

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Vliv neurovizuálního tréninku na výkon fotbalistů

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Markéta Křivánková

Vypracoval:

Vojtěch Řezáč

Praha, květen 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 27.5.2024

.....

Podpis diplomanta

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Mgr. Markétě Křivánkové za její odborné vedení práce, cenné rady, připomínky a poznatky. Také bych chtěl poděkovat všem účastníkům výzkumu a fotbalovému klubu RMSK Cidlina Nový Bydžov za možnost využití jejich zázemí po celou dobu výzkumu.

Abstrakt

Název: Vliv neurovizuálního tréninku na výkon fotbalistů

Cíle: Cílem výzkumu je zjistit, zda má neurovizuální trénink vliv na specifické fotbalové dovednosti dospělých hráčů.

Metody: Výzkum je prováděn kvantitativním rázem, jako výzkumná metoda je využita metoda experimentální. Práce je zpracována empiricko-analytickou formou. Výzkum se skládal z šestitýdenního intervenčního programu neurovizuálního tréninku, který byl uskutečňován třikrát týdně po dobu dvaceti minut. Celkový počet účastníků výzkumu byl devět ($n=9$) s průměrným věkem 21,3 ($\pm 0,9$). Před a po intervenčním programem byli probandi podrobena testům na specifické fotbalové dovednosti, tedy na zpracování míče z výšky, trefování branky z měnící se vzdálenosti, trefování pohyblivé branky a nožičky. Výsledky těchto testů byly následně využity pro zjištění vlivu neurovizuálního tréninku.

Výsledky: Výsledky nám ukázaly zlepšení ve dvou ze čtyř testů jak u experimentální, tak i u kontrolní skupiny. Avšak zlepšení experimentální skupiny bylo značně vyšší v porovnání s kontrolní, a to u testu č. 1: Zpracování míče z výšky o 19 % a u testu č. 4: Trefování pohyblivé branky o 29 %. Naopak u testu č. 2: Nožičky se obě skupiny zhoršily s tím, že experimentální probandi o značně vyšších 21 %. Test č. 3: Trefování malé branky z různých vzdáleností vyšel v podstatě neutrálně, experimentální skupina průměrně nezaznamenala rozdíl mezi pre-testy a post-testy a kontrolní skupina se průměrně zhoršila o 6 %.

Klíčová slova: Fotbalové dovednosti, sport, nervová soustava, sportovní zrak, koordinace oko-noha, ventrální proud, dorsální proud, vizuální soustava, oční cvičení

Abstract

Title: The Impact of Neurovisual Training on the Performance of Soccer Players

Objectives: The aim of the research is to determine whether neurovisual training affects specific soccer skills in adult players.

Methods: The research is conducted in a quantitative manner, as only the test results are considered as outcomes of tests, not the subjective feelings of the participants regarding the intervention program. The experimental method is used as the research method. The work is carried out in an empirical-analytical form. The research consisted of a six-week neurovisual training intervention program, conducted three times a week for twenty minutes. The total number of research participants was nine (n=9) with mean age of 21,3 ($\pm 0,9$). Before and after the intervention program, the subjects were tested on specific soccer skills, namely ball control from a height, goal targeting from varying distances, targeting a moving goal, and juggling. The results of these tests were subsequently used to determine the impact of neurovisual training.

Results: The results showed an improvement in two out of four tests in both the experimental and control groups. However, the improvement in the experimental group was significantly higher compared to the control group. Specifically, in test 1: Ball control from a height improved by 19%, and in test 4: Targeting a moving goal improved by 29%. Conversely, in test 2: Juggling, both groups worsened, with the experimental subjects showing a significantly higher decline of 21%. Test 3: Targeting a small goal from varying distances yielded essentially neutral results, with the experimental group showing no average difference between pre-tests and post-tests, while the control group worsened by an average of 6%.

