UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Jáchym Kolář

Využití eliminace sluchového vnímání u motorické aktivity

Diplomová práce

Praha 2020

Autor práce: **Bc. Jáchym Kolář**

Vedoucí práce: **prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D.**

Oponent práce: **Mgr. Zuzana Suzan**

Datum obhajoby: **2020**

Bibliografický záznam

KOLÁŘ, Jáchym. *Využití eliminace sluchového vnímání u motorické aktivity*. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020. 79 s. Vedoucí diplomové práce prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D**.**

Abstrakt

Tato diplomová práce se zaměřuje na význam a důležitost lidských smyslů – zejména sluchu a zraku – pro co nejkvalitnější provedení motorické aktivity. Teoretická část přináší shrnutí poznatků o vlivu sluchu a zraku na pohyb člověka a vyvolání změn v těle při eliminaci (deprivaci) některého ze smyslů. Dále v této části stručně informujeme o vzájemném vztahu zraku a sluchu, ideomotorických funkcích, sluchové deprivace a v neposlední řadě se snažíme poukázat na možnosti a význam terapie neuro-vizuálního komplexu. Hlavním cílem praktické části je prokázat vliv sluchu na motorický projev testovaných probandů. Vedlejším cílem praktické části je zjištění vlivu kvality zrakové percepce na motorický projev a zda může dojít k okamžitému zintenzivnění zrakové percepce za sluchové deprivace.

Metodika: V rámci hlavního cíle praktické části jsme otestovali 77 probandů (průměrný věk 17,13; SD ± 4,93) při tenisové hře za standartních podmínek a za podmínek se sluchovou eliminací. Pro objektivizaci ideálního provedení tenisového úderu jsme použili senzor Zepp Tennis 2, který nám určoval procentuální úspěšnost odehrání středem hlavy rakety za standartních podmínek a při sluchové deprivaci. Hodnoty pro vedlejší cíle práce byly zajištěny prostřednictvím kompletního zrakového screeningu (vyšetření na přístroji DNEye Scanner 2+, Senaptec, Neurotracker), kterého se účastnilo 5 probandů. Výsledky byly následně porovnány s výsledky naměřenými senzorem Zepp Tennis 2 v hlavní části práce.

Výsledky: Statisticky bylo signifikantně prokázáno, že při standartních sluchových podmínkách dochází k 1,4násobně větší šanci pro úspěšné odehrání míče. 75,32 % probandů vnímalo subjektivně hru s eliminací sluchu jako fyzicky náročnější. Na souboru 5 probandů, kteří prošli vyšetřením kvality zraku (zrakovým screeningem), jsme pozorovali zřejmou korelaci mezi kvalitou zraku a kvalitou prováděné motorické aktivity (v tomto případě tenisu). Signifikantně jsme neprokázali okamžité zintenzivnění zrakové percepce za sluchové deprivace.

Závěr: V rámci hlavní části práce jsme potvrdili, že sluchová percepce má signifikantní vliv na provedení motorické aktivity. Dále jsme pozorovali vliv kvality zrakové percepce na ideální provedení motorické činnosti, který však v důsledku nedostatečného množství probandů nemůžeme považovat za signifikantní výsledek.

Klíčová slova

Sluchová deprivace, tenis, senzomotorická integrace, zrakové vyšetření, akustická gnostická funkce, optická gnostická funkce

Bibliographical record:

KOLÁŘ, J. *The Use of Hearing Perception Elimination in Motoric Activity*. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine 2020. 79 p. Thesis supervisor prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D.

Abstract

This thesis focuses on the importance and significance of human senses – especially hearing and vision – in connection with a performance of a motor activity. The theoretical part brings a summary of knowledge about the influence of hearing and vision on human movements and the induction of changes in the body during the elimination (deprivation) of some of the senses. Furthermore, in this part we briefly inform about the mutual relationship between vision and hearing, ideomotor functions, an auditory deprivation and lastly, we try to point out the possibilities and importance of a neuro-visual complex therapy. The main goal of the practical part is to prove the influence of hearing on the motor expression of the tested probands. A secondary goal of the practical part is to determine the influence of the quality of a visual perception on a motor expression and whether there can be an immediate intensification of a visual perception during auditory deprivation.

Methodology: As a part of the main goal of the practical part, we tested 77 probands (average age 17.13; SD ± 4.93) while playing tennis under standard conditions and under conditions with an auditory deprivation. To objectify the ideal execution of a tennis stroke, we used the Zepp Tennis 2 sensor, which determined the percentage of a sweet spot under standard conditions and during the auditory deprivation. The data for the secondary objectives of the work were ensured through a complete visual screening (examination on the DNEye Scanner 2+, Senaptec, Neurotracker), which was attended by

five probands. These data were subsequently compared with the data measured by the Zepp Tennis 2 sensor as the main part of the thesis.

Results: It was statistically significantly shown that under the standard auditory conditions there is a 1.4 times greater chance of a successfully playing the ball. 75.32% of probands subjectively perceived the game with hearing elimination as more physically demanding. In a group of 5 probands who underwent an examination of the quality of the vision (visual screening), we observed an obvious correlation between the quality of vision and the quality of the motor activity (in this case tennis). We did not significantly demonstrate an immediate intensification of the visual perception during the auditory deprivation.

Conclusion: In the main part of the work we confirmed that auditory perception has a significant effect on the performance of a motor activity. Furthermore, we observed the influence of the quality of the visual perception on the ideal performance of a motor activity, which, however, due to the insufficient number of probands, we cannot consider as a significant result.

Keywords

Auditory deprivation, tennis, sensorimotor integration, visual examination, acoustic gnostic function, optical gnostic function

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D.**,** uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 11. 5. 2020 Bc. Jáchym Kolář

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat všem testovaným probandům, kteří byli ochotni účastnit se měření a všem tenisovým trenérům, kteří testování umožnili. Obrovské poděkování patří panu Bc. Ondřeji Augustovi a panu Radovanu Knapovi ze společnosti DynaOptic, s jejichž pomocí bylo provedeno měření zraku, bez něhož by práce nemohla vzniknout. Panu Mgr. Janu Kislingerovi děkuji za pomoc se statistickým zpracováním výsledků. Největší poděkování však patří panu prof. PaedDr. Pavlu Kolářovi, Ph.D. za odborné vedení této práce, cenné rady a konzultace k tématu.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK **9**

ÚVOD **10**

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ **12**

1.1 SLUCH A POHYB 12
1.1.1 Sluchová percepce 12
1.1.2 Ontogeneze sluchu 13
1.2 ZRAK A POHYB 14
1.2.1 Zraková percepce 14
1.2.2 Funkce okohybných svalů 15
1.2.3 Postnatální ontogeneze zraku 16
1.2.4 Parametry hodnotící kvalitu zraku 18
1.2.5 Příklady využití zrakového screeningu ve světě sportu 19
1.2.6 Neuro-vizuální trénink 20
1.3 SENZORICKÁ INTEGRACE 21
1.3.1 Senzomotorická integrace a proces motorického učení 21
1.3.2 Vztah zraku a sluchu 23
1.4 IDEOMOTORICKÉ FUNKCE 23
1.4.1 Optická a sluchová gnostická funkce 24
1.5 SMYSLOVÁ DEPRIVACE 25
1.5.1 Sluchová deprivace 25
1.5.2 Neuroplasticita při smyslové deprivaci 26
1.6 IDEÁLNÍ PROVEDENÍ TENISOVÉHO ÚDERU 27

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY **28**

2.1 CÍLE PRÁCE 28
2.2 DÍLČÍ CÍLE 28
2.3 HYPOTÉZY 28
2.3.1 Hypotéza H1 28
2.3.2 Hypotéza H2 28
2.3.3 Hypotéza H3 28
2.3.4 Hypotéza H4 28

3 METODIKA PRÁCE **29**

3.1 METODIKA HLAVNÍ ČÁSTI PRÁCE 29
3.1.1 Charakteristika souboru 29
3.1.2 Objektivizace ideálně provedeného tenisového úderu 29
3.1.3 Průběh testování hry za standartních podmínek a při sluchové eliminaci 30
3.1.4 Subjektivní hodnocení testovaných 31
3.1.5 Statistické zpracování dat hlavní části práce 32
3.2 METODIKA VEDLEJŠÍCH CÍLŮ PRÁCE 32
3.2.1 Charakteristika souboru 32
3.2.2 Kompletní zrakový screening 33
3.2.3 Statistické zpracování dat vedlejší části práce 36

4 VÝSLEDKY **37**

4.1 VÝSLEDKY HLAVNÍ ČÁSTI PRÁCE 37
4.1.1 Rozdíl motorické aktivity za standartních podmínek a při sluchové deprivaci 37
4.1.2 Subjektivní vnímání intenzity zátěže 38
4.2 VÝSLEDKY VEDLEJŠÍCH CÍLŮ PRÁCE 41
4.2.1 Zrakový screening 41
4.2.2 Shrnutí vedlejších cílů práce 55
4.3 POHYBOVÁ ANIMACE FÁZÍ V JEDNOM CYKLU 57
4.4 VYHODNOCENÍ HYPOTÉZ 57
4.4.1 Hypotéza H1 57

4.4.2 Hypotéza H2 ... 58
4.4.3 Hypotéza H3 ... 58
4.4.4 Hypotéza H4 ... 58

5 DISKUZE ... 59

5.1 DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI ... 59
5.1.1 Množství dostupné literatury ... 59
5.2 DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI ... 60
5.2.1 Vliv eliminace sluchu na motoriku ... 60
5.2.2 Stanovené proměnné a homogenita souboru ... 61
5.2.3 Korelace kvality zraku a vytvoření nových pohybových vzorů ... 61
5.2.4 Využití eliminace sluchu ... 62
5.2.5 Využití neuro-vizuálního tréninku ... 64
5.3 LIMITY PRÁCE ... 64

ZÁVĚR ... 66

REFERENČNÍ SEZNAM ... 67

SEZNAM PŘÍLOH ... 75

PŘÍLOHY ... 76

SEZNAM ZKRATEK

D – dioptrie

DCD – Developmental Coordination Disorders

DNS – Dynamická neuromuskulární stabilizace

JBV – binokulární vidění

Sek – sekunda

SNR – Signal to Noise Ratio

ÚVOD

V dnešní době se všechny obory napříč lékařským spektrem předhánějí, jak docílit zlepšení fyzických a psychických parametrů jedince, a tím pádem navýšit jeho tzv. potenciál pro úspěch. Potenciál je však pouze forma předpokladu pro úspěšnost daného jedince. Aby tento předpoklad mohl být naplněn a využit, musí být také správně řízen. Doposud byla veškerá snaha o zvýšení potenciálního úspěchu zaměřena na zdokonalení lidského těla. Naše tělo je považováno za určitého vykonavatele výkonu. Vše je často soustředěno pouze na tzv. „sílu buňky“ a je zapomínáno, že i přestože je tělo sebelépe fyzicky připravené a zdatné pro naplnění a využití svého potenciálu, musíme zvládnout správně vyhodnotit a zpracovat množství vnějších a vnitřních vlivů. Tímto se dostáváme do roviny dovedností, které jsou hůře specifikovatelné, špatně měřitelné, a ne vždy zcela uchopitelné. Pohyb je utvářen souhrou informací z vnitřního prostředí lidského těla za současného propojení s informacemi z prostředí vnějšího. Vyšší úroveň sofistikované motoriky a jejího co nejideálnějšího provedení závisí na správné funkci mnoha systémů lidského těla. Souhra činností senzomotorických okruhů tak musí být neoddělitelnou složkou motorické aktivity (Dylevský, 2007; Jelínek, 2019).

Doposud se kvalitě percepce smyslů nepřikládala taková váha. Přitom dle Kördinga a Wolperta (2004) a jejich konceptu zvaném tzv. Bayesiánská teorie jsou smysly pro pohyb zcela zásadní. Bayesiánská teorie vysvětluje princip spolupráce CNS a motoriky člověka. Na základě informací ze smyslových vstupů spolu s již získanými zkušenostmi mozek určuje pravděpodobnosti, díky kterým pak provede korigovanou motorickou odpověď. V dnešním světě, kdy ve sportovním výkonu často rozhodují o úspěchu milimetry, setiny, či desetiny bodů a fyzická připravenost vedoucích sportovců dosahuje maxima, se dostáváme do fáze, kdy jakékoliv další zlepšení může rozhodovat o úspěchu. Zde přichází v potaz potenciální velké pole působnosti v oblasti zlepšení smyslové percepce sportovce, která má na motorický projev, jak již bylo výše zmíněno dle Kördinga a Wolperta (2004), zásadní vliv.

Snahou této diplomové práce bylo prokázat, jak velký význam mají pro ideální provedení motorické aktivity lidské smysly a smyslové modality. Dokázat, že kvalitní schopnost zpracování vnější informace předurčuje jedince k možnosti lépe provést motorickou aktivitu. Tento cíl se pokusíme potvrdit prostřednictvím objektivizace vlivu sluchu na prováděnou motorickou aktivitu u tenistů. Dále se pokusíme zjistit, zda lepší zraková percepce jednotlivce předurčuje k lepším sportovním výkonům.

Byť se v diplomové práci snažíme prokázat vliv smyslové percepce na motoriku u tenistů, práce není cílena pouze na sportovce. Snahou této diplomové práce je také, mimo jiné, poukázat na možnosti zlepšení smyslové percepce u zcela běžných pacientů v klinické praxi.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Sluch a pohyb

Míra ovlivnění pohybu sluchovým aparátem není zcela objasněnou věcí. Kvalitě sluchového aparátu a spíše schopnosti kvalitního zpracování akustických informací ve vztahu k motorice přikládá velký význam Kolář (2016) ve svých přednáškách pojednávajících na téma gnostických funkcí. Propojení sluchového aparátu a jeho vlivu na posturální aktivitu se také věnovali Lubetzky a kol. (2020). Uvědomují si společnou činnost sluchového a vestibulárního aparátu, o které pojednává i Fajstavr (in Máček, Radvanský et al., 2011). Ze studie Lubetzky a kol. (2020) tímto vzešel apel na uvědomění si propojení sluchového aparátu a případných rovnovážných poruch s možným rizikem pádu. Upozorňují však na nedostatek své studie v rámci nepoužití akustických podnětů každodenního života. Tyto akustické podněty by podle nich měli mít vliv na posturální aktivitu.

1.1.1 Sluchová percepce

Zpracování a přenos sluchové informace je zajištěno pomocí hlemýždě, ze kterého vychází nervová vlákna. Nervová vlákna po celé délce sluchové dráhy udržují přesnou prostorovou orientaci. Projekce do sluchové kůry je velice podobná projekci somatosenzorické. Stejně, jako je tomu u zrakové kůry, tak i zde neurony reagují významně až na podněty komplexního rázu. Mezi komplexní podněty pro sluch řadíme např. formy projevů komunikace, či ostatní biologicky významné zvukové podněty (Kitnar, 2011).

Jednou z výsledných funkcí správné a ideální sluchové percepce je orientace v prostoru. Pomocí zkřížené projekce z obou uší, která je vedena do mozkové kůry, vzniká prostorová orientace. Do každého ucha dopadá odlišná intenzita signálů z vnějšího prostředí. Na základě přijatých rozdílů intenzit a následně vzniklého fázového posunu je člověk posléze schopen určit směr, odkud daný signál přišel nebo stále přichází, a to s velkou přesností. Na percepci zvukových podnětů z vnějšího prostředí přímo reaguje skrze retikulospinální dráhu motorický systém a provádí motorické odpovědi na zaznamenaný podnět (Kitnar, 2011; Čihák, 2011).

Dle Kitnara (2011) je sluchový aparát chráněn pomocí tzv. akustického reflexu, který je vyvolán oboustranným stahem středoušních svalů. Stah vzniká reakcí na sluchový podnět. Vláskové buňky jsou uložené v Cortiho orgánu a díky schopnosti měnit svoji délku modulují vnímání zvuku (Mysliveček, 2009). Tyto buňky však spadají do kategorie buněk, které se během života neobnovují, případná ztráta sluchu je tedy nevratná. Akustický reflex je tímto způsobem schopen bubínek a vnitřní ucho chránit před zevními vlivy o nebezpečně vysoké intenzitě, které jsou pro sluchový aparát škodlivé až destruktivní. Stejný ochranný reflex využívá i oko – jedná se o tzv. zornicový reflex (Kitnar, 2011).

1.1.2 Ontogeneze sluchu

Vývoj sluchové percepce započíná již v prenatálním období. Od 5. měsíce intrauterinního vývoje je plod skrze prostředí amniové tekutiny schopen vnímat modifikované sluchové vjemy jak z vnějšího, tak z vnitřního prostředí. Od 6. měsíce reaguje diferencovanými pohyby na jemu známé zvukové podněty, jako například lidské hlasy, hudbu apod. Po narození nejdříve novorozenec reaguje na zvukové stimuly neurčitými pohyby, postupně ale začíná rozlišovat stimuly jemu příjemné a nepříjemné, na které motoricky adekvátně reaguje. Od 3. týdne postnatálního vývoje dokáže reagovat na známý hlas, nejčastěji hlas matky. V kojeneckém období se dítě naučí rozlišovat hlas konkrétní osoby, kterou pak dokáže poznat bez vizuální percepce. Předpoklad správné funkce sluchového vnímání přímo ovlivňuje kvalitu a schopnost řeči (Zelinková, 2015).

Je nutné zmínit, že nynější doba je pro děti z hlediska zdravého, fyziologického rozvoje a diferenciace sluchu velmi nevhodná. Děti jsou obklopeni nadmírou zvukových podnětů, které však v tomto množství nejsou schopny zpracovat. Na nastalou situaci pak jedinci reagují nezájmem o zvukový stimul a odvykají si tyto akustické vjemy vnímat. Důsledkem je zhoršení funkce rozpoznávání a rozlišování nejjemnějších akustických podnětů. Pro nadmíru hluku byl v literatuře a zdravotnictví zaveden pojem „akustický smog“ (Zelinková, 2015; Kutálková, 2005).

1.2 Zrak a pohyb

Zrak je v rámci pohybových aktivit přímo závislý na současné koordinaci s dalšími smysly. Zrakový vjem kooperuje především se smyslovými orgány a orgány pro určování polohy a pozice v prostoru. Existuje tzv. rovnovážný model vidění, který je výsledkem tří systémů:

- Řídícího
- Okohybného
- Fúzního

Řídící systém je složen z centrální a periferní složky, okohybný je podmíněn sakadickými pohyby oka a poslední, fúzní, má na starost akomodaci a konvergenci čočky. Pokud nefunguje spolupráce těchto systémů, následují poruchy orientace a stability. Aby mohlo vše fungovat v kvalitním a fyziologickém vzoru, musí být nastavena správná anatomická struktura a fyziologická funkce celé nervové soustavy a oka (Brůnová in Máček, Radvanský et al., 2011).

Role zrakového systému v mechanismu motorického učení je v poslední době častým předmětem výzkumů. Vnímání pomocí zraku je nedílnou součástí pro správné vedení pohybu ve vztahu k reakci na zevní prostředí (Kolář, Smržová, Kobesová, 2011).

Pro pohyb a jeho ideální provedení využíváme především složku hloubkového vidění, které napomáhá tělu ve správné orientaci v trojrozměrném prostředí. Zrak umožňuje rozlišení tvarů, vzdáleností a během motorické činnosti koriguje správnou a přiměřenou odpověď motorického systému na zevní podněty. Umění rozlišit popředí od pozadí je využíváno převážně v pohybových aktivitách, při kterých je potřeba správný úder, chycení a sledování předmětu. Je bezesporu nutné získané zrakové vjemy dále koordinovat s motorickými funkcemi (Kolář, Smržová, Kobesová, 2011; Brůnová in Máček, Radvanský et al., 2011).

1.2.1 Zraková percepce

Nejdůležitějším smyslem pro člověka je zrak. Pomocí zraku přijímáme podle Myslivečka (2009) až 90 % všech informací kolem nás, Kittnar a kol. (2011) uvádí

hodnotu 70 %. Pro ilustraci dokonalé evoluce lidského oka nám může posloužit srovnání lidské sítnice např. se sítnicí morčete. Naše sítnice je schopna během jedné sekundy přenést množství až 8,75 megabitů, zatímco sítnice morčete je schopna přenést pouze 875 kilobitů, což je výrazně méně (Mysliveček, 2009).

Základem zpracování vizuální informace je percepce signálu fotonů viditelného spektra. Zrakový systém je složen z těchto částí:

- Optický aparát oka – rohovka, čočka, sklivec, komorové vody. Můžeme sem řadit i ciliární svaly pro zakřivení čočky, okohybné svaly pro polohování oční bulvy a mm. sphincter et dilatator pupillae – svaly regulující dopad světla na sítnici;
- Fotoreceptory sítnice;
- Optické dráhy, které zajišťují přenos informací do mozkové kůry;
- Korové zrakové oblasti (Mysliveček, 2009).

Tyto složky, ze kterých je zrakový systém složen, dohromady vytváří mechanismy, kterými je sítnice schopná zpracovat vizuální informace. Předpokladem mechanismů je vytvoření funkcí:

- Identifikace pozorovaných objektů (percepce tvarů, kódování barevných informací);
- Lokalizace předmětu v trojrozměrném prostoru;
- Detekce pohybu v prostoru (Mysliveček, 2009).

1.2.2 Funkce okohybných svalů

Pohyb očních bulev je zajištěn díky spolupráci šesti okohybných svalů. Úkolem okohybných svalů je zaměřit zrak na objekt v takové poloze, aby výsledný obraz dopadal do místa žluté skvrny na sítnici. Obraz je pak, i při pohybech těla a hlavy, udržován na tomto místě pro nejlepší možné následné zpracování. Svaly spolupracují vždy v páru a protichůdném směru. Když jeden sval vychyluje bulbus laterálně, druhý na to reaguje ve směru mediálním. Oči spolupracují vzájemně a pohyby jsou vždy provázány. Svaly jsou aktivovány malými motorickými jednotkami a generují vysoký stupeň výkonnosti. Jejich výslednou funkcí je zajištění výběru objektu a jeho následné sledování. Při snaze o sledování objektu v pohybu se tento děj uskutečňuje za přítomnosti řízení z vestibulárního centra (Kitnar, 2011).

1.2.3 Postnatální ontogeneze zraku

Kvalita a schopnost zrakové percepce nejsou rozhodně po celý život stejné. S přibývajícími roky, zvláště pak v seniorském období, již zrak a kvalita jeho percepce a zpracování není tak ideální jako u mladých lidí. Daleko zajímavější a kontroverznější je však otázka, kdy můžeme považovat zrak za dokonalý a kdy je jeho vývoj ukončen. Tedy v jaké fázi života vidíme za ideálních podmínek nejostřeji do dálky a na blízkou vzdálenost, jak kvalitně jsme schopni přeostřovat zrak z jednotlivých předmětů a další kvalitativní atributy, ale i třeba propojení zrakových vjemů s postupně zrající mozkovou kůrou a uvědomění si viděných podnětů.

