovala výrazně horší reakční schopnosti v percentilech v testu na základě sluchového podnětu.

Tabulka 3

Výsledné časy jednoduché reakční schopnosti testu S2 na základě sluchového podnětu

Doba reakce	Skupina	M	SD	Max	Min	p
Reakční doba	Sportovci se sluchovým postižením	253,1	26,2	283	201	0,000*
	Kontrolní skupina	208	8	219	195	
Motorické tempo	Sportovci se sluchovým postižením	108,7	19,9	139	79	0,317
	Kontrolní skupina	99,4	20,5	130	59	
Míra rozptylu reakční doby	Sportovci se sluchovým postižením	25,9	6,8	37	13	0,025*
	Kontrolní skupina	19,3	5	27	10	

Poznámka: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hodnota T-testu, Max – maximální naměřená hodnota, Min – minimální naměřená hodnota, *p < 0,05.

Tabulka 4

Percentilové vyjádření jednoduché reakční schopnosti testu S2 na základě sluchového podnětu

Skupina	Reakční doba		Motorické tempo	
	M	SD	M	SD
Sportovci se sluchovým postižením	51,8	18,5	75,2	17
Kontrolní skupina	84,9	5,5	81,5	14,3

Poznámka: M – průměr, SD – směrodatná odchylka

10 DISKUSE

Cílem bakalářské práce bylo porovnání reakčních schopností ve dvou různých typech reakčních úloh na zrakové a sluchové podněty mezi sportovci se sluchovým postižením a kontrolní skupinou.

Výsledky testování ukázaly, že sportovci se sluchovým postižením měli kratší reakční dobu než kontrolní skupina v reakčním testu jednoduché reakce, kde podnět přicházel zrakovou cestou. Naopak v reakčním testu jednoduché reakce, kde podnět přicházel sluchovou cestou, sportovci se sluchovým postižením projevovali delší reakční dobu oproti kontrolní skupině. Dosažené výsledky poukazují na lepší zrakové vnímání u sportovců se sluchovým postižením, v důsledku jejich postižení může docházet k lepší zrakové ostrosti, jak bylo zjištěno ve třech studiích (Borodulin-Nadzieja et al. 1999; Sladen et al., 2005; Gkouvatzí et al., 2010) osoby se sluchovým postižením mají větší zrakovou ostrost než osoby s normálním sluchem.

Dosažené výsledky mohly být ovlivněny tím, že skupina sportovců se sluchovým postižením byla tvořena z většiny sportovci na mezinárodní úrovni, kteří reprezentují Českou republiku pravidelně v zahraničí, kdežto kontrolní skupinu tvořili studenti vysoké školy, kteří sportují převážně rekreačně a nemají specifické tréninky daných typů sportů, které vyžadují výborné reakční schopnosti.

Na tento fakt může poukazovat i skutečnost, že při vyhodnocení výsledků reakčního testu na základě zrakového podnětu pomocí standardizovaných norem od společnosti Schuhfried dosáhli sportovci se sluchovým postižením průměrného percentilu 90,8 a kontrolní skupina dosáhla na 74,8. percentil. Pokud proband dosáhne výsledku nad úrovní 84. percentilu, lze jeho výkon považovat za nadprůměrný (Prieler, 2011) a nadprůměrného výsledku tak dosáhli pouze sportovci se sluchovým postižením, kdežto kontrolní skupina dosáhla pouze průměrných výsledků.

Výsledky této práce se shodují se studií, kterou provedli Soto-Rey et al. (2014) a kde účastníci se sluchovým postižením odpověděli na zrakový podnět za 255 ± 56 ms a odpověď testovaných v rámci této práce byla kratší než u kontrolní skupiny osob bez sluchového postižení (323 ± 66 ms).

