

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Barbora Hoffmannová

Neurovizuální trénink sportovců

Diplomová práce

Praha 2020

Autor práce: **Bc. Barbora Hoffmannová**

Vedoucí práce: **MUDr. Viktor Veselý**

Oponent práce: **doc. PhDr. Ondřej Čákrť PhD.**

Datum obhajoby: **2020**

Bibliografický záznam

HOFFMANNOVÁ, Barbora. *Neurovizuální trénink sportovců*. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020. 91 s., přílohy. Vedoucí diplomové práce MUDr. Viktor Veselý

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hodnocením a tréninkem kognitivně-zrakových funkcí elitních sportovců programem Neurotracker. V teoretické části se věnuje sběru recentních studií a literatury, převážně týkající se vizuální percepce a jejího propojení s kognitivními schopnostmi a pohybem. Zaměřuje se především na sportovce a hodnocení jejich zrakových funkcí. Dále představuje koncept neurovizuálního tréninku a jeho možnou aplikaci v dalších klinických oborech.

Metodika: Program Neurotracker vyhodnocuje a trénuje reakční schopnosti, vizuální paměť, prostorovou představivost a další složky kognitivních a vizuálních funkcí. Výstupem jeho zhodnocení je číselná hodnota před začátkem a po tréninku a z toho vypočítané procentuální zlepšení. Tato změna byla měřena na skupině 64 sportovců různých druhů sportů. Součástí práce jsou také kazuistiky dvou sportovců, kterým bylo provedeno celkové optometrické vyšetření, které bylo doplněno dalším vizuálním tréninkem.

Výsledky: Statisticky jsme prokázali, že u sportovců dojde po sérii tréninků na NeuroTrackeru k celkovému zlepšení naměřených parametrů. Dále jsme prokázali, že počet provedených tréninků středně silně koreluje s výsledným zlepšením. Každý druh sportu ale koreluje různě silně. Posledním statisticky významným objevem bylo zjištění, že druh provozovaného sportu by neměl mít signifikantní vliv na celkové výsledky. Pomocí polostrukturovaného rozhovoru jsme dále vyhodnocovali subjektivní pocity pěti sportovců. Všichni potvrdili, že se jim subjektivně zlepšil výkon.

Závěr: V rámci práce jsme prezentovali metodický postup programu NeuroTracker aplikovaným na sportovcích. Potvrdili jsme zlepšení měřených parametrů, které koreluje se subjektivním pocitem zlepšení při sportu. Z dostupných studií je zřejmé, že by se tento program dal využít i v rámci léčebně – rehabilitačního procesu nejrůznějších klinických diagnóz, jako je například mozkové trauma nebo ADHD (z angl. Attention Deficit Hyperreativity Disorder).

Klíčová slova

Sportovní vidění, neurovizuální trénink, neurovizuální rehabilitace, NeuroTracker, sport

Bibliografical record

HOFFMANNOVÁ, Barbora. *Neuro-visual training of athletes*. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, 2020. 91 p. Supervisor MUDr. Viktor Veselý

Abstract

The thesis deals with the evaluation and training of cognitive-visual functions of elite athletes using the NeuroTracker computer program. The theoretical part pursues collecting of recent studies and literature, concerning predominantly visual perception and its connection with cognitive abilities and movement. It focuses mainly on sportsmen and evaluation of their visual functions. Furthermore it introduces the concept of neurovisual training and its possible application in other clinical fields.

Methodology: The NeuroTracker program evaluates reaction abilities, visual memory, spatial imagination and other components of cognitive and visual functions. The output of this evaluation is a numerical value before and after training and calculated percentage improvement. This change was measured in a group of 64 athletes of various sports. The thesis also includes case reports of two athletes who underwent a general optometric examination, which was complemented by further visual training.

Results: We have showed statistically that after a series of trainings on the NeuroTracker, there is an overall improvement of the measured parameters. Moreover we have shown that the number of performed trainings moderately correlates with the resulting improvement. Each sport correlates in a different way however. The last statistically important discovery was the finding that the kind of sport should not have a significant influence on the overall results. We have further evaluated the subjective feelings of five athletes using a semi-structured interview. They have all confirmed that their performance subjectively improved.

Conclusion: We have presented in our thesis the methodological procedure of the NeuroTracker program applied to athletes. We have confirmed the improvement of measured parameters, that correlates with the subjective improvement in sport. It is clear from the available studies, that this program could be used for various clinical diagnoses, such as brain trauma or ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder).

Keywords

Sports vision, neuro-visual training, neuro-visual rehabilitation, NeuroTracker, sport

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením MUDr. Viktora Veselého, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 17.8.2020

Bc. Barbora Hoffmannová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu, MUDr. Viktoru Veselému, za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále patří velký dík optometristům ze společnosti DynaOptic, jmenovitě Bc. Ondřeji Augustovi, za pomoc se sběrem dat a konzultace ke kazuistikám. Stejně tak bych ráda poděkovala Bc. Pavlu Hlubíkovi za pomoc se statistickým zpracováním dat. V neposlední řadě patří poděkování všem sportovcům, kteří souhlasili se zveřejněním svých dat a popisovali mi své subjektivní vjemy.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD.....	11
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ	12
1.1 ZRAK A JEHO VZTAH K POHYBU	12
1.1.1 Zraková percepce.....	12
1.1.2 Ontogeneze zraku	14
1.1.3 Účast zraku na pohybu.....	14
1.2 VZTAH IDEOMOTORICKÝCH FUNKCÍ A ZRAKOVÉ PERCEPCE.....	15
1.2.1 Vizuální percepce a imaginace	17
1.3 NEUROVIZUÁLNÍ DOVEDNOSTI HODNOTÍCÍ SE U SPORTOVců.....	18
1.3.1 Primární dovednosti	19
1.3.2 Sekundární dovednosti.....	24
1.4 NEUROVIZUÁLNÍ REHABILITACE A JEJÍ KLINICKÉ APLIKACE	26
1.4.1 Přístupy k terapii.....	29
1.4.2 Neurovizuální rehabilitace u pacientů po úrazu mozku a CMP.....	30
1.4.3 Neurovizuální rehabilitace u dětí s poruchou učení, ADHD, autismem, dyspraxií	32
1.5 NEUROVIZUÁLNÍ TRÉNINK SPORTOVců	33
1.5.1 Trénink základních vizuálních dovedností	33
1.5.2 Trénink percepčně - kognitivních dovedností	34
1.5.3 Trénink vizuálně - motorických dovedností	35
2 CÍLE A HYPOTÉZY	37
2.1 CÍLE	37
2.2 HYPOTÉZY	38
2.2.1 Hypotéza 1	38
2.2.2 Hypotéza 2	38
2.2.3 Hypotéza 3	38
2.2.4 Hypotéza 4	38
3 METODIKA	39
3.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU	39
3.2 NEUROTRACKER	39
3.3 POLOSTRUKTUROVANÝ ROZHOVOR	42
4 VÝSLEDKY.....	44
4.1 VYHODNOCENÍ TRÉNINKU NA NEUROTRACKERU	44
4.1.1 Statistické zpracování dat	46
4.1.2 Zhodnocení hypotéz H1, H2 a H3.....	47
4.2 VYHODNOCENÍ POLOSTRUKTUROVANÉHO ROZHOVORU.....	53
4.2.1 Zhodnocení hypotézy H4.....	53
5 KAZUISTIKY	55
5.1 KAZUISTIKA Č.1	55
5.2 KAZUISTIKA Č.2	58
6 DISKUZE.....	60
6.1 DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI	61
6.2 DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	63
6.3 LIMITY PRÁCE	65
ZÁVĚR.....	67

REFERENČNÍ SEZNAM	68
SEZNAM OBRÁZKŮ	82
SEZNAM TABULEK A GRAFŮ	83
SEZNAM PŘÍLOH.....	84
PŘÍLOHY	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.85

SEZNAM ZKRATEK

2D – dvojdimenzionální

3D – trojdimenzionální

3D-MOT – 3D Multiple Object Training

ADHD – Attention Deficit Hyperreativity Disorder

CMP – centrální mozková příhoda

CNS – centrální nervová soustava

DCD – Developmental Coordination Disorder

DVA – Dynamic Visual Acuity – dynamická vizuální ostrost

KC – kontrastní citlivost

NTT – Neuromotor Trask Training

NVT – Neuro Visual Training

PETTLEP – Physical, Environment, Task, Timing, Learning, Emotion,

Perspective

RAMDIU – Revised Applied Model of Deliberate Imagery Use

SVA – Static Visual Acuity – statická vizuální ostrost

ÚVOD

V posledních letech se stále více zahraničních výzkumů vyjadřuje k důležitosti zraku při pohybu. Zraková percepce, která je nedílnou součástí senzomotorické integrace, je klíčovým aspektem při podávání sportovního výkonu (Kolář, Kobesová, Smržová, 2011). Problematikou tzv. sportovního vidění (z angl. Sports Vision) se tedy zabývá stále více zahraničních autorů. (Erickson, 2007), (Rodrigues, 2020). Na základě snahy o zlepšení sportovního výkonu vzniká koncept neurovizuálního tréninku, kterým se zabývá tato diplomová práce. V teoretické části proto představujeme neurovizuální dovednosti, které u sportovců můžeme hodnotit a přehled možností jejich tréninku.

Téma své diplomové práce si autorka vybrala, protože v České republice ještě nebyla psána žádná práce kompletně zpracovávající téma neurovizuální rehabilitace. I když se tématem často dotýkáme spíše optometrické nebo oftalmologické specializace, pro fyzioterapii je senzomotorická integrace velmi důležitou součástí komplexní péče. V tuzemsku je tento typ tréninku relativní novinkou a využívají ho prozatím pouze někteří sportovci. V zahraniční literatuře se ale můžeme dočíst o jejím použití i v různých klinických aplikacích, se kterými se fyzioterapeuti běžně setkávají (Kerkhoff, 2000), (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016). Cílem této práce je tedy představit možnou rehabilitaci neurovizuálních deficitů nejen u sportovců.

Ve výzkumné části práce jsme využívali program NeuroTracker. NeuroTracker využívá tzv. trojdimenzionální trénink měnících se objektů (z angl. 3D Multiple Object Training – 3D-MOT). 3D-MOT trénuje reakční schopnosti, vizuální paměť a prostorovou představivost. Všechny tyto dovednosti jsou klíčovými aspekty provedení dobrého sportovního výkonu. Snahou této práce bylo naměřené hodnoty Neurotrackerem porovnat na skupině sportovců různých druhů sportů. Hodnotili jsme rozdíl na začátku a na konci tréninku a porovnávali jsme druhy sportů mezi sebou. Dále jsme zhodnotili subjektivní efekt terapie rozhovory se sportovci a pokusili jsme se zjistit, zda se efekt terapie subjektivně projevil i v reálném tréninku daného sportu.

I když se výzkumná část diplomové práce zabývá primárně sportovci, je snahou této práce poukázat na širší možnost aplikace tréninku na NeuroTrackeru, která by případně mohla být využita v běžné klinické praxi.

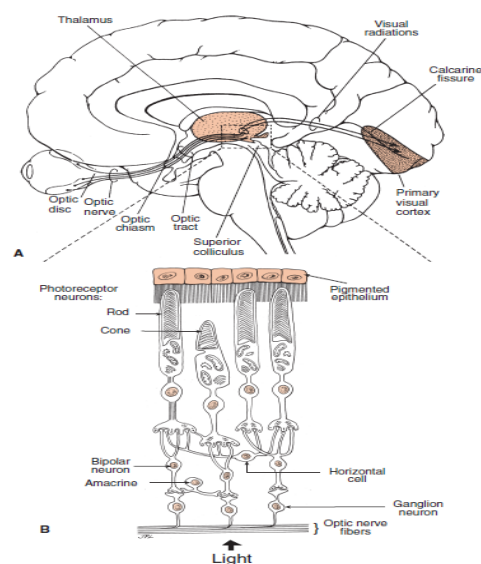
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Zrak a jeho vztah k pohybu

1.1.1 Zraková percepce

Zrak je schopnost příjmu a zpracování informace z okolí prostřednictvím viditelného světla dopadajícího na sítnici. Zrakový systém je složen z optického aparátu oka, fotoreceptorů sítnice, optických drah a korových oblastí. (Kittnar, 2011) Až 60 % mozku spolupracuje na příjmu a zpracování vizuální informace (Coubard, 2015).

Paprsky světla jsou zachyceny fotoreceptorovými buňkami sítnice (tyčinky a čípky), které lemují zadní část oka. Sítnice provádí počáteční analýzu intenzity, formy, barvy a pohybu obrazu. Tyčinky (rods) a čípky (cons) jsou synapticky spojeny bipolárními a dále gangliovými buňkami – ty vytvářejí akční potenciály a jejich axony je vedou zrakovým nervem do thalamu. Axony gangliových buněk se na spodině mozku kříží. Obraz vytvořený ve zrakové oblasti, je tedy převrácený a zmenšený. Zraková dráha je v thalamu přepojena a končí v okcipitální oblasti mozkové kůry – v primární zrakové kůře. V průběhu zrakové dráhy odstupují vlákna jader do mozkového kmene, retikulární formace a mozečku. Ty mají význam pro řízení pohybu očí, hlavy a těla a pro udržování pozornosti. (Kittnar, 2011; Coubard, 2015)



Obrázek 1: Zraková percepce, převzato z (Shumway-Cook a Woollacott, 2017)

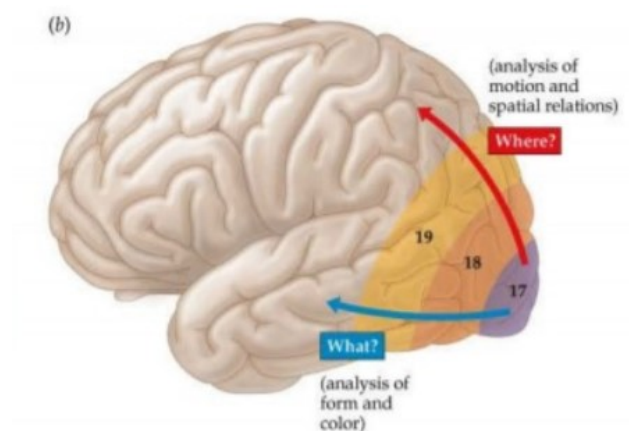
Zrakový systém tedy spolupracuje se smyslovými orgány a orgány zajišťující polohu v prostoru. Tzv. rovnovážný model vidění zajišťují tři systémy – řídicí, oko-hybný a fúzní. Pro správnou funkci systému je potřebná koordinace mezi všemi systémy. (Brůnová in Máček a Radvanský, 2011)

Dráhy zpracovávající informace o zraku kromě primární zrakové kůry vedou také do vyšších asociačních center v temporálním a parietálním laloku. Tato vyšší centra jsou zahrnuta v integraci somatosenzorických a vizuálních informací včetně orientace v prostoru, která je podmínkou veškeré motoriky. Zadní skupina provazců drah končí v zadní části parietálního laloku a přední v inferotemporálním. (Shumway-Cook a Woollacott, 2017)

V experimentálních studiích na zvířatech bylo zjištěno, že ti jedinci, kteří měli jakýmkoli způsobem poškozen inferotemporální kortex, měli postižení zrakové diskriminace a rozpoznání objektů, ale menší obtíže s prostorovou orientací. U jedinců s poškozením zadní části byl problém přesně opačný. (Ungerleide a Brody, 1977)

Dráhy pokračují do středního a horního temporálního laloku. V obou těchto částech se zpracovává rychlost a směr pohybu objektů a jejich následné zpracování vizuální percepce, očních pohybů a vedení pohybu těla v prostoru. Tyto oblasti mají také vliv na posturu a kontrolu rovnováhy a polohy a pohyb těla v prostoru. (Shumway-Cook a Woollacott, 2017)

Goodale a Milner (1992) došli k závěru, že přední provazce hrají hlavní roli v identifikaci objektů, zatímco zadní zprostředkovávají požadovanou senzomotorickou transformaci pro vizuálně řízené akce zaměřené na tyto objekty.



Obrázek 2: Asociační dráhy ze zrakového kortexu (převzato z <https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/>)

Proces, při kterém mozek rekombinuje informace zpracovávané různými částmi mozku se nazývá „spojující proces“. Rekombinace informací vyžaduje pozornost, která může být zprostředkována subkortikálními stejně jako kortikálními strukturami. Byla vytvořena hypotéza, že si mozek bere informace ohledně barev, velikosti, vzdálenosti, orientace a organizuje je do mapy vytvářející výsledný obraz. Dle této hypotézy „soutěží“ aferentní vstupy o naši vědomou pozornost, a ty, které „vyhrají“, se stanou obsahem vědomého vnímání. (Shumway-Cook a Woollacott, 2017)

1.1.2 Ontogeneze zraku

Novorozenec po narození dokáže rozlišovat pouze tmou a světlo. Schopnost percepce se rozvíjí s optickou fixací od 4. týdne postnatálního vývoje. Nejprve vnímá periferní, poté centrální oblasti sítnice. Pro správnou fixaci je nutná správná motorická poloha, v poloze na zádech se nazývá šermíř. Oční kontakt je pro dítě snahou o uchopení předmětu. Následně se proto tvoří opěrná báze pro fázický pohyb. Ve 3. měsíci života se objevuje optikofaciální reflex, který je vybavitelný až do smrti. Jeho nepřítomnost svědčí pro patologii. V 6. měsíci dozrávají tyčinky a čípky a reflex fúze – schopnost spojení obrazu očí v jeden zrakový vjem. S přibývajícím pohybem dochází také ke zlepšování prostorového vidění. (Zobanová, 2004), (Skaličková-Kováčiková, 2017)

V batolecím věku dítě rozeznává osoby a předměty, k úplnému dozrání žluté skvrny – tedy místa s nejostřejším viděním, dochází ve 3 letech. V předškolním věku vnímá globální obraz. Další rozvoj percepce se vyvíjí s rozvojem myšlení. V období, kdy jde dítě do školy, by mělo být schopno rozeznávat detaily a analyzovat informace, aby se mohlo učit. (Zobanová, 2004), (Skaličková-Kováčiková, 2017)

1.1.3 Účast zraku na pohybu

Je zřejmé, že zrak je jedním z dominantních smyslů při provádění pohybu. Základem je zpracování aferentní informace ze zrakového systému a následné provedení adekvátní motorické odpovědi. Schopnost provedení adekvátního pohybu je výsledkem tří principů – percepce, rozhodnutí a výsledného provedení pohybu. Stejně tak je důležitá zkušenost, kterou s daným pohybem máme. (Erickson, 2007)

Ke správné orientaci ve trojdimenzionálním (3D) prostoru využíváme především hloubkové vidění. Zrak nám umožní rozlišení tvarů, vzdálenosti a koriguje adekvátní motorickou odpověď. (Brůnová in Máček a Radvanský, 2011) Toto má význam především pro pohybové aktivity, kde je třeba sledovat, chytit nebo trefit předmět. Je důležité odlišit zejména pozadí od popředí. Na těchto komplexních činnostech se podílí mimo zrakový systém zejména mozeček. Řada studií poukazuje na to, že děti s vývojovou dyspraxií mají problémy s vizuální integrací a vizuálně-prostorovým motorickým učením. (Kolář, Smržová a Kobesová, 2011)

Percepční mechanismy obdrží obrovské množství informací z velké škály sensorických receptorů – zrakových, propioceptivních, vestibulárních, taktilních a sluchových. Kapacita sensorických kanálů ovšem limituje množství informací, které jimi mohou být zpracovány. Je proto potřeba, aby aktuální aferentní informace měly bezprostřední spojitost s prováděním požadovaného úkolu, a mohly být vybrány ke zpracování. Irelevantní sensorické informace jsou vyfiltrovány. Tyto selektivní a filtrovací procesy jsou vedeny zkušeností a schopností kontroly pozornosti a soustředění. Percepční mechanismy jsou zodpovědné za organizaci a interpretaci zpracovaných informací a facilitují tak optimální výkon. (Erickson, 2007)

Jak již bylo zmíněno výše, zpracovaná sensorická informace je předávána dále do kortexu – tedy i příslušné oblasti zprostředkující rozhodnutí. Smyslem rozhodovacího mechanismu je stanovení vhodné strategie motorické odpovědi, což zahrnuje také inhibici určitých odpovědí v daných situacích. Znalosti a zkušenosti tak mají na rozhodování obrovský vliv. Motorická odpověď vybraná rozhodovacím mechanismem je přenesena do efektorové oblasti, kde je provedena potřebná motorická odpověď ve správném čase. Motorická odpověď je započata i kontrolována rozhodovacími mechanismy, a společně s percepčními mechanismy jsou oba zodpovědné za kontrolu, přizpůsobení a koordinaci během motorické odpovědi. (Erickson, 2007)

1.2 Vztah ideomotorických funkcí a zrakové percepce

Ideomotorické funkce odráží schopnost osvojovat si nové motorické dovednosti, umožňují představu a plánování pohybu. Odráží se ve schopnosti osvojovat si nové pohybové dovednosti. Vysoká aktivita těchto funkcí je předpokladem pro sportovní nadání. (Kolář, 2016)