Novorozenec přichází na svět s již vyvinutým zrakovým systémem, který se ale dále zdokonaluje. Po narození dokáže rozlišovat pouze tmu a světlo. Schopnost zrakové percepce a následně na ni navázaná motorická aktivita se rozvíjí se stádiem optické fixace. 50 % dětí začíná opticky fixovat v období 4. týdne postnatálního vývoje. Fixace je ze začátku vždy spjata s osobou pro dítě dobře známou. Oční kontakt je zprvu krátký, často doprovázený úsměvem. Pro správnou optickou fixaci musí dítě zaujmout vhodnou atitudu, tedy adekvátní motorické zaujetí polohy. Adekvátní poloha je důležitá z toho důvodu, aby bylo dítě dostatečně stabilní a mohlo sledovat a fixovat daný objekt. V poloze na zádech je tento vývojový model nazýván „šermíř“. Šermíř tvoří následně opěrnou bázi pro jakýkoliv vzniklý izolovaný fázický pohyb (Skaličková-Kováčiková, 2017).

V 6. týdnu postnatálního vývoje opticky fixuje v poloze šermíře 75 % dětí. Oční kontakt v šestém týdnu je spjatý s prvotní aktivitou zevních rotátorů jak na horních, tak na dolních končetinách. Postupně vzniká synergie velkých svalových skupin: zevních rotátorů, adduktorů a abduktorů při vzájemné koaktivaci s ventrální a dorzální muskulaturou. Oční kontakt je v tomto období snahou dítěte o uchopení předmětu, protože motorickou aktivitou toho ještě není schopno – využívá tedy tzv. „uchopení očima“. Na základně polohy šermíře se u dítěte vyvíjí příprava pro úchop pomocí horních končetin. Při fyziologickém psychomotorickém vývoji je oční kontakt (fixace) přítomen u 100 % zdravých dětí do 8. týdne postnatálního vývoje (Skaličková-Kováčiková, 2017).

Batolecí věk (mezi 1-3 roky) je charakterizovaný schopností dítěte rozeznat osoby a předměty nezávisle na předchozích zkušenostech, které má s nimi zafixované. Osobu

dokáže rozeznat i bez rozlišení obličeje ve chvíli, kdy vidí alespoň její obrys. Známé předměty je schopné rozpoznat i pokud se nachází na jiném místě než doposud, či dokonce na obrázku v knize (Zelinková, 2001; Pokorná, 2001).

Předškolní období (do 6 let) je provázeno schopností vnímat globální obraz kolem sebe. Dítě ještě nedokáže rozpoznávat detaily, ale soustředí se převážně na výrazné podněty, které ho dokážou zaujmout v aktuálním čase. S postupným rozvojem myšlení nastává i rozvoj vizuální percepce, kdy se dítě učí rozpoznávat detaily kolem a vztahy mezi nimi. Ty si dává do souvislosti s nasbíranými zkušenostmi s dopomocí vlastní inteligence. S nástupem do školy nastává poslední „základní“ fáze vývoje zraku. Ve chvíli, kdy by vývoj probíhal patologicky, nebylo by dítě schopné (bez adekvátní korekce zraku) ve škole procházet novým procesem učení. Zrak začíná být citlivý na drobné detaily a roste schopnost analýzy přijatých informací. Rozvoj jemné motoriky pak podmiňuje i vizuálně motorickou souhru (Zelinková, 2001; Pokorná, 2001).

Při nástupu do školy, v drtivé většině v šesti letech, by měl být vývoj zraku kompletně ukončen. Na přesné informaci, kdy je zrak finálně dovyvinutý, se však dostupná literatura neshoduje. Dle Zobanové (1997) je fyziologický vývoj zraku ukončen mezi 4. - 6. rokem, a to schopností zafixování, kooperací binokulárního vidění a orientací v prostoru pomocí zraku. Dostálek (2016) uvádí jako konečnou fázi rozvoje binokulárního vidění hranici 6. roku. Štrofová a Teplanová (2014) pak hranici ukončení vývoje prostorového vidění posouvají na dobu mezi 6.-8. rokem. Do vývoje zraku bychom měli určitě zařadit i schopnost barvocitu, který nepřímo ovlivňuje zrakovou ostrost. Dle německé studie Tamma a Ohlmana (2012), ve které píší o vývoji struktur v oční bulvě, dozrávají tyčinky až ve třinácti letech. Výsledky americko-izraelské studie pojednávají o vývoji zraku až do čtrnácti let. Kimchi, Hadad, Behrmann a Palmer (2005) disponovali ve svém projektu skupinou testovaných ve věku mezi 5-23 lety. Probandi byli podrobeni testům zkoumajících rychlost vyhledávání objektů pomocí zraku. Dle výsledků studie začínají velice obstojně vnímat různé kontrasty v prostoru děti ve věku 5-10 let, ale kvalitě a úrovni dospělého finálně dosáhnou až mezi 10. a 14. rokem.

Vzhledem k značně odlišným dostupným informacím o konečném vývoji zraku nelze tedy s jistotou určit, ve kterém věku jsme schopni zrak, co se jeho vývoje týče, považovat za dokonalý.

1.2.4 Parametry hodnotící kvalitu zraku

V kapitole parametry hodnotící kvalitu zraku se pokusíme ve stručnosti popsat a nastínit hodnotící měřítka, které byly využity v praktické části během zrakového screenigu. Řadíme sem parametry, kterými jsou: zraková ostrost, motilita očí, vergenční systém, vergenční flexibilita a akomodační flexibilita.

Zraková ostrost (vízus) je základní podmínkou určující kvalitu zraku. K určení její hodnoty se používá tzv. Snellenova tabule, kde fyziologická hodnota ostrosti odpovídá hodnotě 1.0 (Anton, 2004).

Vymyslický (2011) udává, že motilita očí je testována pomocí binokulární fixace terapeutova prstu očima vyšetřovaného. Vyšetřovaný následuje s pomocí oční fixace prst terapeuta. Pohyby prstu jsou vedeny do krajních poloh ve všech směrech. Vymyslický (2011) testem na motilitu očí ozřejmuje spolupráci okohybných svalů a schopnost optické fixace předmětu. Rozsah pohybu hodnotíme v procentech.

Pomocí vergenčního (fúzního) systému a jeho správné aktivace, která je zajištěná funkčně okohybnými svaly, jsme schopni udržet oči ve vzájemné pozici tak, aby mohli ideálně spolupracovat. Výsledkem vergenčního systému je binokulární fixace na předměty v různé vzdálenosti. Systém je složen z konvergence (addukce očí) a divergence (abdukce očí). Poruchy vergenčního systému se projevují jako rozmazání výsledného obrazu při přechodu z blízka do dálky a naopak. Častěji se s poruchami setkáme u pacientů v dětském věku a u seniorů. Hodnoty fúzních rezerv se určují dle bodu rozostření, bodu rozdvojení a bodu opětovného spojení. Maximální bod konvergence se určuje v centimetrech od očí vyšetřovaného (Brune, Eggenberger, 2018; Kříž, 2016).

Vyšetření vergenční flexibility, díky kterému dokážeme ohodnotit vytrvalost a přesnost fúzní vergence, se provádí pomocí tzv. flipperu. Vyšetřovaný musí být schopen skrze flipper ostře přečíst slovo. Během vyšetření se počítá, kolik je vyšetřovaný schopen provést cyklů za jednu minutu, přičemž jeden cyklus je roven dvěma otočením flipperu (Vymyslický, 2011).

Vymyslický (2011) dále udává, že akomodační flexibilita je ukazatelem rychlosti, vytrvalosti a kvality akomodace. Vyšetření se provádí zvlášť pro každé oko a binokulárně. K měření se opět používá flipper s hodnotami +2 D a -2 D. Hodnotíme taktéž počet správně provedených cyklů za jednu minutu.

1.2.5 Příklady využití zrakového screeningu ve světě sportu

Od roku 1992 provádí Louis Rosenbaum výzkum s prvoligovými americkými baseballisty týmu Los Angeles Dodgers. Výzkum je zaměřený na zrakovou ostrost, dynamickou zrakovou ostrost (detaily pohybujícího se objektu), kontrastní citlivost (rozlišení jemných tvarů) a stereo-ostrost (detekce rozdílů v jemné hloubce). Z výzkumu lze usuzovat, že kvalita zrakové percepce může být jedním z faktorů, které jedince předurčují k neobyčejně dobré kvalitě provedení motorické činnosti (Rosenbaum, 2010).

Výsledky prvoligových hráčů testovaných ve studii mnohdy převyšovaly fyziologické hodnoty běžné populace. Vyšetření u běžné populace pomocí Landoltových kruhů (= optotypy sloužící k vyšetření zrakové ostrosti), které hodnotí vzdálenost, ze které ještě dokážeme rozeznat rozdíl mezi písmeny "O" a "C", se provádí standartně do škály 20/15. Výsledek 20/15 nám stanovuje, že testovaný je ještě schopen rozeznat písmeno "O" a "C" ze vzdálenosti přibližně šesti metrů. Hráči však při vyšetření Landoltovými optotypy diametrálně převyšovali fyziologické normy tohoto vyšetření. Za hranicí teoretické zrakové ostrosti je považován výsledek 20/8, přesto této hranice dosáhlo několik testovaných hráčů. Polovina týmu pak dosahovala hodnoty 20/10, která je taktéž považována za výrazně nadprůměrnou (Rosenbaum, 2010; Laby, Kirschen 2019).

V návaznosti na prezentovanou studii dostali její autoři pravomoc na základě výsledků zrakového screeningu zvolit hráče z nižší ligy, kteří budou dosazeni do prvoligového týmu Los Angeles Dodgers. Autoři dle screeningu vybrali 2 nadprůměrné hráče, kteří byli doposud opomíjenými. Oba dva v následujících letech obdrželi cenu za nejlepší nováčky sezony a jeden z nich se stal dokonce nejlepším chytačem v historii americké baseballové ligy. Během následujících 4 let probíhajícího zrakového testování dosáhlo nadprůměrných výsledků 58 % baseballistů (Rosenbaum, 2010).

Dalším z příkladů využití, spíše již zrakové terapie nežli screeningu, je příklad tréninku fixace na barvu, který využili např. hráči kopané Manchesteru United. V rámci tréninku si oko zvyká na určitou barvu a dokáže ji pak lépe pozorovat. Hráči tento fakt využívají v rámci vizuálního tréninku, který následně převádějí do praxe tak, že se snaží hrát stále ve stejné sadě dresů stejné barvy. Stejná barva dresů jim pak napomáhá ke zlepšení periferního vidění a tím pádem k lepší orientaci na hřišti (Rudolf, 2011).

1.2.6 Neuro-vizuální trénink

Kvalita zraku je výrazně ovlivněna schopností očí předat mozku informaci o lokalizaci předmětů. Lokalizací jsou míněny informace o výšce, stranovém určení a vzdáleností objektů. Zaznamenání těchto informací je umožněno díky funkci tzv. binokulárního vidění. Jedná se o schopnost spolupráce obou očí – mozek přijímá informace z obou očí a výsledné informace spojí v jeden obraz, aby tak zabránil dvojitému vidění. Součástí binokulárního vidění je tzv. fúze, akomodace a konvergence. Zmíněné funkce dokážou v pohybu co nejrychleji korigovat směr očí a jeho zaostření na blízko a na dálku. Kvalitou těchto funkcí se v posledních letech zabývá obor sportovní optometrie, kde probíhá analýza a screening zraku. Následně je pak sestavena vizuální terapie určená přímo pro individualitu daného sportovce (Brůnová in Máček, Radvanský et al., 2011).

Neuro-vizuální terapie/trénink si dává za cíl zlepšení efektivity a kvality příjmu informací ze zrakového systému, a to tak, aby byl celý proces zpracování a vyhodnocení pro lidské tělo co nejvíce ekonomický (Brůnová in Máček, Radvanský et al., 2011).

1.2.6.1 Využití neuro-vizuálního tréninku v klinické praxi

Neuro-vizuální forma tréninku nemusí být nutně využívána pouze u sportovců. Při správné diagnostice problému a ideálně nastavené formě terapie jsme schopni působit i například v problematice u dětské populace. Dětští jedinci velmi často trpí různými formami dyslexií, které jim mohou bránit v osobním rozvoji. Scheiman a kol. (2018) dokázali ve své pilotní studii pomocí komplexní terapie, skládající se z očního screenigu a neuro-vizuálních testů, významně statisticky zlepšit výsledky tréninkových testů ve čtení u dětí s dyslexií ve věku 9 až 17 let.

Následně vzniklé a dlouhotrvající symptomy po stavu otřesu mozku jsou také jednou z mnoha indikací pro vizuální terapii. Gallaway, Scheiman a Mitchell (2017) prokázali zlepšení výsledných hodnot ve velké většině případů u pacientů po otřesu mozku, kteří léčbu dokončili.

Výsledky studie od Simpson-Jones a Hunt (2018) popisují kladný efekt vizuální terapie u pacientů po lehkém traumatickém poškození mozku. Využití hranolových brýlí a okulomotorického tréninku (= cílené cvičení očních pohybů) mělo v terapii pozitivní efekt na problémy se zrakem a bolesti hlavy u postižených pacientů.

1.3 Senzorická integrace

Plánování motoriky je podmíněno komplexností senzorické integrace. Pro ideální naplánování pohybu je nutná správná představa o vlastním obrazu těla, tedy tzv. body image. Pro vytvoření schématu obrazu těla v mozku je nezbytný příjem informací ze zrakového, hmatového, proprioceptivního a vestibulárního systému (Ayres, 1972).

Vztah mezi senzorickou integrací a pohybovou koordinací je v nynější době dle Koláře (2015) omezeně prozkoumanou sférou. Vyvstává zde mnoho otázek v rámci vzájemného ovlivňování a kompenzování funkcí jednotlivých smyslových modalit. Chybí zde však podložené, přesvědčivé podklady.

Předpokladem pro ideální provedení motorického úkonu je, mimo jiné, i adekvátně centrovaný kloub. Funkční centrace kloubu není statickou, nýbrž dynamickou polohou. Ačkoliv je hlavním prostředkem pro udržování co nejoptimálnější polohy svalový aparát, nejedná se pouze o tuto souhru. Je třeba poznamenat, že posturálně-lokomoční funkce jsou neoddělitelně ovlivněny také prostřednictvím aferentních vstupů (Kobesová, Kolář, 2014).

Význam smyslového aparátu pro motoriku popisuje i Véle (1997). Pro správné pochopení pohybu je dle Véleho (1997) potřeba akceptovat, že jeho provedení není pouze výsledkem motorické aktivity člověka. Nedílnou součástí je právě i aktivita smyslová. Aktivita smyslových receptorů spolu se svalovou soustavou totiž zásadní mírou provází a ovlivňuje každý pohyb, při kterém se tělo snaží udržet adekvátní rovnováhu v času a prostoru. Každý vjem vnímaný z okolí vstupuje díky smyslům do projevu lokomoce.

V případě, že nastane situace, kdy je vjem z vnějšího prostředí vyhodnocen smysly a jejich modalitami jako bolest, nastává změna v lokomoci i jejím průběhu. U některých jedinců však nemusí být tento bolestivý vjem vnímán pouze jako druh noceba. Trvá-li tato situace delší dobu, mění se tím na proces trvalý a může postupně zasáhnout až do správné symetrie vnímání vlastního těla. Výsledná asymetrie může mít poté za následek sekundární poruchy hybného systému (Véle, 1997).

1.3.1 Senzomotorická integrace a proces motorického učení

Na základě integrací proprioceptivních, vestibulárních, kožních, optických a sluchových informací probíhá v lidském těle proces, který nazýváme motorické učení. Na základě již zmíněných neurofyziologických vlivů, které tento proces a kvalitu jeho

průběhu podmiňují, může motorické učení vzniknout (Gibbs et al.,2007; Kirby, 2000; Polatajko, Cantin, 2005).

1.3.1.1 Dyspraxie

V případě jakéhokoliv narušení procesu senzomotorické integrace dojde ke znevýhodnění daných jedinců jak v rámci pohybu, tak v rovině psychosociální. Nedokonalá schopnost osvojení si pohybových dovedností je společností přijímána negativně. Motoricky omezení jedinci jsou následně označováni za nešikovné a často i bez kázně (Gibbs et al.,2007; Kirby, 2000; Polatajko, Cantin, 2005).

Výše zmíněný deficit v rámci motorického učení nazýváme dyspraxií. Největším úskalím této problematiky je její negativní promítnutí se do dospělosti a denního života jedinců, nikoliv jejich nemožnost stát se pohybově nadanými či vrcholovými sportovci (Kirby, 2000; Miyahara, Register, 2000).

Dyspraxie vyvinuta do formy DCD je považována za predispozici pro úrazy, degenerativní poruchy, entezopatie a další problémy zapříčiněné neideálním chronickým zatěžováním pohybového aparátu. I v případě reedukace pohybového projevu často dochází k jejich chybné interpretaci a opakování chybného provedení, které vede k recidivám obtíží spojených s touto diagnózou. Často se však setkáváme s jedinci, především dětskými, u kterých nedochází k porušení exekutivní složky ideomotorických funkcí, nýbrž složky gnostické (percepční). Těmto lidem chybí následně kvalitní základ pro představu plánu pohybu (Kirby, 2000; Miyahara, Register, 2000).

Z výše zmíněných důvodu je důležité dbát během preventivních prohlídek mimo jiné i na vyšetření gnostických funkcí a jejich integraci s pohybem. Chybný proces motorického učení a na jeho podkladě vzniklá dyspraxie s sebou nese zároveň značné psychosociální problémy, kvůli kterým se dítě může hůře začleňovat do kolektivu (Kirby, 2000; Miyahara, Register, 2000).

Studiem multisenzorických poruch a jejich dopadem na motoriku se zabýval Miller a kol. (2007). Zjistili, že jedinci s poruchou ideativních funkcí nejsou schopni provádět nově naučené pohybové vzory. Neustále tak využívají již dříve nabytá rigidní schémata pohybů a nejsou schopni je modifikovat.

Kolář, Smržová a Kobesová (2011) se domnívají, že smysluplná, dobře zacílená terapie má pozitivní efekt na budoucnost dítěte, které v mládí trpělo některou z forem dyspraxie. Za efektivní považují jakoukoliv formu terapie – výsledný efekt je totiž vždy

příznivější nežli výsledek bez terapie. Za stimulační aktivity se považují kolektivní sporty, méně doporučované jsou sporty individuální, jednostranné a stereotypní, kde jsou kladeny vysoké nároky na motorické dovednosti a koordinaci pohybu.

Propojení očního aparátu a motorického učení je nyní předmětem mnoha studií. Kolář, Smržová a Kobesová (2011) ve svém článku poukazují na velkou propojenost diagnózy DCD (Developmental Coordination Disorders) a poruch zrakové percepce. Tito pacienti dětského věku trpí často problémy se správnou integrací informací ze zrakového systému a vizuálně-prostorového motorického učení. Podle výsledků studie Crawforda a Deweye (2008) zatím není zcela jasné, zda problémy se zrakem ovlivňují správný vývoj motorického učení, nebo naopak, zda chybný mechanismus motorického učení negativně ovlivňuje zrak.

1.3.2 Vztah zraku a sluchu

Při správném propojení signálů ze zraku a sluchu dokáže mozek využít vizuální informace k lepšímu zpracování podnětů vnímaných sluchovým aparátem. Studie, která se zabývala zkoumáním mozku primátů, prokázala, že pohyby očí modulují i samotné sluchové zpracování. Ušní bubínek a jeho pohyby korelovaly s pohyby očí – pokud se hýbaly oči, hýbal se i bubínek. Vzájemná pohybová propojenost očí a bubínku nezávisela na přítomnosti zvukového stimulu z vnějšího prostředí. Čím více a rychleji se oči pohybovaly, tím výrazněji se pohyboval ušní bubínek. Směr pohybu, pro upřesnění, probíhá opačně – tedy pokud se oči pohybují doleva, bubínek se pohybuje doprava a naopak (Gruters et al.,2018; Groh et al., 2001)

1.4 Ideomotorické funkce

Pomocí ideomotorických funkcí je lidské tělo schopno řešit motorické úkoly, které zároveň dokáže korigovat za účelem představy praktického úkolu. Tyto funkce můžeme rozdělit do tří částí. První a nejpodstatnější částí pro tuto diplomovou práci je část ideativní, neboli gnosticko-percepční. Komplexní činností této části jsme schopni vytvořit plán a představu pohybu. Díky ní jsme schopni porozumět vlastnímu tělu a pohybu a umět s ním pracovat v rámci prostoru. Tuto schopnost přesněji nazýváme anticipace pohybu. Exekutivní (motorická) funkce tvoří druhou část. Funkce exekutivní se projevuje v koordinaci pohybu a jeho přesném vykonání. Koordinace nezávisí pouze na rovnováze, ale také na rytmizaci pohybu, korekci síly a úpravě případných

nadměrných pohybů. Třetí část vzniká propojením dvou výše zmíněných částí, tedy složky ideativní a exekutivní, a nazýváme ji ideomotorickou (Kolář 2016; Kolář in Červenková, 2018).

Rozvoj ideomotorických funkcí je dle Koláře (in Červenková, 2018) spjatý se dozráním vertikalizace a schopností chůze, které zařazujeme do období dvou let. V tomto období se dostávají do popředí vyšší korové funkce, které funkce ideomotorické řídí. Spoluprácí a integrací drah mozkové kůry s podkorovými centry, především s mozečkem, vzniká sofistikovaná činnost těchto funkcí. Vývoj ideomotoriky bývá ukončen zhruba ve dvanácti letech.

1.4.1 Optická a sluchová gnostická funkce

Optická gnostická funkce je dle Koláře (2016) nedílnou součástí pro ideální provedení míčových sportů a mnoha dalších pohybových aktivit. Tato funkce má své podskupiny. Mezi první řadíme schopnost hloubkového vidění. Hloubkové vidění nám umožňuje rozlišit popředí od pozadí. Schopnost periferního vidění může být v rámci vnímání rozdílná v horizontálním a vertikálním poli. Další schopností je anticipace pohybu, díky které dokážeme předpovídat, jaký bude výsledný pohyb sledovaného objektu. Do poslední podskupiny zařazujeme schopnost geometrické představy neboli tzv. 3D uvažování a orientace v prostoru. Rozvoj těchto schopností by měl být součástí tréninků velkého množství pohybových aktivit.

Neoptimální kvalita optické gnostické funkce nemusí mít za následek pouze neschopnost jedince v rámci pohybových činností, jakou může být např. neschopnost chytit míč, správně ho přihrát a adekvátně rychle při hře reagovat. Její špatná kvalita může mít za následek i daleko závažnější formy z řad klinických patologií. Jednou z prokázaných patologií, která může být zapříčiněna chybnou optickou percepcí, je idiopatické skolióza. Nesprávné vnímání vizuální vertikály totiž může být jednou z jejích příčin (Čakrt et al., 2011, Kolář, Smržová, Kobesová, 2011).

Sluchová gnostická funkce je důležitá pro orientaci v prostoru. Kolář (in Červenková, 2018) tuto skutečnost prokazuje na příkladu předních tenistů. Ve chvíli, kdy by si většina z nich zacpala ušní boltce a eliminovala tak sluchové modality, nebyli by schopni adekvátně zpracovat a vyhodnotit pohyb míčku, a tím pádem provést úder kvalitně. Ti nejlepší hráči jsou totiž schopni velmi dobře rozeznávat jednotlivé zvuky úderů z rakety a na těchto základech aktivovat svůj motorický aparát. Sluchový vstup je pro anticipaci pohybu zásadní.