Při komparaci výsledků výše uvedené studie a této bakalářské práce měli námi měření sportovci se sluchovým postižením kratší reakční dobu ($224,5 \pm 25,3$ ms). Faktorem, který může objasnit, proč jsou časy rozdílné, může být počet probandů, kdy ve studii (Soto-Rey et al., 2014) byly výsledky získané od 44 osob se sluchovým postižením a v této práci byla skupina osob se sluchovým postižením výrazně menší, a mohlo tak dojít ke zkreslení výsledků. Skupina osob se sluchovým postižením ve studii Soto-Rey et al. (2014) byla také rozdělena dle charakteru

sportů, na individuální nebo týmové sporty, kdy účastníci prováděli individuální sporty v 50 % případů a v 50 % týmové sporty. V této práci jsou sportovci se sluchovým postižením převážně reprezentanti v individuálních sportech, které vyžadují výborné reakční schopnosti, a to mohlo způsobit rychlejší reakční časy v porovnání se sportovci ve studii Soto-Rey et al. (2014). Není známo, v jakých konkrétních sportovních odvětví se pohybovali testované osoby této studie z roku 2014 a do jaké míry ve svém sportu využívali reakčních schopností. Dále byli rozděleni na základě jejich výkonnostní úrovně, kdy až 27 účastníků sporty vykonávalo na závodní úrovni a 12 účastníků jsou pouze rekreačními sportovci, kdežto v této práci byli sportovci reprezentanti České republiky a jejich výkony jsou konkurenceschopné na mezinárodním poli. To může ukazovat na fakt, že minoritní skupina 12 účastníků rekreační úrovně ze studie (Soto-Rey et al., 2014) mohla svými výkony zhoršit výsledný průměrný reakční čas celé testované skupiny.

V další studii Soto-Rey et al. (2015) testovali ve Španělsku čtyři sportovce mužského pohlaví, kteří měli sluchové postižení a sportovali na národní úrovni. Test byl prováděn v terénních podmínkách na atletické dráze a Soto-Rey et al. (2015) testovali startovní reakci sportovce na základě zrakového podnětu, prezentovaného pomocí světelného semaforu, který se používá běžně na mezinárodních závodech pro sportovce se sluchovým postižením. Účastníci v rámci této studie (Soto-Rey et al., 2015) měli průměrnou reakční dobu 232 ± 18 ms, když byl semafor umístěn na zemi. Naopak když byl semafor postaven na viditelném místě 5 metrů od startu, byla reakční doba 268 ± 38 ms.

Pokud srovnáme výsledky se skupinou sportovců se sluchovým postižením, kteří se zúčastnili testování pro tuto bakalářskou práci, španělští atleti měli delší reakční dobu. Vysvětlením horšího výsledku může být menší počet účastníků, kdy je studie dělána více kvalitativním způsobem a není získáno větší množství vzorků, které mohou zapříčinit větší rozptyly v daných proměnných. Ve studii (Soto-Rey, 2015) byli vybráni probandi mužského pohlaví, přičemž podle Aa (2016) muži mají kratší reakční časy ve srovnání se ženami. Test v této studii byl také jiného typu, kdy vyžadoval složitější motorickou odpověď a podle Klappa (1996) složitější reakce vedou k delší reakční době.

Na základě tří studií (Borodulin-Nadzieja et al. 1999; Sladen et al., 2005; Gkouvatzi et al., 2010) se ukazuje, že osoby se sluchovým postižením mají větší zrakovou ostrost než osoby s normálním sluchem, což by vysvětlovalo, proč sportovci se sluchovým postižením v reakční době byli lepší než kontrolní skupina. U mnohých z nich dochází k částečné tendenci preferovat zrak před sluchem.

Ve druhém reakčním testu na základě sluchového podnětu skupina sportovců se sluchovým postižením reagovala v průměrné reakční době $253,1 \pm 26,2$ ms. Tato skupina měla

delší reakční dobu než kontrolní skupina a při vyhodnocení výsledků tohoto testu pomocí standardizovaných norem od společnosti Schuhfried dosáhli sportovci se sluchovým postižením průměrného percentilu 51,8, kdežto kontrolní skupina dosáhla na 84,9. percentil, který jej řadí mezi nadprůměrné.