Čím lepší máme představu o svém tělesném schématu, tím přesnější a lepší bude náš pohyb. (Kobesová a Kolář, 2014) V případě řízení pohybu můžeme dle Véleho (2006) mluvit o třech úrovních:

1. spinální úroveň pro základní ovládání svalů
2. subkortikální úroveň pro posturální a lokomoční motoriku
3. kortikální úroveň pro účelovou ideomotoriku

Kortikální úroveň zajišťuje schopnost vědomé korekce pohybu, cílený a přesný pohyb, jemné ladění různých modalit dle nároků zevního prostředí. Poruchy korových funkcí řídicích pohybů můžeme rozdělit na:

1. gnostické (ideativní, senzorické, percepční)
2. motorické (exekutivní)
3. ideomotorické

Na gnostické funkci participují smyslové modalit – představa i plán pohybu. Gnostické funkce jsou multisenzorické – podílí se na ní proprioceptivní, vestibulární i senzorické vlivy. Motorické funkce zajišťují koordinaci, obratnost a průběh pohybu. Ideomotorické poté plánování a pohybovou paměť. (Kolář, 2016)

Jelikož se posturální kontrola objevuje automaticky, bylo dříve předpokládáno, že k ní potřebujeme pouze málo vědomého úsilí. Avšak výzkum zaměřující se na posturální kontrolu během provádění nějakého dalšího úkonu (tzv. dual-task) naznačuje, že na pozornost při posturální kontrole jsou významné požadavky. Dochází totiž ke zhoršení posturální kontroly při provádění dalšího, často kognitivně náročného úkolu. (Shumway-Cook a Woollacott, 2017)

Změněná multisenzorická integrace může vyústit ve špatné motorické plánování, motorickou reedukaci a v problémy s provedením i toho nejjednoduššího pohybu. Tito jedinci nebudou schopni přizpůsobit svou svalovou sílu danému požadavku a často u nich dochází k přetěžování určitých svalových skupin a neefektivnímu pohybu. Jedinec se změněnou senzorní integrací nebude schopen provést izolovaný pohyb, zastabilizovat daný segment a často má také problém s relaxací posturálních svalů. (Kobesová a Kolář, 2014)

1.2.1 Vizuální percepce a imaginace

Imaginace neboli představivost, je známý aspekt mentálních funkcí většiny jednotlivců a je možné ji vnímat jako kvazi-percepční zážitek, ke kterému dochází při absenci skutečných podnětů pro příslušnou percepci. Má velký vliv na schopnost učení, paměť, exekutivní funkce, kreativitu, rehabilitaci poiktových stavů a podávání sportovních výkonů. (Vecchi, 2011)

Na základě funkční analogie s vizuální percepcí, byla představivost často spojována se senzoryckými mechanismy, nebo postavena na rozhraní mezi senzoryckými a vyššími mozgovými strukturami. Imaginace je tudíž také důležitým zprostředkovatelem paměti, uvažování a kognitivních funkcí. (Vecchi, 2011)

Studie George Sperlinga (Sperling, 1960) týkající se obrazové paměti poukázala na to, že mozek je schopen uchovávat velké množství vizuálních informací na několik stovek milisekund. Avšak tyto okamžité stopy obrazové paměti závisí na poslední vizuální zkušenosti, a proto jsou velmi blízko percepčním procesům. Nemůžeme je proto zaměňovat za imaginaci (Carretti, 2005).

Ve skutečnosti představivost reprezentuje výsledek eferentních mechanismů, tzv. „top-down, odzhora dolů“ procesů, které zahrnují dlouhodobou paměť. (Vecchi, 2011)

Baddeley (1986) ve své studii navrhl, aby byla představivost považována za zvláštní funkci sítě pracovní paměti.

Přestože dřívější výzkum ukázal, že uvažování je rychlejší v případě, že jsou problémy snadné si vizualizovat (Clement a Falmagne, 1986), jiné studie zase nedokázaly odhalit efekt představivosti na uvažování. Další z možností, je tedy rozdělení představivosti na vizuální a prostorovou. Vizuální představivost je vzhled objektu, jako je tvar, barva, nebo jas, zatímco prostorová představivost představuje prostorový vztah mezi částmi objektu a lokalizací objektů v prostoru, nebo jejich pohyb v něm. (Knauff a May, 2006) Součástí prostorové představivosti je také biomechanické uvažování. (Vecchi, 2011)

Studie Kosslyn (2003) poukázala na to, že vizuální představivost je asociována s aktivitou ve striatu a extrastriálním kortexu a je zde důkaz pro korelaci mezi vizuální kortikální aktivitou a realističností vizuální představivosti. Ukazuje se, že aktivita okcipitálního kortexu není pouze sekundárním fenoménem vizuální představivosti, ale hraje při ní významnou funkční roli. (Vecchi, 2011)

Ačkoli většina studií byla prováděna na vizuální představivost, částečně se překrývající sítě pro percepci a imaginaci byly prokázány také u sluchové, čichové, chuťové a motorické představivosti. Motorická představivost dle studie Dechenta, Merboldta a Frahna (2004) aktivuje suplementární a premotorickou oblast kortexu.

Ganis a Schendan (2008) měřili efekt neurální adaptace při vizuální představivosti a zrakové percepci obličejů. Cílem bylo zjistit, zda pouhá představa obličejů aktivuje stejnou populaci neuronů, jako jejich opravdové pozorování. Výsledkem byl stejný nábor neuronů. (Vecchi, 2011)

Dále se o vizuální paměti a představivosti zmiňujeme v kapitole 1.3.2.3. a konkrétně ji aplikujeme na sportovce.

1.3 Neurovizuální dovednosti hodnotící se u sportovců

Výzkum souvislosti mezi vizuálními schopnostmi a sportovním výkonem má dlouhou a bohatou historii. Mnoho studií se pokoušelo definovat vizuální schopnosti, které korelují se sportovními úspěchy a upřesnit postupy jejich hodnocení.

V rešeršní studii došli autoři k závěru, že elitní sportovci mají lepší vizuální schopnosti než nesportovci (Stine, Arterburn a Stern, 1982). Studie autorů Hitzemana a Berckermana (1993) tyto hypotézy potvrdila, ale poukázala na to, že velmi záleží na konkrétním sportu. Dále autoři varovali, že další atributy, jako je rychlost, kognitivní funkce, psychologický stav, vlastní zkušenosti a vliv trenérů snižují schopnost předvídat kvalitu výkonu pouze na základě vyhodnocení vizuálních dovedností. Studie vzniklé během posledních let dále prokázaly signifikantní rozdíl v různých vizuálních funkcích mezi sportovci a nesportovci (Laby, Kirschen a Pantall, 2011), (Gao et al., 2015).

Každá disciplína sportovní medicíny se snaží identifikovat faktory, které přispívají k maximální lidské výkonnosti izolováním a měřením specifických funkcí. O stejný princip se pokoušíme také při hodnocení sportovních vizuálních schopností. V této kapitole se pokusíme nastínit dovednosti hodnotitelné moderními metodami a demonstrovat je na recentních studiích.

Rodriguez (2020) ve své evaluační studii zabývající se sportovním optometrickým vyšetřením navrhuje, aby byly vizuální dovednosti rozdělené na primární a sekundární. Primární dovednosti mají přímý vliv na sportovní výkon, sekundární dovednosti začleňují primární do oblasti zpracování informací a motorické kontroly těla v pohybu.

1.3.1 Primární dovednosti

1.3.1.1 Refrakce a akomodace

Pro účinné binokulární vidění je třeba, aby na sítnici byly obrazy zaostřené, podobné velikostí a tvarem. K tomu je zapotřebí správná refrakce světla světlotlomným očním aparátem. Refrakcí oka se rozumí poměr mezi lomivým prostředím oka a délkou oční koule. Pokud je oko zdravé, je refrakce emetropická, tj. sítnice leží v ohnisku optického systému a obraz je zobrazován na sítnici. Posouzení refrakčního statutu je jedním z esenciálních elementů vyšetření zrakových funkcí. Pokud je ametropická, dochází k myopii (krátkozrakosti), hypermetropii (dalekozrakosti) nebo astigmatismu a refrakční vada musí být korigována dioptrickými pomůckami. (Rutle, 1993)

Akomodace je schopnost oka zaostřit na různě vzdálené objekty v prostoru. Akomodaci zajišťuje čočka ve spolupráci s řasnatým tělískem a závěsným aparátem oka. Ztráta akomodační schopnosti čočky ve stáří se nazývá presbyopie. (Kuchyňka, 2007), (Grosvenor, 2007)

Každý sportovec by měl být hodnocen se zrakovou korekcí, na kterou je při daném sportovním výkonu zvyklý. Zdá se, že je velké množství sportovců, kteří nemají dostatečně dobře provedené optometrické vyšetření, nebo korekci při sportu nepoužívají. (Erickson, 2007) Jako zajímavou alternativou v léčbě lehké myopie či astigmatismu ke kontaktním čočkám, které mohou být sportovci nepohodlné, nebo finančně nákladné oční operaci, se jeví orthokeratologie. Je to aplikace kontaktních čoček přes noc, které reverzibilně upraví refrakční vadu a sportovec poté nemusí nosit korekci přes den. (Heiting a Teig, 2018)

1.3.1.2 Statická a dynamická zraková ostrost

Statická zraková ostrost (static visual acuity – SVA), je schopnost jedince vidět nepohybující se objekt ve fixní vzdálenosti (Gardner a Sherman in Loran et al, 1995). SVA bývá měřena monokulárně či binokulárně a u sportovců je to esenciální součást zrakového vyšetření, protože její zhoršení může mít vliv na další aspekty vizuálního výkonu. Pouhé vyšetření SVA ale nestačí, protože sport vyžaduje rozlišení objektu při pohybu jedince, stejně tak rozlišení samotných pohybujících se objektů. (Erickson, 2007)

Dynamická zrková ostrost (dynamic visual acuity – DVA), je tedy schopností rozlišit objekt v pohybu. DVA souvisí se stabilizací retinálního obrazu, tedy co nejpřesněji kompenzuje pohyby hlavy a těla, aby byl objekt vizuálně stabilizován na sítnici. (Erickson, 2007), (Vital et al., 2010) (Quevedo, Aznar-Casanova a Aparecido da Silva, 2018)

Ve studii Ishigaki a Miyao (2016) byla testována DVA pomocí Landoltova C na 53 univerzitních sportovcích a 46 nespportujících studentech. Studenti pozorovali letící C a měli určit, v jakém okamžiku ho spatří. Rychlost, ve které byli schopni objekt vidět, se určila jako hodnota DVA. Výsledkem byly statisticky lepší hodnoty DVA u sportovců.

Ve studii Koide et al. (2019) byla u sportovců a nespportovců testována rotace hlavy při snaze stabilizovat objekty. U sportovců byla také prokázána vyšší hodnota DVA, i přesto, že kauzální efekt tohoto rozdílu nebyl stanoven, a proto je dle autorů třeba obsáhlejšího výzkumu.

Další výzkum se zaměřuje přímo na konkrétní sporty. Například studie Jorgeho a Fernandese (2018) zaměřující se na fotbalisty prokázala lepší hodnoty DVA u golmanů, než u obránců a útočníků.

Studie Minoonejad et al. (2019) zase objektivizovala efekt vizuálního čtyřtýdenního okulomotorického cvičení 30 elitních basketbalistek, po kterém došlo k prokazatelnému zlepšení hodnot DVA.

1.3.1.3 Kontrastní citlivost

Kontrastní citlivost (KC) je ukazatelem schopnosti vizuálního systému zpracovat prostorové informace o objektech a jejich pozadí za různých světelných podmínek. Měření její funkce je u sportovců doporučováno, protože mnoho sportů zahrnuje rozlišovací schopnosti za suboptimálních světelných podmínek. Proto při měření vizuálních schopností nestačí pouze DVA, ale přidává se také měření KC. Standardně se na měření používá tabulka různě silně kontrastních písmen či znaků. (Lennie a Van Hemel, 2002), (Erickson, 2007), (Zimmerman, Lust a Bullimore, 2011)

Ve studii autorů Lathama, Rosea a Myinta (2018) zaměřující se na vliv čočkami změněné KC u 27 profesionálních sportovních střelců bylo prokázáno, že snížení KC viditelně ovlivňuje sportovní výkon (pod 87% standardního výkonu). Dále byla citlivost porovnávána s vizuální ostrostí a vyšlo najevo, že KC je lepším prediktorem střeleckého výkonu.

1.3.1.4 Okulomotorika

Oční pohyby se dělí na pohyby volní a mimovolní. Výsledkem jejich spolupráce je zajištění stabilizace objektu a jeho následné sledování. (Kittnar, 2011) Mimovolní pohyby jsou automatické pohyby, které dle Králíčka (2004) můžeme dělit na následující:

1. konjugované a disjunktivní pohyby
2. sakadické oční pohyby
3. hladké sledovací pohyby
4. pomalé klouzavé a rychlé trhavé pohyby
5. vestibulookulomotorický reflex

Pokud pozorujeme objekt, který se v zorném pohybuje v latero-laterálním nebo kranio-kaudálním směru, pohybují se oba bulby symetricky v téže směru a nazýváme tento pohyb konjugovaným. Pokud se pozorovaný předmět pohybuje ve směru antero-posteriorním, pohybují se oči také symetricky, ale v opačném směru a tento pohyb nazýváme disjunktivním, neboli vergence. Vergence se uskutečňuje skrze motorickou fúzi – zaměření zrakových os na objekt, aby se obrazy vytvářely na identických místech obou sítnic. Při poruše svalové rovnováhy dochází k šilhání (strabismu). V případě, že se pozorovaný objekt nezobrazuje na identických místech sítnic, objevuje se dvojitě vidění (diplopie). (Králíček, 2004), (Kuchyňka, 2007), (Grosvenor, 2007)

Sakadické oční pohyby (sakády) slouží k rychlému nasměrování paprsku světla na místo nejostřejšího vidění na sítnici, jako mechanismus přenastavení polohy očí. Hladké sledovací pohyby jsou mnohem pomalejší a jejich úkolem je udržet obraz objektu při jeho pohybu v zorném poli. (Králíček, 2004) Sakadické a hladké sledovací pohyby spolupracují ruku v ruce a optimalizují vizuální sledování pohybujících se objektů. (Orban de Xivry a Lefèvre, 2007)

Pomalé klouzavé a rychlé trhavé pohyby zajišťují, aby se obraz na sítnici neustále drobně pohyboval a my jsme mohli nepřetržitě vidět objekty kolem nás, protože pokud dojde k úplné stabilizaci obrazu na sítnici, dochází k jeho vyblednutí a posléze zániku. (Králíček, 2004)

Vestibulookulomotorický reflex zajišťuje udržení obrazu na sítnici při náhlé změně polohy hlavy. Na rozdíl od ostatních mimovolných pohybů očí nevychází ze sítnice, ale z vestibulárního systému, a proto vzniká i při zavřených očích. (Králíček, 2004)

Binokulární vidění je schopnost udržení fixace jednoho objektu zájmu na obou žlutých skvrnách. Binokulární fúze zajistí, že se obraz bude objevovat pouze jednou. Především na základě binokulárního vidění jsme poté schopni vnímat objekty trojrozměrně a do hloubky, v zahraniční literatuře se tento jev nazývá „stereopsis“. (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016)

Fixace rychle se pohybujícího objektu a schopnost ji změnit je často klíčovým aspektem umožňujícím vizuální zpracování důležitých sensorických informací ve sportu. Hodnocení těchto funkcí umožňuje zjistit, zda je sportovec schopen správně upravit oční fixaci například mezi spoluhráči a soupeři, při sledování míče, terče, nebo jiných důležitých objektů, aniž by bylo nutné provádět mikro opravy. Tyto opravy jsou poté zodpovědné za delší reakční doby a snížení maximálního výkonu sportovce. (Erickson, 2007), (Rodrigues, 2020)

Studie autorů Zwierko et al., (2018) na 18 sportovcích a kontrolní skupině 18 nespportovců zjišťovala, zda má sportovní expertíza vliv na sakadické pohyby během různých vizuálních úkolů. Výsledkem bylo zjištění, že nespportovci v porovnání se sportovci mají nižší hodnoty průměrného zrychlení sakád, vrcholového zrychlení, vrcholového zpomalení a průměrné rychlosti.

Je možné analyzovat pohyb očí v každé fázi pohybu pomocí tzv. eye tracking systému. Tento systém zahrnuje dvě kamery, jedna z kamer zachycuje pozici oka, druhá monitoruje motorický projev jedince. Cílem je porozumět schopnosti sportovce soustředit se na daný úkol při pozorování jiných objektů v průběhu sportovní aktivity. Studium očních pohybů při sportovním výkonu může poskytnout důležité informace k porozumění, jak jednotlivci kontrolují svůj motorický projev. (Rodrigues, 2020)

1.3.1.5 Periferní vnímání

Periferní vidění je definováno jako schopnost pozorovat objekty mimo přímou linii pohledu při zafixovaných očích do středu. (Shiel, 2018) Periferní vnímání je schopnost zachytit a reagovat na periferní stimul bez pohnutí očí. Periferní rozsah zorného pole je geneticky determinován a neměnný, zatímco periferní vnímání může být trénováno a zlepšováno. (Rodrigues, 2020)

Studie Christensona a Winkelsteina (1988) poukázala na to, že sportovci mají lepší periferní vnímání než nespportovci. Studie Zwierko (2008) tato tvrzení vyvrací, protože ve svém bádání autoři nedospěli k žádným signifikantním rozdílům. Další studie zase prokázala, že schopnost periferního vnímání se snižuje věkem, jak u sportovců, tak u nespportovců (Muiños a Ballesteros, 2014). Studie Nan et al. (2014) dokonce poukázala na spojení mezi periferním viděním a alfa aktivitou v mozku. Navrhla tedy, že by bylo hypoteticky možné zlepšovat periferní vnímání neurofeedbackem.

1.3.1.6 Hloubka percepce

Hloubka percepce je vizuální schopnost vnímat okolí ve 3D. Vzniká z několika hloubkových podnětů (z angl. Cues). Tyto podněty jsou obvykle klasifikovány jako monokulární a binokulární. Monokulární podněty zajišťují informace o hloubce v případě, že se díváme pouze jedním okem. Řadíme mezi ně například paralax pohybu (pokud se pozorovatel hýbe, zdánlivý pohyb stacionárních objektů na pozadí nám dává přehled o jejich vzdálenosti), hloubka optické expanze, perspektivu, absolutní a relativní velikost a akomodaci. Binokulární podněty poskytují informace z obou očí a řadí se mezi ně stereopsis a konvergence. (Burton, 1945), (Howard, 2012), (Goldstein a Brockmole, 2014). Mnoho sportovních úkonů vyžaduje dobrý odhad prostoru a s tím i schopnost dobré analýzy hloubky percepce. (Erickson, 2007)

Hloubka percepce se také využívá ve virtuální realitě (Armbrüster et al., 2008), (Naceri et al., 2009).

1.3.2 Sekundární dovednosti

1.3.2.1 Reakční čas

Vizuálně – motorický reakční čas je součtem celkového času potřebného k tomu, aby vizuální systém zpracoval aferentní informaci a časem potřebným k dokončení motorické odpovědi. Reakční čas je klíčovým ukazatelem výkonnosti a je důkazem integrity vizuálně-motorického systému, ukazující rychlost a přesnost propojení vizuálního s neuromuskulárním systémem. (Erickson, 2007), (Rodrigues, 2020)

Ve studii autorů Atana a Akyola (2014) byl porovnáván reakční čas sportovců a nesportovců. Výsledky prokázaly kratší reakční čas sportovců oproti nesportovcům a navrhly hypotézu, že sportovci mají lepší schopnost rychle reagovat na stimul. Dále byl zkoumán reakční čas v rámci různých sportovních odvětví – konkrétně fotbal, basketbal, taekwondo a lehká atletika. Výsledky neprokázaly žádný signifikantní rozdíl mezi jednotlivými sporty. Studie autorů Ando, Kida a Oda (2016) výsledky porovnání sportovců a nesportovců potvrdila.

1.3.2.2 Koordinace oko-ruka, oko-noha, oko-tělo

Koordinace oko-ruka, oko-noha a oko-tělo zahrnuje integraci očí, rukou a nohou a vztahuje se na adekvátní a přesné ovládnání těla v reakci na vizuální informace. Oči musí vést a navádět pohyb. To, jak rychle a přesně reaguje tělo na vizuální podněty, odděluje elitní sportovce od průměrných. Testování této koordinace u sportovců je důležité pro evaluaci vizuálního systému ve sportovním výkonu. (Erickson, 2007), (Rodrigues, 2020)

Studie Grigora et al. (2012) se snažila detekovat koordinaci oko-ruka speciálním přístrojem zvaným Dynamic Tracking u různých druhů sportů. Prokázala, že sportovci věnující se kontaktním a míčovým sportům dosahují lepších výsledků a mají koordinaci lepší.