Keywords: Soccer skills, sport, nervous system, sports vision, eye-foot coordination, ventral stream, dorsal stream, visual system, eye exercises

Obsah

1 ÚVOD	9
2 Teoretická východiska	10
2.1 Fotbal.....	10
2.1.1 Kondiční schopnosti	10
2.2 Zrakové ústrojí	13
2.2.1 Oční bulva (Bulbus oculi)	13
2.2.2 Okohybné svaly	16
2.2.3 Víčka (Palpebrae)	17
2.2.4 Spojivky (Conjunctivae)	17
2.3 Nervová soustava	18
2.3.1 Centrální nervová soustava (CNS)	18
2.3.2 Periferní nervová soustava (PNS)	23
2.3.3 Reflexní oblouk (closed-loop system)	23
2.3.4 Oční nervové dráhy	24
2.4 Neurovizuální trénink.....	26
2.4.1 Pohyby očí	27
2.4.2 Funkční oční poruchy	29
3 Metodika práce	32
3.1 Cíle	32
3.2 Výzkumné otázky.....	32
3.3 Metody práce.....	32
3.4 Pre-testy a post-testy	33
3.4.1 Test č. 1: Zpracování míče z výšky	33
3.4.2 Test č. 2: Nožičky	34
3.4.3 Test č. 3: Trefování malé branky z různých vzdáleností	34
3.4.4 Test č. 4: Trefování pohyblivé branky	35
3.5 Intervenční program	35
3.5.1 Sledování prstu	35
3.5.2 Koordinační tabulka	36
3.5.3 Sakadické oční pohyby s Vision sticks	37
3.5.4 „Pencil push ups“	38

3.5.6 Brock's string	39
3.5.7 Fixace spojená s reakcí	39
4. Výsledky.....	41
5. Diskuse	48
6. Závěr.....	51
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	52
SEZNAM OBRÁZKŮ	55
SEZNAM TABULEK	55
SEZNAM GRAFŮ	55
SEZNAM PŘÍLOH	56

1 ÚVOD

Neurovizuální trénink se zaměřuje na využití zrakové percepce spojené s mozkovou integrací. Tato metoda se v poslední době stále častěji zařazuje do přípravy sportovců pro zkvalitnění jejich výkonů. Zapříčiněno je to neustálým vývojem sportu, přičemž vrcholoví sportovci musejí zlepšovat každou maličkost, aby se prosadili v takto kompetitivním prostředí. Neurovizuální trénink se zaměřuje na kvalitu příjmu informací vizuálním systémem a následným zpracováním a interpretací v mozku, díky čemuž si mohou sportovci zdokonalit rychlost reakce nebo oční pohyby, které vedou k lepšímu sledování hřiště a orientaci kolem sebe.

Téma práce jsem si vybral především z důvodu jeho zajímavosti a také proto, že v České republice je o něm malé povědomí, což ukazuje i počet publikací, které mají v současnosti převážně formu klasifikační podoby. V zahraničí je situace odlišná, zde existuje řada odborné literatury i praktického užívání, proto je v této práci čerpáno převážně z mezinárodních publikací. Hlavním cílem práce je zjistit, zda intervenční program neurovizuálního tréninku má vliv na specifické fotbalové dovednosti. Fotbal, jakožto míčová a týmová hra, využívá souhry reakce a koordinace celého těla, kde vizuální systém zpracovává většinu podnětů ze hry, na které jedinec musí adekvátně zareagovat. Cviky v intervenčním programu byly zvoleny takové, které nevyžadují speciální laboratorní pomůcky, a proto je mohou provádět sportovci na všech výkonnostních úrovních.

Teoretická část rozebírá pomocí zahraniční i tuzemské literatury spojení vizuálního a nervového systému. Praktická část se zaměřuje na výzkum složený ze vstupních a výstupních testů, mezi kterými probíhal intervenční program neurovizuálního tréninku. Výzkumu se účastnili fotbalisté z fotbalového klubu RMSK Cidlina Nový Bydžov.

2 Teoretická východiska

2.1 Fotbal

Fotbal je oblíbená týmová hra, která spojuje a baví lidi po celém světě. Díky své jednoduchosti a materiální nenáročnosti ji může hrát, alespoň v nějaké upravené podobě, každý. Oficiální pravidla uvádějí, že proti sobě hrají dvě družstva složená z jedenácti hráčů, z nichž jeden musí být brankář. Na střídačce jsou připraveni i náhradníci, kteří mohou vystřídat hrajícího spoluhráče, ovšem například oproti hokeji, vystřídáný hráč se již nemůže zapojit znovu do zápasu, proto je velmi důležité, aby si hrající hráči rozložili síly ideálně na celý zápas. Rozměry hřiště jsou stanoveny v rozmezí 90-120 m na délku a 45-90 m na šířku, základní hrací doba je rozdělena do dvou 45minutových poločasů (The International Football Association Board, 2024).