Dosažené výsledky měřených osob v této bakalářské práci poukazují na rozdíly mezi skupinami a podle studie, kterou provedli Pérez-Tejero et al. (2011), je psáno, že v soutěžích, kterých se účastní sprinteři se sluchovým postižením i bez něj, sportovci se sluchovým postižením mají ztížené podmínky, protože startovní výstřel vnímají později ve srovnání se sprintery bez postižení. Je to dáno zejména tím, že přenos zvukového signálu do ucha a mozku v případě sportovců se sluchovým postižením prochází přes kompenzační pomůcku, kterou je zpravidla sluchadlo nebo kochleární implantát. Tím dojde ke zpoždění podnětem předávané informace do centra v mozku a následně k delší reakční době.

Další studie, které by testovaly osoby se sluchovým postižením na sluchový podnět, chybí. Má to své opodstatnění, rozsah sluchového postižení se u osob se sluchovým postižením různí. Tato práce poukazuje na fakt, že pokud sportovec se sluchovým postižením bude startovat se zdravými sportovci na sluchový podnět (výstřel z pistole), bude znevýhodněn, ale naopak při startu na zrakový podnět bude mít výhodu.

Testování sportovců se sluchovým postižením v této bakalářské práci má své limity. Jako první je potřeba zmínit, že sportovci se sluchovým postižením byli jako jedna skupina, ale z medicínského hlediska jsou zařazováni do více kategorií dle místa vzniku nebo doby vzniku postižení a dle stupně ztráty sluchu na jednom nebo na obou uších. Dále je můžeme dělit podle toho, jaký typ kompenzační pomůcky užívají. Na trhu existuje nepřeberné množství značek a typů sluchadel, kochleárních implantátů, kdy se jejich funkce mohou malinko lišit, např. čistější poslech, zvýraznění okolních zvuků. Od těchto klasifikací se mohou odlišovat ve vnímání samotného zvuku a reagování na různé podněty z vnějšího prostředí.

Dále samotné testování probíhalo více dnů a na různých místech, což může hrát roli v dosažených výsledcích obou testů, jelikož i v samotných dnech nebylo možné se držet stejných časů a účastníci mohli mít jiné aktuální rozpoležení (koncentrace, únava). Složky pozornosti (tonická bdělost, fázická bdělost, selektivní pozornost a trvalá pozornost) dosahují nejnižších úrovní v nočních a ranních hodinách, lepší úrovně nastávají kolem poledne, a ještě vyšší úrovně lze pozorovat v odpoledních a večerních hodinách (Valdez, 2019). Nejlepší čas pro vykonávání reakčních testů je mezi 12. a 16. hodinou odpolední. Aktuální stav může ovlivňovat také únava, kdy podle Welforda (1968,1980) se reakční doba zpomaluje, když je subjekt unavený.

Oblast, která se zabývá reakčními schopnostmi, je velmi široká a je důležité mít na paměti, že existuje široké spektrum faktorů, které mohly výsledky ovlivnit. Problematika reakčních schopností u sportovců se sluchovým postižením není tolik řešena a dávána do popředí, jelikož skupinu osob a sportovců se sluchovým postižením tvoří minoritní část populace. Jsem přesvědčena, že má bakalářská práce může pomoci pochopit a prohloubit znalosti v oblasti reakčních schopností na různé typy podnětů u sportovce se sluchovým postižením a lépe pracovat s daným sportovcem v trenéřské praxi.

11 ZÁVĚRY

S pomocí testovacího systému Vienna Test System byly porovnány výsledky reakčních schopností mezi sportovci se sluchovým postižením a kontrolní skupiny ve dvou typech úloh: reakční test na základě zrakového podnětu (S1) a reakční test na základě sluchového podnětu (S2). Sportovci se sluchovým postižením měli kratší reakční dobu v testu na základě zrakového podnětu než kontrolní skupina. V testu na základě sluchového podnětu sportovci se sluchovým postižením zaostali za kontrolní skupinou a jejich reakční časy byly delší ve srovnání s kontrolní skupinou. Skupina sportovců se sluchovým postižením dosáhla v testu na základě zrakového podnětu průměrných výsledků a v testu na základě sluchového podnětu nadprůměrných výsledků v porovnání s referenčními hodnoty VTS.