1.3.2.3 Vizuální paměť a představivost

Studie (Finke, 1986) navrhla, že mentální představivost může sdílet stejný typ neurálních procesů, jako vizuální percepce.

Neuro-zobrazovací studie potvrzují mozkovou aktivitu v premotorických a asociačních motorických oblastech při představě pohybu. Studie využívající elektromyografické záznamy ukazují, že mentální představování motorické aktivity odpovídá vzorům opravdového fyzického pohybu – jsou aktivovány podobné motorické programy. (Jeannerod, 1994) , (Decety, 1996)

Vizuální paměť je schopnost očí a mozku rozpoznat a zapamatovat si různé obrazy zobrazované vzorném poli a být schopen tyto informace zpracovat rychle a efektivně. Tato dovednost se vyvíjí v průběhu času a může být trénována a vylepšována. Je prokázáno, že elitní sportovci využívají imaginaci k mentální přípravě na výkon. (Rodrigues, 2020), (Erickson, 2007) Bylo také prokázáno, že sportovci v porovnání s nespportovci vykazují vyšší dovednost pro rychlé učení nepředvídatelné a složité vizuální situace. Z těchto výsledků vyplývá, že pozoruhodné mentální zpracování a schopnost učení by mohly být klíčovými prvky pro podání špičkového sportovního výkonu a odlišovat tím sportovce na různých úrovních. (Faubert, 2013)

V roce 2001 přišli autoři Holmes a Collins s ideomotorickým tréninkem podle imaginačního modelu PETTLEP. Tento název je odvozen ze zkratk slov physical (fyzická stránka), environment (prostředí), task (úkol), timing (načasování), learning (učení), emotion (emoce) a perspective (perspektiva). (Holmes a Collins, 2001) Studie autorů (Anuar, Cumming a Williams, 2015) potvrzuje, že při imaginaci dle PETTLEP modelu je představa kvalitnější a jednodušší na vytvoření.

Novější model RAMDIU (revised applied model of deliberate imagery use) zahrnuje do ideomotorického tréninku i osobní význam a důvod proč má sportovec imaginační trénink využívat – jakou funkci v jeho tréninku plní. (Cumming a Williams, 2013)

1.3.2.4 Zrak a rovnováha

Centrální nervová soustava (CNS) integruje informace ze somatosenzitivních (proprioceptivních, exteroceptivních), sensorických (zrakových a sluchových) a vestibulárního systému, aby mohla zajistit pozici těla v prostoru. Vizuální podněty poskytují informace týkající se polohy a pohybu v kontextu s okolními objekty. (Shumway-Cook a Woollacott, 2017)

Udržet rovnováhu a zároveň zpracovat komplexní zrakovou informaci je fundamentální úkol ve všech dynamických sportech. To je také důvodem, proč se balanční cvičení přidávají jako sekundární úkoly ke cvičením vizuálním, přestože k základním vyšetřovacím postupům při hodnocení vizuálních schopností rovnovážné testy nepatří. (Erickson, 2007) Ve studii autorů Robertsona et al. (1994) bylo zkoumáno vyřazení zrakové percepce u elitních gymnastů v porovnání se začátečníky. Vrcholoví sportovci prokázali lepší schopnost držení rovnováhy bez optické fixace a studie tím prokázala důležitou roli vizuální kontroly v získávání nových dovedností.

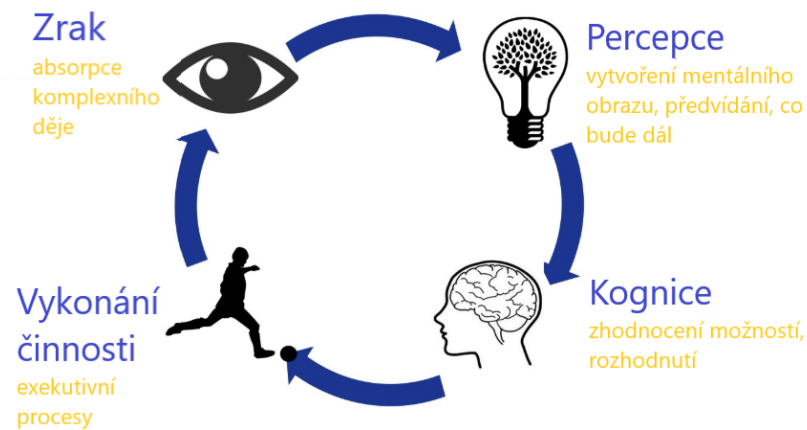
1.3.2.5 Rychlost rozpoznávání

Dovednost rychle rozpoznat a zpracovat vizuální informace je esenciálním předpokladem úspěšnosti v rychlostních sportech. Sportovci musí zanalyzovat dostupné časoprostorové informace a relativně rychle učinit adekvátní rozhodnutí. Rychlost rozpoznávání svědčí o schopnosti dělat rychlá rozhodnutí na hracím poli. Tato rychlost může být měřena tachistoskopicky (vyšetření postřehu a rychlosti zpracování vizuálních informací). Tachistoskop je metodou volby při vyšetřování a trénování rychlosti a je dobrým korelátem kognitivních schopností. Čím rychleji dokáže sportovec činit vizuální rozhodnutí, tím větší převahu bude mít nad soupeřem. (Erickson, 2007), (Rodrigues, 2020)

Nejnovější studie zabývající se zrakově-prostorovými schopnostmi hráčů rugby potvrdila důležitost studia rychlosti rozpoznávání, kvůli její náročnosti provedení v pohybu, a označila ji za nejdůležitější parametr v úspěšnosti hraní rugby. (Millard et al., 2020)

1.4 Neurovizuální rehabilitace a její klinické aplikace

Neurovizuální rehabilitace kombinuje testování, korekci a trénink vizuálních funkcí s tréninkem kognitivních funkcí, s cílem propojení celé smyčky od vizuální percepce k exekutivním procesům.



Obrázek 3: Percepční smyčka, převzato www.neurotracker.net

Neurovizuální rehabilitace se zaměřuje nejen na pacienty s primárními vizuálními obtížemi, dá se využít i v souvislosti s kraniotraumaty (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016), ale také u dětí s potížemi s učením, dyspraxií nebo ADHD (Tullo, Faubert a Bertone, 2017) (Tullo et al., 2016). Neurovizuální rehabilitace může být také součástí tréninku sportovců, s cílem zlepšení sportovního výkonu. (Erickson, 2007)

Vizuální funkce jsou obzvláště relevantní pro čtyři hlavní typy aktivit: pro binokulární vidění, pro pohyb, pro čtení a následné učení a paměťové schopnosti. Poškození jedné nebo více vizuálních funkcí vede ke zhoršení uvedených schopností a z nich vyplývajících dalších nevizuálních aktivit, jako je kognice nebo motorická kontrola. Tento širší kontext by měl být brán v potaz nejen při léčbě vizuálních deficitů, ale také v komplexní rehabilitaci pacientů. (Kerkhoff, 2000)

Jelikož se jedná o komplexní rehabilitaci, zahrnuje neurovizuální rehabilitace optometrické vyšetření a správnou korekci pomocí optických čoček. Dále se testují oční pohyby, periferní vnímání, zraková ostrost a schopnost dynamického přestřování, kontrastní citlivost a prostorové vidění. Součástí vyšetření jsou také neurovizuální aspekty, jako je koordinace pohybu, krátkodobá vizuální paměť, reakční čas, schopnost rychlého sledování měnících se objektů a integrace s dalšími senzory, jako je vestibulární systém a kontrola rovnováhy.

V rámci samotného cvičení se používají optické cviky na schopnost rychlého přestřování, koordinace pohybu a zraku a speciální přístroje virtuálně trénující neurovizuální schopnosti, jako je 3D-MOT.

Na základě neurálních znalostí okulomotoriky a zrakových drah víme, že integrace akce a percepce a multimodální intervence přináší dobré výsledky v neurovizuální rehabilitaci. Z tohoto principu vychází návrh, že by se jakákoli vizuální rehabilitační technika měla nejdříve zabývat kognitivními a cerebrálními poruchami, tedy tréninkem jejich limitací. Jelikož na zrak a obecně vidění spolupracuje 60 % mozku, vizuální percepce je užitečným nástrojem v přístupu k CNS jako takové. Zrak a jeho motorické a percepční aspekty tak mohou přispět k neuromodulaci CNS a pomoci rehabilitovat její funkční poruchy. (Coubard, 2015)

Pro efektivitu neurovizuální terapie je zapotřebí 5 komponent: motivace, opakování, zpětná vazba, senzomotorický nesoulad a multisenzorická integrace. Motivace je potřebná k aktivaci prefrontálního kortexu, který ovlivní neuroplastické změny potřebné k vizuální percepci. Aktivace prefrontálního kortexu společně s vizuálně vedeným pohybem podporuje obnovení správné funkce. Motivace také vede pacienta k aktivní participaci na terapii. Opakování stimuluje nábor neuronů a facilituje změnu. Zpětná vazba se využívá s použitím neurovizuálních rehabilitačních softwarů, často s využitím sluchu, a poskytuje pacientovi představu o prováděném úkolu. Jak již bylo zmíněno, jakýkoli motorický úkon potřebuje aferentaci z multisenzorických vstupů. Pacienti mají sníženou rychlost získávání těchto vizuálně řízených vstupů, které mohou přispět k problémům s udržením rovnováhy. Motorický nesoulad je dle autorky upravování vizuálních vstupů pomocí různých čoček, filtrů nebo prismatic. Můžeme tím pomoci pacientovi se senzomotorickou rekalicací. Poslední důležitou komponentou je multisenzorická integrace, ve které systematicky přidává další vstupy (hlavně balanční), abychom zlepšili zpracování zraku. (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016)

Verlander a Storr jako první popsali nutnost interdisciplinárního týmu zabývající se léčbou pacientů s vizuálními poruchami (Verlander a Stott, 1983). Rozšiřující studie stejných autorů (Verlander et al., 2009) zkompletovala vývoj interaktivních softwarů klíčových k hodnocení efektivity neurovizuální rehabilitace.

Tyto softwary poté začaly být komerčně dostupné jako Neuro Vision Technology (NVT), Neuro Vision Rehabilitater, nebo NeuroTracker. kombinující jak vyšetření, tak trénink neurovizuálních funkcí. V rámci cvičení dochází k proměně statického tréninku do tréninku dynamických situací. (Kingston et al., 2019)

1.4.1 Přístupy k terapii

1.4.1.1 Top-down a bottom-up

Dle publikace Neurovision Rehabilitation Guide (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016) jsou dva odlišné přístupy užívané k léčbě, podle toho, na který jednotliví pacienti reagují lépe. Jedním z přístupů se nazývá „top-down“, druhý „bottom-up“. Top-down (odshora dolů) přístup k terapii využívá primárně korové funkce a vizuální pozornost k rehabilitaci vizuálních deficitů. Bottom-up (zespoda nahoru) je naopak primárně zaměřen na subkortikální a senzorycké vstupy, využívající vizuální, vestibulární, sluchovou a proprioceptivní aferentaci. Pacienti, kteří více profitují z bottom-up přístupu k terapii, jsou obvykle velmi symptomatictí, snadno jsou přestimulováni světlem nebo hlukem a mají problémy s udržení rovnováhy. Jejich vizuální schopnosti fluktuují, často je vyruší sledování pohybujícího se objektu, potýkají se s únavou, bolestmi hlavy a poruchami spánku. Velmi jim pomáhá dioptrická nebo prismatická korekce, trénink přeastřování, periferního povědomí a integrace rovnovážných, vizuálních a auditivních systémů. Pacienti, kteří profitují z top-down terapie jsou méně symptomatictí. Mají obvykle normální binokulární vidění, akomodace a vergence může být jen mírně snížena. Těmto pacientům je třeba zlepšit přesnost, latenci a výdrž binokulárních, akomodačních a okulomotorických dovedností. (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016)

1.4.1.2 Restorativní, kompenzační a substituční

Neurovizuální rehabilitaci můžeme rozdělit na tři kategorie: (Raz a Levin, 2017)

1. restorativní
2. kompenzační
3. substituční

Tyto tři kategorie se nevyklučují a v určitých případech mohou probíhat současně. (Kerkhoff, 2000)

Pro využití restorativního přístupu k terapii musí být zachováno reziduum vizuálního pole. V případě jeho intaktnosti je následně intenzivně stimulováno. Intenzivní stimulace probudí a reaktivuje zbylé neurony. I malý počet reaktivovaných neuronů je vhodný pro obnovu vizuálního pole. Cílem kompenzačního přístupu není obnovit zrakové funkce, ale nalézt efektivní strategie, které pomohou snížit zrakový deficit a přizpůsobí pohyby oka a zpracování zrakových informací nové situaci. Kompenzační terapie zahrnují systematický trénink úmyslných a vědomých očních pohybů – detekce cíle v zorném poli. Často se využívá při problémech se čtením. Dle autorů Raz a Levin (2017) jsou kompenzační strategie neefektivnější a vykazují nejlepší výsledky. Substituční přístup přináší spolehlivé alternativy (čočky a prismata), které zrakové pole upraví, rozšíří, nebo převede nevidomý obraz do viditelného. (Kerkhoff, 2000),

1.4.2 Neurovizuální rehabilitace u pacientů po mozkovém traumatu, CMP a vestibulopatiích

Pacienti s neurovizuálními deficity v důsledku získaného traumatu mozku (z angl. Traumatic Brain Injury) se setkávají s různými symptomy a komorbiditami, které komplikují vyšetření čistě vizuálních funkcí. Prvním krokem ke zhodnocení neurovizuálních funkcí je podrobná anamnéza, protože se mezi pacienty vyskytuje variabilita mezi vizuálními obtížemi a tím, jak se projeví. (Copolillo a Ivanoff, 2011) Publikace Neurovision Rehabilitation Guide (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016) se zaměřuje na pacienty po mozkovém traumatu a obsahuje 80 konkrétních procedur vizuální terapie, včetně podrobného postupu a instrukcí, jak se daná optická cvičení provádí. Další autoři ve svých knihách zase přišli s komplexním programem neurologické vizuální rehabilitace pro tyto pacienty. Program zahrnuje vyšetřovací protokol a návrh terapie, který zahrnuje multidisciplinární tým sestávající se z oborů optometrie, oftalmologie, ergoterapie, fyzioterapie, neurologie, neuropsychologie, vizuální rehabilitace a otorhinolaryngologie. (Sutter a Harvey, 2016), (Kingston, 2019). Další studie potvrzují efekt neurovizuální rehabilitace na léčbu mozkových traumat (Gottlieb et al., 1998) (Matteo et al., 2016).

Stejně jako mozková traumata, i centrální mozková příhoda (CMP) může mít za následek poškození neurovizuálních funkcí. Rešeršní studie (Hanna, Hepworth a Rowe, 2016) v literatuře zatím nenašly efektivní screening všech potenciálních poiktových neurovizuálních poškození. Dále zmiňuje, že 65 % pacientů po CMP bude mít nějaký typ vizuálního deficitu. Neurovizuální rehabilitace tedy i u těchto pacientů má svůj význam.

Nejnovější studie používají k výzkumu softwary NVT nebo NeuroTracker. Studie autorů Corbin-Berrigan a al (2018) se snažila prokázat, zda má 3D-MOT vliv na neurovizuálních schopnosti pediatrických pacientů po traumatem mozku. Kombinace 34 zdravých probandů a pacientů po mozkovém traumatu podstoupilo 6 cvičení na NeuroTrackeru. Bylo dokázáno, že i když mají pacienti po traumatu při prvních dvou cvičeních prokazatelně pomalejší reakce, na dalších se již rozdíl srovnává. Výsledky studie navrhuji využití 3D-MOT ke stimulaci a zrychlení uzdravení. Stejní autoři v navazující studii své výsledky potvrdili, ale rozdíl mezi zraněnými a nezraněnými dětmi nebyl signifikantní, protože děti po traumatu byly vybrány z rehabilitačního programu, snažící se je co nejrychleji vrátit do původního života. (Corbin-Berrigan et al., 2020)

Studie dále poukazují na propojení vizu s vestibulárním systémem a popisují nutnost tréninku obojího dohromady. V mnoha případech zlepšení vizuálních dysfunkcí vede k progresu ve vestibulární rehabilitaci, a naopak trénink vestibulárních dysfunkcí zefektivní vizuální terapii. (Phan a Cohen, 2017) (Cohen, Greenwald a Gurley, 2013)

Již dříve byla prokázána snížená dynamická vizuální ostrost ve stáří, značící oslabenou funkci vestibulookulárního reflexu. (Deshpande et al., 2013), (Li et al., 2014), (Rezlerová, Čakrt, 2017). V rámci studie Spanera et al. (2019) bylo testováno 46 seniorů ve věku 63-87 let. 25 z nich podstoupilo 7 tréninkových lekcí 3D-MOT na NeuroTrackeru. U této intervenční skupiny bylo prokázáno zlepšení kognitivních funkcí, pozornosti a psychomotorické rychlosti a rychlosti zpracování vizuálních informací.

Zatím nejsou dostupné žádné studie aplikující NeuroTracker přímo na pacienty s vestibulárními dysfunkcemi.

1.4.3 Neurovizuální rehabilitace u dětí s poruchou učení, ADHD, autismem, dyspraxií

Dyslexie je charakterizována na základě anatomické malformace v mozku, ale zdá se, že typické dyslektické poruchy mohou být spojeny s mnohem komplexnějšími sensorickými deficity. Ve studii Pacelly et al. (2017) bylo vyšetřeno 11 pacientů diagnostickým testem TETRA, zahrnujícími prostorovou představivost, kontrastní senzitivitu a čtecí výkon. Dále byl aplikován rehabilitační program TRIGRAM, ve snaze zjistit, jestli vizuální trénink pomáhá ve čtení. Bylo prokázáno, že TRIGRAM zlepšuje prostorovou percepci, zvyšuje kontrastní senzitivitu a ovlivní se tím i výkon při čtení, který ale nebyl statisticky významný. Studie autorů Parsonse et al. (2015) se zase snažila aplikovat 3D-MOT na 10 vysokoškolských studentů s cílem zjistit, jestli ovlivní jejich pozornost, paměť, rychlost zpracování vizuálních informací a představivost a porovnání s 10 netrénujícími studenty. Intervenční skupina prokázala zlepšení uvedených funkcí. Toto potvrzuje i další studie používající konkrétně NeuroTracker. (Tullo et al., 2016)

ADHD patří mezi nejčastější neurovývojové poruchy a charakterizuje se jako problém s udržení pozornosti, kontrolou impulzivního chování a hyperreaktivitou (Hallowell a Ratey, 2007). Bylo prokázáno, že kognitivní trénink a trénink paměti má u těchto dětí vliv na pozornost (Klingberg, Forssberg a Westerberg, 2010) (van der Donk et al., 2015). Studie porovnávající efekt NeuroTrackeru u dětí s ADHD (86 probandů) nebo autismem (43 probandů) po 15 tréninkových lekcích nezjistila žádný rozdíl mezi oběma skupinami. U obou skupin ale došlo ke dvojnásobně lepšímu výsledku mezi prvním a posledním tréninkem (Tullo, Faubert a Bertone, 2017).

Narušení motorických funkcí, projevující se nedostatečnou schopností naučit se nové pohybové vzory, poruchou plánování pohybu a obratnosti se označuje jako vývojová dyspraxie neboli Developmental Coordination Disorder (DCD). Nejčastěji se u nich setkáváme s ideomotorickými poruchami spojenými s multisenzorickým zpracováním informací. (Kolář, Smržová a Kobesová, 2011)

Studie Wilsona et al. (2001) zabývající se abnormalitami v ideomotorice 20 dětí s DCD prokázala jejich omezenou schopnost timingu a představy pohybu. Autoři dále navrhuji cvičení v představě, který by pomohla faciilaci pohybu. Tuto tezi potvrzují i (Schoemaker et al., 2005), kteří na skupině 15 dětí aplikovali NTT (z angl. Neuromotor Task Training) zahrnující cvičení v představě a postupné zařazení do běžných denních činností.

Se stejným závěrem a aplikací neurovizuálního tréninku přišla i studie Adamse et al. (2016).

1.5 Neurovizuální trénink sportovců

Jak bylo zmíněno v kapitole 1.3. Neurovizuální dovednosti hodnotící se u sportovců, sportovci mají typicky lepší vizuální schopnosti než nesportovci. Zlepšování vizuálních funkcí vede ke zlepšení sensorického zpracování, adekvátní motorické odpovědi a zlepšení celkového sportovního výkonu, včetně prevence potenciálního zranění. Spousta výše definovaných vizuálních dovedností je trénovatelná. Proto se v poslední době stále více přidává trénink neurovizuálních schopností k běžnému tréninku daného sportu. (Erickson, 2007), (Khanal, 2015), (Rodrigues, 2020)

Trénink zlepšování vizuálního výkonu můžeme rozdělit do třech kategorií (Erickson, 2007):

1. náprava zrakových nedostatků, které mohou mít negativní dopad na výkon
2. zlepšení vizuálních dovedností, které mohou pozitivně zlepšit výkon
3. zlepšení kognitivních funkcí důležitých pro vizuální rozhodování

Dále rozdělujeme neurovizuální sportovní trénink dle funkcí, které chceme trénovat: (Appelbaum a Erickson, 2016)

1. základní zrakové dovednosti
2. percepčně – kognitivní dovednosti
3. vizuálně – motorické dovednosti
4. multisenzorická integrace
5. převedení tréninku do reálného prostředí

1.5.1 Trénink základních vizuálních dovedností

Jelikož optometrie je nelékařský obor zabývající se cíleným vyšetřením a korekcí optických vad, používající specializované pomůcky, cílem této práce není konkrétně

popsat a postihnout veškeré optometrické procedury. V této kapitole budou popsány pouze základní možnosti tréninku, které se dají v běžné praxi aplikovat.