2.1.1 Kondiční schopnosti

Profesionální fotbalisté musejí ovládat jednak bezchybnou techniku s míčem, ale také musejí být všestrannými atlety. Všechny pohybové schopnosti (síla, rychlost, vytrvalost, koordinace a flexibilita (Drabik, 1996)) jsou ve fotbalu využívány a jsou potřebné k podání co nejlepšího výkonu. Je ale pravda, že pro každou pozici (brankář, obránce, záložník, útočník) jsou určitá specifika, ve kterých by měl jedinec spíše vynikat. Například z analýzy od Holienky (2010) můžeme vyčíst, že střední záložníci objemově naběhají za zápas nejvíce, proto je u nich větší nárok na vytrvalostní složku.

Primárním cílem rozvoje kondičních schopností by mělo být připravit hráče zvládnout zápasovou zátěž, a to jak z fyzického, tak i z psychického hlediska. U profesionálních hráčů jsou tyto nároky větší, frekvence zápasů a tréninkových jednotek se značně liší oproti neprofesionálům, za sezónu mohou odehrát až 70 zápasů a podstoupit 220 tréninkových jednotek (Calder, & Centofanti, 2023). Kvůli takovému objemu je zapotřebí mít rozvržené jednotlivé mikrocykly, které se především řídí počtem zápasů v daném cyklu a také v jakém období ročního tréninkového cyklu se zrovna nacházíme.

2.1.1.1 Silové schopnosti

S vývojem fotbalových strategií se musejí vyvíjet i tréninkové prostředky a cíle. V dnešní době, kdy je fotbal velmi dynamický sport, je zapotřebí být připraven zvládat tyto náročné požadavky. Silové schopnosti nám pomáhají v řadě úkonů, jako je zrychlení, brzdění,

změna směru, výskok nebo střela (Calder, & Centofanti, 2023; Dost, et al, 2016). Vše se odvíjí od možnosti jedince vyvíjet a absorbovat sílu, která následně hýbe tělem.

Při sestavování silových tréninkových jednotek musíme dbát na individualitu a specifické potřeby jednotlivců a jejich cílů. Zacílit bychom měli jak na intramuskulární, tak i na intermuskulární koordinaci svalů, abychom zvládali aktivovat co nejvíce motorických jednotek v daném svalu a také synchronizovat jednotlivé svalové skupiny. Kvůli dynamickým nárokům fotbalu, je potřeba zvládat produkovat sílu ve velké rychlosti, během okamžiku. Proto je zapotřebí cvičit nejen s velkou zátěží, ale střídát i rychlost provádění (Calder, & Centofanti, 2023).

Silové schopnosti, především dolních končetin, nám také pomáhají snížit riziko zranění (Calder, & Centofanti, 2023; Dost, et al, 2016). Díky správně nastavenému silovému tréninku zvládne sportovec produkovat větší sílu, která může pomoci při ochraně dalších struktur, jako jsou vazy a šlachy. Ovšem musíme dávat pozor na přetrénování, které může nastat při zvětšeném množství stresových podnětů, především velké množství tréninkových jednotek, při kterých se akumuluje celková únava, na kterou není tělo zvyklé, a proto je potřeba vždy dbát na dostatečnou regeneraci.

2.1.1.2 Rychlostní schopnosti

Rychlost je ve fotbale často považována za jednu z nejdůležitějších schopností. I přes to, že v maximální rychlosti hráči naběhají zhruba 11,4 % z celkového naběhaného objemu za zápas (Holienka, 2010; Calder, & Centofanti, 2023), dochází k těmto sprintům v klíčových okamžicích, které mohou rozhodnout výsledek celého zápasu. Ke zlepšení rychlosti jsou využívány kombinace specifických tréninků rychlosti a tréninku síly. Sprintová cvičení jsou naopak dobrým prostředkem na posílení a snížení rizika zranění svalů zadní strany stehna (Calder, & Centofanti, 2023).