1.5 Smyslová deprivace

Při sluchové nebo vizuální percepci lze při deprivaci jednoho z těchto smyslů pozorovat patrné změny. Jednotlivci s nekvalitní percepcí jednoho ze smyslů využívají integraci informací z ostatních smyslů a díky tomu jsou schopni ze sesbíraných informací vytvořit kompletní prostorovou představivost. Při deprivaci sluchu nebo zraku jsou také zaznamenány důkazy, že nepostižené smysly jsou schopny zlepšit zpracování informací z periferie (Bell et al., 2019).

O zintenzivnění percepce jednoho smyslu při nekvalitní funkci smyslu jiného informuje i Véle (1997). Tvrdí, že v případě, kdy jeden ze smyslů nedokáže kvalitně vykonávat svou činnost, tělo na tuto skutečnost při provádění pohybu reaguje aktivací jiné smyslové složky. Tvrzení dokládá na příkladu diabetiků, kde je z důvodu sníženého počtu vjemů skrze poškozené proprioreceptory prokázána větší zraková kontrola při chůzi.

Jako jeden z důkazů vlivu smyslové deprivace na lidské tělo lze považovat i, v dnešní době novou ale rozšiřující se, terapii pomocí tzv „floating tank“. Jedná se o tzv. smyslově deprivační nádrž, kterou vynalezl v roce 1954 psychiatr John C. Lilly, který se zabýval vlivem senzorické deprivace na lidskou mysl. Malá vodní nádrž o teplotě lidského těla je odizolována od všech rušivých vlivů vnějšího prostředí: zvuku, světla, pachu (Hyllestad et al., 2019). Kjellgrenová a Westmanová (2019) prokázaly pomocí své studie pozitivní vliv této nádrže na lidské tělo. U 65 zúčastněných byl prokázán pozitivní dopad terapie na testované probandy v rámci zlepšení jejich úzkostí, depresí, stresu a poruch spánku.

1.5.1 Sluchová deprivace

Důsledky sluchové deprivace jsou předmětem celé řady studií po dlouho řadu let. Dosud však z výzkumů není zcela jasné, jak na změnu reagují ostatní smysly a za jakých podmínek mají relevantní vliv na lidský organismus a jeho chování. Nová studie od Schafferta, Oldaga a Cesariho (2020) prokázala důležitost sluchového vnímání u veslařů. Veslaři v této studii absolvovali jeden úsek tréninku (1000 m) při standartních sluchových podmínkách a druhý úsek tréninku (1000 m) za sluchové deprivace. Přesnost prováděných pohybových úkonu veslařů se zhoršila ve fázi sluchové deprivace. Obzvláště pak testovaní popisovali negativní dopad sluchové eliminace v oblasti

rytmicity pohybového projevu. Celkově však subjektivně pociťovali zejména větší negativní dopad sluchové deprivace v oblasti mentální zátěže nežli té fyzické.

Vliv sluchové deprivace na pohyb částečně zkoumali ve své studii i Hasanbegović a kol. (2014). Při testování dvou skupin dětí byla měřena schopnost orientace v prostoru pomocí modifikace chůze s vyloučením zrakové kontroly. Skupina neslyšících dětí dosahovala horších výsledků než kontrolní skupina zdravých dětí. Výsledek studie prokázal, že neslyšící děti disponují výrazně omezenějším vnímáním těla oproti zdravým dětem.

Koncept od Merabeta a Pascuala-Leona (2010) uvádí, že při nedostatečné aktivaci informacemi jedné kortikální oblasti dojde k podnícení procesu zpracování informací z jiné, jindy ne zcela využívané oblasti mozku. Následně jsou využívány ty části mozku, které nebyly nijak narušeny – například u sluchové deprivace se zvyšuje aktivita zraku a hmatu.

Studie od Lombera, Meriditha a Krala (2010), která se zabývala sluchově znevýhodněnými kočkami, prokázala, že takto handicapované kočky byly schopny lépe vizuálně vnímat a aktivovat danou vizuální oblast v mozku. Podobný výsledek byl prokázán i u zkoumané skupiny lidských jedinců, kdy byla zaznamenána lepší detekce světelných bodů skupinou neslyšících, oproti skupině slyšících (Codina, Bhardwaj, Pascalis, 2010).

Dle Codina et al. (2011) vede rychlejší zpracování informací u neslyšících k vytvoření změny na struktuře sítnice. Změny na sítnici vedou k rozšíření schopnosti periferního vidění, díky kterému dochází ke zvětšení prostoru, který může oko vnímat. Z výsledků studie lze usoudit, že změny ve sluchové percepci jsou doprovázeny specifickým přizpůsobením struktury sítnice a zároveň reorganizací nevyužívaných částí sluchové kůry.

1.5.2 Neuroplasticita při smyslové deprivaci

Dnešní studie již prokazují, že při smyslové deprivaci dochází k masivnímu procesu reorganizace na úrovni sítě neuronů. Míra reorganizace a schopnost neuroplasticity je nejvyšší v dětském věku. Při smyslové deprivaci v pozdějším věku k reorganizaci stále dochází, jen v menší míře (Mundkur, 2005).

Je zřejmé, že unisenzorická deprivace znesnadňuje proces multisenzorické integrace, a tudíž i fungování jedince v prostoru. Díky výše uvedenému procesu reorganizace sítě neuronů, který nazýváme jako neuroplasticita, mají postižení jedinci

možnost co nejkvalitnější adaptace na vzniklou situaci (Bell et al., 2019). Informace o neuroplasticitě při smyslové deprivaci lze dále dle Bell et al. (2019) využít v budoucnu pro vývoj přístrojů sloužících ke kompenzaci vzniklých problémů.

1.5.2.1 Neuroplasticita při sluchové deprivaci

Bell a její kolektiv (2019) dokonce poukazují na fakt, že neuroplasticita je v rámci změn v CNS velice aktivní právě při smyslové deprivaci. Kortikální oblasti poškozeného smyslu jsou nahrazovány oblastmi jiných smyslových modalit. Uvádějí, že u sluchově postižených je to právě zrak, který přebírá funkci sluchu a snaží se suplovat poškozený input. Vztah zraku a sluchu je v tomto ohledu reciproční, jelikož zrakově postižení v provedených testech dosáhli naopak zlepšení sluchové percepce.

Reorganizaci struktur sluchové kůry a jiných částí mozku potvrzují v nově vydané studii i autoři Glick a Sharma (2020). Dle jejich výzkumu je ztráta sluchu spojená s poklesem kognitivních funkcí a strukturálně funkčními změnami mozku. U testovaných s poškozeným sluchem vedlo šesti měsíční užívání naslouchadel k zvýšenému náboru buněk v akustickém, frontálním a prefrontálním kortexu. Li a Qaio (2019) prokázali proces topologické reorganizace u pacientů postižených jednostrannou hluchotou. Podle jejich závěrů vede částečná sluchová deprivace k funkční nervové plasticitě mozku. Plasticita se u jejich jednostranně postižených pacientů nevyskytla pouze v nepostižené části sluchové kůry, ale i v dalších senzorických a kognitivních oblastech.

1.6 Ideální provedení tenisového úderu

Aby mohl být tenisový úder dokonale odehrán, musí být před odehráním splněny určité zásady, které podmiňují ideální odehrání míčku. Raketa je držena pevným zapěstím ve správné poloze. Míček musí být sledován vizuálním aparátem a jeho zásah má být v ideálním případě proveden středem hlavy rakety. Pro splnění těchto podmínek by měl být pohybový aparát v ideálním postavení připraveném k úderu. Samotné provedení úderu je vedeno směrem proti letícímu míčku a tenista se snaží vkládat váhu svého těla do úderu (Koromházové, Linhartové, 2008).

Správný timing (načasování) úderu je výsledkem propojení výše zmíněných zásad. Ideálního timingu docílíme dokonalou koordinací pohybů těla s raketou, která je založena na správném pohybu po dvorci a kvalitním sledováním míčku očima (Koromházové, Linhartové, 2008).

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

Hlavním cílem práce je prokázat význam sluchového aparátu a jeho roli v provedení pohybového projevu. Především chceme v práci poukázat na funkční souvislosti ovlivnění pohybového projevu v důsledku eliminace sluchu.

2.2 Dílčí cíle

Sekundárními cíli práce jsou:

1. Přinést subjektivní poznatky, jak testovaní reagovali na sluchovou deprivaci – jestli vzniklá deprivace subjektivně ovlivňovala jejich herní projev a zda vnímali odlišnou intenzitu zátěže v této vzniklé situaci.
2. Zjistit případnou korelaci mezi kvalitou zrakové percepce a kvalitou prováděné motorické aktivity (v tomto případě tenisu).
3. Prokázání zintenzivnění jednoho smyslu při utlumení jiného smyslu ve své fyziologické funkci.

2.3 Hypotézy

2.3.1 Hypotéza H1

H1: Při eliminaci sluchu se u probandů zhorší procentuální úspěšnost odehrání míče středem hlavy rakety.

2.3.2 Hypotéza H2

H2: Subjektivně budou probandi udávat, že eliminace sluchu má vliv na jejich herní projev a budou pociťovat zvýšení fyzické zátěže při hře se sluchovou eliminací.

2.3.3 Hypotéza H3

H3: Lepší kvalita zrakové percepce předurčuje jedince k větší procentuální úspěšnosti odehrání míče středem hlavy rakety, a tedy i k lepšímu hernímu projevu.

2.3.4 Hypotéza H4

H4: Při vyšetření na přístrojích Senaptec a Neurotracker se výsledky zlepší v části, kdy je vyšetření prováděno se sluchovou eliminací.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Metodika hlavní části práce

3.1.1 Charakteristika souboru

Soubor probandů se skládal z 35 žen a 42 můžu. Průměrný věk všech testovaných byl 17,13 let (SD ± 4,93). Průměrný počet let, které probandi strávili aktivním hraním tenisu byl 10,17 roků (SD ± 5,79), medián pak 8 let. Výběr probandů byl založen na podmínce aktivního hraní tenisu. Žádný z testovaných probandů netrpěl subjektivními obtížemi se sluchem, ani nepociťoval subjektivní potíže se zrakovým aparátem. U žádného z testovaných také nikdy neproběhla žádná forma chirurgického zákroku v oblasti očí či sluchového aparátu.

Měřený soubor zahrnoval 77 probandů. Cílovou skupinou této práce byli aktivní tenisté obou pohlaví ve věku 11 až 25 let. Z hlediska výkonnostní úrovně testovaných obsahoval soubor jak hráče na vysoké závodní úrovni, tak hráče na úrovni amatérské. Hráči závodní úrovně se pohybují na oficiálním žebříčku Českého tenisového svazu, hráči amatérské úrovně nikoliv. Všichni probandi měli v době testování zkušenosti s aktivním hraním tenisu po dobu v rozmezí od 3 do 22 let. Jako aktivní hráče tenisu jsme vyhodnotili všechny hráče, kteří docházeli minimálně jednou týdně na tenisový trénink.

3.1.2 Objektivizace ideálně provedeného tenisového úderu

Dle publikace od Koromházové a Linhartové (2008) jsme za výsledek ideálního provedení tenisového úderu považovali úder, při kterém dojde k odehrání míčku středem hlavy rakety. Pro sběr dat o úspěšnosti odehraného úderu středem rakety byl použit senzor od společnosti Zepp Tennis.

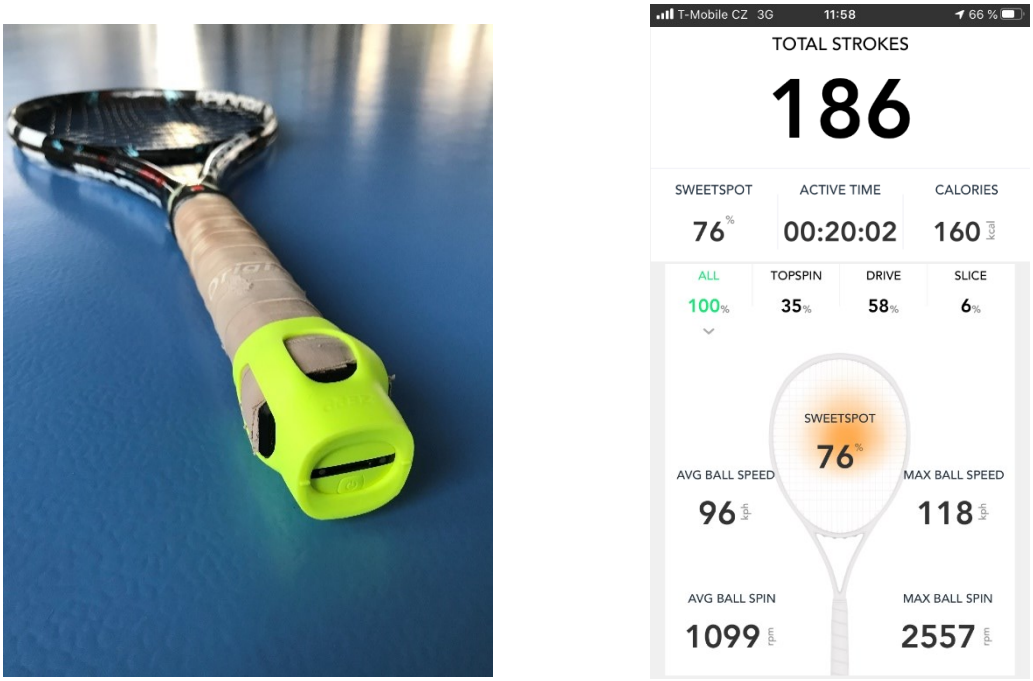
3.1.2.1 Senzor Zepp Tennis 2

Senzor dokáže na základě vibrací přicházejících z hlavy rakety určit, v jakém místě na raketě byl míček udeřen. Senzor byl po celou dobu testování připevněn na rukojeti tenisové rakety. Konkrétní specifika používaného hardwaru přímo v senzoru bohužel nejsou veřejně dostupná. Parametry senzoru jsou tyto: velikost (délka) 25,4 mm; šířka 2,4 mm; výška 12,3 mm; hmotnost 6,25g; senzory: duální akcelerometry + duální tříosé gyroskopy; baterie: vestavěná dobíjecí lithium-iontová baterie, výdrž 8 hodin, 1,5 hodiny pro úplné nabití; připojení: Bluetooth. Neskonalou výhodou a důvodem zvolení

tohoto typu senzoru je možnost jeho použití u všech typů tenisových raket. Přemístění senzoru je možné pomocí adaptéru „flex mount“ zobrazeného na obrázku číslo 1 (Giménez-Egido, Ortega, Verdu-Conesa, Cejudo, Torres-Luque, 2020; Keaney, Reid, 2019).

Pomocí spárování s mobilním telefonem, přes funkci Bluetooth, přicházela okamžitá zpětná vazba o procentuální úspěšnosti odehrání středem hlavy rakety skrze aplikaci Zepp tennis přímo do mobilního zařízení (Giménez-Egido, Ortega, Verdu-Conesa, Cejudo, Torres-Luque, 2020).

Uložení senzoru na rukojeti je zobrazeno na obrázku č. 1, podoba výsledné hodnoty, která tvořila finální číslo pak na obrázku č. 2.



Obrázek č. 1 a 2: Uložení senzoru Zepp Tennis a výsledné hodnoty v mobilní aplikaci

3.1.3 Průběh testování hry za standartních podmínek a při sluchové eliminaci

U 77 probandů jsme provedli měření skládající se ze dvou cyklů o dvou odlišných fázích. První fáze 1. cyklu měření zahrnovala deseti minutovou rozehrávku za standartních podmínek. Po uplynutí deseti minut byl senzor aktivován. První fáze probíhala 20 minut, opět při standartních sluchových podmínkách. Druhá fáze 1. cyklu probíhala za sluchové deprivace po stejně dlouhou dobu, tedy 20 minut. Sluchové deprivace bylo docíleno pomocí pěnových ucpávek do uší (SNR 39 dB) a nasazením protihlukových mušlových chráničů sluchu (SNR 37 dB) (viz obrázky číslo 3. a 4.)

Obrázek č. 3 a 4: mušlová protihluková sluchátka a ucpávky do uší

Z každé ze dvou fází byly zaznamenány výsledné hodnoty procentuální úspěšnosti po uplynutí stanovené doby dvaceti minut. Celý tento cyklus měření byl po určité době (většinou se jednalo o týdenní rozestup) zopakován s jedinou změnou – po deseti minutové rozehrávce jako první následovala fáze testování při sluchové deprivaci a jako druhá fáze měření za standartních sluchových podmínek. Cílem 2. cyklu měření byla eliminace zkreslení dat kvůli fenoménu „uplynutí doby tréninku“. Vzhledem k tomu, že drtivá většina aktivních tenistů subjektivně cítí, že své údery trefuje daleko lépe na konci tréninku než na jeho začátku, bylo cílem 2. měření se pomocí této změny vyvarovat případnému zkreslení dat. Naměřené hodnoty z 1. a 2. měření naleznete v příloze číslo 3. a 4.

Intenzita celého tréninku, do kterého bylo měření zahrnuto, byla pro každého jedince individuální a odpovídala úrovni jeho tělesné zdatnosti.

3.1.4 Subjektivní hodnocení testovaných

Pro objektivizaci subjektivních pocitů jsme použili Borgovu škálu tělesné zátěže a dotazník s jednoduchou otázkou, zda testovaný pociťoval znatelnou změnu při hraní se sluchovou deprivací.

Pro posouzení míry intenzity zátěže byla použita škála dle Borga. Jedná se o patnácti stupňovou slovní škálu, která začíná na hodnotě 6 a končí hodnotou 20. Hodnota 6 dle autora odpovídá lehké zátěži, hodnoty dosahující větších hodnot než 16 odpovídají zátěži velmi těžké. Škála se hojně využívá např. při zátěžových vyšetření na běhátku či ergometru. Odpovídající stupeň na škále s velkou přesností koreluje s objektivně

naměřenými hodnotami při testování, jako např. se srdeční frekvencí či spotřebě kyslíku. U zdravých osob je škála využívaná pro kontrolu srdeční frekvence během zátěže. (Máček, Radvanský et al., 2011).

Vzhledem k tomu, že je testů pro subjektivní zhodnocení zátěže velmi málo, zvolili jsme právě objektivizovanou a mnohokrát ozkoušenou škálu dle Borga. Subjektivní zhodnocení pomocí škály prováděli probandi vždy po prvním proběhlém cyklu měření.

Dotazníková otázka byla zařazena v důsledku snahy o objektivizaci a lepší statistické zhodnocení subjektivních pocitů. Cílem bylo zjistit, jak se testovaní cítili při hře za sluchové deprivace. Přesné znění dotazníkové otázky bylo: „Pociťovali jste znatelný rozdíl ve svém výkonu při hraní se sluchovou deprivací oproti svým standartním podmínkám?“. Testovaní měli na výběr ze čtyř odpovědí, a to: určitě ano, spíše ano, spíše ne, určitě ne.

3.1.5 Statistické zpracování dat hlavní části práce

Statistická analýza výsledků byla zhotovena Mgr. Janem Kislingerem. Hypotézy budeme testovat pomocí smíšeného modelu logistické regrese. Jako skupiny pro náhodný efekt zde volíme jednotlivé sportovce. Zajímá nás koeficient efektu změny ve fázi eliminace sluchu. Dále interakční člen mezi zmíněným efektem a zkušenostmi (v letech) sportovce. Jako rušivé proměnné budeme uvažovat pořadí fáze v cyklu, věk, pohlaví sportovce a jeho zkušenosti.

3.2 Metodika vedlejších cílů práce

3.2.1 Charakteristika souboru

Soubor probandů se skládal z jedné ženy a čtyř mužů. Průměrný věk testovaných byl 20,00 (SD ± 4,2). Probandi byli vybráni z řad závodních hráčů na základě své tenisové výkonnosti a úrovně. Tři probandi dosahují, nebo v blízké minulosti dosahovali, ve svých kategoriích v celostátním žebříčku nadprůměrného postavení. Zbylí dva probandi, co se výkonnostní úrovně a postavení na celostátním žebříčku týče, pak naopak ve svých kategoriích zastupují hráče podprůměrné kategorie.

3.2.2 Kompletní zrakový screening

Zvolených pět probandů absolvovalo 3 části zrakového screeningu. Před vyšetřením na optických přístrojích byla testovaným odebrána základní lékařská anamnéza zaměřená na problémy se zrakem. Měření a jeho hodnocení bylo provedeno členy společnosti DynaOptic.

3.2.2.1 DNEye Scanner 2+

První část zrakového vyšetření probíhala pomocí přístroje DNEye Scanner 2+. Jedná se o přístroj pro vyhodnocení očního systému. Výsledkem vyšetření jsou komplexní informace o kvalitě zraku. Přístroj dokáže vyhodnotit tyto komponenty:

- odchylku očí ve vidění do dálky a na blízko (tzv. refrakci očí),
- velikost zornic ve vztahu na světelné podmínky pomocí tzv. pupilometrie,
- informace o zakřivení rohovky pomocí tzv. topografie, která se využívá pro vyšetření astigmatizmu,
- tloušťku oční rohovky s využitím tzv. pachymetrie,
- hodnotu nitroočního tlaku pomocí tzv. tonometrie.

Pro přesné informace o kvalitě zraku bylo provedeno vyšetření prizmatickými lištami, díky kterému byly získány hodnoty fúzních rezerv. Akomodační a vergenční flexibilita byla změřena pomocí optickeho nástroje zvaného flipper.

Ukázka vyšetření na uvedeném přístroji a užité optické pomůcky pro vyšetření se nachází na obrázku číslo 5.

Obrázek č. 5: Ukázka vyšetření na přístroji DNEye Scanner 2+ a vyšetření flipperem

3.2.2.2 Senaptec

Druhá část vyšetření byla provedena pomocí přístroje s programem Senaptec. Pro určení kvality vizuální percepce dokáže tento přístroj vyhodnotit přesná kritéria, kterými jsou:

- ostrost vidění v zatížení,
- kontrastní citlivost – schopnost našeho oka zařadit objekt do pozadí, či popředí,
- hloubka ostrosti – odhad vzdálenosti a rychlosti pozorovaného objektu,
- vnímavost – informace o tom, kolik vjemů je mozek schopen vnímat v prostoru a díky tomu následně provádět rozhodnutí (například o provedení motorické aktivity),
- vnímání pohybů různých předmětů,
- vnímání rozsahů předmětů,
- reakční čas na podnět.

Vyšetření na přístroji Senaptec bylo u testovaných provedeno 2x. Jednou za standartních sluchových podmínek, podruhé se sluchovou deprivací.

Na obrázku číslo 6 je zobrazen přístroj Senaptec a ukázka průběhu obou typů měření.

Obrázek č. 6: Ukázka vyšetření na přístroji Senaptec – standartní podmínky a podmínky za sluchové deprivace

3.2.2.3 Neurotracker

Přístroj Neurotracker není primárně určen k diagnostice zrakové percepce, nýbrž k diagnostice a tréninku kognitivních schopností. Jelikož měření probíhá sledováním pohybujících se a dynamicky se měnících předmětů ve 3D prostoru, složka zrakové percepce je zde neoddělitelná a můžeme tedy přístroj využít jako jednu z částí kompletního zrakového screeningu. Pro co nejlepší výsledek měření je rychlost zpracování vizuálních informací stěžejní.

Vyšetření probíhá formou tréninku, který dle aktuální úrovně testovaného přizpůsobuje složitost a rychlost zobrazení jednotlivých předmětů. Měření probíhalo za stejných podmínek jako testování s programem Senaptec. První měření tedy proběhlo za standartních sluchových podmínek, druhé za podmínek sluchové deprivace. Uvedený přístroj taktéž nevykazoval akustické podněty, opět nás ale zajímal fakt, zda při sluchové eliminaci dojde k ovlivnění kognitivních funkcí.