Mezi ovlivnitelné a trénovatelné základní dovednosti řadíme schopnost přestřování, DVA, oční pohyby, přesnost hloubkové percepce a periferní vnímání. (Erickson, 2007)

Přestřování je schopnost rychlé změny zaostření ze vzdáleného objektu na objekt v blízkosti a naopak. Trénovat se dá čtením textu umístěným na dvou různě vzdálených místech, a z jednoho na druhý rychle přeskakovat. (Haddrill a Teig, 2018), (Roda, 2019)

DVA se trénuje čtením textu při pohybu hlavy (rotace), pohybováním textu před očima, nebo například při chůzi či jiné aktivitě. Daný text se také dá nainstalovat například na rotační ventilátor, který pomalou rychlostí zajistí pohyb a sportovec se text snaží číst. (Haddrill a Teig, 2018), (Roda, 2019) Trénink DVA je také součástí neurovizuálních softwarů.

Vliv analytického cvičení okohybných svalů na vizuální schopnosti nebyl experimentálně potvrzen, studie Joshe a Retharekara (2017) ho naopak vyvrací. Cvičení sakadických a hladkých sledovacích pohybů je naopak součástí vestibulární rehabilitace a má vliv na posturální stabilitu (Fischetti et al., 2020) (Han, Song a Kim, 2011).

Sakadické oční pohyby se mohou trénovat sledováním dvou od sebe horizontálně nebo vertikálně vzdálených cílů s vyloučením pohybu hlavy. Hladké sledovací pohyby se trénují sledováním horizontálně nebo vertikálně se pohybujícího cíle bez pohybu hlavy. (Pimenta et al., 2017)

Trénovat hloubkovou percepci a periferní vnímání můžeme velmi jednoduše chytáním určitých předmětů v různých vzdálenostech a různých úhlech od těla. (Haddrill a Teig, 2018), (Roda, 2019). Trénink těchto dvou schopností je také součástí neurovizuálních softwarů.

1.5.2 Trénink percepčně – kognitivních dovedností

Vzhledem k dynamickým a vizuálně náročným podmínkám za kterých sportovci trénují a soutěží, je sport obvykle brán jako doména, ve které se percepčně – kognitivní schopnosti vylepšují. Jelikož tyto schopnosti hrají důležitou roli ve sportovním výkonu,

bylo za poslední roky vyvinuto mnoho tréninkových počítačových programů zaměřených na kognitivní funkce. (Appelbaum a Erickson, 2016)

Dle metaanalýzy Manna et al. (2007) byl 3D-MOT označen za optimální tréninkovou proceduru pro izolování mentálních schopností ve zpracování dynamických situací ve sportovních aktivitách. Konkrétní popis principu fungování 3D-MOT na NeuroTrackeru bude zmíněn v kapitole 3. Metodika této práce.

Studie využívající 3D-MOT Fauberta (2013) na 103 profesionálních sportovcích (hokejstech, fotbalistech a hráčích rugby) prokázala signifikantní zlepšení bez ohledu na sportovní disciplínu. Studie Queveda Junyenta et al. (2015) na hráčích vodního póla, taekwondistech a tenistech vykázala také prokazatelné zlepšení. K podobným výsledkům došla studie zkoumající efekt tréninku percepčně – kognitivních dovedností na NeuroTrackeru u 60 sportovců různých kategorií (Moen et al., 2018). Autoři zde ale ještě porovnávali výsledky zlepšení na NeuroTrackeru s dalšími testy zaměřujícími se na exekutivní funkce. Tyto testy neukázaly žádné zlepšení. Možnou interpretací těchto výsledků je dle autorů nespécifita 3D-MOT v porovnání se specifickými testy na konkrétní exekutivní funkce. Ke stejnému závěru o nutnosti větší specifity trénování došli i autoři (Harris et al., 2020).

Studie Romease, Guldnera a Fauberta (2016) se snažila posoudit vliv 10 lekcí 3D-MOT na přesnost přihrávek u profesionálních fotbalistů a jako první převedla výsledek virtuálního tréninku na efekt v hracím poli. Intervenční skupina 9 fotbalistů se na rozdíl od kontrolní skupiny 7 fotbalistů zlepšila v přesnosti, výsledek byl korelován s jejich subjektivním pocitem zlepšení.

Studie Snowdena et al. (2020) se zaměřila na plavání, jako sport primárně nevyužívající vizuální dovednosti. Potvrdila zlepšení reakčního času sportovců po 10 lekcích 3D-MOT.

1.5.3 Trénink vizuálně – motorických dovedností

Sportovní situace vyžadují rychlou změnu motorické odpovědi. Proto je rychlé a adekvátní vizuální a neuromuskulární zpracování informací pro sportovce cennou dovedností. Přístroje na trénink těchto dovedností se sestávají z dvourozměrného (2D) panelu dvou tlačítek. Ty se v různých rychlostech barevně rozsvěčují a sportovec je nucen rychle motoricky reagovat na vizuální podnět. (Appelbaum a Erickson, 2016)

Existuje mnoho komerčně dostupných přístrojů a zařízení, které se na trénink vizuálně – motorických dovedností zaměřují. Na různé druhy sportů bývají také konstruovány přístroje trénující konkrétní schopnosti. V rámci této práce je zmiňovat nebudeme.

Česká studie se zabývala devítitýdenním neurovizuálním trénováním šermířů pomocí speciálních LED terčů. Intervenční skupině 14 šermířů byl před a po tréninku proveden test reakčního času. Oproti kontrolní skupině 5 šermířů bez tréninku, se po devíti týdnech projevilo zlepšení reakčního času v rychlosti odpovědi. Tyto výsledky by se dle autorů daly využít v trénovacím procesu ke zdokonalení reakčního času, který je důležitou komponentou sportovního výkonu v mnoha bojových i míčových sportech. (Balkó et al., 2017)

Nejnovější evaluační studie na 2317 sportovcích na různých výkonnostních úrovních prokázala, že elitní sportovci mají lepší vizuálně – motorické dovednosti než sportovci na nižších úrovních, muži vykazují lepší výsledky v přeostřování, zatímco ženy jsou rychlejší v reakci oko – ruka. V rámci studie byly sporty rozdělené na dvě kategorie – interceptivní a strategické. Interceptivní sporty se v zahraniční literatuře objevují v souvislosti s nutností koordinace hráče, částí jeho těla a nástrojem, který používá a okolním prostředím. V případě této studie se jedná o tenis a baseball. Strategické sporty jsou definované jako sporty, ve kterých je nutné rozdělit svou pozornost pro monitoraci spoluhráčů, protihráčů a nástrojů v hracím poli. V tomto případě jde o fotbal a basketbal. Hráči provozující interceptivní sporty vynikali ve vizuální ostrosti, kontrastní senzitivitě a reakčním čase, zatímco hráči provozující strategické sporty měli lepší výsledky prostorového vnímání a paměti. Tyto výsledky prokazují rozdíly mezi vizuálními dovednostmi v rámci různých druhů sportů. (Burriss, Liu a Appelbaum, 2020)

Multisenzorická integrace (např. balanční cvičení se čtením – vizuální, kognitivní i motorický úkol) a převedení tréninku do reálného prostředí (např. virtuální realita), bývá součástí běžného tréninku, a proto zde nebude podrobněji uvedena.

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle

Cílem této práce je posouzení vlivu neurovizuálního tréninku sportovců různých sportovních kategorií, absolvovaném pomocí programu NeuroTracker. Porovnány budou výsledky před a po sérii tréninků, zohledněn bude počet opakování. Zhodnocení zlepšení bude provedeno jak na celé skupině probandů, tak porovnáno v rámci jednotlivých sportovních kategorií a mezi kategoriemi jako takovými.

Dílčí cíle

1. Korelovat subjektivní hodnocení vybraných 5 sportovců s výsledky měření pomocí polostrukturovaného rozhovoru.
2. V kazuistikách dvou sportovců zkompletovat ucelený pohled na neurovizuální trénink sportovců představený v teoretické části.

2.2 Hypotézy

2.2.1 Hypotéza 1

H_1 : Předpokládáme, že napříč kategoriemi sportovců dojde k celkovému zlepšení měřených parametrů programem NeuroTracker.

H_{10} : Průměrné zlepšení $< 100\%$ (průměrné skóre je stejné nebo horší než při prvním pokusu).

H_{1A} : Průměrné zlepšení $> 100\%$ (průměrné skóre je lepší než při prvním pokusu).

2.2.2 Hypotéza 2

H_2 : Předpokládáme, že druh provozovaného sportu má vliv na míru zlepšení naměřených parametrů. Testovat budeme porovnáním dvojic sportů.

H_{20} : Dva sporty mají stejné průměrné zlepšení.

H_{2A} : Dva sporty nemají stejné průměrné zlepšení.

2.2.3 Hypotéza 3

H_3 : Předpokládáme, že počet provedených tréninků souvisí s výsledným zlepšením.

H_{30} : Neexistuje korelace mezi počtem provedených tréninků a výsledným zlepšením.

H_{3A} : Existuje korelace mezi počtem provedených tréninků a výsledným zlepšením.

2.2.4 Hypotéza 4

H_4 : Předpokládáme, že se neurovizuální trénink subjektivně projeví ve sportu.

3 METODIKA

3.1 Charakteristika souboru

Sledovaný soubor se skládal z 64 profesionálních sportovců. Jednalo se o 22 hráčů hokeje, 12 hráčů basketbalu, 10 hráčů softbalu, 9 hráčů fotbalu a 3 tenistů. Zbytek sportů mají po jednom zástupci a jedná se o florbal, pozemní hokej, stolní tenis, baseball, sportovní střelba, sjezdové lyžování, aikido a MMA. Jednalo se o 49 mužů a 11 žen, průměrný věk sportovců byl 19,26 let, minimální věk 12 let, maximální 50. Všichni sportovci absolvovali neurovizuální trénink ve firmě DynaOptic s.r.o. Bylo jim provedeno komplexní vyšetření zraku diplomovaným optometristou, navržena správná zraková korekce a dle individuálních požadavků přiřazen další vizuální trénink. Dále dostali sportovci přístup k programu NeuroTracker, jehož licence jim platila 6 měsíců. Počet absolvovaných tréninků se individuálně liší.

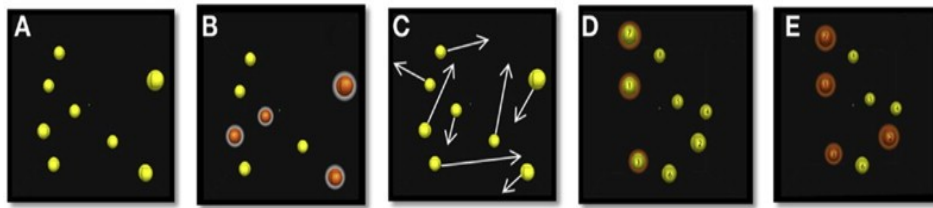
3.2 NeuroTracker

NeuroTracker je program kognitivního tréninku vyvinutý v roce 2009. Byl vytvořen primárně za účelem zlepšení kognitivních funkcí sportovců a začíná se používat i v dalších klinických aplikacích.

Program funguje velmi jednoduše, v podstatě jako videohra. Jeho velkou výhodou je, že se dá použít jak na velkých obrazovkách, tak na laptopu, proto je možné ho použít na různých místech a v různých situacích. Využívá 3D-MOT. Spolu s programem tedy každý účastník dostane 3D brýle, pomocí kterých vidí objekty v prostoru.



Obrázek 4: Trénink na Neurotrackeru (převzato z webu www.neurotracker.com)



Obrázek 5: Sledování objektů na NeuroTrackeru (Romeas, Guldner a Faubert, 2016)

Popis Obrázku 5: Při tréninku se objevují 3D žluté objekty (A). Červenou barvou jsou označeny objekty, které mají být sledovány (B). Poté opět zežloutnou a v různých rychlostech a rotacích se pohybují po obrazovce (C a D). Nakonec má sportovec označit původní objekty, které mu byly ukázány předtím a měl je sledovat (E).

Pokud se objekty označí správně, zvyšuje se rychlost jejich pohybu. Systém je schopen vypočítat schopnost označit objekty a orientovat se a na základě toho vypočítává individuální změnu, přizpůsobenou danému sportovci. V rámci programu lze tedy progredovat a navyšovat tak svou úroveň, protože si program zapamatuje postup a výsledek jednoho tréninku a uzpůsobí a ztíží další. Pokud je další cvičení moc náročné, znovu trénink zjednoduší a zoptimalizuje.

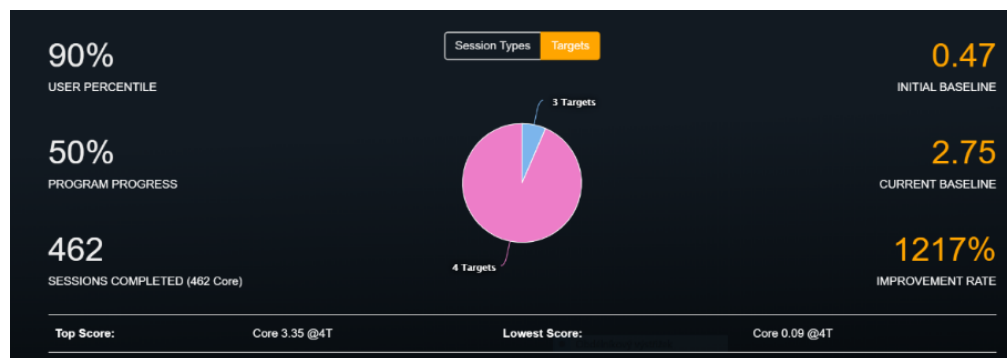
Základní myšlenkou kognitivně – percepčního tréninku na NeuroTrackeru je, že pokud se vybudují asociační neuronální sítě v mozku, mohou být dále použity v jiných situacích a potřebách. Vychází z principu, že neurony a skupiny neuronů, které jsou aktivované ve stejnou dobu, zesílí svoje propojení a budou „pálit“ současně.

Cílem tréninku pomocí NeuroTrackeru je zlepšení pozornosti a soustředění, jelikož musí účastník neustále sledovat pohybující se objekty. Dalším benefitem, který poskytuje, je zvyšování povědomí o hře a zpracování herní situace jako takové. Jelikož musí sportovci sledovat více objektů najednou a reagovat na změnu, nabyté zkušenosti poté můžou aplikovat v reálném sportu.

Neurovizuální dovednosti, které se dají programem trénovat, jsou primárně periferní vnímání, DVA, hloubková percepce a vizuální krátkodobá paměť. Nejdůležitější v tomto případě je, že sportovec se naučí soustředit se na více pohybujících se cílů najednou, aniž by se oči pohnuly. Učí se tedy fixovat oči na jedno místo a rozšiřovat si periferní vnímání. Tímto se zlepšuje i jejich celkové povědomí o situaci a imaginace toho, co bude následovat.



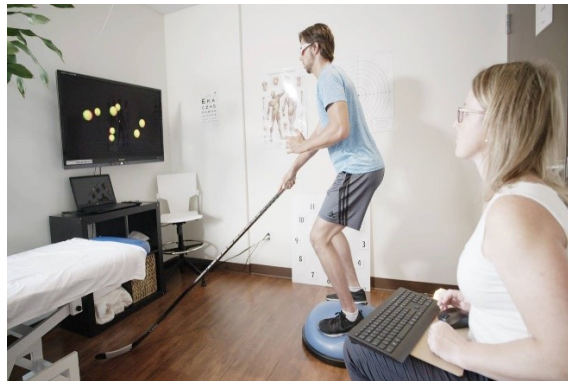
Obrázek 6: Příklad zobrazeného výsledku 1 (archiv autora)



Obrázek 7: Příklad zobrazeného výsledku 2 (archiv autora)

Popis obrázků 6 a 7: Vyhodnocení z přístroje vidí sportovec okamžitě po proběhlém tréninku. Vidíme, kolik objektů najednou sportovec sledoval – v našem případě 4 objekty po dobu 8 sekund, než měly být určeny. Po první zkušenosti se vypočítá počáteční skóre (0,47). Jak sportovec trénuje dál, graf znázorňuje postupný posun. Ve výsledku poté dostáváme 3 číselné hodnoty – první skóre, maximální dosažené skóre (3,35) a poslední dosažené skóre. Vidíme také, kolik tréninků (sessions) absolvoval (462) a kolikaprocentní progres to ve výsledku byl (1217%). Počáteční hodnota procentuálního zlepšení se bere jako 100 %. Jak se postupně daný sportovec zlepšuje a stoupají hodnoty, počáteční rychlost a obtížnost se v tréninku začne zvyšovat (z 0,47 na 2,75). V okamžiku, kdy výsledek přesáhne hodnotu 2,0, je mu doporučeno přidat další úkony – tzv. dual task. V procentuálním zlepšení se bere v potaz fluktuace křivky. Pokud sportovec při tréninku přidá nějaký další úkol nebo nový prvek, automaticky klesne jeho výkonnost. Nejčastěji se jedná o simulaci situace v konkrétním sportu, jako je například driblování s basketbalovým míčem (Obrázek č. 8) nebo trénink s hokejkou (Obrázek č. 9).

Přidat se může ale jakákoli fyzická zátěž. Stejně tak se přidává kognitivní úkol, jako je odečítání čísel, nebo přeřikávání naučených textů.



Obrázek 8: NeuroTracker + cvičení na bosu (převzato z webu www.neurotracker.com)



Obrázek 9: NeuroTracker + driblování s míčem (převzato z webu www.neurotracker.com)

Metodika byla přejata z webové stránky www.neurotracker.com a popsána dle vlastních zkušeností autora práce.

3.3 Polostrukturovaný rozhovor

Kvantitativní data naměřená NeuroTrackerem byla doplněna o data kvalitativní. Byla vytvořena baterie otevřených otázek, které byly zodpovězeny formou polostrukturovaného rozhovoru 5 vybranými sportovci. Polostrukturovaný rozhovor nám umožnil dozvědět se osobní názory konkrétních subjektů. Rozhovor byl veden telefonicky nebo osobně autorem práce, nahráván a následně přepsán. Všichni aktéři souhlasili s anonymním uveřejněním poskytnutých informací. Tato data nám umožňují interpretovat subjektivní pohled dotazovaných na neurovizuální trénink.

K vyhodnocení byla použita komparativní metoda, kdy byla porovnána nashromážděná data mezi sebou. Tato strategie zpracování dat byla použita na základě publikace Kvalitativní metoda doc. Hendla (Hendl, 2016).