Kratší reakční doba v testu na základě zrakového podnětu poukazuje na to, že osoby se sluchovým postižením mají větší zrakovou ostrost než osoby s normálním sluchem a dochází u nich k tendenci spoléhat více na zrak než na sluch. Výsledky poukazují na to, že sluchové postižení ovlivňuje reakční schopnosti sportovců na různé typy podnětů, které vyžadují jejich motorickou odpověď.

12 SOUHRN

Sluchové postižení je postižení smyslového charakteru, které ovlivňuje schopnost sportovce reagovat na daný stimul nejen ve sportu. V této bakalářské práci bylo hlavním cílem porovnání reakčních schopností ve dvou různých typech reakčních úloh na zrakové a sluchové podněty mezi sportovci se sluchovým postižením a kontrolní skupinou. K testování byl využit testovací systém Vienna Test System od společnosti Schuhfried. U skupiny sportovců se sluchovým postižením, kteří jsou tvořeni ve většině reprezentanty České republiky na mezinárodních soutěžích sluchově postižených, byla zjištěna jejich kratší reakční doba v testu S1 na základě zrakového podnětu a delší reakční doba v testu S2 na základě sluchového podnětu.

Výsledky mohou být novým impulsem pro nové poznatky reakčních schopností u osob se sluchovým postižením a zároveň výsledky mohou ocenit trenéři trénující sportovce se sluchovým postižením.

13 SUMMARY

Hearing impairment is a sensory impairment that affects an athlete's ability to respond to a given stimulus, not only in sports. The main aim in this bachelor thesis was to compare the reaction ability in 2 different types of reaction tasks on visual and auditory stimuli between athletes with hearing impairment and a control group. The tests used were the Vienna Test System from Schuhfried. In the group of athletes with a hearing impairment, most of whom represent the Czech Republic at international deaf competitions, it was found that they had a shorter reaction time in the S1 test based on a visual stimulus and a longer reaction time in the S2 test based on an auditory stimulus.

The results can be a new impulse for a new information in reaction ability of people with a hearing impairment. The results can be appreciated by coaches who train athletes with a hearing impairment.

14 REFERENČNÍ SEZNAM

- Aa, J. (2016). *Comparison between auditory and visual simple reaction times and its relationship with gender in 1 st year MBBS students of Jawaharlal Nehru Medical College*. <https://pdfs.semanticscholar.org/57da/bab18c25f44d0b5396ade545733863dc2fc3.pdf>
- Aslan, F., & Yücel, E. (2019). *Auditory Reasoning Skills of Cochlear Implant Users*. *The journal of international advanced otology*, 15(1), 70–76. <https://doi.org/10.5152/iao.2018.5400>
- Bagár, Z., & Kollár, A. (1986). *Praktická audiometria*. Osveta.
- Blahuš, P., Chytráčková, J., Čelikovský, S., & Měkota, K. (1990). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu (3. přepracované vydání)*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Borodulin-Nadzieja, L., Thannhäuser, J., Buldanczyk, A., & Jurecka, M. (1999) *Simple and differential reactions times in children with hearing sense disorders who grow up and develop in various environmental conditions*. *Journal of Human Kinetics*, 21 (2), 79-94.
- Carlton, L. G. (1981). *Processing visual feedback information for movement control*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(5). <https://doi.org/10.1037/0096-1523.7.5.1019>
- Coker C. A. (2018). *Motor learning and control for practitioners (4th edition)*. Routledge. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1554075>
- Çolakoğlu, M., Tiryaki, Ş & Morali, S. (1993). *Kontrasyon Çalışmaların Reaksiyon Zamani Üzerine Etkisi*. *Spor Bilimleri Dergisi*, 4(4), 32-47. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sbd/issue/16448/171643>
- Česká republika (1997). *Zákon č. 48/1997 Sb. Zákon o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. Zákony pro lidi*. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-48>
- Český deaflympijský výbor. (2022). *Stanovy spolku Český deaflympijský výbor, z.s.* <https://deaflympic.cz/wp-content/uploads/2022/10/Nove-stanovy-NEW-RULES.pdf>
- Čihák, R. (2016). *Anatomie (3., upravené a doplněné vydání)*. Grada.
- European Deaf Sport Organisation. (2012). *European Deaf Championships general regulation*. <https://www.edso.eu/wp-content/uploads/2018/03/EDSO-General-Regulations-2018-v3.0.pdf>
- European Deaf Sport Organisation. (2022). *Technical regulations futsal*. <https://www.edso.eu/wp-content/uploads/2023/04/EDSO-Futsal-Regulation-2022-Men-and-Women-update-01.10.2022.pdf>
- Fiala, P., Valenta, J., & Eberlová, L. (2015). *Stručná anatomie člověka*. Univerzita Karlova v Praze.