Pro lepší orientaci je ukázka měření zobrazena na obrázku číslo 7.

Obrázek č. 7: Ukázka vyšetření na přístroji Neurotracker – standartní podmínky a podmínky za sluchová deprivace

3.2.3 Statistické zpracování dat vedlejší části práce

Vyšetření a vyhodnocení zraku bylo provedeno optometristou Bc. Ondřejem Augustou ze společnosti Dynaoptic. Tabulka fyziologických hodnot je uvedena v příloze spolu s hodnotící barevnou škálou. K vytvoření jednodušších typů grafů a tabulek byl použit program Microsoft Office 2013 - Excel 2013.

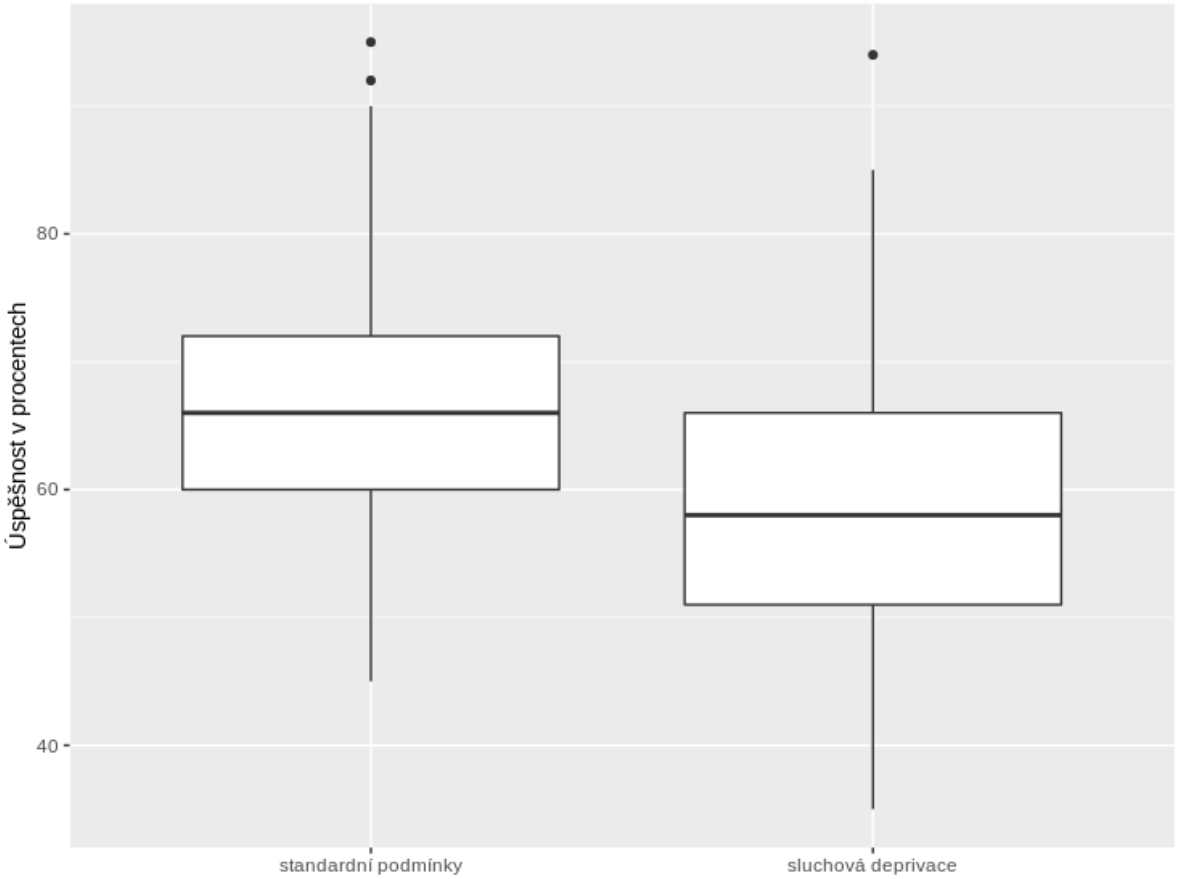
4 VÝSLEDKY

4.1 Výsledky hlavní části práce

4.1.1 Rozdíl motorické aktivity za standartních podmínek a při sluchové deprivaci

Po provedeném testování potvrzujeme stanovenou hypotézu č. 1. Potvrzujeme tedy, že sluchová deprivace má na koordinaci pohybu při snaze o co nejideálnější odehrání míče vliv a zamítáme tímto alternativu, že sluchová deprivace nemá vliv na koordinaci pohybu při snaze o co nejideálnější odehrání míče (p-hodnota: <0,001).

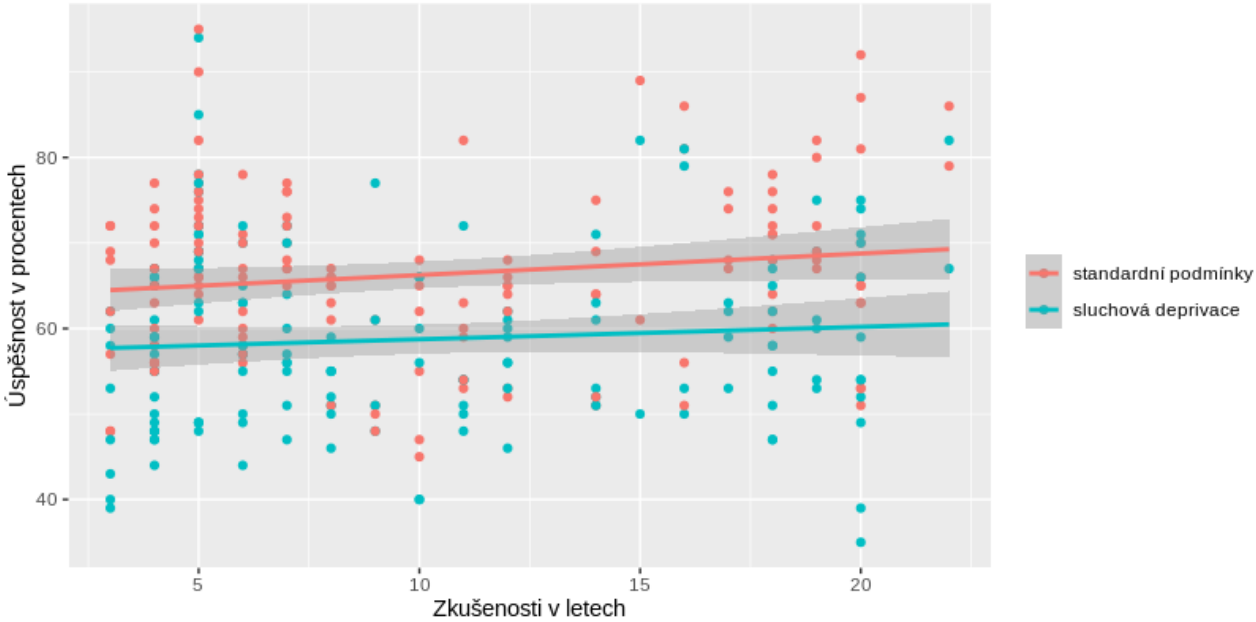
Míra vlivu byla statistickou analýzou vyhodnocena taková, že při standartních sluchových podmínkách je šance na úspěšný úder 1,4násobně větší než při eliminovaném sluchu (1,33; 1,473). Střední pravděpodobnost úspěšného úderu jsme odhadli na 0,668 (0,647; 0,69). Na boxplotovém grafu číslo 1 můžeme vidět signifikantní rozdíl hry za standartních sluchových podmínek a při eliminaci sluchu (sluchové deprivaci).



Graf č. 1: Boxplotový graf: min. hodnota, max. hodnota, 1. a 3. kvartál a medián jednotlivých měření

Žádná ze stanovených rušivých proměnných (věk, pohlaví, zkušenosti, pořadí fází v cyklu měření) nebyla v našem modelu vyhodnocena jako signifikantní. Nemůžeme zamítnout, že efekt sluchu na ideální odehrání je stejný pro všechny úrovně sportovců (p-hodnota: 0,209). Neprokázali jsme tedy rozdíl mezi sportovci s různými zkušenostmi (počet let strávených hraním tenisu), pohlavím, věkem a rozdílem pořadí fází v cyklu.

Na grafu číslo 2 poukazujeme na vliv zkušeností (počet let) na procentuální úspěšnost odehrání míče středem hlavy rakety. Tento vliv nemůže být signifikantně potvrzen, avšak je zde opět vidět významný rozdíl mezi fází „se sluchem“ a „bez sluchu“.



Graf č. 2: Závislost vlivu zkušeností na procentuální úspěšnosti

4.1.2 Subjektivní vnímání intenzity zátěže

4.1.2.1 Borgova škála tělesné zátěže

77 probandů zhodnotilo po 1. proběhlém cyklu měření subjektivní intenzitu zátěže při hraní za standartních sluchových podmínek a se sluchovou deprivací.

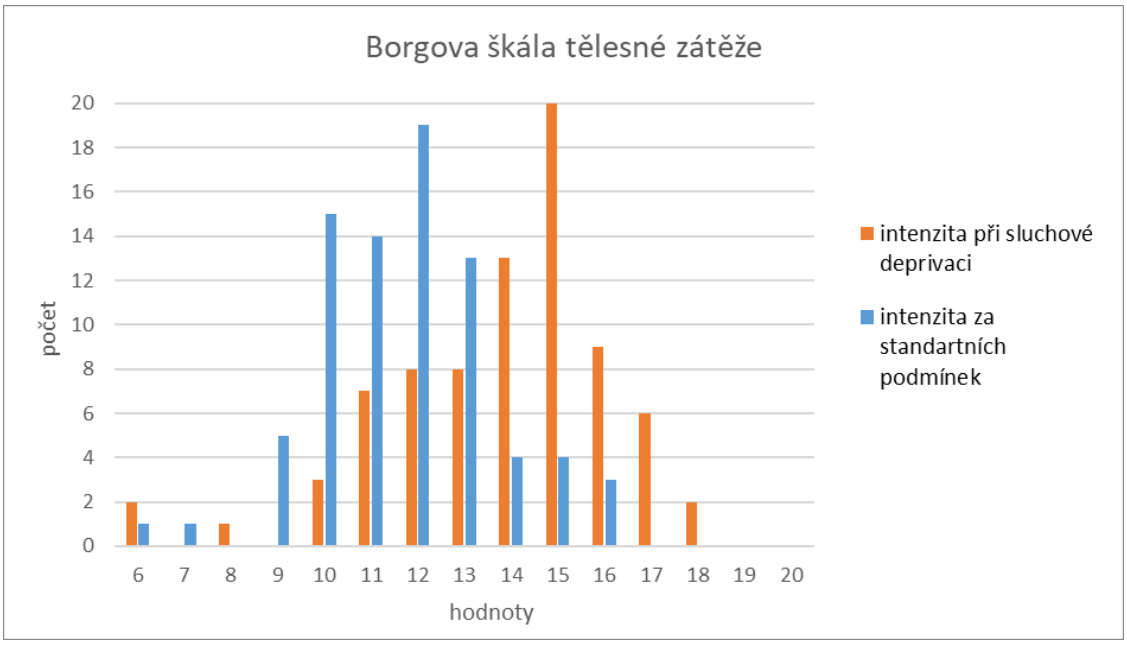
75,32 % (53 testovaných) probandů vyhodnotilo hru se sluchovou eliminací jako subjektivně obtížnější. Rozdíl mezi oběma částmi nezaznamenalo 7,79 % probandů, tedy 6 testovaných. Jako naopak subjektivně lehčí část vyhodnotilo hru při sluchové eliminaci 16,88 % probandů (13 testovaných).

Na grafu č. 3 lze vidět četnost zastoupení jednotlivých hodnot z fáze hry za standartních podmínek po prvním cyklu měření. Na grafu č. 4 můžeme pozorovat četnost zastoupení jednotlivých hodnot z fáze hry za sluchové deprivace po prvním cyklu měření.

Na grafu č. 5 můžeme vidět výsledky obou fází prvního cyklu měření a vzájemně je tak lépe porovnat. Při porovnání výsledků z obou grafů vidíme (viz. graf č. 5) značný posun hodnot do oblasti označující větší subjektivně vnímanou intenzitu zátěže při fázi za sluchové deprivace. Průměrně udávaná hodnota testovanými při standartní části byla hodnota 12 (SD ± 2) a medián taktéž 12 (SD ± 2. Při sluchové deprivaci byla průměrná hodnota 14 (SD ± 2), medián pak 15 (SD ± 2).

Graf č. 3: Hodnoty z části hrané při standartních sluchových podmínkách

Graf č. 4: Hodnoty z části hrané při sluchové deprivaci



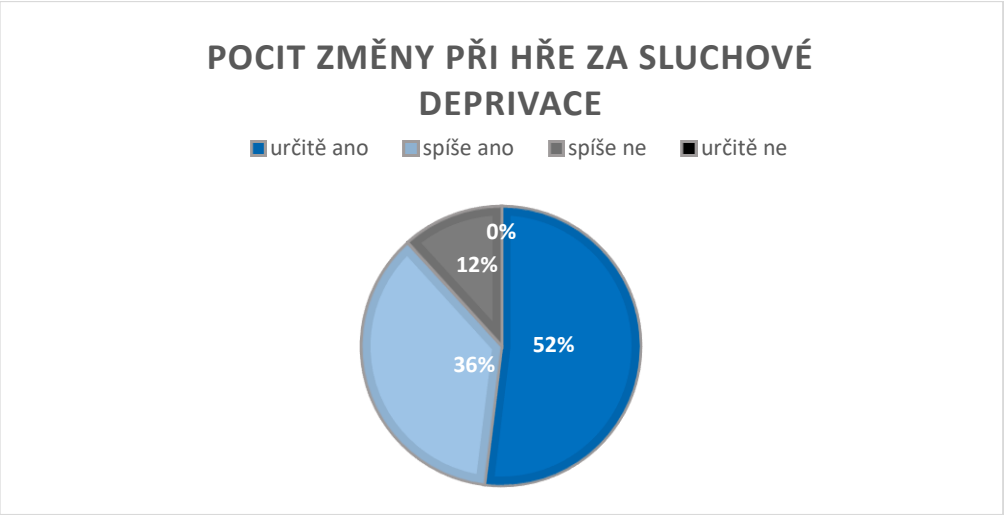
Graf č. 5: Srovnání výsledných hodnot obou fází měření

4.1.2.2 Dotazníková otázka

77 probandů odpovědělo po 1. proběhlém měření na dotazníkovou otázku: *„Pociťovali jste znatelný rozdíl ve svém výkonu při hraní se sluchovou deprivací oproti svým standartním podmínkám?*“. Probandi vybrali jednu z odpovědí: *určitě ano, spíše ano, spíše ne, určitě ne*. Jednoznačně převažovala odpověď, že testovaní rozdíl pociťovali a výkon byl při hře s ucpávkami do uší a protihlukovými sluchátky znatelně ovlivněn. 88 % testovaných (52 % určitě ano, 36 % spíše ano) testovaných uvedlo, že jejich výkon byl sluchovou deprivací ovlivněn, 12 % neshledalo za těchto podmínek při hraní žádnou změnu. V tabulce 1 je uveden počet odpovědí u jednotlivých možností. Na grafu číslo 6 lze vidět procentuální rozložení jednotlivých odpovědí.

určitě ano	spíše ano	spíše ne	určitě ne
40	28	9	0

Tabulka 1: Počet odpovědí



Graf 6: Procentuální rozložení odpovědí mezi stanovenými možnostmi

4.2 Výsledky vedlejších cílů práce

4.2.1 Zrakový screening

Vyšetření a vyhodnocení zraku bylo provedeno optometristou Bc. Ondřejem Augustou ze společnosti Dynaoptic. Tabulka fyziologických hodnot je uvedena v příloze spolu s hodnotící barevnou škálou.

4.2.1.1 Kazuistika č. 1 - proband Jan P.

Jan P. je v době měření šestnáctiletý muž, narozen 25. 3. 2003. Tenis hraje aktivně na závodní úrovni 10 let. Nejlepšího umístění v rámci celostátního žebříčku Českého tenisového svazu dosáhl v podobě 211. místa ve starším žactvu. Nyní se nachází na 438. místě v dorostenecké kategorii. Subjektivně neuvádí žádné problémy s visem.

Proband Jan P. byl před vyšetřením na přístrojích Senaptec a Neurotracker podroben celkovému zrakovému screeningu. Při odběru anamnézy proband uvedl, že subjektivně nepociťuje obtíže se zrakem. V reakci na položenou otázku, zda necítí po celém dni únavu, testovaný uvedl častou únavu ve večerních hodinách spjatou se subjektivním pocitem únavy očí. Z dřívějších let si je vědom naměřené -1 D. Nepamatuje si rok, kdy mu tato dioptrie byla naměřena a subjektivně nepřikládal vyšetření z minulosti velký význam.

Při nynějším vyšetření byla naměřena -0,75 D na pravém oku a -1,5 D na levém oku. Cylindrická hodnota byla naměřena na 0,25 D, osa 180°. Test přeostření z dálky na blízko a zpět do dálky proběhl s dlouhým časovým intervalem 24 sekund. Po vyšetření vergenční flexibility se probandovi udělalo mdlo, akomodační flexibilita tak nemohla být

naměřena pro jeho zdravotní stav. Při vyšetření konvergenční fúzní rezervy došlo velmi brzy k rozmlžení okolo vzdálenosti 6 cm, k rozdvojení kolem 12 cm a ke spojení v 10 cm. Divergentní rozdvojení nastalo ve 4 cm a spojení ve 2 cm. Fúzní rezervy konvergentní i divergentní vykazují výrazně podprůměrné hodnoty.

Datum	12.12.2020
Ostrost - P	0.80
Ostrost - L	0.80
Ostrost - binokulární	0.80
Motilita - P	75%
Motilita - L	75%
Přeostření dálka/blízko	24 sek
Max. bod konvergence - rozdvojení	8 cm
Max. bod konvergence - spojení	12 cm
Vergenční flexibilita	10
Akomodace - L	*neměřeno*
Akomodace - P	*neměřeno*
Akomodace - binokulární	*neměřeno*
Konvergence - rozmlžení (dálka)	6 cm
Konvergence - rozdvojení (dálka)	12 cm
Konvergence - spojení (dálka)	10 cm
Divergence - rozdvojení (dálka)	4 cm
Divergence - spojení (dálka)	3 cm
Neurotracker - standartně	1,19
Neurotracker - sluchová eliminace	0,76

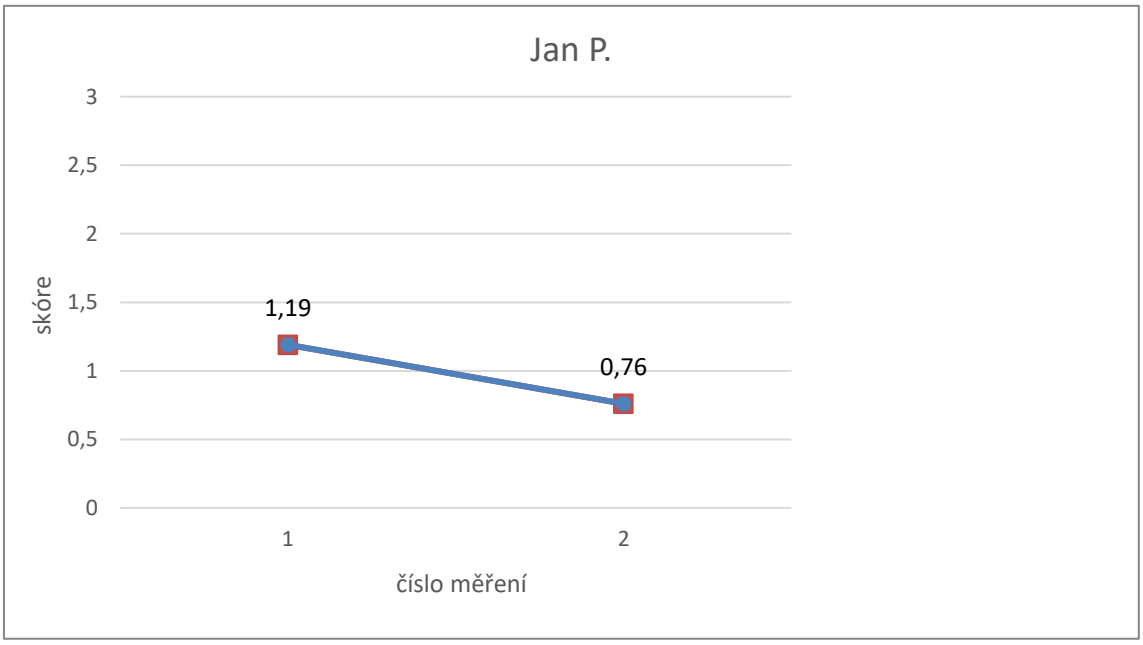
Tabulka 2: Zrakové vyšetření probanda Jana P.

Výsledky přístroje Senaptec u Jana P.

Pro podprůměrné a nekvalitní hodnoty vyšetření zraku nemohl být proband Jan P. podroben vyšetření na přístroji Senaptec. Bez korekce očních vad by byl výsledek ze Senaptecu náhodný. Proband by ze vzdálenosti 3 m dané sledované objekty nebyl schopen zpozorovat.

Výsledky přístroje Neurotracker u Jana P.

Podprůměrných výsledků dosáhl proband na přístroji Neurotracker jak při standartních sluchových podmínkách – 1,19 skóre, tak při eliminaci sluchu – 0,76 skóre. Z naměřených výsledků plyne, že při eliminaci sluchu nedošlo k zintenzivnění zrakové percepce, naopak výsledná hodnota měření byla horší než při standartních sluchových podmínkách. Na grafu číslo 7 je zobrazené výsledné skóre z obou měření.



Graf č. 7: Výsledky měření na přístroji Neurotracker probanda Jana P.

4.2.1.2 Kazuistika č. 2 - proband Jan K.

Jan K. je v době měření čtrnáctiletý muž, narozený 14. 3. 2005. Tenis hraje aktivně na závodní úrovni 11 let. Nejlepším umístěním na celostátním žebříčku Českého tenisového svazu bylo 10. místo ve starším žactvu, nyní se nachází na 349. místě v dorostenecké kategorii. Subjektivně s viděním nikdy žádné obtíže nepociťoval.

Proband Jan K. byl před vyšetřením na přístrojích Senaptec a Neurotracker podroben celkovému zrakovému screeningu. Při odběru zdravotní anamnézy neuváděl žádné kvalitativní ani kvantitativní potíže se zrakem.

Testovanému Janu K. byla zjištěna velice dobrá ostrost vidění – při vyšetření byl schopen přečíst řádek o velikosti 1.6. Naproti tomu akomodační flexibilita, vztažena na jeho věk, odpovídá slabému výsledku. Proband v jeho věkové kategorii by měl být schopen provést větší počet cyklů. Vyšetření poukázala na vadu v podobě zaseknuté čočky – čočka se nehýbe tak, jak by měla. Fúzní rezervy konvergentní a divergentní byly shledány jako velmi kvalitní. Mezi konvergencí a divergencí panuje ideálně vyvážený stav. Konvergence rozmlžení nastává v 8 cm, rozdvojení v 25 cm, spojení pak ve 20 cm. Divergence rozdvojení v 6 cm, spojení ve 4 cm.