Otázky pokládané v rozhovoru jsou rozděleny do tří tematických okruhů:

- první se dotazuje na optickou korekci a její případný vliv na sport
- druhý okruh se týká konkrétně NeuroTrackeru a jeho vlivu
- třetí se zaměřuje na další případná vizuální cvičení

Přesné zadání otázek rozhovoru:

- 1) *Věk, pohlaví*
- 2) *Sport a úroveň, na které sportujete*
- 3) *Důvod pro návštěvu Dynaoptic?*
- 4) *Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)*
- 5) *Optická korekce provedená v DynaOptic*
- 6) *Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání prostorové vidění, představivost..)*
- 7) *Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?*
- 8) *Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?*
- 9) *Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?*
- 10) *Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?*

4 VÝSLEDKY

4.1 Výsledky tréninku na NeuroTrackeru

Výchozí údaje 64 sportovců z programu NeuroTracker jsou anonymní a byly poskytnuty společností DynaOptic ke zpracování. Pro vyhodnocení jsme používali data počátečního výsledku, nejlepšího výsledku, počet opakování a procentuální zlepšení (Tabulka 1-4).

sport	počáteční hodnota	nejvyšší dosažená hodnota	počet opakování	zlepšení
softball	0,9	1,95	30x	320%
softball	0,68	2,6	91x	454%
fotbal	0,98	2,43	45x	316%
basketbal	1,14	1,96	18x	337%
hokej	0,52	2,58	88x	572%
hokej	1,24	2,10	23x	201%
hokej	1,17	2,74	110x	404%
aikido	1,1	2,79	40x	299%
fotbal	1,91	2,64	13x	176%
basketbal	0,54	2,41	51x	318%
softball	1,43	2,86	41x	335%
hokej	1,24	2,37	44x	250%
MMA	0,6	2,79	158x	421%
fotbal	2,09	2,79	32x	232%
hokej	0,85	2,07	46x	339%
fotbal	1,44	2,14	196x	82%
pozemní hokej	0,72	1,17	46x	118%
hokej	0,76	3,0	384x	920%
hokej	1,35	2,89	84x	466%
tenis	1,04	1,84	23x	206%
hokej	0,76	2,02	21x	345%

Tabulka 1: Hodnoty z NeuroTrackeru 1

sport	počáteční hodnota	nejvyšší dosažená hodnota	počet opakování	zlepšení
hokej	1,07	2,49	51x	312%
softball	1,14	2,66	105x	288%
basketbal	0,21	3,78	194x	728%
tenis	1,04	2,26	64x	105%
softball	1,6	2,66	17x	141%
softball	0,83	2,11	23x	212%
softball	0,76	2,21	29x	196%
hokej	0,8	2,85	76x	470%
softball	1,31	2,71	17x	138%
basketbal	1,56	2,48	46x	156%
hokej	1,6	3,04	76x	303%
basketbal	1,24	2,25	25x	345%
hokej golman	0,74	2,78	109x	496%
hokej	0,59	2,56	79x	494%
fotbal golman	0,66	2,86	167x	342%
basketbal	1,39	2,38	33x	163%
basketbal	0,9	3,8	223x	355%
sportovní střelba	0,47	3,35	462x	1217%

Tabulka 2: Hodnoty z Neurotrackeru 2

sport	počáteční hodnota	nejvyšší dosažená hodnota	počet opakování	zlepšení
softball	0,72	2,13	42x	321%
florbal	1,85	1,9	43x	133%
hokej	1,2	3,55	140x	425%
basketbal	1,35	3,0	85x	384%
sjezdové lyžování	0,29	2,23	84x	761%
baseball	0,93	3,52	274x	385%
hokej	0,33	1,82	73x	770%
hokej	1,01	1,78	43x	472%
hokej	0,2	3,08	267x	1597%
basketbal	1,43	3,03	166x	335%
fotbal	1,35	2,26	151x	303%
basketbal	1,52	1,91	54x	210%
hokej	0,6	2,26	47x	532%
stolní tenis	0,33	1,22	73x	663%
tenis	0,64	2,85	156x	765%
hokej	1,65	1,36	28x	148%

Tabulka 3: Hodnoty z Neurotrackeru 3

sport	počáteční hodnota	nejvyšší dosažená hodnota	počet opakování	zlepšení
basketbal	0,9	1,93	66x	313%
fotbal	1,43	1,92	26x	216%
softball	0,72	1,92	188x	554%
hokej	0,93	2,19	105x	432%
hokej	0,9	1,71	31x	316%
fotbal	1,17	2,37	95x	111%
basketbal	0,43	1,94	19x	518%
fotbal	0,9	1,97	37x	358%

Tabuka 4: Hodnoty z Neurotrackeru 4

4.1.1 Statistické zpracování dat

Získané údaje byly zpracovány ve spolupráci s Bc. Pavlem Hlubíkem pomocí programu Microsoft Excel 2016, programovacího jazyku Python a knihovny SciPy.

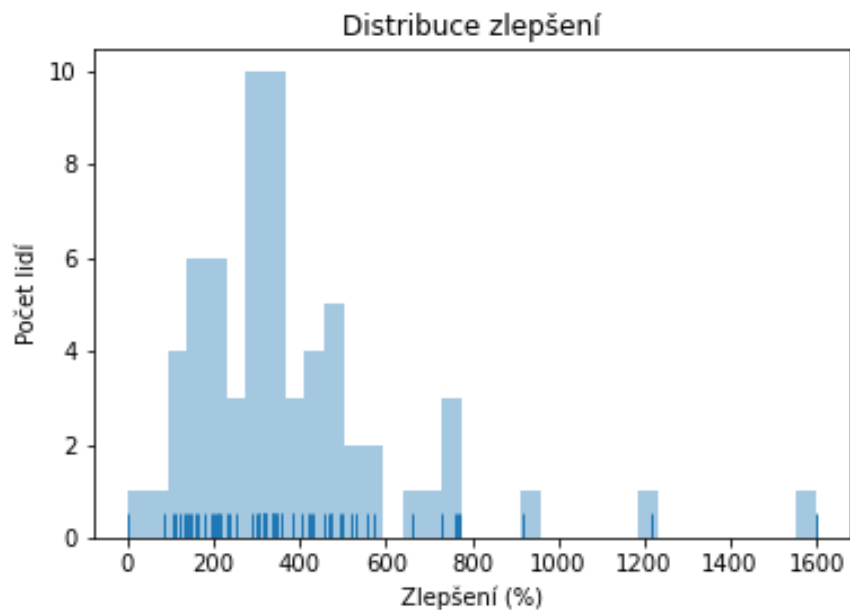
Nulová hypotéza H_0 bývá tvrzení vyjadřující nulový rozdíl mezi testovanými daty. Alternativní hypotéza H_A vyjadřuje rozdíl mezi těmito daty.

Hypotéza H_1 byla ověřena pomocí jednovýběrového t-testu k porovnání průměrného zlepšení. Hypotéza H_2 byla ověřena pomocí dvouvýběrového t-testu porovnání průměrného zlepšení sportovců vždy mezi dvěma konkrétními sporty. Hypotéza H_3 byla ověřena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu, který detekuje jakoukoli monotónní závislost.

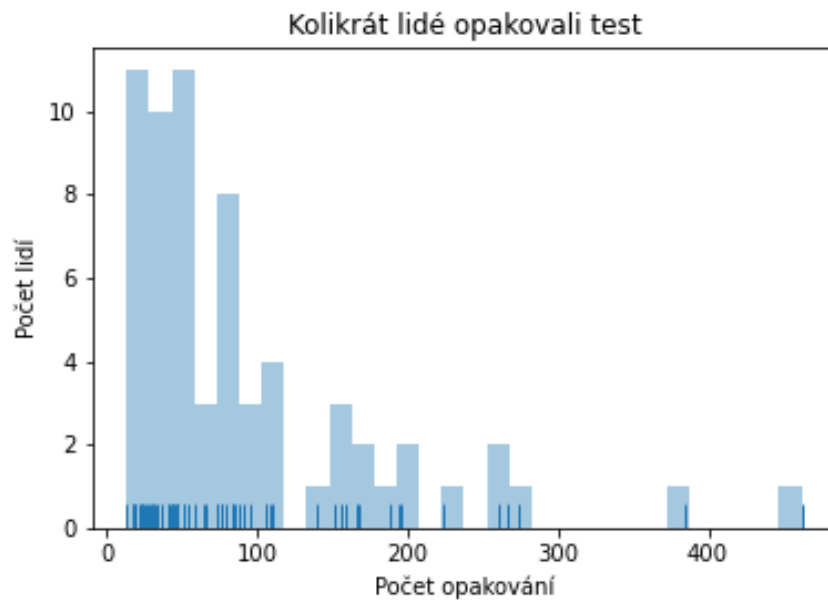
4.1.2 Zhodnocení hypotéz H1, H2 a H3

Chtěli jsme potvrdit nebo vyvrátit hypotézu:

H₁: Předpokládáme, že napříč kategoriemi sportovců dojde k celkovému zlepšení měřených parametrů programem NeuroTracker.



Graf 1: Distribuce zlepšení



Graf 2: Počet opakování tréninku na NeuroTrackeru

Na výše uvedených histogramech názorně vidíme distribuci zlepšení a počet opakování. Je vidět, že největší distribuce zlepšení se pohybuje mezi 200 – 300 %, a počet opakování byl nejčastěji menší než 100.

H_{10} : Průměrné zlepšení je < 100 % (průměrné skóre je stejné nebo horší než při prvním pokusu).

H_{1A} : Průměrné zlepšení je > 100 % (průměrné skóre je lepší než při prvním pokusu).

Hypotézy jsou definovány jako větší nebo menší než 100 %, protože 100 % je počáteční hodnota, od které můžeme hovořit jako o zlepšení. Pokud by byly všechny hodnoty větší, než 100 %, došlo by u každého sportovce ke zlepšení.

Volíme hladinu spolehlivosti $\alpha = 0,05$ a použijeme *jednovýběrový t-test*. Při neznámém rozptylu vypočteme statistiku (= funkce náhodného výběru) $T = \frac{\bar{X}_n - \mu_0}{s_n} \sqrt{n}$, kde s_n je směrodatná odchylka a $\mu_0 = 100$.

Kritický obor testu je $T \leq t_{\alpha, n-1}$ (zamítáme H_0 ve prospěch H_A pokud je podmínka splněna), kde $t_{\alpha, n-1}$ je kritická hodnota studentova rozdělení t_{n-1} s $n-1$ stupni volnosti nám vyjde $T = 8,8$ a $t_{0,05,59} \doteq 1.671$ a tedy zamítáme H_{10} ve prospěch H_{1A} .

Platí tedy, že:

H_1 : Napříč kategoriemi sportovců došlo k celkovému zlepšení měřených parametrů programem NeuroTracker.

Chtěli jsme potvrdit nebo vyvrátit hypotézu:

H_2 : Předpokládáme, že druh provozovaného sportu má vliv na míru zlepšení naměřených parametrů.

Hypotézu jsme vztahovali na tři sporty s nejvíce zástupci – hokej, softball a basketbal. Průměrné zlepšení v rámci jednotlivých sportů je zobrazeno v Tabulce 5. Vidíme tedy, že nejvíce se tréninkem zlepšili hokejisté, nejméně naopak fotbalisté.

sport	průměrné zlepšení
basketbal	3.468333
fotbal	2.373333
hokej	4.665909
softball	2.959000
jiné	4.425000

Tabulka 5: Průměrné zlepšení napříč sporty

Testovali jsme pouze tři skupiny sportovců s nejvyššími hodnotami průměrného zlepšení. Jelikož hokejisté mají nejvyšší hodnotu průměrného zlepšení, testovali jsme tedy tuto hypotézu srovnáním průměrů dvojic hokej – basketbal, hokej – softball a basketbal – softball. Snažili jsme se zjistit, jestli některý sport nebude mít statisticky významně odlišný průměr. V Tabulce 6 je zobrazena p-hodnota *dvouvýběrového t-testu*.

dvojice sportů	p-hodnota
hokej - basketbal	2.2325
hokej - softball	0.1164
basketbal - softball	0.4254

Tabulka 6: Porovnání průměrů vybraných sportů

H_{20} : Dva sporty mají stejné průměrné zlepšení.

H_{2A} : Dva sporty nemají stejné průměrné zlepšení.

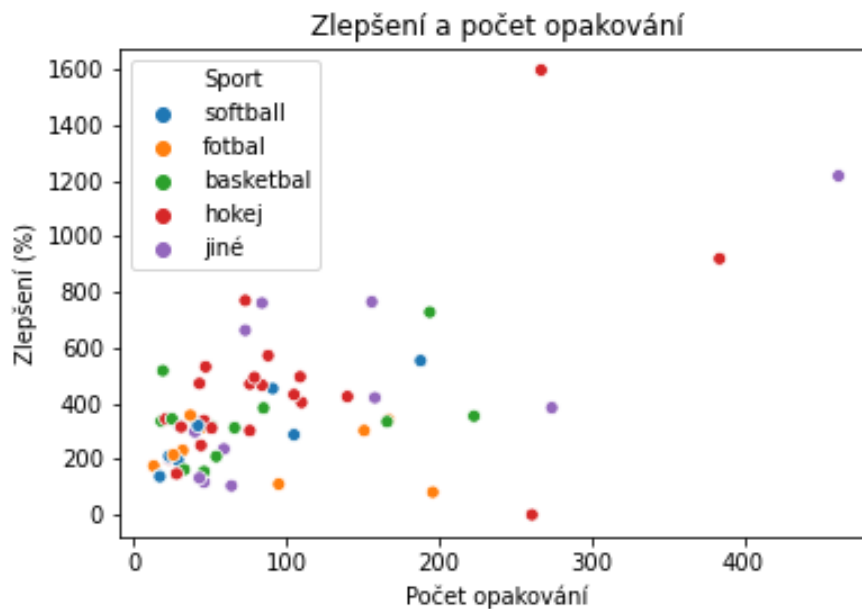
Jelikož všechny p-hodnoty jsou větší než 0,05, na 5% hladině významnosti tedy potvrzujeme nulovou hypotézu H_{20} , a zamítáme alternativní hypotézu H_{2A} . Znamená to, že dva sporty nemají statisticky významně odlišný průměr a nelze říct, že by se jeden typ sportu systematicky zlepšoval více, než jiný.

Platí tedy, že:

H_2 : Druh provozovaného sportu by neměl mít signifikantní vliv na míru zlepšení naměřených parametrů.

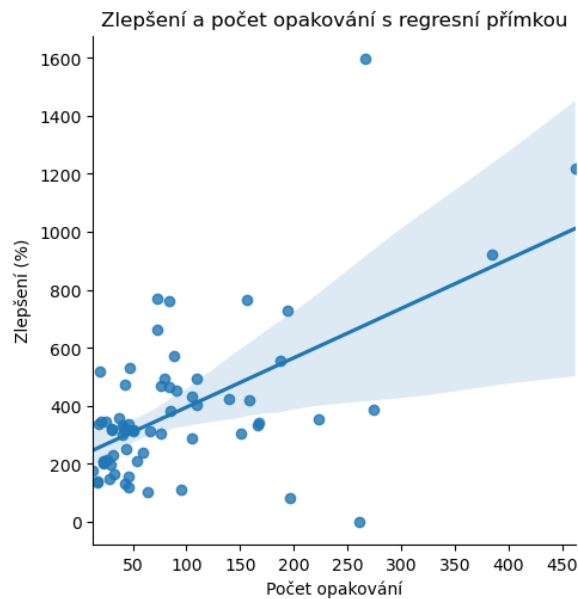
Chtěli jsme potvrdit nebo vyvrátit hypotézu:

H_3 : Předpokládáme, že počet provedených tréninků souvisí s výsledným zlepšením.



Graf 3: Celkové zlepšení a počet opakování

Dle grafu se dá říct, že s počtem opakování zlepšení roste.



Graf 4: Zlepšení a počet opakování proložené regresní přímkou

Pokud proložíme bodové označení Grafu 4 přímkou, vidíme názorně korelaci bodů a přímkou.

Dle Spearmanova korelačního koeficientu, detekujícího monotónní závislost, vychází korelační koeficient 0,45. Hodnoty korelačního koeficientu v intervalu 0,4-0,6 značí středně silnou korelaci. Jelikož do tohoto intervalu hodnota 0,45 spadá, můžeme říci, že existuje středně silná rostoucí závislost. P-hodnota v tomto případě vychází jako 0,000165 a značí pravděpodobnost, že dvě nekorelované vzorkované věci mají alespoň nějakou korelaci.

H_{30} : Neexistuje korelace mezi počtem provedených tréninků a výsledným zlepšením.

H_{3A} : Existuje korelace mezi počtem provedených tréninků a výsledným zlepšením.

Jelikož je p-hodnota nižší než 0,05, na 5% hladině významnosti tedy zamítáme nulovou hypotézu H_{30} , a potvrzujeme alternativní hypotézu H_{3A} . Znamená to, že počet opakování určuje míru zlepšení.

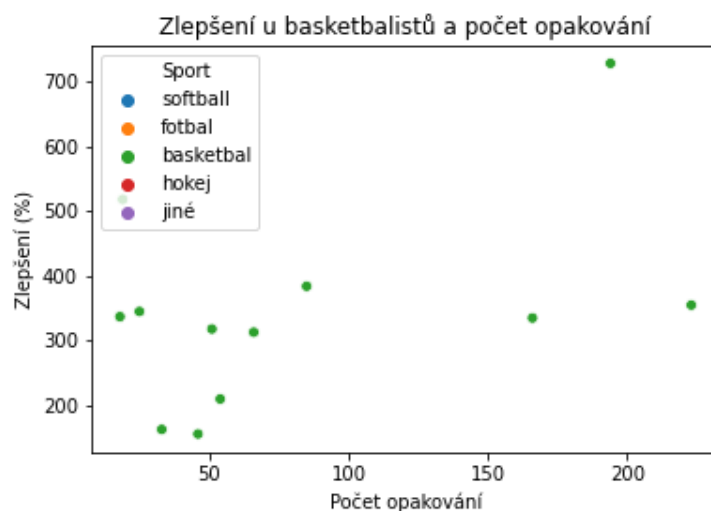
Platí tedy, že:

H_3 : Počet provedených tréninků souvisí s výsledným zlepšením.

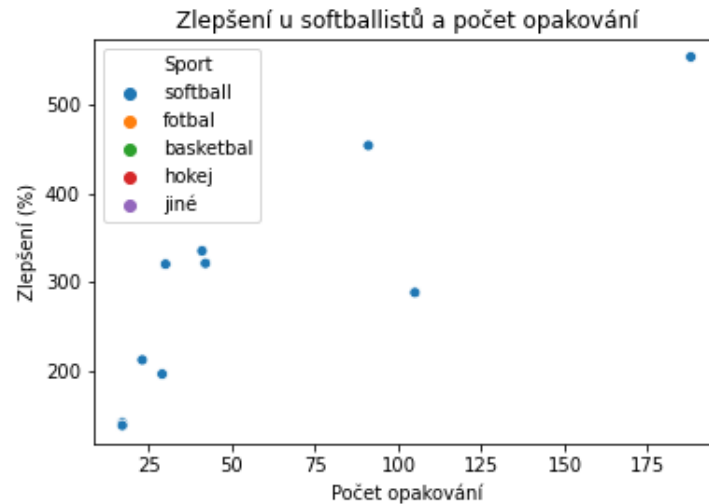
Zajímavé je porovnání jednotlivých sportů. U hokejistů je korelace středně silná a průkazná na 5% hladině spolehlivosti, u softbalistů silná a průkazná na 5% hladině spolehlivosti a u basketbalistů jsou hodnoty na 5% hladině spolehlivosti naprosto neprůkazné. Ne všechny sporty tedy korelují stejným způsobem. Niže jsou uvedeny grafy korelace tří nejvíce zastoupených sportů.



Graf 5: Zlepšení a počet opakování hokejistů



Graf 6: Zlepšení a počet opakování basketbalistů



Graf 7: Zlepšení a počet opakování softballistů

4.2 Vyhodnocení polostrukturovaného rozhovoru

4.2.1 Zhodnocení hypotézy H4

Chtěli jsme potvrdit nebo vyvrátit hypotézu:

H₄: Předpokládáme, že se neurovizuální trénink subjektivně projeví ve sportu.

K subjektivnímu zhodnocení bylo vybráno 5 sportovců s nejvyššími/nejzajímavějšími hodnotami ve své kategorii. Vybrali jsme vždy jednoho zástupce ze skupiny – hokeje, basketbalu, fotbalu, baseballu a sportovní střelby. Dotazovaní sportovci jsou podle potřeby zpracování dat a zachování anonymizace pojmenování svými iniciály, viz. Tabulka 7. V tabulce jsou dále uvedeny hodnoty z NeuroTrackeru, které jim byly naměřeny.

iniciály	sport	věk	počáteční	nejvyšší	počet opakování	progres
MH	hokej	15 let	0,2	3,55	267x	1597%
JŠ	basketbal	24 let	0,21	3,78	194x	728%
FN	fotbal	28 let	1,17	3,08	95x	111%
MČ	baseball	27 let	0,93	4,11	274x	385%
PZ	střelba	45 let	0,47	3,35	462x	1217%

Tabulka 7: Skupina respondentů

V příloze jsou uvedeny přepisy rozhovorů.

Sportovci MH a JŠ neměli před návštěvou DynaOptic žádnou zrakovou korekci. Respondent MH neudává žádný jiný benefit než evidentní zlepšení zraku, respondent JŠ tvrdí, že ho po nasazení korekce méně bolí hlava a je méně unavený. Zbylí respondenti zrakovou korekci už měli a nezměnila se jim.

Všichni respondenti cvičili na NeuroTrackeru přibližně 6 měsíců. Počet opakování můžeme vidět v tabulce, stejně tak procenta jejich zlepšení. Progres cítili všichni, a jelikož se dostali přes hranici 2,0, přidávali si další úkoly. Ve všech případech to byly úkoly motorické týkající se převážně jejich sportu, MH a PZ poté přidávali i úkoly kognitivní.

Jako největší benefity NeuroTrackeru hodnotí sportovci zlepšení koncentrace (udávají respondenti MČ, JŠ a FN), dále periferní vnímání (JŠ, FN, MH), rychlost sledování společně s rychlejšími reakcemi (MH, JŠ, PZ), orientaci v prostoru (JŠ, PZ), předvídání hry a představivost (JŠ, FN). Všichni tedy pocítili subjektivní zlepšení jak při tréninku jako takovém, tak při aplikaci do sportu nebo běžného denního života.

Všichni sportovci dostali kromě NeuroTrackeru další vizuální cvičení, individuálně připravené pro jejich potřeby.

Všichni respondenti udávají celkové zlepšení a že jim neurovizuální trénink pomohl, individuálně se liší jednotlivé vnímání změny.