- Fukunaga, I., Oe, Y., Danzaki, K., Ohta, S., Chen, C., Shirai, K., Kawano, A., Ikeda, K., & Kamiya, K. (2021). *Modeling gap junction beta 2 gene-related deafness with human iPSC*. *Human molecular genetics*, 30(15), 1429–1442. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddab097>
- Gkouvatzis, A.N., Mantis, K., & Kambas, A. (2010). *Comparative Study of Motor Performance of Deaf and Hard of Hearing Students in Reaction Time, Visual-Motor Control and Upper Limb Speed and Dexterity Abilities*. *International journal of special education*, 25, 15-25.
- Hahn, A. (2018). *Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi (2., doplněné a aktualizované vydání)*. Grada Publishing.
- Hájek, J. (2012). *Antropomotorika*. Praha: Univerzita Karlova.
- Holmanová, J. (2002). *Raná péče o dítě se sluchovým postižením*. Septima.
- Horáková, R. (2011). *Surdopedie: texty k distančnímu vzdělávání*. Paido.
- Horáková, R. (2012). *Sluchové postižení: úvod do surdopedie*. Portál.
- Hrubý, J. (1998). *Kolik je u nás sluchově postižených? Speciální pedagogika*, 8(2), 5-20.
- International Committee of Sport for the Deaf. (2009, September). *Deaf World Championships – Regulations*. <http://www.ciss.org/icsd/deaf-world-championships-regulations>
- International Committee of Sport for the Deaf. (2018). *Audiogram regulations*. <http://www.deaflympics.com/audiogramform.php>
- Janura, M. (2011). *Biomechanika II.* Ostrava: Ostravská univerzita.
- Juha-Pekka, V. (2020). *Cochlear implant*. Tampere University Hospital. https://www.tays.fi/en-US/Services/Otorhinolaryngology/Cochlear_implant
- Kabátová, Z., & Profant, M. (2012). *Audiológia*. Bratislava.
- Kemp, B. J. (1973). *Reaction Time of Young and Elderly Subjects in Relation to Perceptual Deprivation and Signal-On versus Signal-Off Conditions*. *Developmental Psychology*, 8, 268-272.
- Kosinski, R. J. (2013). *A Literature Review on Reaction Time*.
- Kudláček, M. (2013). *Základy aplikovaných pohybových aktivit*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lejska, M. (2003). *Poruchy verbální komunikace a foniatrie*. Paido.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Hanex.
- Malhotra, V., Goel, N., Tripathi, Y., & Garg, R. (2015). *Exercise and reaction times*. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 4, 4277–4281. <https://doi.org/10.14260/jemds/2015/618>
- Marieb, E. and Hoehn, K. (2010) *Human Anatomy & Physiology. (8th edition)*. San Francisco: Pearson Education.
- Měkota, K. & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Státní pedagogické nakladatelství.

- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Univerzita Palackého.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Grada.
- Mukňšánblová, M. (2014). *Péče o dítě s postižením sluchu*. Grada.
- Murgia, A., Orzan, E., Polli, R., Martella, M., Vinanzi, C., Leonardi, E., Arslan, E., Zacchello, F., Taylor, G. R., Heyning, C. M. van de, Fransen, E., Rowland, J., Cucci, R. A., Smith, R. J. H., & Camp, G. van. (2001). *Cx26 deafness: mutation analysis and clinical variability*. *Journal of Medical Genetics*, 36(11), 829–832. <https://doi.org/10.1136/jmg.38.8.515>
- Neubauer, K. (2018). *Kompendium klinické logopedie: diagnostika a terapie poruch komunikace*. Portál.
- Novák, M. (2017, May 17). *Statistiky počtu osob se sluchovým postižením*. Česká unie neslyšících, z.ú. <https://www.cun.cz/cs/blog/2017/05/17/statistiky-poctu-osob-se-sluchovym-postizenim/>
- Orel, M., & Facová, V. (2010). *Člověk, jeho smysly a svět*. Grada.
- Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla: pro humanitní obory*. Grada.
- Otová, B., Mihalová, R., & Bobková, K. (2020). *Základy biologie a genetiky člověka (2. vydání)*. Univerzita Karlova.
- Peterson, D. C., Reddy, V., & Hamel, R. N. (2022). *Neuroanatomy, Auditory Pathway*. StatPearls Publishing.
- Prieler, J. (2011). *Manuál: Reakční test*. Schuhfried.
- Psotta, R. (2016). *Antropomotorika: motometrie, motorická koordinace*. Univerzita Palackého.
- Schmidt, R.A. and Lee, T.D. (2005) *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. Human Kinetics, Champaign.
- Shelton, J., Kumar, G. P., Shelton, J., & Kumar, G. P. (2010). *Comparison between Auditory and Visual Simple Reaction Times*. *Neuroscience and Medicine*, 1(1), 30–32. <https://doi.org/10.4236/NM.2010.11004>
- Sladen, D. P., Tharpe, A. M., Ashmead, D. H., Wesley Grantham, D., & Chun, M. M. (2005). *Visual attention in deaf and normal hearing adults: effects of stimulus compatibility*. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR*, 48(6), 1529–1537. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2005/106\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/106))
- Slager, H. K., Jensen, J., Kozłowski, K., Teagle, H., Park, L. R., Biever, A., & Mears, M. (2019). *Remote Programming of Cochlear Implants*. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 40(3), e260–e266. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002119>

- Song, J. J. (2007). *Cochlear Implant*. Journal of the Korean Medical Association, 50(9), 825.
<https://doi.org/10.5124/JKMA.2007.50.9.825>
- Soto-Rey, J., & Pérez-Tejero, J. (2015). *Evaluation of visual reaction time in sprinters with hearing impairment: A pilot study Impact of cognition on sport proficiency*.
<https://www.researchgate.net/publication/282888426>
- Soto-Rey, J., Pérez-Tejero, J., Rojo-González, J. J., & Reina, R. (2014). *Study of reaction time to visual stimuli in athletes with and without a hearing impairment. Perceptual and motor skills*, 119(1), 123–132. <https://doi.org/10.2466/22.15.PMS.119c18z9>
- Straus, J. (2010). *Prodloužení reakční doby v závislosti na hladině alkoholu*.
http://www.modresvetlo.cz/PDF/Prodlou%C5%BEen%C3%AD_reak%C4%8Dn%C3%AD_doby_v_z%C3%A1vislosti_na_hladin%C4%9B_alkoholu.pdf
- Valdez P. (2019). *Circadian Rhythms in Attention*. The Yale journal of biology and medicine, 92(1), 81–92.
- Valvoda, J. (2007). *Nedoslychavost*. Medicína pro praxi, 514-518.
<https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/12/07.pdf>
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Human Kinetics.
- Welford, A. T. (1968). *Fundamentals of Skill*. Methuen.
- Welford, A.T. (1980). *Choice reaction time: Basic concepts*.
- World Health Organization (2022, March 22). *Deafness*. <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/deafness>
- Yagi, Y., Coburn, K. L., Estes, K. M., & Arruda, J. E. (1999). *Effects of aerobic exercise and gender on visual and auditory P300, reaction time, and accuracy*. European journal of applied physiology and occupational physiology, 80(5), 402–408.
<https://doi.org/10.1007/s004210050611>
- Zvonař, M., & Duvač, I. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Masarykova univerzita.