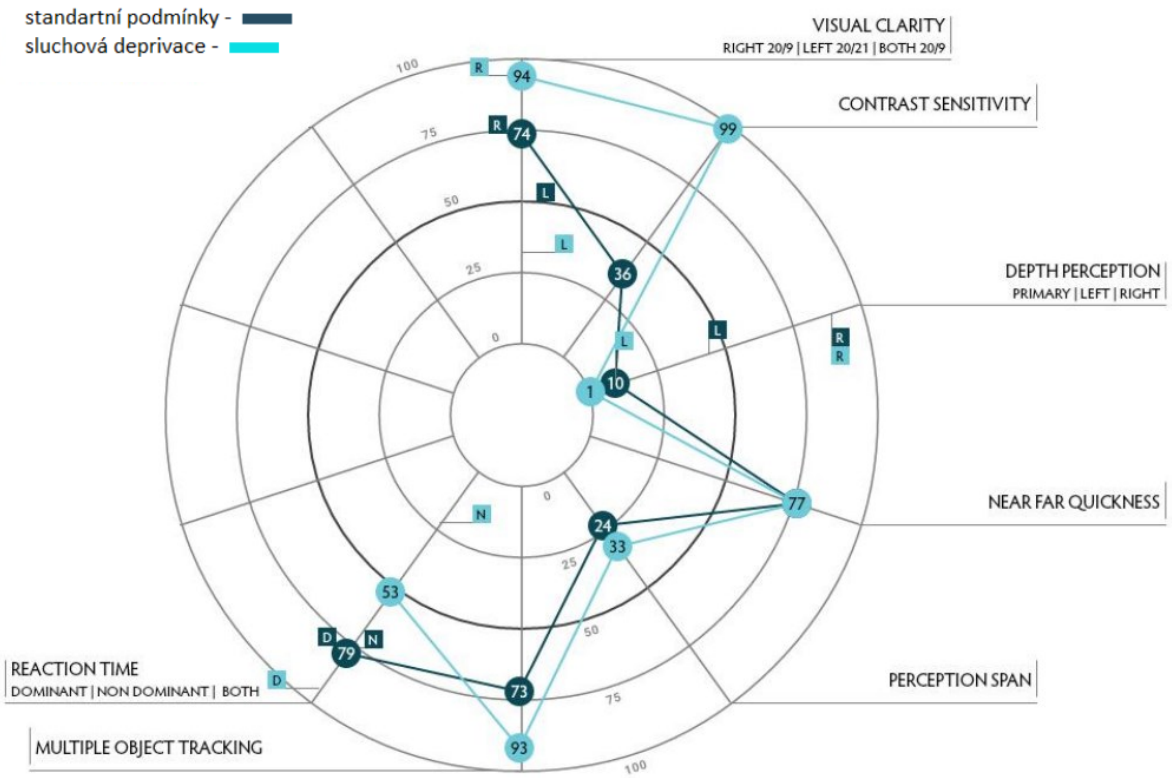
Datum	12.12.2020
Ostrost - P	1.6
Ostrost - L	1.6
Ostrost - binokulární	1.6

Motilita - P	75%
Motilita - L	75%
Přeostření dálka/blízko	18 sek
Max. bod konvergence - rozdvojení	6 cm
Max. bod konvergence - spojení	8 cm
Vergenční flexibilita	14
Akomodace - L	9
Akomodace -P	9
Akomodace - binokulární	7
Konvergence - rozmlžení (dálka)	8 cm
Konvergence - rozdvojení (dálka)	25 cm
Konvergence - spojení (dálka)	20 cm
Divergence - rozdvojení (dálka)	6 cm
Divergence - spojení (dálka)	4 cm
Neurotracker - standartně	1,33
Neurotracker - sluchová eliminace	1,56

Tabulka 3: Zrakové vyšetření probanda Jana K.

Výsledky přístroje Senaptec u Jana K.

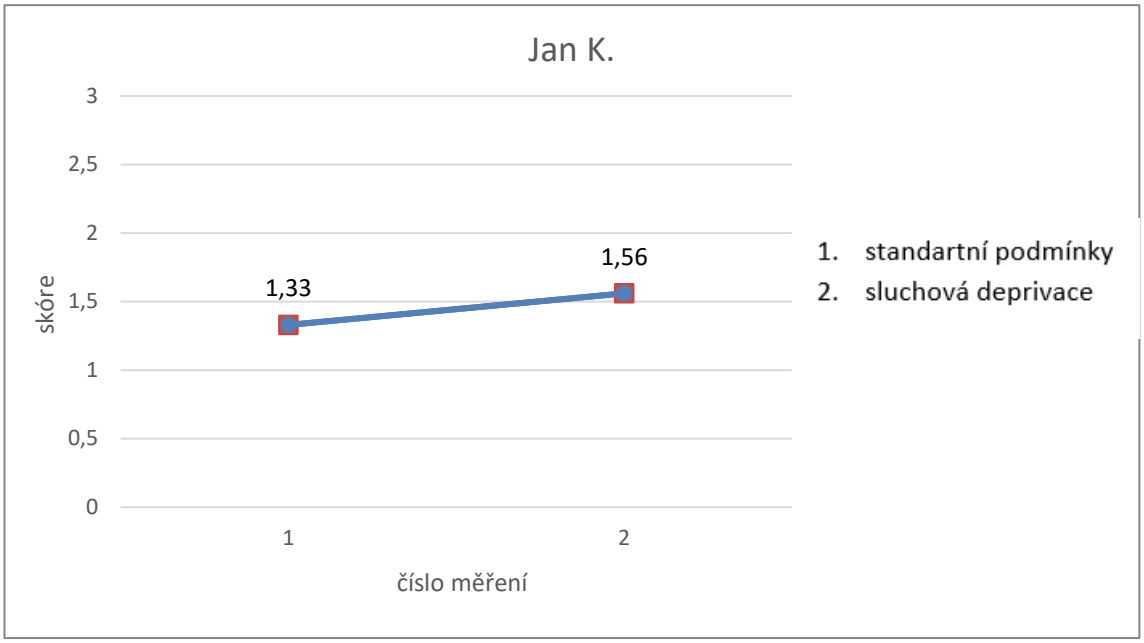
Proband Jan K. dosáhl na přístroji Senaptec velmi dobrých výsledků. Jako silné stránky jeho zraku byly přístrojem vyhodnoceny: 1. kontrastní citlivost, 2. ostrost vidění v zátěži, 3. vnímání předmětů, 4. vnímání pohybů různých předmětů. Prostor pro zlepšení by při vizuálním tréninku mohl nastat u hloubkové ostrosti a hloubkového vidění. Na obrázku číslo 8 jsou znázorněny naměřené hodnoty. Tmavě modrá barva značí hodnoty při standartních sluchových podmínkách, světle modrá hodnoty s eliminací sluchu (sluchová deprivace). Výsledné skóre je 64.



Obrázek č. 8: Výsledky na přístroji Senaptec probanda Jana K.

Výsledky přístroje Neurotracker u Jana K.

Na přístroji Neurotracker dosáhl proband skóre lehce pod hranicí adekvátních hodnot. Při standartních sluchových podmínkách dosáhl skóre 1,33, při eliminaci sluchu došlo ke zlepšení na skóre 1,56. Hodnoty druhého měření za sluchové eliminace odpovídaly kvalitnějším výsledkům než hodnoty za standartních podmínek. Na grafu číslo 8 je zobrazené výsledné skóre z obou měření



Graf č. 8: Výsledky měření na přístroji Neurotracker probanda Jana K.

4.2.1.3 Kazuistika č. 3 - proband Ondřej K.

Ondřej K. je v době měření pětadvacetiletý muž, narozený 3. 8. 1994. Tenis hraje aktivně 16 let, svého času také na závodní úrovni. V posledních sedmi letech se tenisu věnuje již jen aktivně. Nejlepším umístěním v celostátním žebříčku Českého tenisového svazu pro něj bylo 233. místo ve starším žactvu. Nyní se nachází na 616. místě v dospělé kategorii. Subjektivně obtíže se zrakem neuvádí.

Proband Ondřej K. byl před vyšetřením na přístrojích Senaptec a Neurotracker podroben celkovému zrakovému screeningu. V úvodním odběru anamnézy nejdříve znegoval potíže spjaté se zrakem, s postupem času a zamyšlením se nad subjektivními obtížemi však nakonec sám uvedl problém při delší práci s počítačem nebo telefonem. Potíže uvádí v podobě slzení, únavy a rozmazání obrazu na displeji. Jako kompenzační manévr využívá při čtení textu pouze jedno oko, druhé v reakci na obtíže zavírá. Subjektivně dále udává, že večer často není schopný přečíst více stran textu. Opakované bolesti hlavy neguje.

Na přístrojovém vyšetření refraktometrem bylo naměřeno -0,75 D na pravém i na levém oku. Navzdory naměřeným dioptriím má však testovaný ostrost vidění zcela v pořádku, naměřené dioptrie tedy poukazují na problémy s pohybem čočky. Pohyb očí je plynulý, pouze s drobnými záseky. Vergenční flexibilita má potenciál fungovat rychleji, ale nebyl zde vyhodnocen výrazný nedostatek.

První problematický parametr představovala hodnota maximálního bodu konvergence. Při zaostření na blízký předmět, od vzdálenosti 15 až 10 cm a blíže, proband

nevědomě omezoval až skoro zamezoval příjmu vjemů z jednoho oka. Stejné potlačení vjemu můžeme pozorovat u velké většiny populace, ale až ve vzdálenosti předmětu přímo u nosu. Nalezená patologie vypovídá o drobném problému v rámci funkce vnitřních svalů, které pak nejsou schopny výsledný obraz funkčně spojit.

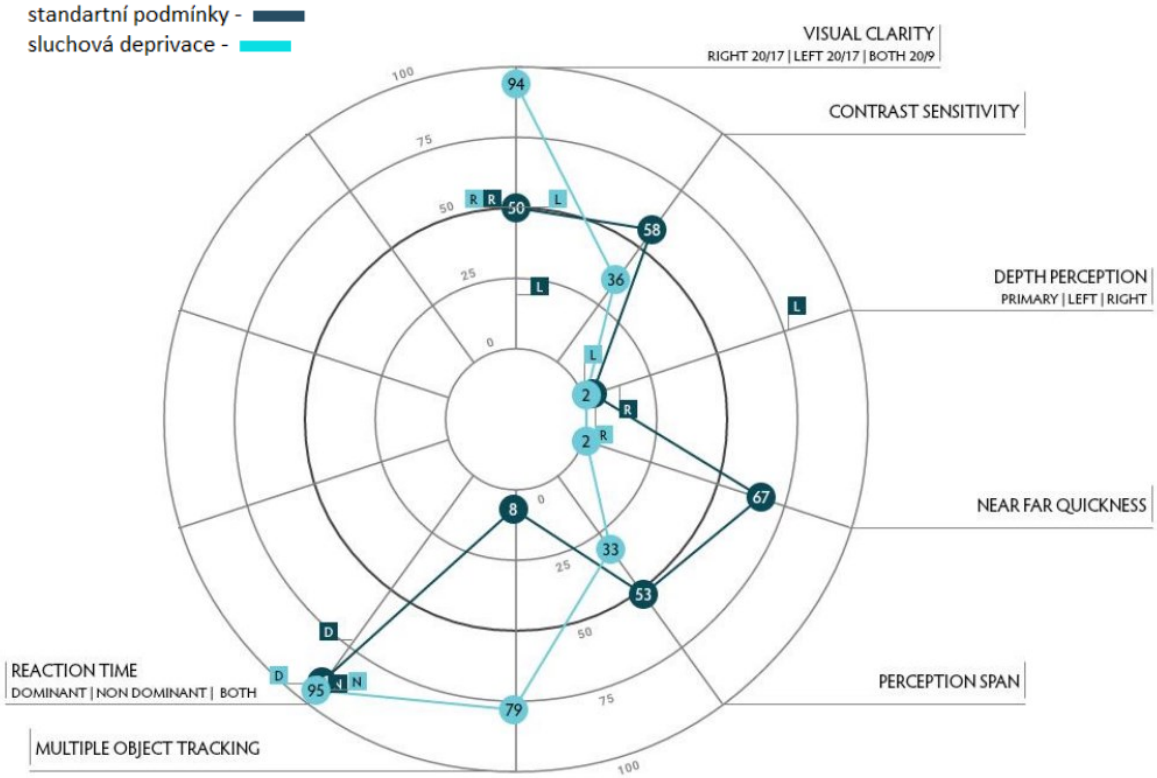
Při vyšetření akomodační flexibility byly zjištěny velké rezervy v její funkci. Vzniklé rezervy byly vyhodnoceny jako důsledek naměřených záporných dioptrií. U měření fúzních rezerv nedošlo k rozmazání – tento výsledek je však fyziologicky nemožný a svědčí o nevědomé supresi vjemu z jednoho oka, tedy snahy CNS nahradit funkci nekvalitní strany stranou kvalitnějšího charakteru. Vnější okohybné svaly jsou oproti vnitřním svalům probanda silnější, tudíž se jejich výsledná chybná synergie projeví až při větší intenzitě zátěže. Svaly pak mají tendenci tahu oka ventrálním směrem, což zapříčiňuje jeho vyvedení z ideální pozice. V tomto důsledku se pak u testovaného bude výrazně projevovat únava očí v nočních hodinách a během denních hodin při nedostatku slunečního svitu.

Datum	30.1.2020
Ostrost - P	1.25
Ostrost - L	1.25
Ostrost - binokulární	1.60
Motilita - P	75%
Motilita - L	75%
Přeostření dálka blízko dálka	19 sek
Max. bod konvergence - rozdvojení	4 cm
Max. bod konvergence - spojení	7 cm
Vergenční flexibilita	15.0
Akomodace - L	2.5
Akomodace -P	2.0
Akomodace - binokulární	6.0
Konvergence - rozmlžení (dálka)	*0 cm*
Konvergence - rozdvojení (dálka)	*0 cm*
Konvergence - spojení (dálka)	*0 cm*
Divergence - rozdvojení (dálka)	8 cm
Divergence - spojení (dálka)	6 cm
Neurotracker - standartně	0,92
Neurotracker - sluchová eliminace	1,75

Tabulka 4: Zrakové vyšetření probanda Ondřeje K.

Výsledky přístroje Senaptec u Ondřeje K.

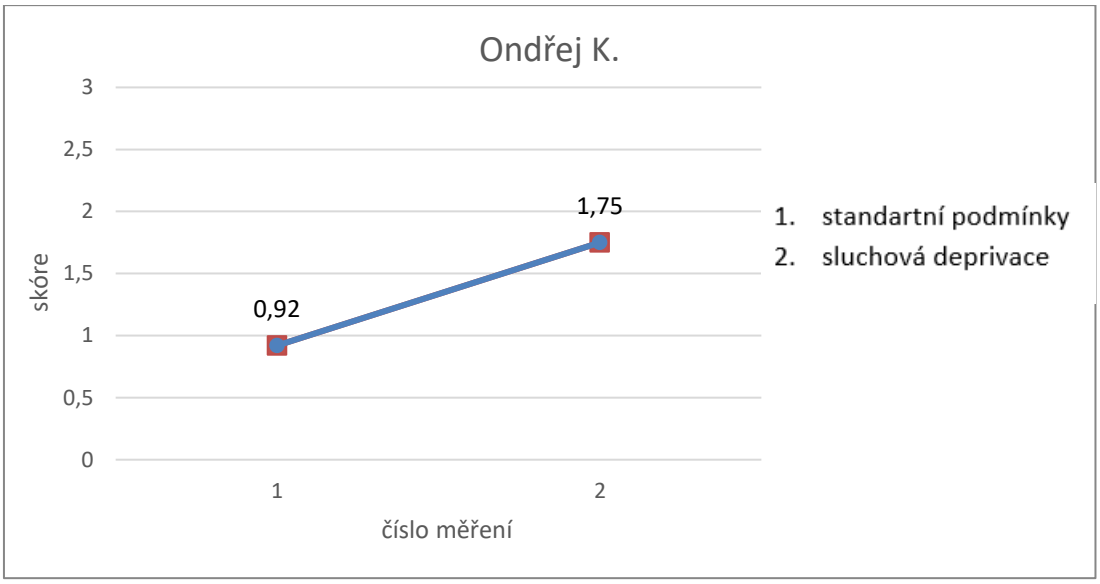
Proband Ondřej K. nedosáhl na přístroji Senaptec kvalitních hodnot. Jako silné stránky jeho zraku byly přístrojem vyhodnoceny: 1. reakční čas na podnět, 2. ostrost vidění v zatížení, 3. vnímání více objektů. Prostor pro zlepšení by při vizuálním tréninku měl nastat u: hloubkové ostrosti, hloubkového vidění, rychlosti rozeznání vzdálenosti, vnímání rozsahů a kontrastní citlivosti. Na obrázku číslo 8 můžeme vidět naměřené hodnoty. Tmavě modrá barva značí hodnoty při standartních sluchových podmínkách, světle modrá hodnoty s eliminací sluchu (sluchovou deprivací). Výsledné skóre je 48.



Obrázek č. 9: Výsledky na přístroji Senaptec probanda Ondřeje K.

Výsledky přístroje Neurotracker u Ondřeje K.

Zajímavých hodnot dosáhl proband na přístroji Neurotracker. Při standartních sluchových podmínkách dosáhl podprůměrné hodnoty 0,92 skóre. Při eliminaci sluchu se výrazně zlepšil na hodnotu 1,75 skóre. Na grafu číslo 9 je zobrazené výsledné skóre z obou měření.



Graf č. 9: Výsledky měření na přístroji Neurotracker probanda Ondřeje K.

4.2.1.4 Kazuistika č. 4 - proband Vendula Ž.

Vendula Ž. je v době měření dvaadvacetiletá žena, narozena 15. 4. 1997. Tenis hraje aktivně na závodní úrovni 18 let, momentálně již zhruba rok nehraje na profesionální úrovni. Jejím nejlepším umístěním v celostátním žebříčku Českého tenisového svazu bylo 2. místo ve starším žactvu, nyní se nachází na 165. místě v dospělé kategorii. Jejím nejlepším umístěním na světovém žebříčku WTA byla 564. pozice. Testovaná Vendula Ž. je také mistryní republiky v tenise za rok 2018. Subjektivně problémy s vizem neudává.

Proband Vendula Ž. byla před vyšetřením na přístrojích Senaptec a Neurotracker podrobena celkovému zrakovému screeningu. U otázek týkajících se zdravotní anamnézy nebyly u Venduly Ž. zjištěny jakékoliv zdravotní problémy.

Plynulost pohybu očí byla shledána v pořádku. Kromě mírného poskoku čoček nebyly shledány žádné nevšední výsledky. Přeostření z dálky na blízko (test čtení deseti písmen z blízka a deseti písmen z dálky) dokázala provést za 16 sekund. Tento výsledek je pro úvodní vyšetření hodnocen jako kvalitní. Po provedení neuro-vizuálních tréninků je zde možný potenciál pohybovat se okolo rychlosti 10 sekund.

Rozdvojení obrazu nastává u testované ve vzdálenosti 5 cm před nosem, spojení v 11 cm před nosem. Tabulkově hodnoty odpovídají fyziologickým normám, u mladého sportovce však mají hodnoty výrazné rezervy, které by bylo možné pomocí případné neuro-vizuální terapie odstranit. Hodnoty mladého sportovce odpovídají rozdvojení obrazu ve vzdálenosti 2 cm a spojení obrazu ve vzdálenosti 5 cm.

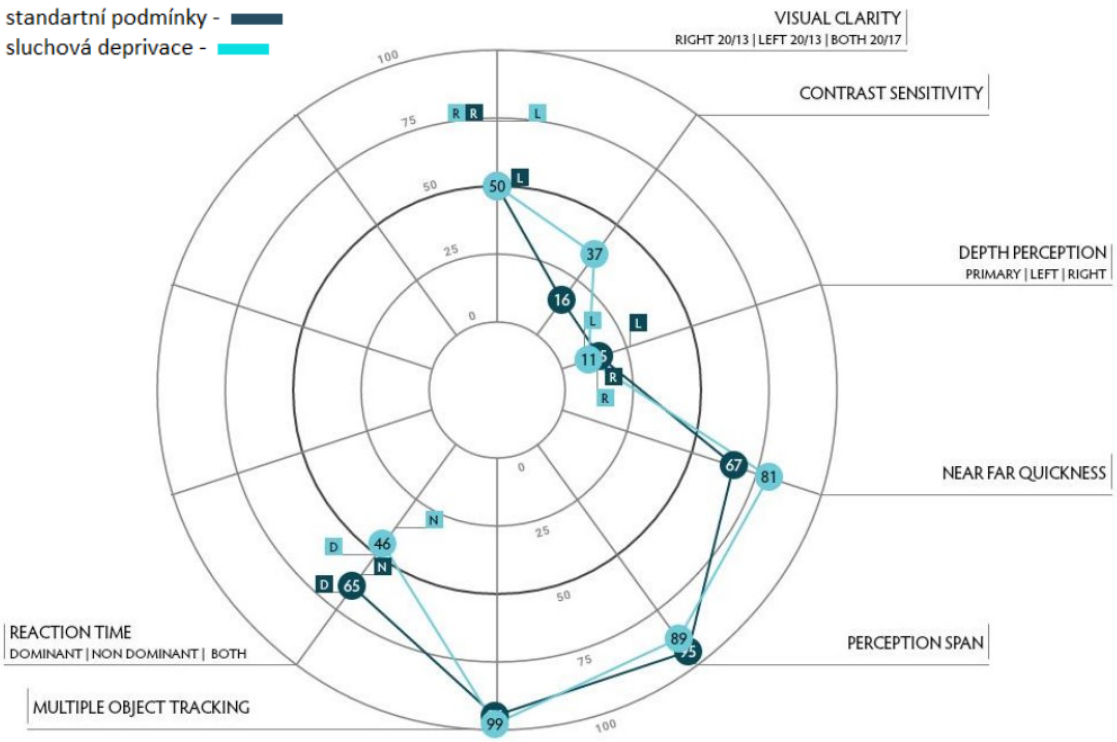
Hodnoty vergenční flexibility představují znatelný potenciál ke zlepšení. U konvergentních fúzních rezerv proband subjektivně neudával pocit rozostření obrazu, ač ho vyšetření prokázalo. Dle vyšetření testovaná nedisponuje výrazně silnými okohybnými svaly. Subjektivní pocit rozostření obrazu bude patrný při vysoké fyzické zátěži a při snaze zaostřit na dálku. Hodnoty divergentní fúzní rezervy lze ohodnotit jako nadstandartní.

Datum	13.2.2020
Ostrost - P	1.25
Ostrost - L	1.25
Ostrost - binokulární	1.25
Motilita - P	75%
Motilita - L	75%
Přeostření dálka/blízko	16 sek
Max. bod konvergence - rozdvojení	5 cm
Max. bod konvergence - spojení	11 cm
Vergenční flexibilita	13.0
Akomodace - L	12.5
Akomodace -P	11.0
Akomodace - binokulární	8.5
Konvergence - rozmlžení (dálka)	10 cm
Konvergence - rozdvojení (dálka)	18 cm
Konvergence - spojení (dálka)	14 cm
Divergence - rozdvojení (dálka)	6 cm
Divergence - spojení (dálka)	4 cm
Neurotracker - standartně	1,54
Neurotracker - sluchová eliminace	1,48

Tabulka 5: Zrakové vyšetření probanda Venduly Ž.