Platí tedy, že:

H_4 : Neurovizuální trénink se dle dotazovaných respondentů subjektivně projevil ve sportu.

5 KAZUISTIKY

V následujících dvou kazuistikách uvádíme ilustrační hodnoty optometrického vyšetření, vyšetření na přístroji Senaptec a příklady tréninků dvou sportovců, proběhlých ve společnosti DynaOptic. Popis konkrétního cvičení nebudeme uvádět, protože je to licencované cvičení výše uvedené společnosti a optometristé, se kterými jsme spolupracovali, si nepřáli jejich konkrétní uveřejnění.

5.1 Kazuistika č. 1

Sportovec DN, 21 let, fotbalista

Dominance					
Motorická	Senzorická	Ruka/Noha	Sportovní		
pravé	smíšené	pravé	pravé		
Adaptace v pořádku					
	31.1	10.3.	28.4.	18.6	31.7.
Ostrost - P	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25
Ostrost - L	0,80	1,25	1,25	1,25	1,25
Ostrost - Bino	1,00	1,25	1,25	1,60	1,60
Motilita - P	50%	75%	75%	75%	100%
Motilita - L	50%	75%	75%	75%	100%
Přestření	23s	16s	13s	12s	11s
Konvergence - rozdvojení	3	2	3	2	1
Konvergence - spojení	5	6	5	4	3
Vergenční flexibilita	7,0	10,0	13,0	13,5	13,0
Akomodace - L	0,5	3,5	9,0	9,0	17,0
Akomodace - P	6,0	7,5	7,5	10,0	17,0
Akomodace - Bino	7,5	12,0	10,5	13,5	11,0
Konvergence - rozmlžení (dálka)	0	12	10	10	14
Konvergence - rozdvojení (dálka)	0	25	30	18	30
Konvergence - spojení (dálka)	0	20	25	16	30
Divergence - rozdvojení (dálka)	2	4	4	8	8
Divergence - spojení (dálka)	1	2	2	6	6

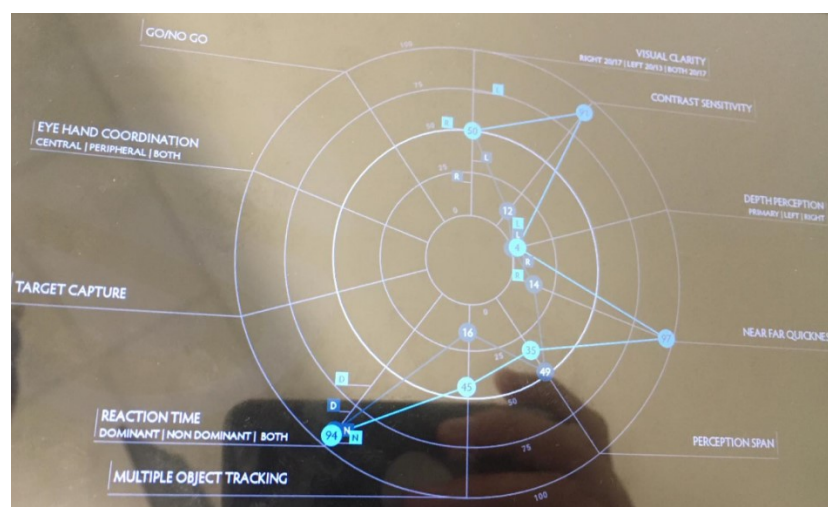
Tabulka 8: Optometrické vyšetření sportovce DN

Pro ilustraci zde uvádíme konkrétní hodnoty optometrického vyšetření, které bylo provedeno na začátku a poté vždy na kontrolním vyšetření v průběhu terapie. Nejzajímavější informace jsou pro nás zlepšení ostrosti z 0,80 a 1,00 na 1,5, zlepšení motility obou očí a zrychlení přeostrění z 23s na 11s.



Obrázek 10: Vyšetření na Senaptecu sportovce DN, archiv autora

Dále proběhlo vyšetření na přístroji Senaptec. Senaptec je vizuálně – percepční přístroj hodnotící vizuální ostrost, kontrastní senzitivitu, hloubkovou percepci, rozsah percepcce – periferní povědomí, přeostrvování z blízka do dálky a naopak, MOT a reakční čas.

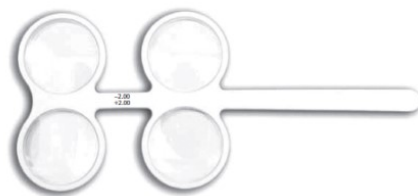


Obrázek 11: Hodnoty ze Senaptecu sportovce DN, archiv autora

Tmavě modré hodnoty zobrazují prvotní vyšetření, světle modré poté poslední proběhlé vyšetření. Z uvedeného obrázku vidíme podstatné zlepšení v přestřování, MOT a reakčním čase. Naopak hodnota percepčního rozsahu se snížila.

Sportovec dále dostal následující cvičení:

- zlepšení motility očí pomocí speciálního cvičení okohybných svalů
- cvičení DVA – cvičení pomocí Qballu – kombinace házení vícestranného míče a v různé rychlosti čtení zobrazených písmen
- přestřeny dálka/blízko
- vergenční a akomodační flexibilita – použití akomodačního flipperu
- síla konvergentních svalů – Brockova šňůra



Obrázek 12 a 4: Akomodační flipper a Brockova šňůra (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016)



Obrázek 5: Qball, převzato z (<https://qballxtreme.com/>)

5.2 Kazuistika č. 2

Sportovec NH, 15 let, hokejista

Dominance					
Motorická	Senzorická	Ruka/Noha	Sportovní		
pravé	levé	pravé	pravé		
Adaptace v pořádku					
	28.11	16.1	28.2	11.6.	28.7
Ostrost - P	1,25	1,25	1,00	1,00	1,00
Ostrost - L	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Ostrost - Bino	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Motilita - P	75%	100%	100%	100%	100%
Motilita - L	75%	100%	100%	100%	100%
Přeostržení	16s	15s	15s	15s	14s
Konvergence - rozdvojení	7	7	8	8	8
Konvergence - spojení	15	14	14	10	10
Vergenční flexibilita	9,5	14,0	17,5	25,0	18,5
Akomodace - L	4,0	6,0	11,5	9,0	10,5
Akomodace - P	7,5	6,5	11,0	10,0	11,0
Akomodace - Bino	5,0	4,0	10,5	7,5	9,5
Konvergence - rozmlžení (dálka)	6	8	8	10	8
Konvergence - rozdvojení (dálka)	18	30	25	30	30
Konvergence - spojení (dálka)	16	25	20	25	25
Divergence - rozdvojení (dálka)	6	6	6	6	6
Divergence - spojení (dálka)	4	4	4	4	4

Tabulka 9: Optometrické vyšetření sportovce NH

Pro ilustraci také zde uvádíme konkrétní hodnoty optometrického vyšetření, které bylo provedeno na začátku a poté vždy na kontrolním vyšetření v průběhu terapie. Zde můžeme vidět, že prvotní hodnoty jako takové už byly velmi dobré, proto nedošlo k tak razantnímu zlepšení, jako u kazuistiky č.1



Obrázek 6: Hodnoty ze Senapteců sportovce NH, archiv autora

V případě Senapteců vidíme výrazné zlepšení světle modrých hodnot v porovnání s prvotními tmavě modrými. Sportovec NH se výrazně zlepšil ve vnímání hloubkové percepce, reakčním čase a MOT. Přeostrůvání z dálky na blízko se také zlepšilo, ale ne tak významně.

Sportovec dále dostal obdobné cvičení, jako sportovec DN v kazuistice č. 1.



Obrázek 7: Příklad cvičení sportovce NH s Brockovou šňůrou, archiv autora

6 DISKUZE

6.1 Diskuze k teoretické části

V teoretické části jsme se zaměřovali na zrak a jeho vliv na pohybovou aktivitu, dále na představení neurovizuálních schopností, neurovizuální rehabilitaci a její aplikaci do sportu. Sesbírali jsme co největší množství dostupné literatury pojednávající o tématu neurovizuální rehabilitace. Tímto schématickým propojením jsme se snažili o celistvý pohled na danou problematiku.

Účast zraku na pohybu je předmětem výzkumu již od 80. let minulého století. Několik autorů se vyjádřilo k tomu, že sportovci mají lepší vizuální dovednosti než nesportovci (Erickson, 2007), (Mann et al., 2007), (Gao et al., 2015), (Burris, Liu a Appelbaum, 2020). Z tohoto poznatku jsme vycházeli a v rámci výčtu dovedností hodnotících se u sportovců jsme se snažili jednotlivé schopnosti podpořit studiemi, které zkoumali jejich kvalitu jak mezi sportovci a nesportovci, tak mezi jednotlivými sportovními odvětvími. Prokazatelně lepší hodnoty vykazovali dle uvedených výzkumů sportovci oproti nesportovcům v DVA (Ishigaki a Miyao, 2016), reakčním čase (Atana a Akyola, 2014) a vykazovali také větší dovednost pro rychlé motorické učení. Periferní vnímání sportovců jedna skupina autorů označila za rozsáhlejší než nesportovců (Christenson a Winkelstein, 1988), záhy byla ale tato teze jinou studií vyvrácena (Zwierko, 2008). Zbylé dovednosti jsme s pomocí studií porovnávali mezi sportovci jako takovými.

Vyvstává tedy otázka, zda mají opravdu sportovci vizuální funkce o tolik kvalitnější než nesportující populace. Je pochopitelné, že ve většině případů zdraví a zdatní jedinci, kteří většinu svého času věnují tréninku, budou vykazovat lepší výsledky než ti, kteří ne. Existuje dokonce studie oftalmologů (Helveston, 2005), která jakýkoli efekt vizuálního tréninku popírá, a případné zlepšení parametrů připisuje čistě oftalmologickému zásahu. I přes tyto zavádějící informace se autoři shodují na tom, že sportovci lepší neurovizuální funkce mají. Zajímavé je také porovnání mezi sportovci jako takovými, převážně mezi výkonnostními třídami. I tam je patrný jasný rozdíl mezi jednotlivými kategoriemi a špičkoví sportovci vykazují absolutně nejlepší výsledky.

Velký důraz je ve sportovním prostředí kladen na kognitivní aspekty pohybové aktivity, ideomotorické funkce a představivost. Výsledky studií naznačují, že představivost aktivuje stejný nábor neuronů, jako opravdová činnost. (Finke, 1986), (Jeannerod, 1994), (Decety, 1996), (Ganis a Schendan, 2008). Dle Koláře (2016) je vysoká aktivita ideomotorických funkcí předpokladem pro sportovní nadání. Tréninkem percepčně – kognitivních funkcí sportovců se zabývá výzkumná část práce.

Velmi zajímavá se jeví aplikace neurovizuálního tréninku do klinické praxe. V teoretické části byla zmíněna aplikace převážně na mozkové trauma, jelikož touto problematikou se zabývá většina dostupných studií.

Na neurovizuální rehabilitaci po mozkovém traumatu existují různé guidelines, které navrhuji určitý standardizovaný postup terapie, zahrnující vizuální a neurologické vyšetření a cvičení neurovizuálních funkcí (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016), (Kingston, 2019).

Studie Parsonse et al. (2015) prokázala efekt 3D-MOT na zlepšení pozornosti, krátkodobé pracující paměti a zvýšení rychlosti zpracování vizuálních informací u 10 studentů. Dvě studie od stejných autorů (Corbin-Berrigan et al., 2018), (Corbin-Berrigan et al., 2020) využily 3D-MOT k rehabilitaci pacientů po mozkovém traumatu. Výsledkem studií bylo zlepšení měřených parametrů na NeuroTrackeru. Bohužel studie neaplikovaly naměřené výsledky do běžného denního života.

I když jsme nenašli žádné dostupné články zabývající se konkrétní aplikací 3D-MOT u pacientů po CMP, dle názoru autorky práce na základě výše uvedených poznatků by ale mohl být využit stejným způsobem, jako u mozkového traumatu.

V rámci rozhovorů se sportovci a zkoumání jejich subjektivního pocitu z tréninků na NeuroTrackeru měla autorka práce možnost hovořit s basketbalovým trenérem (dále jen PB), který před rokem prodělal CMP. Pro zvědavost si program na NeuroTrackeru zaplatil a chtěl vědět, jaký na něj bude mít efekt. Přepsaný záznam rozhovoru je uveden v příloze. PB uvádí, že se mu subjektivně zlepšila vizuální paměť a lépe se orientuje nejen na basketbalovém hřišti, ale také v každodenním životě.

Podobně jako u pacientů po CMP, ani u pacientů s vestibulopatiemi jsme nenašli žádné výzkumy aplikující 3D-MOT do terapie. Dříve byla prokázána oslabená funkce

vestibulookulárního reflexu ve stáří (Deshpande et al., 2013), (Li et al., 2014), (Rezlerová, Čakrt, 2017).

Dále proběhl trénink seniorů na Neurotrackeru (Spaner et al., 2019) s prokazatelným zlepšením kognitivních funkcí. Studie zabývající se propojením vizuálních funkcí s vestibulárními (Phan a Cohen, 2017) (Cohen, Greenwald a Gurley, 2013) uvádí, že trénink vizuálních funkcí může vést k progresu ve vestibulární rehabilitaci, tedy že vizuální a vestibulární rehabilitace jdou ruku v ruce. Na základě těchto poznatků usuzuji, že by bylo možné aplikovat trénink na NeuroTrackeru u pacientů s vestibulárními dysfunkcemi s cílem zlepšení neurovizuálních funkcí a případnému progresu ve vestibulární rehabilitaci.

Obdobně jako v případě mozkových traumat, CMP a vestibulární dysfunkcí jsme se v teoretické části zmiňovali o možné aplikaci neurovizuálního tréninku u dětí s poruchou učení, ADHD, autismem a dyspraxií. U těchto diagnóz se výzkumy shodují, že kognitivní trénink, trénink paměti má vliv na pozornost u dětí s ADHD (Klingberg, Forssberg a Westerberg, 2010), (van der Donk et al., 2015) a cvičení v představě může mít vliv na facilitaci pohybu u dětí s DCD (Wilson et al., 2001), (Schoemaker et al., 2005), (Adams et al., 2016). V obou těchto případech proběhly výzkumy využívající 3D-MOT.

Kromě sportovců a pana PB po CMP měla autorka práce v rámci rozhovorů možnost hovořit s otcem mladého hráče hokeje (dále jen MF). Otec uvádí, že ačkoliv jeho 12letý syn hraje hokej, vždy měl problémy s prostorovou představivostí, vizuální pamětí, neorientoval se v prostoru, byl nešikovný a neobratný. V jeho případě bylo procentuální zlepšení na NeuroTrackeru minimální, protože nebyl schopen se rychle učit nové věci a adaptovat se na další situace a pokaždé, co dostal nový úkol, zhoršil se tak jako na začátku. Nikdy jim nebyla sdělena žádná diagnóza, ale dle mého čistě subjektivního názoru se v tomto případě mohlo uvažovat o určité formě dyspraxie. Po 6 měsících tréninku na NeuroTrackeru otec udává, že se MF celkově zlepšil v orientaci v prostoru, není tak neobratný a zlepšil se i v hokeji. Můžeme zde názorně vidět, že i když se jeho celkové skóre na NeuroTrackeru nezlepšilo, stejně se subjektivně zlepšil ve hře. Je samozřejmě otázkou, jestli MF nepomohlo obecné zlepšení zraku optickou korekcí a vizuálním cvičením v kombinaci se cvičením na NeuroTrackeru. Tento závěr je pouhou spekulací autora.

Z uvedených informací můžeme vidět, že NeuroTracker se dá aplikovat téměř v každém věku, což vidíme jako jeho velkou výhodu. Další evidentní výhoda je přístup odkudkoli, protože k tréninku je zapotřebí pouze zaplacený program, počítač či notebook a připojení k internetu. Velmi důležitým aspektem je poté vlastní motivace trénujícího, jelikož se trénovat dá kdekoli a kdykoli, musí mít pozitivní přístup k tréninku a sám chtít.

6.2 Diskuze k výzkumné části

3D MOT je dle (Mann et al., 2007) výborným nástrojem k tréninku kognitivních funkcí sportovců. V této práci jsme využívali 3D-MOT, konkrétně program NeuroTracker, k posouzení jeho vlivu na neurovizuální schopnosti sportovců. Několik studií prokázalo lepší hodnoty u sportovců, než u nesportovců (Faubert, 2013), (Quevedo Junyent et al., 2015)

V rámci naší práce jsme prokázali, že po sérii tréninků na NeuroTrackeru došlo ke zlepšení měřených parametrů (H_1). Prakticky to znamená, že se většina účastníků tréninku zlepšila v porovnání s prvním tréninkem. Ke stejnému závěru došli také další autoři (Quevedo Junyent et al., 2015), (Moen et al., 2018), (Harris et al., 2020). Toto zjištění bylo evidentní ještě před statistickým zpracováním, pro úplnost práce jsme ho ale statisticky vyhodnotili.

Dále jsme se snažili vyhodnotit, jestli má nějaký vliv počet opakování na výsledné zlepšení (H_3). Prokázali jsme statisticky významnou korelaci a zjistili jsme, že počet provedených tréninků má vliv na výsledné zlepšení. Tyto parametry jsme si vybrali k testování, protože si nejsme vědomi toho, že by se o prokázání podobné korelace pokoušela nějaká další studie. Počet opakování v celém testovaném souboru velmi varioval, byli zde sportovci, kteří trénovali pouze 21x a tací, kteří trénovali 462x.

V rámci rozpracování H_3 jsme se dále pokusili porovnat zlepšení a počet opakování v rámci jednotlivých sportů. Zjistili jsme, že ne všechny sporty korelují stejným způsobem. Hokejisté mají korelaci středně silnou, softbalisté silnou a basketbalisté naprosto neprůkaznou. Z těchto výsledků by se dalo usuzovat, že typ sportu může mít vliv na výslednou korelaci mezi počtem opakování a výsledným zlepšením.

Dále by se dalo polemizovat o tom, jestli tyto výsledky nejsou ovlivněny početním zastoupením jednotlivých sportovců ve výzkumném souboru (22 hokejistů, 12 basketbalistů, 10 softballistů).

Softballisté měli korelaci nejsilnější, i přesto že jich v souboru bylo nejméně, takže vliv počtu jednotlivých sportovců ve skupině spíše zamítáme. Mohlo by ale také platit, že se vybrali právě ti softballisté, kteří korelaci prokázali, a ti, kteří by ji neprokázali se tréninku nezúčastnili.

Dalším našim výsledkem bylo zjištění, že typ sportu by neměl mít významný vliv na míru zlepšení naměřených parametrů (H_2). Ke stejnému závěru, tedy že není signifikantní rozdíl mezi jednotlivými druhy sportů, došli i další autoři (Faubert, 2013), (Quevedo Junyent et al., 2015).

V rámci vyhodnocení průměrného zlepšení jsme zjistili, že nejlepší hodnotu vykazují hokejisté, poté basketbalisté, softballisté a nakonec fotbalisté. Tyto hodnoty odpovídají také početnímu zastoupení jednotlivých typů sportu v souboru. Rozhodli jsme se porovnávat vždy dvojice sportů mezi sebou. Otázkou zůstává, jestli bychom prokázali obdobné výsledky, kdyby nejlepší hodnoty průměrného zlepšení měli jiní sportovci než hokejisté. Také by bylo zajisté lepší vyhodnocování na větším počtu probandů, nejlépe pokud by v každé skupině sportovců byl stejný počet trénujících.

Kvantitativní sběr dat z NeuroTrackeru jsme se pokusili doplnit kvalitativním šetřením subjektivního pocitu z tréninku. Rozhovorem s pěti sportovci jsme se pokusili dokázat, že se neurovizuální trénink subjektivně projeví ve sportu nebo běžném denním životě (H_4). Ačkoli každý sportovec udával zlepšení v rámci jiných parametrů, všichni se shodli na tom, že zlepšení pocítili. Společně udávali zlepšení v koncentraci, periferním vnímání, rychlosti sledování, orientaci v prostoru, předvídání hry a představitosti.

Tento výsledek se shoduje s výsledky studie (Romeas, Guldner a Faubert, 2016) potvrzující pozitivní vliv tréninku na Neurotrackeru na přesnost přihrávek ve fotbale, zlepšení koncentrace, periferního vnímání a rychlosti rozpoznávání (Quevedo Junyent et al., 2015) a zvýšení pozornosti, zpracovávání informací a krátkodobé pracovní paměti (Parsons et al., 2015) a (Vartanian, Coady a Blackler, 2017). Můžeme tedy říci, že existuje korelace mezi objektivním zlepšením měřených parametrů a subjektivním zlepšením aplikovaným do běžného života.

V rámci komplexního pohledu na danou problematiku jsme v praktické části práce ještě představili konkrétní vyšetření a následný trénink v kazuistikách dvou sportovců. Jelikož optometrické vyšetření a cvičení není náplní rehabilitační péče, nezmiňovali jsme konkrétní postupy, které navíc mají optometristé z DynaOptic patentované jako svoje originální procedury. V obou kazuistikách je ale i přesto názorně vidět zlepšení na základě optické korekce a následného neurovizuálního tréninku. Oba sportovci také subjektivně popsali, že jim komplexní přístup a péče o zrak pomohli ve sportovním výkonu.

Tato práce může být podkladem pro další výzkum jak u dalšího výzkumu tréninku sportovců, tak pro klinické využití. Jak již bylo zmíněno, nejsou ještě žádné dostupné studie zabývající se problematikou 3D-MOT u pacientů s CMP, kde autorka práce osobně vidí velký potenciál.

6.3 Limity práce

Limity práce vidíme ve velkém rozpětí druhů sportu. Ideální by bylo, kdybychom porovnávali vždy stejné množství sportovců v rámci určité kategorie. Variuje také věk, pohlaví a tím pádem i kategorie, ve které sportují. V lepším případě bychom mohli porovnávat sportovce alespoň přibližně stejného věku a úrovně (např. kritérium účasti na mistrovství ČR/nejvyšší třída v ČR). V souboru je také výrazně nižší počet žen oproti mužům.

Dalším limitem práce je nestejný počet tréninků. V této práci jsme toho využili ke zkoumání, zda má počet opakování vliv na celkový výsledek. Validnější výsledky by ale poskytla situace, kde by všichni sportovci za stejných podmínek trénovali stejně často. V našem případě tedy ještě hrálo roli rozdílné prostředí, kde trénink probíhal, protože všichni sportovci dostali přístup k programu a cvičili doma, nebo v jakémkoli prostředí, kde se přihlásili. Každý sportovec také dostal individuální úkol, jako dual-task k tréninku na NeuroTrackeru. I tento fakt můžeme brát jako limit zkreslující výsledek práce.

Ke zhodnocení převedení tréninku na NeuroTrackeru jsme použili pouze subjektivní hodnocení ve formě rozhovoru. Převedení do reálného prostředí by ideálně chtělo objektivizovat jiným způsobem. Stejně tak subjektivní pocity škálovat tak, aby výsledek byl určený standardizovaným testem nebo dotazníkem. Žádný takový dotazník jsme bohužel nenašli.

Tyto limity ale mohou být přínosem a inspirací pro další výzkum.

ZÁVĚR

Teoretická část práce se zabývala sběrem publikací a studií věnujících se tématu zraku a jeho vlivu na pohyb, ideomotorických funkcí, obecné shrnutí neurovizuálních schopností, neurovizuální rehabilitaci v klinické praxi a neurovizuálnímu tréninku sportovců. Představuje tedy ucelený pohled na danou problematiku a je první prací, která se snaží propojit poznatky věnující se neurovizuálním funkcím sportovců s aplikací na klinické diagnózy. V zahraničí se neurovizuální trénink používá ke zlepšení výkonu sportovců již několik desítek let a v poslední době se stále více hovoří o možných aplikacích na mozková traumata, děti s ADHD nebo vývojovou dyspraxií. V České republice se tento trénink teprve začíná používat, zatím pouze ve spolupráci se sportovci a na komerční bázi.

V praktické části práce jsme ve spolupráci s firmou DynaOptic využívali naměřená data z programu NeuroTracker. NeuroTracker je program kognitivního tréninku vytvořený za účelem zlepšení kognitivních funkcí, původně primárně u sportovců. Tréninkem na NeuroTrackeru prošlo 64 sportovců různých věkových a výkonnostních kategorií, sportujících v odlišných odvětvích. Lišil se počet provedených tréninků a přidružené úkoly, které při tréninku sportovci dostávali. Zjistili jsme, že po sérii tréninků došlo ke statisticky významnému zlepšení měřených parametrů. Dále jsme prokázali, že existuje statisticky významná korelace mezi počtem prováděných tréninků a výsledným zlepšením. Tuto korelaci, alespoň dle našich informací, jsme zkoumali jako zatím první práce. V rámci porovnávání této korelace mezi jednotlivými typy sportů jsme zjistili, že ne všechny sporty korelují stejně silně. Posledním výsledkem bylo zjištění, že typ sportu by neměl mít vliv na míru zlepšení naměřených parametrů. Výsledky měření korelují se subjektivními pocity sportovců, kteří byli dotazováni formou polostrukturovaného rozhovoru. Všichni dotazovaní uvedli, že se jim subjektivně zlepšily vizuální schopnosti a výkon ve sportu.

Kazuistikami dvou sportovců jsme zkompletovali poznatky o neurovizuálním tréninku a názorně předvedli možné zlepšení, které nabízí optická korekce a přidružené vizuální cvičení.

Neurovizuální trénink prezentovaný v této pilotní práci by mohl být dále rozpracovaný na větším počtu probandů, ať už by se jednalo o sportovce, nebo pacienty s různými diagnózami.

REFERENČNÍ SEZNAM

- ADAMS, Imke L. J. et al., 2016. Motor imagery training for children with developmental coordination disorder – study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Neurology* [online]. 16(1). DOI: 10.1186/s12883-016-0530-6. ISSN 1471-2377.
- ANDO, Soichi, Noriyuki KIDA a Shingo ODA, 2016. Central and Peripheral Visual Reaction Time of Soccer Players and Nonathletes. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 92(3), 786-794. DOI: 10.2466/pms.2001.92.3.786. ISSN 0031-5125.
- ANUAR, Nurwina, Jennifer CUMMING a Sarah WILLIAMS, 2015. Effects of Applying the PETTLEP Model on Vividness and Ease of Imaging Movement. *Journal of Applied Sport Psychology* [online]. 28(2), 185-198. DOI: 10.1080/10413200.2015.1099122. ISSN 1041-3200.
- APPELBAUM, L. Gregory a Graham ERICKSON, 2016. Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology* [online]. 11(1), 160-189. DOI: 10.1080/1750984X.2016.1266376. ISSN 1750-984X.
- ARMBRÜSTER, C. et al., 2008. Depth Perception in Virtual Reality: Distance Estimations in Peri- and Extrapersonal Space. *CyberPsychology & Behavior* [online]. 11(1), 9-15 [cit. 2020-08-12]. DOI: 10.1089/cpb.2007.9935. ISSN 1094-9313.
- ATAN, Tülin a Pelin AKYOL, 2014. Reaction Times of Different Branch Athletes and Correlation between Reaction Time Parameters. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 116, 2886-2889. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.674. ISSN 18770428.
- BADDELEY, Alan D., 1986. Working memory. *Oxford psychology series* [online]. (11)
- BALKÓ, Štefan et al., 2017. Influence of a 9-week training intervention on the reaction time of fencers aged 15 to 18 years. *Physical Activity Review* [online]. 5, 146-154. DOI: 10.16926/par.2017.05.19. ISSN 23005076.

BURRIS, Kyle, Sicong LIU a Lawrence APPELBAUM, 2020. Visual-motor expertise in athletes: Insights from semiparametric modelling of 2317 athletes tested on the Nike SPARQ Sensory Station. *Journal of Sports Sciences* [online]. **38**(3), 320-329. DOI: 10.1080/02640414.2019.1698090. ISSN 0264-0414.

BURTON, Harry Edwin, 1945. The Optics of Euclid1. *Journal of the Optical Society of America* [online]. **35**(5). DOI: 10.1364/JOSA.35.000357. ISSN 0030-3941.

CARRETTI, Barbara, 2005. Updating in working memory: A comparison of good and poor comprehenders. *Journal of Experimental Child Psychology* [online]. **91**(1), 45-66

CHANG, Amy, Xiao XI YU a Steven E. RITTER, 2016. *Neurovision Rehabilitation Guide* [online]. 1. CRC Press. ISBN 9781498762564.

CHRISTENSON, G N a A M WINKELSTEIN, 1988. Visual skills of athletes versus nonathletes: development of a sports vision testing battery. *J Am Optom Assoc* . [online]. **59**(9), 666-75

CLEMENT, Catherine a Rachel FALMAGNE, 1986. Logical reasoning, world knowledge, and mental imagery: Interconnections in cognitive processes. *Memory & Cognition* [online]. **14**(4), 299-307.

COHEN, Allen, Brian GREENWALD a James GURLEY, 2013. Vision rehabilitation for visual-vestibular dysfunction: The role of the neuro-optometrist. *NeuroRehabilitation* [online]. **32**(3), 483-492. DOI: 10.3233/NRE-130871. ISSN 18786448.

COPOLILLO, A. a S. D. IVANOFF, 2011. Assistive technology and home modification for people with neurovisual deficits. *NeuroRehabilitation* [online]. **28**(3), 211-20. DOI: 10.3233/NRE-2011-0650. ISSN 18786448.

CORBIN-BERRIGAN, Laurie-Ann et al., 2018. Three-dimensional multiple object tracking in the pediatric population. *NeuroReport* [online]. **29**(7), 559-563. DOI: 10.1097/WNR.0000000000000988. ISSN 0959-4965.

CORBIN-BERRIGAN, Laurie-Ann et al., 2020. Could Neurotracker be used as a clinical marker of recovery following pediatric mild traumatic brain injury? An exploratory study. *Brain Injury* [online]. **34**(3), 385-389. DOI: 10.1080/02699052.2020.1723699. ISSN 0269-9052.

COUBARD, Olivier A., 2015. Editorial: Neural bases of binocular vision and coordination and their implications in visual training programs. *Frontiers in Integrative Neuroscience* [online]. **9** DOI: 10.3389/fnint.2015.00047. ISSN 1662-5145.

COUBARD, Olivier A., 2015. *Neurovision: Neural bases of binocular vision and coordination and their implications in visual training programs* [online]. Frontiers in Integrative Neuroscience ISBN 978-2-88919-655-5.

CUMMING, Jennifer a Sarah WILLIAMS, 2013. Introducing the revised applied model of deliberate imagery use for sport, dance, exercise, and rehabilitation. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité* [online]. (82), 69-81. DOI: 10.1051/sm/2013098. ISSN 2118-5735.

DECETY, Jean, 1996. Do imagined and executed actions share the same neural substrate?. *Cognitive Brain Research* [online]. **3**(2), 87-93. DOI: 10.1016/0926-6410(95)00033-X. ISSN 09266410.

DECHENT, Peter, Klaus-Dietmar MERBOLDT a Jens FRAHN, 2004. Is the human primary motor cortex involved in motor imagery?. *Cognitive Brain Research* [online]. **19**(2), 138-144

DESHPANDE, Nandini et al., 2013. Dynamic visual acuity (DVA) during locomotion for targets at near and far distances: Effects of aging, walking speed and head-trunk coupling. *Journal of Vestibular Research* [online]. **23**(45), 195-201. DOI: 10.3233/VES-130500. ISSN 09574271.

ERICKSON, Graham, 2007. *Sports vision: Vision Care for the Enhancement of Sports Performance*. Butterworth-Heinemann, an imprint of Elsevier Inc. ISBN 978-0-7506-7577-2.

FAUBERT, Jocelyn, 2013. Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports* [online]. **3**(1). DOI: 10.1038/srep01154. ISSN 2045-2322.

FINKE, Ronald, 1986. Mental Imagery and the Visual System. *Scientific American* [online]. **254**(3), 88-95. DOI: 10.1038/scientificamerican0386-88. ISSN 0036-8733.

FISCHETTI, Francesco et al., 2020. Effect of home-based oculomotor exercises on postural stability in healthy female adults. *Journal of Human Sport and Exercise* [online]. **15**(3). DOI: 10.14198/jhse.2020.153.15. ISSN 1988-5202.

GANIS, Giorgio a Haline E. SCHENDAN, 2008. Visual mental imagery and perception produce opposite adaptation effects on early brain potentials. *Neuroimage* [online]. **42**(4), 1714-1727

GAO, Yaping et al., 2015. Contributions of Visuo-oculomotor Abilities to Interceptive Skills in Sports. *Optometry and Vision Science* [online]. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000599. ISSN 1040-5488.

GARDNER, JJ. a A. SHERMAN, b.r. Vision requirements in sport. LORAN, DFC. a CJ.

MACEWEN. *Sports vision*. 1995. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0750615785.

- GOLDSTEIN, E. Bruce a James BROCKMOLE, 2014. *Sensation and Perception*. 10. Boston: Cengage Learning. ISBN 978-1305580299.
- GOODALE, Melvyn A. a A. David MILNER, 1992. Separate visual pathways for perception and action. *Elsevier Science PublishersLtd, (UK)* [online]. **15**(1), 20-25.
- GOTTLIEB, Daniel D. et al., 1998. Neuro-optometric facilitation of vision recovery after acquired brain injury. *NeuroRehabilitation* [online]. **11**(3), 175-199. DOI: 10.3233/NRE-1998-11303. ISSN 18786448.
- GRIGORE, Vasilica et al., 2012. Characteristic of instrumental movements – eye hand coordination in sports. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. **33**, 193-197. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.01.110. ISSN 18770428.
- GROSVENOR, Theodore, 2007. *Primary Care Optometry*. 5. Butterworth-Heinemann. ISBN 13-978-0-7506-7575-8.
- HADDRILL, Marilyn a Donald S. TEIG, 2018. *Sports vision skills you can practice at home* [online]. In: <https://www.allaboutvision.com/sportsvision/skills.htm>
- HALLOWELL, Edward M. a John J. RATEY, 2007. *Poruchy pozornosti v dětství i dospělosti: [poruchy pozornosti a hyperaktivita, rozpoznání, řešení, prevence]*. 1. vyd. Praha: Návrat domů. Trendy. ISBN isbn978-80-7255-154-5.
- HAN, Byung In, Hyun Seok SONG a Ji Soo KIM, 2011. Vestibular Rehabilitation Therapy: Review of Indications, Mechanisms, and Key Exercises. *Journal of Clinical Neurology* [online]. **7**(4). DOI: 10.3988/jcn.2011.7.4.184. ISSN 1738-6586.
- HANNA, Kerry Louise, Lauren Rachel HEPWORTH a Fiona ROWE, 2016. Screening methods for post-stroke visual impairment: a systematic review. *Disability and Rehabilitation* [online]. **39**(25), 2531-2543. DOI: 10.1080/09638288.2016.1231846. ISSN 0963-8288.

HARRIS, David J. et al., 2020. Testing the Effects of 3D Multiple Object Tracking Training on Near, Mid and Far Transfer. *Frontiers in Psychology* [online]. **11** DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00196. ISSN 1664-1078.

HEITING, Gary a Donald TEIG, 2018. Orthokeratology for Athletes. In: *Allaboutvision.com* [online].

HELVESTON, Eugene M., 2005. Visual Training: Current Status in Ophthalmology. *American Journal of Ophthalmology* [online]. **140**(5), 903-910. DOI: 10.1016/j.ajo.2005.06.003. ISSN 00029394.

HENDL, Jan, 2016. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Čtvrté, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0982-9.

HITZEMAN, S.A. a S.A. BECKERMAN, 1993. What the Literature Says About Sports Vision. *Optom Clin.* [online]. **3**(1), 145-169

HOLMES, Paul a David COLLINS, 2001. The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology* [online]. **13**(1), 60-83. DOI: 10.1080/10413200109339004. ISSN 1041-3200.

HOWARD, Ian, 2012. *Perceiving in Depth*. New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-199-76414-3.

ISHIGAKI, Hisao a Masaru MIYAO, 2016. Differences in Dynamic Visual Acuity between Athletes and Nonathletes. *Perceptual and Motor Skills* [online]. **77**(3), 835-839. DOI: 10.2466/pms.1993.77.3.835. ISSN 0031-5125.

JEANNEROD, M., 1994. The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. **17**(2), 187-202. DOI: 10.1017/S0140525X00034026. ISSN 0140-525X.

- JORGE, Jorge a Paulo FERNANDES, 2018. Static and dynamic visual acuity and refractive errors in elite football players. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. **102**(1), 51-56. DOI: 10.1111/cxo.12812. ISSN 0816-4622.
- JOSHI, Hayati a Seemi RETHAREKAR, 2017. The effect of eye exercises on visual acuity and refractive error of myopics. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research* [online]. **6**(3). DOI: 10.5455/ijtrr.000000274. ISSN 2278-0343.
- KERKHOFF, G., 2000. Neurovisual rehabilitation: recent developments and future directions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. **68**(6), 691-706. DOI: 10.1136/jnnp.68.6.691. ISSN 00223050.
- KHANAL, Safal, 2015. Impact of Visual Skills Training on Sports Performance: Current and Future Perspectives. *Advances in Ophthalmology & Visual System* [online]. **2**(1). DOI: 10.15406/aovs.2015.02.00032. ISSN 23774290.
- KINGSTON, John et al., 2019. Neurological Vision Rehabilitation: Description and Case Study. *Journal of Visual Impairment & Blindness* [online]. **104**(10), 603-612. DOI: 10.1177/0145482X1010401006. ISSN 0145-482X.
- KITTNAR, Otomar, 2011. *Lékařská fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3068-4.
- KLINGBERG, Torkel, Hans FORSSBERG a Helena WESTERBERG, 2010. Training of Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* [online]. **24**(6), 781-791. DOI: 10.1076/jcen.24.6.781.8395. ISSN 1380-3395.
- KNAUFF, Markus a Elisabeth MAY, 2006. Mental imagery, reasoning, and blindness. *Q J Exp Psychol (Hove)* [online]. **59**(1), 161-177

- KOBESOVÁ, Alena a Pavel KOLÁŘ, 2014. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* [online]. (18), 23-33
- KOIDE, Yoshinori et al., 2019. Differences in postural stability and dynamic visual acuity among healthy young adults in relation to sports activity: a cross sectional study. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **31**(1), 53-56. DOI: 10.1589/jpts.31.53. ISSN 0915-5287.
- KOLÁŘ, Pavel, 2016. *Ideomotorické funkce ve sportu* [online]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/9703692-Ideomotoricke-funkce-ve-sportu-p-kolar.html>
- KOLÁŘ, Pavel, Jitka SMRŽOVÁ a Alena KOBESOVÁ, 2011. Vývojová dyspraxie, senzomotorická integrace a jejich vliv na pohybové aktivity a sport. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca* [online]. **20**(2), 66-81. ISSN 12105481.
- KOSSLYN, Stephen, 2003. Mental imagery: against the nihilistic hypothesis. *TRENDS in Cognitive Sciences* [online]. **7**(3), 109-111
- KRÁLÍČEK, Petr, 2004. *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Nakladatelství Karolinum. ISBN 80-246-0350-0.
- KUCHYŇKA, Pavel, 2007. *Oční lékařství*. 1. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1163-8.
- LABY, Daniel, David KIRSCHEN a Paige PANTALL, 2011. The Visual Function of Olympic-Level Athletes—An Initial Report. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice* [online]. **37**(3), 116-122. DOI: 10.1097/ICL.0b013e31820c5002. ISSN 1542-2321.
- LATHAM, Keziah, Amy ROSE a Joy MYINT, 2018. Contrast Sensitivity Is a Significant Predictor of Performance in Rifle Shooting for Athletes With Vision Impairment. *Frontiers in Psychology* [online]. **9** DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00950. ISSN 16641078.

LENNIE, Peter a Susan VAN HEMEL, 2002. Tests of visual functions. *Visual Impairments: Determining Eligibility for Social Security Benefits: Committee on Disability Determination for Individuals with Visual Impairments*. Washington D.C.: National Academy Press, s. 83-95. ISBN 0-309-50667-0.

LI, Carol et al., 2014. Normative Scores for the NIH Toolbox Dynamic Visual Acuity Test from 3 to 85 years. *Frontiers in Neurology* [online]. **5**. DOI: 10.3389/fneur.2014.00223. ISSN 1664-2295.

MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ, 2011. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-695-3.

MANN, Derek T.Y. et al., 2007. Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology* [online]. **29**(4), 457-478. DOI: 10.1123/jsep.29.4.457. ISSN 0895-2779.

MATTEO, Barbara Maria et al., 2016. Visual field restorative rehabilitation after brain injury. *Journal of Vision* [online]. **16**(9). DOI: 10.1167/16.9.11. ISSN 1534-7362.

MILLARD, Lourens et al., 2020. Visio-spatial skills in athletes: comparison of rugby players and non-athletes. *Sport Sciences for Health: Founded by the Faculty of Exercise Science - University of Milan, official journal of the Italian Society of Exercise and Sport Sciences* [online]. 1-7. DOI: 10.1007/s11332-020-00663-1. ISSN 18247490.

MINOONEJAD, Hooman et al., 2019. Effect of four weeks of ocular-motor exercises on dynamic visual acuity and stability limit of female basketball players. *Gait & Posture* [online]. **73**, 286-290 DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.06.022. ISSN 09666362.

MOEN, Frode et al., 2018. The effects of perceptual-cognitive training with Neurotracker on executive brain functions among elite athletes. *Cogent Psychology* [online]. **5**(1). DOI: 10.1080/23311908.2018.1544105. ISSN 2331-1908.

MUIÑOS, Mónica a Soledad BALLESTEROS, 2014. Peripheral vision and perceptual asymmetries in young and older martial arts athletes and nonathletes. *Attention, Perception, & Psychophysics* [online]. **76**(8), 2465-2476. DOI: 10.3758/s13414-014-0719-y. ISSN 1943-3921.