Výsledky přístroje Senaptec u Venduly Ž.

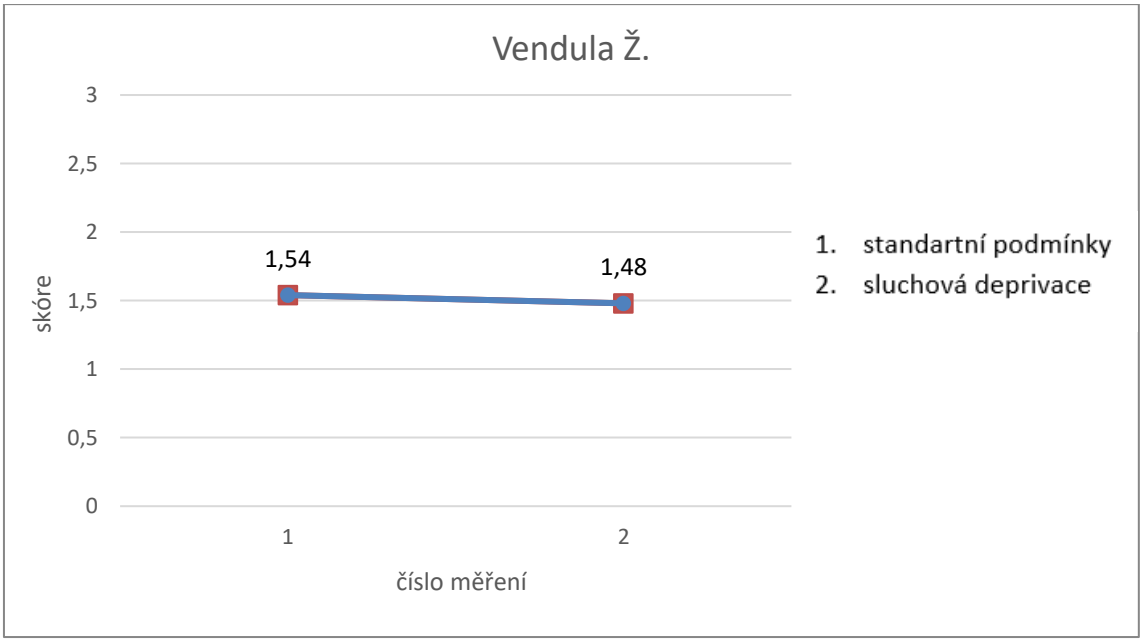
Testovaná Vendula Ž. dosáhla na přístroji Senaptec nadprůměrně kvalitních výsledků v rámci hodnot řízených CNS, naopak vizuální hodnoty byly shledány jako značně nedostačující. Jako silné stránky zraku testované byly přístrojem vyhodnoceny: 1. vnímání více objektů, 2. vnímání rozsahů, 3. rychlost rozeznání vzdálenosti. Prostor pro zlepšení by při vizuálním tréninku mohl nastat u: hloubkové ostrosti, hloubkového vidění a reakčního času na podnět. Na obrázku číslo 10 jsou vidět naměřené hodnoty. Tmavě modrá značí hodnoty při standartních sluchových podmínkách, světle modrá hodnoty s eliminací sluchu (sluchovou deprivací). Výsledné skóre je 59.



Obrázek č. 10: Výsledky vyšetření na přístroji Senaptec probanda Venduly Ž.

Výsledky přístroje Neurotracker u Venduly Ž.

Velmi mírně pod hranicí normy se pohybovala vyšetřovaná na přístroji Neurotracker. Při standartních sluchových podmínkách dosáhla skóre 1,54, při eliminaci sluchu dosáhla skóre 1,48. Na grafu číslo 10 je zobrazené výsledné skóre z obou měření.



Graf č. 10: Výsledky měření na přístroji Neurotracker probanda Venduly Ž.

4.2.1.5 Kazuistika č. 5 - proband Filip M.

Filip M. je v době měření pětadvacetiletý muž, narozen 2. 4. 1994. Tenis hraje závodně již 19 let a věnuje se mu i na profesionální úrovni. Nejlepším umístěním v celostátním žebříčku Českého tenisového svazu bylo 35. místo v dospělé kategorii, momentálně se nachází na 40. místě v dospělé kategorii. Ve světovém žebříčku ATP byl nejvýše na 1600. místě. Subjektivně potíže s viděním neudává.

Testovanému Filipu M. byly již v předešlé době diagnostikovány dioptrie a používá brýle. Předešlá diagnostika odhalila -0,25 D na pravém oku a -0,5 D cylindrické vady na oku levém. Naměřené dioptrie má adekvátně zkorigované brýlemi. Udává, že brýle nosí především při zhoršeném osvětlení. Sám popisuje subjektivní pocit rozmazání obrazu ve chvíli, kdy se nachází ve větší fyzické zátěži, přestože námi provedené vyšetření a výsledky z refraktometru na tyto možné problémy nepoukazovaly. Motoricky využívá více pravé oko, opticky však dle výsledků lépe vidí levým okem.

Při vyšetření plynulosti očí byly patrné drobné poskoky čočky. V testu přeostření z dálky na blízko jsme naměřili hodnotu 19 sekund, což není pro mladého závodního sportovce adekvátně dostatečný výsledek a naskýtají se zde značné rezervy.

Maximální bod konvergence je při spojení obrazu v 5 cm před očima, ve 2 cm při rozdvojení obrazu před očima. Výsledky tak svědčí o velké síle vnitřních svalů. Při vyšetření vergenční flexibility bylo dosaženo množství 7,5 cyklu.

Funkčnost akomodační flexibility je dle testování binokulárně kvalitnější než v rámci jednotlivých očí samostatně.

Co se týče konvergentních fúzních rezerv, vnitřní svaly testovaného jsou stabilní a silné – rozmlžení nastává ve vzdálenosti 10 cm, rozdvojení až ve 25 cm, spojení ve vzdálenosti 20 cm. Divergentní fúzní rezervy odpovídají spojení ve vzdálenosti 4 cm při spojení, 6 cm při rozdvojení. Výsledné hodnoty poukazují na správnou funkci jak vnitřních, tak vnějších svalů, které jsou spolu schopny správně spolupracovat.

Datum	13.2.2020
Ostrost - P	1.00
Ostrost - L	1.25
Ostrost - binokulární	1.25
Motilita - P	75%
Motilita - L	75%
Přeostření dálka / blízko	19 sek
Max. bod konvergence - rozdvojení	2 cm
Max. bod konvergence - spojení	5 cm

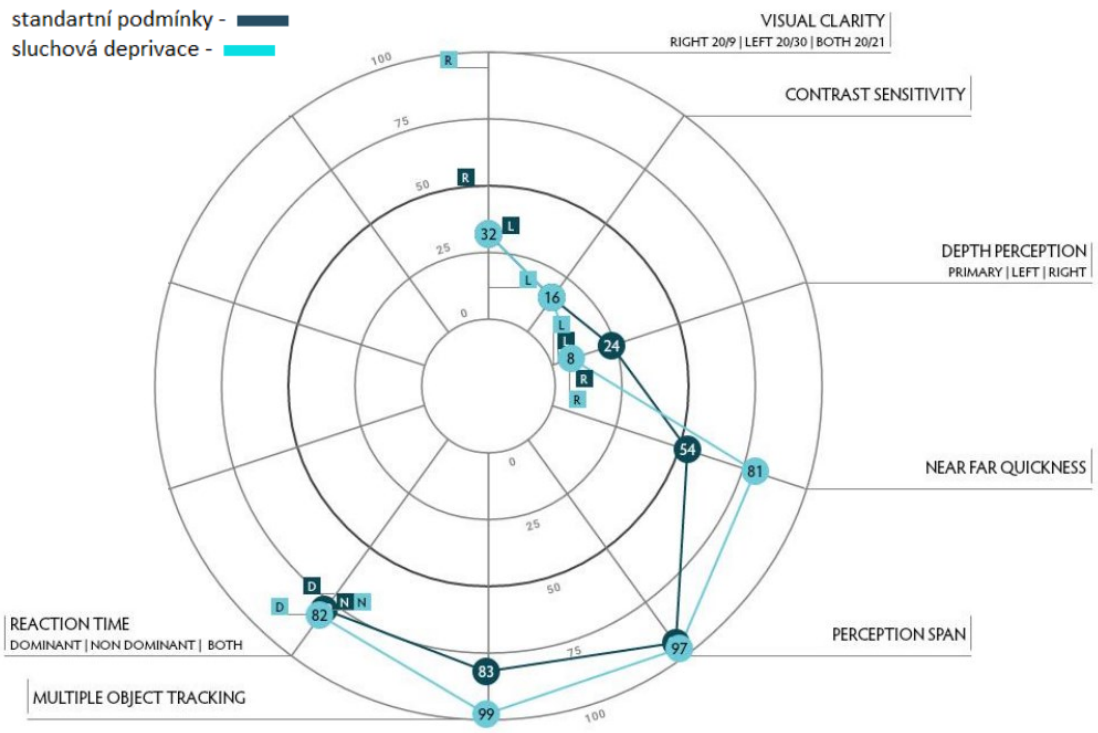
Vergenční flexibilita	7.5
Akomodace - L	9.0
Akomodace -P	10.0
Akomodace - binokulární	12.0
Konvergence - rozmlžení (dálka)	10 cm
Konvergence - rozdvojení (dálka)	25 cm
Konvergence - spojení (dálka)	20 cm
Divergence - rozdvojení (dálka)	6 cm
Divergence - spojení (dálka)	4 cm
Neurotracker - standartně	1,33
Neurotracker - sluchová eliminace	1,56

Tabulka 6: Zrakové vyšetření probanda Filipa M.

Výsledky přístroje Senaptec u Filipa M.

Proband Filip M. dosáhl na přístroji Senaptec nadprůměrně kvalitních hodnot řízených CNS. Naopak hodnoty naměřené pouze pomocí vizuální percepce jsou značně nedostačující. Jako silné stránky jeho zraku byly přístrojem vyhodnoceny: 1. vnímání více objektů, 2. vnímání rozsahů, 3. reakční čas na podnět, 4. rychlost rozeznání vzdálenosti. Prostor pro zlepšení by při vizuálním tréninku mohl nastat u: hloubkové ostrosti, hloubkového vidění, kontrastní citlivosti a ostrosti vidění v zátěži.

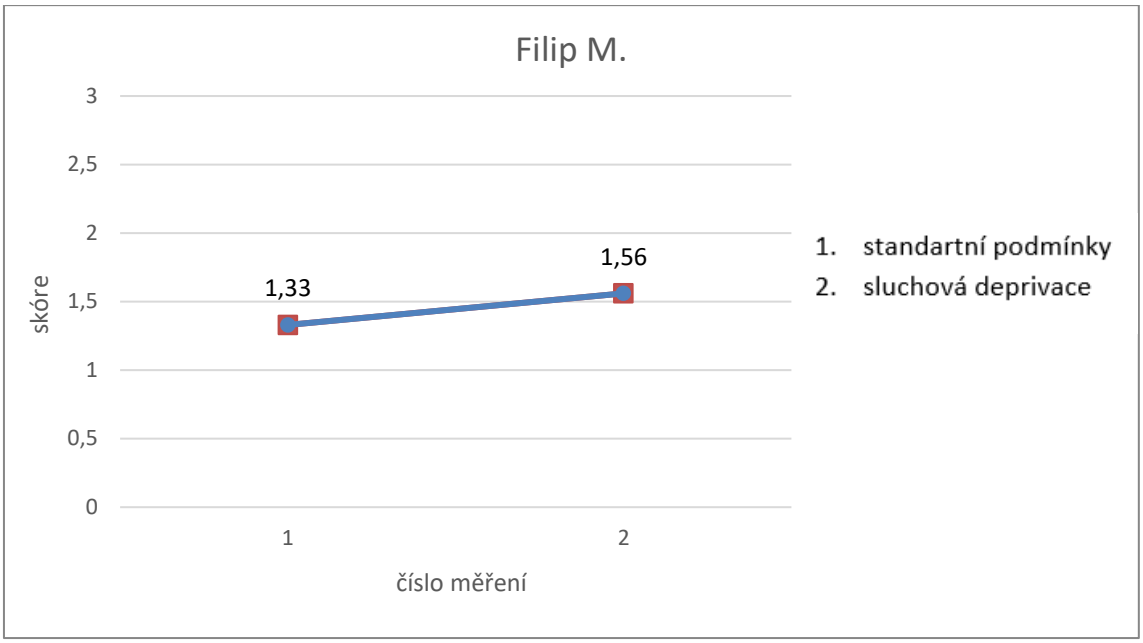
Na obrázku číslo 11 můžeme vidět naměřené hodnoty. Tmavě modrá barva značí hodnoty při standartních sluchových podmínkách, světle modrá hodnoty s eliminací sluchu (sluchovou deprivací). Výsledné skóre je 59.



Obrázek č. 11: Výsledky vyšetření na přístroji Senaptec probanda Filipa M.

Výsledky přístroje Neurotracker u Filipa M.

Na přístroji Neurotracker dosáhl testovaný skóre lehce pod hranicí adekvátních hodnot. Při standartních sluchových podmínkách se jednalo o skóre 1,33, při eliminaci sluchu došlo ke zlepšení na skóre 1,56. Z naměřených výsledků plyne, že při eliminaci sluchu dosáhl testovaný lepších výsledků než za standartních podmínek. Na grafu číslo 11 je zobrazené výsledné skóre z obou měření.



Graf č. 11: Výsledky měření na přístroji Neurotracker probanda Filipa M.

4.2.2 Shrnutí vedlejších cílů práce

Možnosti vyšetření zraku již v dnešní době dosahují vysoké úrovně. Zpracované kazuistiky by měly, mimo jiné, upozornit na možný výskyt očních vad i u jedinců, kteří subjektivně nepociťují obtíže se zrakem spjaté, jak jsme mohli vidět i v prezentovaných kazuistikách.

Probandi Filip M. a Vendula Ž., kteří dosahují vysoké tenisové úrovně, zároveň dosáhli velmi kvalitních výsledků v rámci zrakového screeningu. Naproti tomu probandi Ondřej K. a Jan P. (zastupující tenisty nízké výkonnostní úrovně) nedosahovali dle zrakového screeningu kvalitních hodnot. Jan K. dosahuje dle tenisového žebříčku ve své kategorii velmi kvalitní tenisové úrovně a výsledky zrakového vyšetření naznačují široký potenciál v oblasti zlepšení zrakové percepce testovaného. Korelace zrakového screeningu s výsledky hlavní části diplomové práce bude podrobněji popsána v následující kapitole.

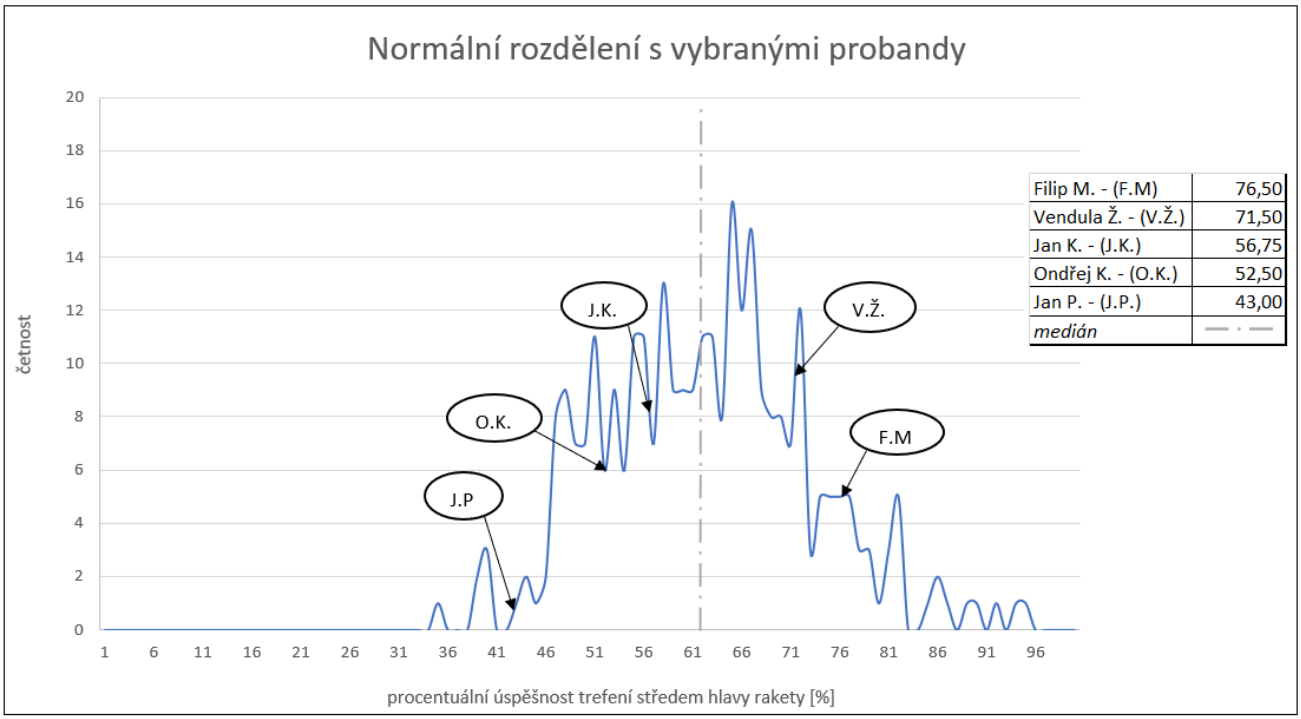
4.2.2.1 Korelace zrakového screeningu a motorické aktivity

Na základě vyhodnocení výsledků zrakového screeningu bylo 5 vybraných probandů seřazeno sestupně dle kvality jejich zraku. Jako proband disponující nejkvalitnějším zrakem byl vyhodnocen Filip M., po něm s nejlepšími výsledky následovala testovaná Vendula Ž. Průměrných hodnot dosáhl Jan K., podprůměrných

hodnot pak testovaný Ondřej K. Nejméně kvalitních výsledků dosáhl Jan P., tudíž byl vyhodnocen jako proband disponující nejhorší kvalitou zraku.

Průměr hodnot všech čtyř fází procentuální úspěšnosti odehrání středem hlavy rakety byl zanesen do křivky četností normálního rozdělení. V této křivce je označen její medián. Medián zde můžeme považovat za pomyslné oddělení kvalitních (napravo od mediánu) a nekvalitních výsledků (nalevo od mediánu).

Na grafu č. 12 můžeme vidět značnou korelaci mezi kvalitním výsledkem zrakového screeningu a zároveň schopností udeřit míč co nejideálněji. Probandi Ondřej K. a Jan P., kteří dopadli při zrakovém screeningu podprůměrně až velmi podprůměrně, se pohybují v křivce normálního rozdělení v části s velmi nedostatečnou hodnotou procentuální úspěšnosti. Naproti tomu probandi Filip M. a Vendula Ž., kteří dosáhli ve zrakovém screeningu velmi kvalitních výsledků, se pohybují na opačném pólu křivky normálního rozdělení, tedy v části označující velmi dobré výsledky v rámci procentuální úspěšnosti.

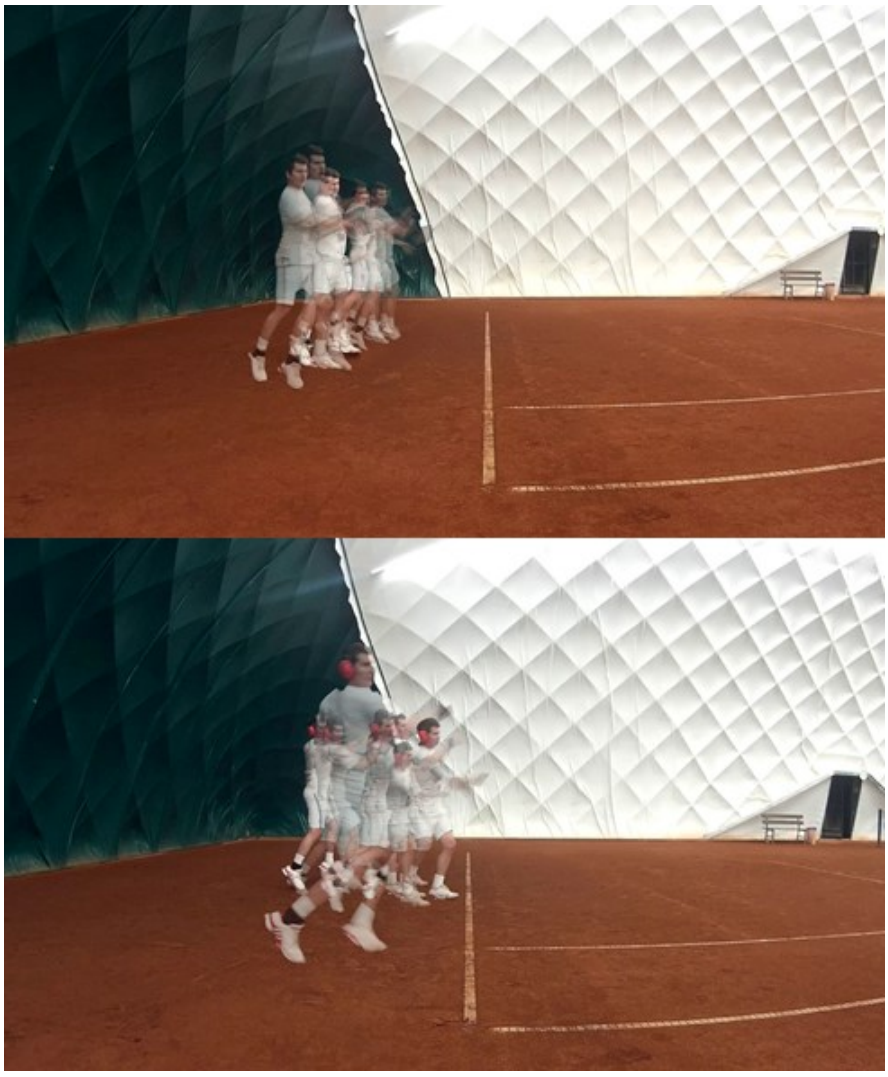


Graf č. 12: Normální rozdělení s vyznačením průměrných hodnot vybraných probandů

Na základě výsledků zobrazených na grafu číslo 12 lze usuzovat, že kvalita zrakové percepce může přímo podmiňovat kvalitu provedení motorické aktivity. Pro potvrzení této teze by však byla zapotřebí větší testovací skupina.

4.3 Pohybová animace fází v jednom cyklu

Na obrázku číslo 12 lze vidět změnu pohybového projevu při hře za sluchové deprivace oproti standartním podmínkám. Proband se při sluchové eliminaci pohybuje více uvnitř tenisového dvorce a jeho pohyb je veden směrem naproti letícímu míči.



Obrázek č. 12: Animace pohybu fáze za standartních podmínek a za deprivace sluchu

4.4 Vyhodnocení hypotéz

4.4.1 Hypotéza H1

H1: Při eliminaci sluchu se u probandů zhorší procentuální úspěšnost odehrání míče středem hlavy rakety.

Na základě výsledku, který udává 1,4násobně vyšší šanci probandů odehrát úder lépe za standartních sluchových podmínek a závěrů stanovených z grafů číslo 1 a 2, hypotézu H1 na 95 % hladině statistické významnosti (p=0,0001) potvrzujeme a zamítáme negaci hypotézy H1.

4.4.2 Hypotéza H2

H2: Subjektivně budou probandi udávat, že eliminace sluchu má vliv na jejich herní projev a budou pociťovat zvýšení fyzické zátěže při hře se sluchovou eliminací.

Ze souboru 77 probandů 75,32 % subjektivně označilo fázi při sluchové deprivaci za fyzicky náročnější.

Z celkového počtu 77 probandů jich 88 % uvedlo, že jejich herní projev byl z větší, či menší míry (52 % na dotazníkovou otázku odpovědělo "určitě ano", 36 % odpovědělo "spíše ano") sluchovou eliminací ovlivněn.

Na základě těchto výsledků hypotézu H2 potvrzujeme a zamítáme negaci hypotézy H2.

4.4.3 Hypotéza H3

H3: Kvalita zrakové percepce předurčuje jedince k lepší procentuální úspěšnosti odehrání míče středem hlavy rakety, a tedy i k lepšímu hernímu projevu.

Na základě grafu normálního rozdělení (graf č. 12) můžeme hypotézu H3 potvrdit. Nedisponovali jsme však dostatečným počtem testovaných, tudíž nemůžeme statisticky jasně zamítnout negaci hypotézy H3.

4.4.4 Hypotéza H4

H4: Při vyšetření na přístrojích Senaptec a Neurotracker se výsledky zlepší v části, kdy je vyšetření prováděno se sluchovou eliminací.

Výsledky pro tuto hypotézu nejsou signifikantní. U jednotlivých probandů podrobených tomuto vyšetření nebyly v části vyšetření za sluchové deprivace zjištěny signifikantní změny ve prospěch výsledků se sluchovou eliminací. Hypotézu H4 tedy na základě nedostatečně signifikantních výsledků zamítáme.

5 DISKUZE

5.1 Diskuze k teoretické části

5.1.1 Množství dostupné literatury

Tato práce vychází z předpokladu, že provedení ideální a kvalitní motorické činnosti se neobejde bez činnosti smyslových orgánů a jejich modalit. Většina z nás si je významu smyslových modalit pro motoriku vědoma, nicméně je nutné tuto myšlenku objektivizovat. Největším úskalím pro teoretickou část bylo nalézt dostatečné množství objektivních studií, které se vlivem smyslových modalit (zejména pak vlivem sluchu a zraku) na motorický projev zabývaly. Studií není nepřeberné množství a tento, na první pohled zjevný fakt, je tak velmi těžké objektivně prokázat.

Pozorování pohybu a jeho korelace s kvalitní senzorickou percepcí je prozatím velmi málo prozkoumanou sférou jak oboru rehabilitace, tak celé medicíny. Z velké části jsme v teoretické části čerpali ze zahraničních studií, jelikož v českém prostředí vzniklo malé množství studií pojednávajících na toto téma.

V rámci České republiky vnímáme jako velmi přínosnou studii vlivu chybného vnímání vizuální vertikály na možný vznik idiopatické skoliózy (Čakrt et al., 2011). Dalšími autory, kteří se u nás zabývali vlivem smyslových modalit na motoriku a díky kterým jsme získali podklad pro teoretickou část, jsou Véle a Kolář. Véle (1997) uvádí příklad diabetiků s poruchou propriocepce s důsledkem zintenzivnění zrakové percepce v podobě zvýšené zrakové kontroly. Význam smyslů pro motorický projev ve svých publikacích však spíše konstatuje, není bohužel doplněn žádnou objektivní studií. Stěžejní informací pro tvorbu této práce byl příklad, který popisuje Kolář (in Červenková, 2018, 117): *„Role akustické informace se často podceňuje, stačí si ale při sportování zacpat uši a jejich význam vám bude hned srozumitelný. Třeba přední tenisté musí číst akustické informace velmi detailně, protože jejich zpracováním a vyhodnocením přesně předvídají sílu úderu a pohyb míčku. Jakmile slyší jeho odraz od rakety, už podle něj nastavují svůj pohyb.“*

Teoretická část byla z velké části zaměřena na sluchový a zrakový aparát a jeho vliv na motoriku. Dále se zabývala vzájemným vztahem sluchu a zraku a případnou kompenzací jednoho smyslu ve chvíli, kdy druhý vypadne ze své fyziologické funkce. Tyto hypotézy byly předpokladem pro vznik praktické části. Studií, článků a literatury popisující vztah sluchového a zrakového aparátu však také není mnoho.

Taktéž jsme nalezli malé množství studií, které by čistě pojednávaly o vlivu sluchu na motorický projev, daleko více jsme jich nalezli v rámci vlivu zrakového aparátu. Pouze nová studie od Schafferta, Oldaga a Cesariho (2020) popisuje přímo vliv sluchové deprivace na pohyb (konkrétně u veslařů) a zabývala se tak přímo námi zkoumanou problematikou. V téměř každé další vyhledané studii doprovází problematiku sluchu a pohybu ještě jiné smyslové ústrojí ve vztahu k motorice. Lubetzky a kol. (2020) uvádí účinek sluchového aparátu na pohybové ústrojí, ale pouze ve spojitosti s vestibulárním aparátem. V závěru práce však Lubetzky a kol. (2020) uvádí myšlenku, že akustické podněty z vnějšího prostředí by měly mít vliv na posturální aktivitu člověka. Tuto myšlenku však bohužel dále nerozpracovává a objektivně nepotvrzuje žádnou testovací skupinou.

Při pohledu na čistě anatomickou strukturu věci v rámci propojení sluchu a motoriky tento předpoklad potvrzuje Čihák (2011), který uvádí návaznost motorických odpovědí na podkladě akustických stimulů přenesených přes retikulospinální dráhu. Z této informace lze vycházet při tezi, že sluchový aparát má vliv na motorický projev.

Z výše zmíněné teze však vyvstává otázka, do jaké míry ovlivňuje sluch motorický projev a jak velký vliv má na provedení motorického úkonu? Tyto otázky se dají velmi těžko zodpovědět, neboť je velmi obtížné tento vliv změřit a tím pádem i objektivizovat. V dostupné literatuře jsme na tyto otázky nenalezli odpověď, proto je praktická část snahou pokusit se nejen vliv prokázat, ale i pokusit se stanovit určitou míru ovlivnění.

5.2 Diskuze k praktické části

5.2.1 Vliv eliminace sluchu na motoriku

V rámci našeho výzkumu jsme si dali za cíl prokázat, zda má sluchová percepce vliv na provedení motorické aktivity. Dále nás velmi zajímalo, do jaké míry sahá případný vliv sluchové percepce na motorický projev. Dle výsledků souboru 77 testovaných jedinců jsme již v kapitole Výsledky potvrdili hypotézu, že sluchová percepce má na motorický projev signifikantní vliv. Otázkou zde tedy zůstává, do jaké míry je projev ovlivněný.

Statistickou analýzou byla určena 1,4násobně vyšší šance na úspěšné odehrání míče za standartních sluchových podmínek. Když si tuto šanci předvedeme na příkladu (vztaženému k této práci), tak tenista, který při standartních podmínkách odehrával míček středem hlavy rakety ze 70 %, při sluchové deprivaci odehrával míček středem hlavy

rakety pouze ze 62,5 % [při dosazení do vzorce pravděpodobnost= šance/ (šance+1) a šance = pravděpodobnost/ (1- pravděpodobnost)]. Z daného příkladu lze usuzovat, že v tomto případě došlo k ovlivnění sluchovou deprivací ze 7,5 %.

5.2.2 Stanovené proměnné a homogenita souboru

Jako zajímavý lze považovat fakt, že žádná ze stanovených proměnných (zkušenosti, věk, pohlaví, pořadí fází v cyklu měření) neměla ve výsledku signifikantní vliv na procentuální úspěšnost jedinců. Otázkou zde zůstává možná nedostatečná homogenita souboru. Cílovou skupinou zde byli aktivní hráči tenisu, kterými jsme vyhodnotili všechny jedince ve stanovené věkové hranici, kteří docházeli minimálně jednou týdně na tenisový trénink. Lze poměrně těžko stanovit, kdy můžeme jedince považovat za aktivního hráče a tento fakt je jistě diskutabilní. Věkové rozmezí testovaných zde navíc bylo poměrně široké. Určitou proměnnou zde může být také to, že méně zkušeným probandům byly míče často nahrávány tenisovým trenérem, což mohlo mít vliv na jejich lepší herní projev a zlepšení odehrání míče. Předmětem dalších diskuzí a případných měření zde tedy zůstává, jak by se výsledky lišily, pokud by se soubor probandů stal více homogenním a testování by bylo prováděno jen u závodních nebo amatérských hráčů.

V rámci stanovených proměnných nás dále překvapilo, že zkušenosti neměly signifikantní vliv na výsledné hodnoty. Množství zkušeností jsme zde hodnotili počtem let, který proband strávil aktivním hraním tenisu. U zkušenějších hráčů jsme očekávali zásadní vliv sluchové deprivace na herní projev, a to z toho důvodu, že tito hráči mají již několik let zavedené pohybové stereotypy. Očekávali jsme, že jim sluchová deprivace tyto naučené pohybové stereotypy výrazně naruší a rozhodí tak jejich herní projev více než u hráčů, kteří tyto pohybové vzory nemají tak plně ukotvené v rámci automaticity. Tento předpoklad se však dle statistických výsledků nepotvrdil.

5.2.3 Korelace kvality zraku a vytvoření nových pohybových vzorů

Miller a kol. (2007) v rámci studie udávají, že jedinci s poruchou ideativních funkcí nejsou schopni provádět nově naučené pohybové vzory. Vzhledem k tomu, že ideativní funkce fungují na podkladě smyslových modalit, mohli bychom tento fakt uvažovat i v rámci korelace s našimi výsledky, konkrétně tak u probandů Jana P. a Ondřeje K., kterým byly na základě provedených vyšetření zjištěny oční vady. Při poruše ideativních funkcí dojde k vytvoření chybné představy a plánu pohybu a jedinci si nejsou schopni osvojit

nové pohybové vzory (Kolář 2016; Miller a kol. 2007). Nový pohybový vzor vytváříme totiž i při sluchové deprivaci. Proband Jan P. i Ondřej K. dosahovali podprůměrných hodnot v procentuální úspěšnosti odehrání středem hlavy rakety, obzvlášť pak při hře s eliminací sluchu. Vysvětlením, proč tito dva testovaní měli takový problém v rámci hry s eliminací sluchu, může být právě teze od Miller a kol. (2007). Pro potvrzení teze bychom potřebovali prokázat, že problém v rámci ideativní funkce je na podkladě špatného zraku testovaných, ne jiných smyslových modalit. Pro toto tvrzení bychom zároveň potřebovali širokou testovací skupinu, nicméně tato teze může posloužit jako podklad pro další měření.

5.2.4 Využití eliminace sluchu

O zintenzivnění jednoho smyslu při deprivaci smyslu jiného ve své publikaci, kromě jiných autorů, mluví i Véle (1997). Zintenzivnění zrakové percepce dokázal u neslyšících Codina, Bhardwaj, Pascalis (2010). Codina et al. (2011) u neslyšících prokázal dokonce změny na sítnici oka. Merabet a Pascual-Leon (2010) pak uvádí větší aktivitu zraku a hmatu při sluchové deprivaci. Nejnovější studie od autorů Bell a kol. (2019) a Glick a Sharma (2020) popisují přímo proces neuroplasticity při sluchové deprivaci. Na základě těchto publikací nás zajímalo, zda může mít i chvilková sluchová deprivace při zrakovém vyšetření na Senaptecu a Neurotrackeru vliv na výsledky a dojde ke krátkodobému zintenzivnění zrakové percepce za sluchové deprivace. Tuto otázku se nám nepodařilo signifikantněji prokázat. Předmětem dalšího zkoumání tedy zůstává, zda může k zintenzivnění zrakové percepce za sluchové deprivace dojít, pokud by testovaný byl sluchové eliminaci vystaven po delší dobu, než 10-15 minut, popřípadě opakovaně, a zda k takovému krátkodobému prokazatelnému zintenzivnění může dojít i bez významného patologického poškození sluchu.

Využití sluchové deprivace v rámci zintenzivnění zrakové percepce by bylo možné využít i v rámci tréninku sportovců. Zvuk se ve vzduchu šíří určitou rychlostí v závislosti na teplotě daného vzduchu. Od místa, kde akustický signál vznikl, se k příjemci dostane až s určitou latencí. Tenisový dvorec je 23,77 m dlouhý a vzájemný odstup obou hráčů od základní čáry činí cca 1 m. Výsledná vzdálenost hráčů a jejich sluchových aparátů je tedy 25,77 m. Teplota vzduchu je (pro demonstraci příkladu) 20 °C a při této teplotě je rychlost šíření zvuku dle Navrátila a Rosiny (2019) 343 m/s.

1. Protihráč odehraje míček,

2. odehrání způsobí charakteristický zvukový podnět,
3. doba, než zaznamenáme zvukový podnět z druhé strany dvorce bude opožděná o vzorec: $t = \frac{s}{v} = \frac{25,77}{343} = 0,08sek$,
4. hráč na druhém konci dvorce přijme zvukový signál se zpožděním 0,08 sek.

Výsledná hodnota se nemusí jevit jako výrazný časový úsek, nicméně jak bylo zmíněno v úvodu této práce, o úspěchu často rozhodují setiny sekund. Stejně tak mohou o úspěchu rozhodovat setiny sekund v rámci rychlosti reakce na protihráčův zahraný úder. Ve chvíli, kdy bude sluch eliminován, bude hráč odkázán pouze na informace ze zrakového aparátu a motorická aktivita tak nebude podléhat opožděné reakci z důvodu vzniklé časové prodlevy (cca 0,08 sek), kdy sluchový aparát přijme vzniklou akustickou informaci z druhého konce tenisového dvorce. V kapitole 4.4 Pohybová animace fází v jednom cyklu můžeme na obrázku č. 12 vidět, že se hráč při fázi se sluchovou eliminací pohybuje ve směru do kurtu. Proband tak může jít, díky rychlejšímu zpracování pomocí zrakové percepce, odehranému míči naproti a stihnout tak míč odehrát před tělem, což je bráno jako jeden z faktorů pro ideální provedení tenisového úderu podle Koromházové a Linhartové (2008).

U hráče samozřejmě dojde k narušení pohybových stereotypů a díky omezení percepce nebude výkon při deprivaci optimální, princip sluchové deprivace zde ale může fungovat stejně tak, jako u principu senzomotorické stimulace a motorického učení. Jedná se o tzv. dvoustupňový model, kdy se první stupeň odehrává na korové úrovni, tedy jde o model vědomý a také náročnější. Opakováním pohybu se dostáváme do stupně druhého, který již probíhá na podkorové úrovni a dochází tak ke zjednodušení a zautomatizování provedení pohybu (Janda, Vávrová, 1992). Můžeme tedy předpokládat, že opakováním tréninku za sluchové deprivace dojde ke zlepšení pohybového projevu a při standartních podmínkách bude hráč více spoléhat, kromě sluchu, i na zrakový aparát a může tak dojít ke zrychlení motorických reakcí.

Studie, která nejvíce koreluje s touto prací je výzkum Schafferta, Oldaga a Cesariho (2020), kteří prokázali vliv sluchu na přesnost pohybu. Ve studii bránila sluchová deprivace veslařům v ideálním výkonu. Myšlenku publikovanou v této studii o podpoře multisenzorického vnímání pomocí sluchové deprivace vnímáme jako stěžejní a plně se s ní v rámci naší práce ztotožňujeme. Stejně tak sdílíme myšlenku o využití faktu,

že veslaři po zkušenosti se sluchovou deprivací a následnému návratu k normálnímu režimu hodnotili svůj pohyb jako kvalitnější a obohacený o novou zkušenost.

5.2.5 Využití neuro-vizuálního tréninku

Využití neuro-vizuálního tréninku ve sportovním odvětví popisuje například i Rudolf (2011), Rosenbaum (2010) pak spíše poukazuje na možnost zjištění potenciálu jedince ve světe sportu pomocí zrakového vyšetření. Na základě podkladů od Rosenbauma (2010) nás zajímal fakt, zda jedinci s lepšími výsledky v rámci procentuální úspěšnosti odehrání míče středem hlavy rakety budou zároveň disponovat kvalitnější zrakovou percepcí, což bylo následně prokázáno. Tento fakt však nelze signifikantněji potvrdit, protože jsme bohužel disponovali pouze skupinou 5 probandů.

Neuro-vizuální trénink není určen pouze pro vrcholové, či aktivní sportovce. Jeho využití sahá bezprostředně až do klinické praxe. Scheiman a kol. (2018) potvrzují pozitivní vliv neuro-vizuálního tréninku u poruch dyslexie, Gallaway, Scheiman a Mitchell (2017) prokázali jeho pozitivní vliv na symptomy po mozkové komoci a Simpson-Jones a Hunt (2018) udávají pozitivní vliv této terapie u pacientů po traumatických poškozeních mozku. Je zde potřeba zvážit, zda bychom jeho pozitiva nevyužili i v rámci fyzioterapie. Velké pole působnosti vidíme například u poruch rovnováhy, dyspraxií či jiných senzorických poruch. Otázka využití se nabízí i v rámci propojení cviků na podkladě vývojové kineziologie z konceptu DNS (Dynamická neuromuskulární stabilizace) kombinované s prvky neuro-vizuální terapie.

5.3 Limity práce

Jako velký limit práce shledáváme omezené možnosti v rámci optimální objektivizace kvality motorické aktivity. Procentuální úspěšnost odehrání míče středem hlavy rakety jsme měřili pomocí senzoru Zepp Tennis 2. Velké výhody tohoto senzoru shledáváme v jednoduchém ovládání, možnosti umístit senzor na různé typy tenisových raket a rychlosti zpracování údajů. V porovnání s elektrickými raketami dosahoval senzor lepších výsledků. Nevýhodou a limitem měření zůstává rezerva v rámci kvalitní lokace místa odrazu míče na hlavě tenisové rakety. Vyšlé studie poukazují na kvalitní výsledky v měření místa dopadu (tzv. „sweet spot“) senzoru Zepp Tennis 2 oproti elektrické tenisové raketě, nicméně dále upozorňují na přetrvávající značnou rezervu ve výsledcích měření místa dopadu (Keaney, Reid, 2019).

Limitem měření zůstává i značná nehomogenita souboru probandů, do kterého byli zařazeni testovaní ve věku od 11 do 25 let na různé tenisové úrovni. Abychom však dosáhli dostatečně velkého množství dat pro vyvození signifikantních závěrů, museli jsme kritéria měřeného souboru stanovit benevolentněji. Při snaze o větší homogenitu souboru bychom zdaleka nedosáhli výsledného počtu probandů. Vzhledem k tomu, že nám šlo především o procentuální změnu ve hře jednotlivce při sluchové deprivaci oproti standartním podmínkám, neviděli jsme takový problém v rámci zahrnutí probandů o různé tenisové úrovni do souboru testovaných.

V rámci závěrů plynoucích z korelace zrakového vyšetření a ideálního provedení pohybu testovaných musíme brát jednoznačně v potaz malý počet vyšetřených probandů. Počet probandů, kteří absolvovali kompletní zrakový screening, je totiž velmi malý a je jednoznačně velkým limitem práce. Z hlediska nedostatku vyšších finančních prostředků a pro značnou časovou náročnost vyšetření však nemohl být otestován pomocí zrakového screeningu větší počet probandů.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na prokázání vlivu smyslů (konkrétně se zaměřením na sluch a zrak) na motoriku člověka. Tento vliv jsme se v hlavní části diplomové práce snažili prokázat na příkladu tenistů, kteří absolvovali měření za standartních sluchových podmínek a za podmínek se sluchovou deprivací.

Teoretická část přináší souhrn poznatků z literatury o vlivu sluchového a zrakového aparátu na lidský pohyb. Je zde popsána i důležitost gnostických funkcí ve vtahu k provedení co nejkvalitnější motorické aktivity. Stručně jsme popsali význam senzorické integrace, která hraje svoji velkou roli v procesu motorického učení. V neposlední řadě jsme přinesli přehled studií, které zkoumaly vliv deprivace sluchu na lidskou motoriku a organizaci struktur CNS.

Po otestování 77 probandů jsme došli k výsledkům, díky kterým jsme prokázali významnou změnu hry při sluchové deprivaci. Šance, že proband provede pohyb kvalitně a bude moct udeřit míček středem hlavy rakety je ve fázi za standartních sluchových podmínek až 1,4násobně větší než za sluchové deprivace, tudíž jsme došli k závěru, že sluchová deprivace má signifikantní vliv na kvalitu provedení pohybové projevu. Žádná z námi stanovených proměnných (věk, pohlaví, zkušenosti, pořadí fází v měření) neměla na výsledky vliv.

Při porovnání výsledků zrakového screeningu pěti probandů s průměrem hodnot všech čtyř fází jejich procentuální úspěšnosti odehrání středem hlavy rakety, jsme došli k závěru, že zde dochází ke vzájemné korelaci. Probandi, kteří dosáhli dle zrakového screeningu kvalitních výsledků, dosahovali taktéž kvalitnějších výsledků v rámci procentuální úspěšnosti odehrání míče středem rakety a naopak. Z finálních výsledků bychom mohli soudit, že kvalita zrakové percepce zde může přímo podmiňovat kvalitu provedení motorické aktivity. Pro potvrzení tohoto úsudku bylo však množství námi otestovaných jedinců nedostatečné. Okamžité zintenzivnění zraku při sluchové deprivaci jsme signifikantně nepotvrdili.

Eliminaci sluchového vnímání lze využít např. v rámci ztížení podmínek při sportovní přípravě u sportů, kde je sluchový vjem pro aktivitu významný.

REFERENČNÍ SEZNAM

ANTON, Milan. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-X.

AYRES, A. Jean. *Sensory integration and learning disorders*. Los Angeles, Calif.: Western Psychological Services, 1972. ISBN 0874243033.

BELL, Laura, Lisa WAGELS, Christiane NEUSCHAEFER-RUBE, Janina FELS, Raquel E. GUR a Kerstin KONRAD. The Cross-Modal Effects of Sensory Deprivation on Spatial and Temporal Processes in Vision and Audition: A Systematic Review on Behavioral and Neuroimaging Research since 2000. *Neural Plasticity* [online]. 2019, **2019**, 1-21 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1155/2019/9603469. ISSN 2090-5904. Dostupné z: https://www.hindawi.com/journals/np/2019/9603469/

BRUNE, Anthony J. a Eric R. EGGENBERGER. Disorders of Vergence Eye Movements. *Current Treatment Options in Neurology* [online]. 2018, **20**(10) [cit. 2020-02-07]. DOI: 10.1007/s11940-018-0528-z. ISSN 1092-8480. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/s11940-018-0528-z

BUCKLEY, David, Charlotte CODINA, Palvi BHARDWAJ a Olivier PASCALIS. Action video game players and deaf observers have larger Goldmann visual fields. *Vision Research* [online]. 2010, **50**(5), 548-556 [cit. 2019-10-29]. DOI: 10.1016/j.visres.2009.11.018. ISSN 00426989. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0042698909005306

CODINA, Charlotte, Olivier PASCALIS, Chris MODY, Peter TOOMEY, Jill ROSE, Laura GUMMER, David BUCKLEY a Rajendra S. APTE. Visual Advantage in Deaf Adults Linked to Retinal Changes. *PLoS ONE* [online]. 2011, **6**(6) [cit. 2019-10-29]. DOI: 10.1371/journal.pone.0020417. ISSN 1932-6203. Dostupné z: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0020417

CRAWFORD, S.G. a D. DEWEY. Co-occurring disorders: A possible key to visual perceptual deficits in children with developmental coordination disorder? *Human Movement Science* [online]. 2008, **27**(1), 154-169 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.humov.2007.09.002. ISSN 01679457. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016794570700084X

ČAKRT, Ondřej, Kryštof SLABÝ, Lucie VIKTORINOVÁ, Pavel KOLÁŘ a Jaroslav JEŘÁBEK. Subjective visual vertical in patients with idiopatic scoliosis. *Journal of Vestibular Research* [online]. 2011, **21**(3), 161-165 [cit. 2020-03-16]. DOI: 10.3233/VES-2011-0414. ISSN 09574271. Dostupné z: https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/VES-2011-0414

ČERVENKOVÁ, Renata a Pavel KOLÁŘ. *Labyrint pohybu*. Přeložil Ľubica JANEVA. V Prahe: Vyšehrad, 2019. ISBN 978-80-7601-199-1.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2011-2016. ISBN 978-80-247-5636-3.