NACERI, Abdeldjallil et al., 2009. Depth Perception within Virtual Environments: A Comparative Study Between Wide Screen Stereoscopic Displays and Head Mounted Devices. In: *2009 Computation World: Future Computing, Service Computation, Cognitive, Adaptive, Content, Patterns* [online]. IEEE, s. 460-466. DOI: 10.1109/ComputationWorld.2009.91. ISBN 978-1-4244-5166-1.

NAN, Wenya et al., 2014. Dynamic peripheral visual performance relates to alpha activity in soccer players. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. **8**. DOI: 10.3389/fnhum.2014.00913. ISSN 1662-5161.

ORBAN DE XIVRY, Jean-Jacques a Philippe LEFÈVRE, 2007. Saccades and pursuit: two outcomes of a single sensorimotor process. *The Journal of Physiology* [online]. **584**(1), 11-23. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.139881. ISSN 00223751.

PACELLA, Fernanda et al., 2017. Neurovisual training (TRIGRAM) in young patients with visual-perceptive dyslexia. *Senses and Sciences* [online]. **4**(1), 323-330. DOI: 10.14616/sands-2017-1-323330. ISSN 22842489.

PARSONS, Brendan et al., 2015. Enhancing Cognitive Function Using Perceptual-Cognitive Training. *Clinical EEG and Neuroscience* [online]. **47**(1), 37-47. DOI: 10.1177/1550059414563746. ISSN 1550-0594.

PHAN, Tyler a Allen COHEN, 2017. Neuro-Optometric Rehabilitation of Visual and Visual-Vestibular Symptoms Following Acquired Brain Injury. *Vision Development & Rehabilitation* [online]. **3**(2), 109-119. DOI: 10.31707/VDR2017.3.2.p109. ISSN 2374-6416.

PIMENTA, Carla et al., 2017. Effects of oculomotor and gaze stability exercises on balance after stroke: Clinical trial protocol. *Porto Biomedical Journal* [online]. **2**(3), 76-80. DOI: 10.1016/j.pbj.2017.01.003. ISSN 2444-8664.

QUEVEDO JUNYENT, Lluïsa et al., 2015. Entrenamiento perceptivocognitivo con el Neurotracker 3D-MOT para potenciar el rendimiento en tres modalidades deportivas. *Apunts Educación Física y Deportes* [online]. (119), 97-108. DOI: 10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.07. ISSN 15774015.

QUEVEDO, Lluïsa, J. AZNAR-CASANOVA a José APARECIDO DA SILVA, 2018. Dynamic Visual Acuity. *Trends in Psychology / Temas em Psicologia* [online]. **26**(3), 1283-1297. DOI: 10.9788/TP2018.3-06En.

RAZ, Noa a Netta LEVIN, 2017. Neuro-visual rehabilitation. *Journal of Neurology* [online]. **264**(6), 1051-1058. DOI: 10.1007/s00415-016-8291-0. ISSN 0340-5354.

ROBERTSON, Shannon et al., 1994. The Influence of Skill and Intermittent Vision on Dynamic Balance. *Journal of Motor Behavior* [online]. **26**(4), 333-339. DOI: 10.1080/00222895.1994.9941689. ISSN 0022-2895.

RODA, Matthew, 2019. *The definitive guide to sports vision training* [online]. In: <https://www.reflexion.co/blog/sports-vision-training>

RODRIGUES, Patrícia, 2020. Sports Vision: Influence on Athlete's Performance. *Acta Scientific Ophthalmology* [online]. **3**(5), 61-68. DOI: 10.31080/ASOP.2020.03.0118. ISSN 25823191.

ROMEAS, Thomas, Antoine GULDNER a Jocelyn FAUBERT, 2016. 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise* [online]. **22**, 1-9. DOI: 10.1016/j.psychsport.2015.06.002. ISSN 14690292.

- RUTLE, Miloš, 1993. *Brýlová optika*. 2. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. ISBN 80-7013-145-4.
- SCHOEMAKER, Marina M. et al., 2005. *Neuromotor task training: a new approach to treat children with DCD* [online]. In: . 212-227: Whurr, s. 212-227. ISBN 1861564589.
- SHIEL, William C., 2018. Medical Definition of Peripheral vision. In: <https://www.medicinenet.com/> [online].
- SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie WOOLLACOTT, 2017. *Motor control : translating research into clinical practice*. Fifth Edition. Wolters Kluwer. ISBN 978-1-4963-0263-2.
- SKALIČKOVÁ-KOVÁČIKOVÁ, Věra, 2017. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty / Věra Skaličková-Kováčiková*. ISBN 9788027022922.
- SNOWDEN, TM et al., 2020. Effects of 3D-Multiple Object Tracking on Reaction Time Performance in High-Performance Varsity Swimmers. *Journal of Athletic Enhancement* [online]. **09**(01) DOI: 10.37532/jae.2020.9(1).326.
- SPANER, Caroline R et al., 2019. 3-Dimensional Multiple Object Tracking Training Can Enhance Selective Attention, Psychomotor Speed, and Cognitive Flexibility in Healthy Older Adults. *Ageing Science & Mental Health Studies* [online]. **3**(4)
- SPERLING, George, 1960. The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied* [online]. **74**(11), 1-29
- STINE, C.D., M.R. ARTERBURN a N.S. STERN, 1982. Vision and sports: a review of the literature. *J Am Optom Assoc* [online]. **53**(8), 627-633
- SUTTER, Penelope S. a Lisa H. HARVEY, 2016. *Vision Rehabilitation: Multidisciplinary Care of the Patient Following Brain Injury*. 1. CRC Press. ISBN 9781439836552.

TULLO, Domenico, Jocelyn FAUBERT a Armando BERTONE, 2017. The cognitive benefits of NeuroTracker training across neurodevelopmental disorders: Who benefits from training attention with multiple object-tracking?. *Journal of Vision* [online]. **17**(10) DOI: 10.1167/17.10.1307. ISSN 1534-7362.

TULLO, Domenico et al., 2016. Using a three-dimensional multiple object tracking paradigm to train attention in students with a learning disability. *Journal of Vision* [online]. **16**(12) DOI: 10.1167/16.12.488. ISSN 1534-7362.

UNGERLEIDE, Leslie G. a Betty A. BRODY, 1977. Extrapersonal spatial orientation: The role of posterior parietal, anterior frontal, and inferotemporal cortex. *Experimental Neurology* [online]. **56**(2), 265-280

VAN DER DONK, Marthe et al., 2015. Cognitive training for children with ADHD: a randomized controlled trial of cogmed working memory training and ‘paying attention in class’. *Frontiers in Psychology* [online]. **6**. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01081. ISSN 1664-1078.

VARTANIAN, Oshin, Lori COADY a Kristen BLACKLER, 2017. 3D Multiple Object Tracking Boosts Working Memory Span: Implications for Cognitive Training in Military Populations. *Military Psychology* [online]. **28**(5), 353-360. DOI: 10.1037/mil0000125. ISSN 0899-5605.

VECCHI, Tomaso, 2011. *Blind Vision: The Neuroscience of Visual Impairment*. ISBN 9780262015035.

VÉLE, František, 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.

VERLANDER, D. et al., 2009. Assessment of clients with visual spatial disorders: a pilot study. *Visual Impairment Research* [online]. **2**(3), 129-142 DOI: 10.1076/vimr.2.3.129.4422. ISSN 1388-235X.

VERLANDER, Don a Alan STOTT, 1983. Development of an Assessment Unit: An Australian Experience. *Journal of Visual Impairment & Blindness* [online]. **77**(10), 490-492. DOI: 10.1177/0145482X8307701005. ISSN 0145-482X.

VITAL, Domenic et al., 2010. A New Dynamic Visual Acuity Test to Assess Peripheral Vestibular Function. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery* [online]. **136**(7). DOI: 10.1001/archoto.2010.99. ISSN 0886-4470.

WILSON, Peter H. et al., 2001. Abnormalities of motor and praxis imagery in children with DCD. *Human Movement Science* [online]. **20**(1-2), 135-159. DOI: 10.1016/S0167-9457(01)00032-X. ISSN 01679457.

ZIMMERMAN, Aaron, Kimberly LUST a Mark BULLIMORE, 2011. Visual Acuity and Contrast Sensitivity Testing for Sports Vision. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice* [online]. **37**(3), 153-159. DOI: 10.1097/ICL.0b013e31820d12f4. ISSN 1542-2321.

ZOBANOVÁ, Anna, 2004. KOORDINACE PÉČE O OORDINACE PÉČE O PORUCHY VIDĚNÍ VE SPOLUPRÁCI PORUCHY VIDĚNÍ VE SPOLUPRÁCI DĚTSKÝ LÉKAŘ A OFTALMOLOG. *PEDIATRIE PRO PRAXI* [online]. (5)

ZWIERKO, Teresa, 2008. Differences in Peripheral Perception between Athletes and Nonathletes. *Journal of Human Kinetics* [online]. **19**(1). DOI: 10.2478/v10078-008-0004-z. ISSN 1899-7562.

ZWIERKO, Teresa et al., 2018. Oculomotor dynamics in skilled soccer players: The effects of sport expertise and strenuous physical effort. *European Journal of Sport Science* [online]. **19**(5), 612-620. DOI: 10.1080/17461391.2018.1538391. ISSN 1746-1391.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Zraková percepce, převzato z Shumway-Cook a Woolacoot, 2017.....	12
Obrázek č. 2: Asociační dráhy ze zrakového kortexu (převzato z https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/)	13
Obrázek č. 3: Percepční smyčka, převzato z www.neurotracker.net	27
Obrázek č. 4: Trénink na NeuroTrackeru, převzato z www.neurotracker.net	39
Obrázek č. 5: Sledování objektů na NeuroTrackeru, převzato z www.neurotracker.net	40
Obrázek č. 6: Příklad zobrazeného výsledku 1 (archiv autora)	41
Obrázek č. 7: Příklad zobrazeného výsledku 2 (archiv autora)	41
Obrázek č. 8: NeuroTracker + cvičení na bosu, převzato z www.neurotracker.net	42
Obrázek č. 9: NeuroTracker + driblování s míčem, převzato z www.neurotracker.net	42
Obrázek č. 10: Vyšetření na Senaptecu sportovce DN (archiv autora)	56
Obrázek č. 11: Hodnoty ze Senaptecu sportovce DN (archiv autora)	56
Obrázek č. 12 a 13: Akomodační flipper a Brockova šňůra (Chang, Xi Yu a Ritter, 2016)	57
Obrázek č. 14: Qball, převzato z (https://qballextreme.com/)	57
Obrázek č. 15: Hodnoty ze Senaptecu sportovce NH, archiv autora.....	59
Obrázek č. 16: Příklad cvičení sportovce NH s Brockovou šňůrou, archiv autora	59

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka č. 1: Hodnoty z NeuroTrackeru 1	44
Tabulka č. 2: Hodnoty z NeuroTrackeru 2	45
Tabulka č. 3: Hodnoty z NeuroTrackeru 3	45
Tabulka č. 4: Hodnoty z NeuroTrackeru 4	46
Tabulka č. 5: Průměrné zlepšení napříč sporty	49
Tabulka č. 6: Porovnání průměrů vybraných sportů.....	49
Tabulka č. 7: Skupina respondentů.....	54
Tabulka č. 8: Optometrické vyšetření sportovce DN.....	55
Tabulka č. 9: S Optometrické vyšetření sportovce NH	58
Graf č. 1: Distribuce zlepšení.....	47
Graf č. 2: Počet opakování tréninku na NeuroTrackeru	47
Graf č. 3: Celkové zlepšení a počet opakování.....	50
Graf č. 4: Zlepšení a počet opakování proložené regresní přímkou	51
Graf č. 5: Zlepšení a počet opakování hokejisté	52
Graf č. 6: Zlepšení a počet opakování basketbalisté.....	52
Graf č. 7: Zlepšení a počet opakování softballisté.....	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Rozhovor č. 1 - MH.....	85
Příloha č. 2: Rozhovor č. 2 - JŠ	86
Příloha č. 3: Rozhovor č. 3 - FN	87
Příloha č. 4: Rozhovor č. 4 - MČ	88
Příloha č. 5: Rozhovor č. 5 - PZ.....	89
Příloha č. 6: Rozhovor č. 6 - MF	90
Příloha č. 7: Rozhovor č. 7 - PB	91

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Rozhovor č. 1 - MH

Hodnoty naměřené programem Neurotracker

počáteční	nejvyšší	počet opakování	progres
0,2	3,55	267x	1597%

Věk, pohlaví
muž, 15 let

Sport a úroveň, na které sportujete
hokejový brankář, extraliga dorostu

Důvod pro návštěvu Dynaoptic?
prvně od svazové akce doporučeno rodičům

Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)
nebyla, neměl pocit, že při sportu špatně vidí, všiml si únavy pouze ve škole při hledění do dálky

Optická korekce provedená v DynaOptic
začal nosit čočky – 1 a 0,75

Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání, prostorové vidění, představivost..)

x

Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?
sessions 3x denně, 6 měsíců, nyní už necvičí

Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?
po překročení hranice bylo přidáno žonglování a kognitivní úkoly – odečítání a přičítání čísel

Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?
Cvičení na přestřování, krátká vzdálenost

Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?

Po měsíci tréninku na NeuroTrackeru pocítil rozdíl, zlepšilo se mu periferní vnímání a rychlost při sledování puku, pomohlo mu to i v hokeji, začal lépe chytat a osobně cítí, že ho to ve hře posunulo dál.

Příloha č. 2: Rozhovor č. 2 – JŠ*Hodnoty naměřené programem NeuroTracker*

počáteční	nejvyšší	počet opakování	progres
0,21	3,78	194x	728%

Věk, pohlaví

24, muž

Sport a úroveň, na které sportujete

basketbal, II. liga

Důvod pro návštěvu Dynaoptic?

bez očekávání, doporučil otec

Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)

x

Optická korekce provedená v DynaOptic

1,5 a 1 dioptrie

Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání, prostorové vidění, představivost..)

lépe se učí (student medicíny), nebolí hlava, menší únava

Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?

ze začátku mu to výrazně nešlo, postupně se zlepšoval – bavilo ho to, 2x denně cvičil pravidelně 5 měsíců

Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?

poslouchal hudbu, cvičení na bosu, házení s basketbalovým míčem

Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?

trénink rozhýbávání očí – lepší ostření a akomodace a přeostrění

Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?

lepší čtení, vizualizace, představivost, vnímání víc věcí na ráz, periferní vnímání a orientace v prostoru, delší pozornost

konkrétně při basketbalu se lépe orientuje, z driblingu přechází na střelbu na koš mnohem rychleji, lépe vidí ostatní hráče a představí si, jak bude hra probíhat

Příloha č. 3: Rozhovor č. 3 – FN*Hodnoty naměřené programem NeuroTracker*

počáteční	nejvyšší	počet opakování	progres
1,17	3,08	95x	111%

Věk, pohlaví

28, muž

Sport a úroveň, na které sportujete

fotbalový brankář, 1. liga ČR

Důvod pro návštěvu Dynaoptic

chtěl se zlepšit v chytání

Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)

1,5 dioptrie

Optická korekce provedená v DynaOptic

stejná

Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání, prostorové vidění, představivost..)

x

Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?

cvičil každý den po dobu 6 měsíců, progres mezi jednotlivými tréninky cítí značný

Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?

začínal v sedě, postupem času přešel do stoje a začal házet míče, trénink chytání, balanční cvičení na bosu

Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?

Přeostřování, okohybné svaly, Brockova šňůra – subjektivně efekt nepozoruje

Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?

dokáže se soustředit na více věcí najednou, v tréninku zjistil, že lépe periferně vidí, lépe předvídá hru

mimo hru nedokáže úplně určit, jestli má vliv

Příloha č. 4: Rozhovor č. 4 – MČ*Hodnoty naměřené programem NeuroTracker*

počáteční	konečná	nejvyšší	počet opakování	progres
0,93	3,52	4,11	274x	385%

Věk, pohlaví

27, muž

Sport a úroveň, na které sportujete

profesionálně baseball v USA

Důvod pro návštěvu Dynaoptic?

už absolvoval trénink očí v USA a cítil, že se může posunout a zlepšovat se

Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)

1,5 dioptrie, nosí kontaktní čočky

Optická korekce provedená v DynaOptic

nezměnila se

Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání, prostorové vidění, představivost..)

x

*Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?*výsledkově se zlepšil hodně, cítí se při tom lépe, progres cítí silný, až tak, že mu cvičení na konci připadalo moc jednoduché
po prvním měsíci při tréninku cítil, že se lépe koncentruje, projevuje se to například i při řízení, a to cítí jako největší progres*Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?*

žonglování s baseballovým míčem, přehazování z rukavice, jakákoli aplikace do baseballu ho napadne

*Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?*Qball míč, tabulky na střídání přeostrování dálka - blízko, akomodační flipper, cviky na motilitu očí,
cvičí každý den*Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?*

přechod do hry ještě v USA neměl šanci vyzkoušet, ale cítí 100% zlepšení, hlavně v zaostřování a postupně na cvicích pozoruje, že se v nich zlepšuje

Příloha č. 5: Rozhovor č. 5 – PZ*Hodnoty naměřené programem NeuroTracker*

počáteční	konečná	nejvyšší	počet opakování	progres
0,47	2,75	3,35	462x	1217%

Věk, pohlaví

45 let, muž

Sport a úroveň, na které sportujete

sportovní střelba

Důvod pro návštěvu Dynaoptic?

lepší přestřování

Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)

x

Optická korekce provedená v DynaOptic

x

Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání, prostorové vidění, představivost..)

x

*Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?*3x denně po dobu 6 měsíců s výjimkou závodů
pokrok znatelný, někdy unavovalo neustálé cvičení*Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?*

žonglování s míčky, kognitivní úkoly

Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?

cvičení s Brockovou šňůrou, trénink přestřování, motility očí

*Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?*rychlejší reakce ve sportu, rychleji zaměří a přestří z dálky na blízko a celkově střílí rychleji, lépe se orientuje v prostoru – rozšíření periferního vědomí
trénink předčil očekávání, tvrdí, že v žádném jiném tréninku neviděl tak znatelné a rychlé výsledky

Příloha č. 6: Rozhovor č. 6 – MF*Hodnoty naměřené programem NeuroTracker*

počáteční	konečná	nejvyšší	počet opakování	progres
1,24	2,2	3,57	261x	1%

Věk, pohlaví
12, muž

Sport a úroveň, na které sportujete
hokej, dorost

Důvod pro návštěvu Dynaoptic?
optická korekce na sport

Optická korekce před návštěvou DynaOptic (pokud nějaká byla)
nosil brýle, ale na hokej ne (2 nebo 2,5 dioptrie)

Optická korekce provedená v DynaOptic
vylepšení zraku (špatně změřeno), udělány brýle na sport

Projevila se optická korekce v tréninku s okamžitým účinkem? Změnilo se něco jiného než jen to, že jste lépe viděli? (např. únava, pozornost, periferní vnímání, prostorové vidění, představivost..)
přestal být unavený

Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?
půl – tři čtvrtě roku, cvičí denně

Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?
žonglování, balanční pomůcky, kognitivní úkoly

Jaké další neurovizuální cvičení vám bylo doporučeno (konkrétní popis)? Jak často ho cvičíte?
tabulky, šňůry, dynamické cvičení očí

Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?
neměl prostorové vidění, nezpracoval puk, problémy s orientací v prostoru, to vše se cvičením zlepšilo
projev hlavně v běžném denním životě – dříve byl extrémně nešikovný, vrážel do věcí, padaly mu věci na zem – tato nešikovnost se také zlepšila

Příloha č. 7: Rozhovor č. 7 – BP*Hodnoty naměřené programem NeuroTracker*

počáteční	konečná	nejvyšší	počet opakování	progres
0,66	1,27	2,25	139x	356%

Věk, pohlaví
50+, muž

Sport a úroveň, na které sportujete
po CMP bez výrazného neurologického deficitu, po iktu pociťoval problémy s orientací a pamětí
původně basketbalista, nyní trenér

Důvod pro návštěvu Dynaoptic?
nižší vizuální paměť, cvičil pouze na Neurotrackeru a jiné vizuální vyšetření ani cvičení neabsolvoval

Jaký byste hodnotil pokrok na přístroji Neurotracker? Jak často jste cvičil?
půl roku cvičil 4x krát týdně

Jaké další úkoly jste na přístroji Neurotracker od optometristů dostali?
hranici 2,0 překročil pouze jednou, proto další úkoly nezařadil

Jak a v čem se zraková korekce a cvičení na Neurotrackeru, popřípadě další cvičení, projevilo ve vašem sportovním výkonu? Pozorujete lepší výsledky? Můžete je konkrétně popsat? Splnilo cvičení vaše očekávání?
zlepšilo se prostorové vidění, delší dobu si zapamatuje situaci na hřišti, ale projevilo se mu to i v osobním životě – lepší vizuální paměť, lepší koncentrace na věci