DOSTÁLEK, Miroslav. *Přednášky z předmětu Binokulární vidění I a Binokulární vidění II*. Katedra optometrie a ortoptiky LF MU. 2016.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-16497.

GIBBS, J., J. APPLETON a R. APPLETON. Dyspraxia or developmental coordination disorder? Unravelling the enigma. *Archives of Disease in Childhood* [online]. 2007, **92**(6), 534-539 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1136/adc.2005.088054. ISSN 0003-9888. Dostupné z: http://adc.bmj.com/cgi/doi/10.1136/adc.2005.088054

GIMÉNEZ-EGIDO, José María, Enrique ORTEGA, Isidro VERDU-CONESA, Antonio CEJUDO a Gema TORRES-LUQUE. Using Smart Sensors to Monitor Physical Activity and Technical–Tactical Actions in Junior Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2020, **17**(3) [cit. 2020-04-05]. DOI:

10.3390/ijerph17031068. ISSN 1660-4601. Dostupné z: https://www.mdpi.com/1660-4601/17/3/1068

GLICK, Hannah Anneli a Anu SHARMA. Cortical Neuroplasticity and Cognitive Function in Early-Stage, Mild-Moderate Hearing Loss: Evidence of Neurocognitive Benefit From Hearing Aid Use. *Frontiers in Neuroscience* [online]. 2020, **14** [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.3389/fnins.2020.00093. ISSN 1662-453X. Dostupné z: https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2020.00093/full

GROH, Jennifer M., Amanda S. TRAUSE, Abigail M. UNDERHILL, Kimberly R CLARK a Souheil INATI. Eye Position Influences Auditory Responses in Primate Inferior Colliculus. *Neuron* [online]. 2001, **29**(2), 509-518 [cit. 2019-11-02]. DOI: 10.1016/S0896-6273(01)00222-7. ISSN 08966273. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0896627301002227.

GRUTERS, Kurtis G., David L. K. MURPHY, Cole D. JENSON, David W. SMITH, Christopher A. SHERA a Jennifer M. GROH. The eardrums move when the eyes move: A multisensory effect on the mechanics of hearing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2018, **115**(6), E1309-E1318 [cit. 2019-11-02]. DOI: 10.1073/pnas.1717948115. ISSN 0027-8424. Dostupné z: http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1717948115

HASANBEGOVIĆ H. Effects Abilities Motion in Space of Children Who Are Deaf or Hard-Of-Hearing, without Use of Eyesight. Human: *Journal for Interdisciplinary Studies*[online]. 2014;4(3):4-10. http://search.ebscohost.com.ezproxy.is.cuni.cz/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=asn&AN=98973722&lang=cs&site=ehost-live&scope=site. Accessed May 2, 2020.

HYLLESTAD, Susanne, Heidi LANGE, Bernardo GUZMAN-HERRADOR, Emily MACDONALD, Vidar LUND, Preben AAVITSLAND a Line VOLD. An outbreak of skin rash traced to a portable floating tank in Norway, May 2017. *Eurosurveillance* [online]. 2019, **24**(38) [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.38.1900134. ISSN 1560-7917. Dostupné z: https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2019.24.38.1900134

JANDA, V. a M. VÁVROVÁ. Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*. 1992, **25**(3), 14-34. ISSN 0375-0922.

JELÍNEK, Marian. *Vnitřní svět vítězů: čím se nejlepší liší od průměrných*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0826-8.

KEANEY, Eliza M. a Machar REID. Quantifying hitting activity in tennis with racket sensors: new dawn or false dawn? *Sports Biomechanics* [online]. 2019, 1-9 [cit. 2020-04-05]. DOI: 10.1080/14763141.2018.1535619. ISSN 1476-3141. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14763141.2018.1535619

KIMCHI, Ruth, Batsheva HADAD, Marlene BEHRMANN a Stephen E. PALMER. Microgenesis and Ontogenesis of Perceptual Organization. *Psychological Science* [online]. 2016, **16**(4), 282-290 [cit. 2020-02-21]. DOI: 10.1111/j.0956-7976.2005.01529.x. ISSN 0956-7976. Dostupné z: http://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.0956-7976.2005.01529.x

KIRBY, Amanda. *Nešikovné dítě: dyspraxie a další poruchy motoriky: diagnostika, pomoc, podpora, cesta k nezávislosti*. Praha: Portál, 2000. Speciální pedagogika (Portál). ISBN 80-7178-424-9.

KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.

KJELLGREN, Anette a Jessica WESTMAN. Beneficial effects of treatment with sensory isolation in flotation-tank as a preventive health-care intervention – a randomized controlled pilot trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2014, **14**(1) [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1186/1472-6882-14-417. ISSN 1472-6882. Dostupné z: https://bmccomplementalternmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-14-417

KOBESOVA, Alena a Pavel KOLAR. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2014, **18**(1), 23-33 [cit. 2020-03-16]. DOI: 10.1016/j.jbmt.2013.04.002. ISSN 13608592. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1360859213000624

KOLÁŘ, Pavel. *Ideomotorické funkce ve sportu [online]*. 2016, [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: http://docplayer.cz/9703692-Ideomotoricke-funkce-ve-sportu-p-kolar.html

KOLÁŘ, Pavel, Jitka SMRŽOVÁ a Alena KOBESOVÁ. Vývojová dyspraxie, senzomotorická integrace a jejich vliv na pohybové aktivity a sport. *Medicina sportiva bohemica & slovaca*. 2011, **20**(2), 66-81. ISSN 1210-5481

KOLÁŘ, Pavel, Jitka SMRŽOVÁ a Alena KOBESOVÁ. Vývojová porucha koordinace - vývojová dyspraxie. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2011, **74**(5), 533-538. ISSN 1210-7859. Dostupné také z: http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-archiv-cisel

KOROMHÁZOVÁ, Vanda a Denisa LINHARTOVÁ. *Jak dokonale zvládnout tenis*. Praha: Grada, 2008. Jak dokonale zvládnout. ISBN 978-80-247-2316-7.

KÖRDING, Konrad P. a Daniel M. WOLPERT. Bayesian integration in sensorimotor learning. *Nature* [online]. 2004, **427**(6971), 244-247 [cit. 2020-04-03]. DOI: 10.1038/nature02169. ISSN 0028-0836. Dostupné z: http://www.nature.com/articles/nature02169

KŘÍŽ, Pavel. Fúzní rezervy a jejich nepřímé měření. 2. část. *Česká oční optika*, Praha: EXPO DATA spol. s r.o., 2016, roč. 57, č. 3, s. 16-19. ISSN 1211-233X.

KUTÁLKOVÁ, Dana. *Jak připravit dítě do 1. třídy: rozvoj obratnosti, smyslové vnímání, řeč, náměty na hry, kresba, školní zralost*. Praha: Grada, 2005. Pro rodiče. ISBN 80-247-1040-4.

LABY, Daniel M., David G. KIRSCHEN, Usha GOVINDARAJULU a Paul DELAND. The Effect of Visual Function on the Batting Performance of Professional Baseball Players. *Scientific Reports* [online]. 2019, **9**(1) [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1038/s41598-019-52546-2. ISSN 2045-2322. Dostupné z: http://www.nature.com/articles/s41598-019-52546-2

LI, Xuesong, Yufei QIAO, Hang SHEN, Zhendong NIU, Yingying SHANG a Hua GUO. Topological reorganization after partial auditory deprivation—a structural connectivity study in single-sided deafness. *Hearing Research* [online]. 2019, **380**, 75-83 [cit. 2020-

05-02]. DOI: 10.1016/j.heares.2019.05.010. ISSN 03785955. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378595519300176

LOMBER, Stephen G, M Alex MEREDITH a Andrej KRAL. Cross-modal plasticity in specific auditory cortices underlies visual compensations in the deaf. *Nature Neuroscience* [online]. 2010, **13**(11), 1421-1427 [cit. 2019-10-29]. DOI: 10.1038/nn.2653. ISSN 1097-6256. Dostupné z: http://www.nature.com/articles/nn.2653

LUBETZKY, Anat V., Marta GOSPODAREK, Liraz ARIE, Jennifer KELLY, Agnieszka ROGINSKA a Maura COSETTI. Auditory Input and Postural Control in Adults. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery* [online]. [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.1001/jamaoto.2020.0032. ISSN 2168-6181. Dostupné z: https://jamanetwork.com/journals/jamaotolaryngology/fullarticle/2762719

MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-695-3.

MERABET, Lotfi B. a Alvaro PASCUAL-LEONE. Neural reorganization following sensory loss: the opportunity of change. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2010, **11**(1), 44-52 [cit. 2019-10-29]. DOI: 10.1038/nrn2758. ISSN 1471-003X. Dostupné z: http://www.nature.com/articles/nrn2758

MILLER, L. J., M. E. ANZALONE, S. J. LANE, S. A. CERMAK a E. T. OSTEN. Concept Evolution in Sensory Integration: A Proposed Nosology for Diagnosis. *American Journal of Occupational Therapy* [online]. 2007, **61**(2), 135-140 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.5014/ajot.61.2.135. ISSN 0272-9490. Dostupné z: http://ajot.aota.org/Article.aspx?doi=10.5014/ajot.61.2.135

MIYAHARA, Motohide a Clare REGISTER. Perceptions of three terms to describe physical awkwardness in children. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2000, **21**(5), 367-376 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1016/S0891-4222(00)00049-4. ISSN 08914222. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422200000494

MUNDKUR, Nandini. Neuroplasticity in children. *The Indian Journal of Pediatrics* [online]. 2005, **72**(10), 855-857 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1007/BF02731115. ISSN 0019-5456. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/BF02731115

MYSLIVEČEK, Jaromír. *Základy neurověd*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-088-1.

NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. *Medicínská biofyzika*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0209-9.

POKORNÁ, V., 2001. Teorie a náprava vývojových poruch učení a chování. Vyd. 3. Praha: Portál, 333 s. ISBN 80-7178-570-9.

POLATAJKO, Helene J. a Noemi CANTIN. Developmental Coordination Disorder (Dyspraxia): An Overview of the State of the Art. *Seminars in Pediatric Neurology* [online]. 2005, **12**(4), 250-258 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1016/j.spen.2005.12.007. ISSN 10719091. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1071909105000859

ROKYTA, Richard a Cyril HÖSCHL, ed. *Bolest a regenerace v medicíně*. In: KOLÁŘ, Pavel. Poruchy ideomotorických funkcí. Praha: Axonite CZ, 2015. Axonite review. ISBN 978-80-88046-03-5.

ROSENBAUM, Louis. *Beware of GUS: Government-University Symbiosis*. lulu.com, 2010. ISBN 9780557439966.

RUDOLF, Vilém. Zraková výkonnost sportovců a postupy jejího vyšetření. *Česká oční optika* [online]. 2011, **2011**(1), 96 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2011_01.pdf

SIMPSON-JONES, Mary E. a Anne W. HUNT. Vision rehabilitation interventions following mild traumatic brain injury: a scoping review. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2018, **41**(18), 2206-2222 [cit. 2020-03-31]. DOI:

10.1080/09638288.2018.1460407. ISSN 0963-8288. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638288.2018.1460407

SCHAFFERT, Nina, Benedict OLDAG a Paola CESARI. Sound matters: The impact of auditory deprivation on movement precision in rowing. *European Journal of Sport Science* [online]. 1-8 [cit. 2020-05-02]. DOI: 10.1080/17461391.2019.1710265. ISSN 1746-1391. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2019.1710265

SKALIČKOVÁ-KOVÁČIKOVÁ, Věra. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty*. Olomouc: RL-CORPUS, s.r.o, 2017. ISBN 978-80-270-2292-2.

TAMM, E.R. a A. OHLMANN. Entwicklung des menschlichen Auges. *Der Ophthalmologe* [online]. 2012, **109**(9), 911-928 [cit. 2020-02-15]. DOI: 10.1007/s00347-012-2644-6. ISSN 0941-293X. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/s00347-012-2644-6

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VYMYSLICKÝ, T. (2011). *Vizuální optometrie v praxi.* Brno. Diplomová práce. Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce: Mgr. S. Petrová.

ZELINKOVÁ, O. *Poruchy učení: dyslexie, dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie, dyspraxie, ADHD*. Vyd. 12. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0875-4.

ZELINKOVÁ, O., 2001. Pedagogická diagnostika a individuální vzdělávací program: [nástroje pro prevenci, nápravu a integraci]. Vyd. 1. Praha: Portál, 207 s. Pedagogická praxe (Portál). ISBN 80-717-8544-X.

ZOBANOVÁ, A. *Fyziologický vývoj vidění u dětí během prvních let života*. Neonatologické listy 1997; 3(4): 292–296.

SEZNAM PŘÍLOH

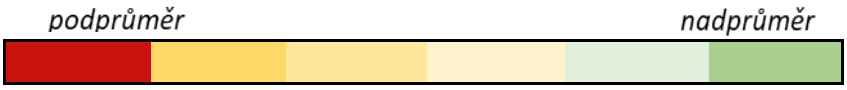
Příloha č. 1: Tabulka fyziologických hodnot u zrakového screeningu (tabulka) 75
Příloha č. 2: Barevná hodnotící škála u zrakového screeningu (obrázek) 75
Příloha č. 3: Naměřené hodnoty procentuálních úspěšností – 1. měření (tabulka)..... 77
Příloha č. 4: Naměřené hodnoty procentuálních úspěšností – 2. měření (tabulka)..... 78

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Tabulka fyziologických hodnot u zrakového screeningu (tabulka)

Tabulka normohodnot zrakového screeningu		
Vízus	P	1.0 +
	L	1.0 +
	JBV	1.0 +
Oční tlak		do 20 torr
Bod konvergence	rozdvojení	6 cm a méně
	spojení	10 cm a méně
Přeostření dálka/blízko	10 písmen	15 sek a méně
Vergenční flexibilita		15 CPM (30 otoček) a více
Akomodační flexibilita	P	11 CPM (22 otoček) a více
	L	11 CPM (22 otoček) a více
	JBV	10 CPM (20 otoček) a více
Fúzní rezervy - konvergence		dálka (cm)
	rozmlžení	12–16
	rozdvojení	18–22
	spojení	16–18
Fúzní rezervy - divergence		dálka (cm)
	rozmlžení	neměří se
	rozdvojení	6–12
	spojení	4 – 8

Příloha č. 2: Barevná hodnotící škála u zrakového screeningu (obrázek)



Příloha č. 3: Naměřené hodnoty procentuálních úspěšností – 1. měření (tabulka)

	1. fáze: za standartních podmínek - 2. fáze: eliminace sluchu						
	proband	pohlaví	věk	počet let	% úspěšnost 1. fáze	% úspěšnost 2. fáze	rozdíl fází
1.	MD	muž	23	16	81	81	0
2.	OK	muž	24	16	56	53	3
3.	VŽ	žena	22	18	78	65	13
4.	MN	žena	14	7	76	72	4
5.	AdK	žena	13	5	66	48	18
6.	MS	žena	24	20	53	52	1
7.	MCh	žena	14	5	69	67	2
8.	LV	žena	25	19	68	61	7
9.	AK	žena	14	8	66	59	7
10.	ChZ	žena	15	3	48	40	8
11.	PH	muž	14	8	61	55	6
12.	AP	žena	13	5	65	71	-6
13.	TM	žena	13	4	65	55	10
14.	PH	muž	15	3	57	43	14
15.	MM	muž	13	4	63	55	8
16.	JN	muž	14	5	90	85	5
17.	CG	žena	14	5	75	78	-3
18.	PG	muž	13	3	69	60	9
19.	VP	muž	13	6	67	63	4
20.	MK	muž	25	20	51	71	-20
21.	IK	muž	25	18	64	62	2
22.	JM	muž	14	7	68	55	13
23.	JK	muž	23	17	76	63	13
24.	DV	žena	25	22	86	82	4
25.	DŠ	muž	21	8	65	51	14
26.	MB	muž	14	4	65	47	18
27.	DZ	muž	13	5	82	71	11
28.	AR	muž	14	6	71	65	6
29.	VoP	muž	13	5	77	72	5
30.	AZ	muž	13	4	56	48	8
31.	KK	žena	14	7	65	51	14
32.	LK	muž	16	7	76	56	20
33.	ED	žena	13	4	67	61	6
34.	MR	žena	13	4	65	52	13
35.	VK	muž	14	5	72	69	3
36.	BJ	žena	15	6	58	63	-5
37.	OP	muž	25	20	92	74	18
38.	KrK	muž	25	20	81	75	6
39.	JaK	muž	14	11	59	54	5
40.	AA	muž	25	20	63	35	28
41.	NR	žena	11	3	72	58	14
42.	PZ	muž	12	5	61	49	12
43.	MT	muž	11	6	58	49	9
44.	MV	muž	11	4	70	67	3
45.	BV	žena	11	4	77	66	11
46.	VS	žena	17	12	64	62	2
47.	DS	muž	13	9	51	48	3
48.	TS	muž	16	10	55	60	-5
49.	JP	muž	16	10	45	40	5
50.	OJ	muž	11	4	58	58	0
51.	KH	žena	11	4	59	48	11
52.	KČ	muž	12	5	74	68	6
53.	OŠ	muž	14	8	51	46	5
54.	NM	žena	24	18	60	47	13
55.	PM	žena	16	10	68	66	2
56.	MH	žena	23	17	74	62	12
57.	FM	muž	25	19	80	69	11
58.	AŠ	žena	23	18	62	58	4
59.	DM	muž	24	19	67	53	14
60.	SH	žena	20	14	51	53	-2
61.	AL	žena	19	15	61	50	11
62.	KlH	žena	18	14	64	52	12
63.	TL	muž	22	14	69	61	8
64.	ŠK	muž	17	12	52	56	-4
65.	JaP	muž	18	12	66	59	7
66.	JiN	muž	20	12	53	46	7
67.	DD	žena	12	6	78	72	6
68.	AV	žena	12	7	73	64	9
69.	TV	žena	25	20	66	59	7
70.	JZ	muž	23	18	72	55	17
71.	Daz	muž	15	11	63	51	12
72.	VV	žena	14	6	62	57	5
73.	LČ	žena	13	9	61	77	-16
74.	KaK	žena	14	11	53	50	3
75.	MiH	žena	23	16	64	57	7
76.	AF	žena	24	8	58	49	9
77.	MaS	muž	25	13	75	65	10

Příloha č. 4: Naměřené hodnoty procentuálních úspěšností – 2. měření (tabulka)

	1. fáze: eliminace sluchu - 2. fáze: za standartních podmínek						
	proband	pohlaví	věk	počet let	% úspěšnost 1. fáze	% úspěšnost 2. fáze	rozdíl fází
1.	MD	muž	23	16	79	86	7
2.	OK	muž	24	16	50	51	1
3.	VŽ	žena	22	18	67	76	9
4.	MN	žena	14	7	70	77	7
5.	AK	žena	13	5	49	66	17
6.	MS	žena	24	20	54	53	-1
7.	MCh	žena	14	5	63	69	6
8.	LV	žena	25	19	60	69	9
9.	AK	žena	14	8	55	65	10
10.	ChZ	žena	15	3	39	48	9
11.	PH	muž	14	8	55	66	11
12.	AP	žena	13	5	62	64	2
13.	TM	žena	13	4	59	67	8
14.	PH	muž	15	3	47	62	15
15.	MM	muž	13	4	65	72	7
16.	JN	muž	14	5	94	95	1
17.	CG	žena	14	5	76	76	0
18.	PG	muž	13	3	62	68	6
19.	VP	muž	13	6	58	70	12
20.	MK	muž	25	20	49	65	16
21.	IK	muž	25	18	68	74	6
22.	JM	muž	14	7	60	67	7
23.	JK	muž	23	17	59	67	8
24.	DV	žena	25	22	67	79	12
25.	DŠ	muž	21	8	52	67	15
26.	MB	muž	14	4	44	56	12
27.	DZ	muž	13	5	69	78	9
28.	AR	muž	13	6	70	60	-10
29.	VP	muž	13	5	77	73	-4
30.	AZ	muž	13	4	47	55	8
31.	KK	žena	14	7	56	67	11
32.	LK	muž	13	7	57	70	13
33.	ED	žena	13	4	48	56	8
34.	MR	žena	13	4	49	58	9
35.	VK	muž	14	5	67	72	5
36.	BJ	žena	15	6	57	57	0
37.	OP	muž	25	20	70	87	17
38.	KrK	muž	25	20	66	65	-1
39.	JaK	muž	14	11	54	60	6
40.	AA	muž	25	20	39	70	31
41.	NR	žena	11	3	53	72	19
42.	PZ	muž	12	5	49	67	18
43.	MT	muž	11	6	44	56	12
44.	MV	muž	11	4	57	65	8
45.	BV	žena	11	4	66	74	8
46.	VS	žena	17	12	60	68	8
47.	DS	muž	13	9	51	48	-3
48.	TS	muž	16	10	56	62	6
49.	JP	muž	16	10	40	47	7
50.	OJ	muž	11	4	59	56	-3
51.	KH	žena	11	4	50	60	10
52.	KČ	muž	12	5	67	70	3
53.	OŠ	muž	14	8	50	63	13
54.	NM	žena	24	18	47	71	24
55.	PM	žena	16	10	66	65	-1
56.	MH	žena	23	17	53	68	15
57.	FM	muž	25	19	75	82	7
58.	AŠ	žena	23	18	58	71	13
59.	DM	muž	24	19	54	72	18
60.	SH	žena	20	14	51	52	1
61.	AL	žena	19	15	82	89	7
62.	KlH	žena	18	14	71	64	-7
63.	TL	muž	22	14	63	75	12
64.	ŠK	muž	17	12	56	62	6
65.	JaP	muž	18	12	61	65	4
66.	JiN	muž	20	12	53	65	12
67.	DD	žena	12	6	50	66	16
68.	AV	žena	12	7	47	72	25
69.	TV	žena	25	20	54	63	9
70.	JZ	muž	23	18	51	68	17
71.	Daz	muž	15	11	72	82	10
72.	VV	žena	14	6	55	59	4
73.	LČ	žena	13	9	61	50	-11
74.	KaK	žena	14	11	48	54	6
75.	MiH	žena	23	16	47	79	32
76.	AF	žena	24	8	58	63	5
77.	MaS	muž	25	13	58	64	6