Rychlostní schopnosti nemusejí znamenat pouze to, jak dotyčný rychle běhá. Vedle maximální rychlosti a akcelerace se zaměřujeme i na rychlost reakce, která následně vede k vyhodnocení dané situace. Zkušenější hráči tak právě mohou vykompenzovat svou rychlost běhu a nezaostávat za značně rychlejšími jedinci. Zde ale už přichází dovednost tzv. anticipace, kdy zkušenější hráči předvídají další krok soupeře.

2.1.1.3 Vytrvalostní schopnosti

Aerobní kapacita je založena na třech základních prvcích: VO₂max, anaerobní práh a ekonomika pohybu (Calder, & Centofanti, 2023). Jak už bylo řečeno v parametrech sportu,

zápas trvá 90 minut bez nastavení, či prodloužení, během této doby je 90 % energetických požadavků aerobních, tudíž za přístupu kyslíku, který svaly využívají. Za tuto dobu hráči naběhají až dvanáct kilometrů (Holienka, 2010), samozřejmě opět záleží na pozici hráče. Při trénování vytrvalostní schopnosti nedochází pouze ke zlepšení aerobní kapacity, ale i posílení kardiovaskulárního systému, díky čemuž dochází k adaptaci srdeční svaloviny.

2.1.1.4 Koordinační schopnosti

Koordinační schopnosti mají ve fotbale nemalé využití. Jelikož se jedná o kontaktní sport, často se chceme kontaktu vyhnout nebo obejít hráče, k tomu nám právě, mimo jiné, můžou pomoci koordinační schopnosti, díky kterým synchronizujeme jednotlivé části těla tak, abychom provedli to, co v danou chvíli chceme udělat. Dle Drábika (1996) do nich zařazujeme balanc, rytmus, prostorovou orientaci, kinestetickou diferenciaci a reakci na akustický nebo vizuální podnět.

Rozvoj koordinačních schopností by měl být postupný, začínat by měl od všeobecné koordinace již v útlém věku a postupně by se měl zaměřovat na specifické požadavky sportu. Aby došlo k progresivnímu zatěžování, využívá se práce pod stresem, ať už časovým nebo prostorovým, požadavek na přesnost nebo práce po předchozím zatížení. Všechny tyto metody se využívají až po zvládnutí cvičení ve stálém prostředí, jsou ale zapotřebí k dosažení dostatečného adaptačního podnětu.

2.1.1.5 Flexibilita

Flexibilita se primárně vyznačuje a měří rozsahem pohybu v jednotlivých částech těla, ovšem ne vždy je výhodou mít tyto rozsahy velké. Jak uvádí Gleim a McHugh (1997), každý sport má svá specifika, a proto nelze obecně říci, která varianta je lepší. Ve fotbale má i každá pozice jiné nároky, brankáři musejí rozložit své tělo tak, aby obsáhli co největší prostor branky, proto jejich rozsah pohybu musí být větší než například záložníka, který se naopak, kvůli velkému naběhanému objemu, musí pohybovat co nejekonomičtěji, čemuž přispívají naopak menší rozsahy pohybu (Gleim, & Mchugh, 1997).

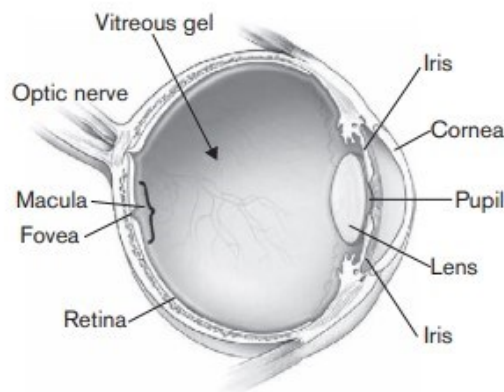
2.2 Zrakové ústrojí

Zrak je jeden z pěti základních smyslů, které naše tělo ovládá. Dalšími jsou čich, chuť, hmat a sluch, ovšem právě prostřednictvím zraku přijímáme až 80 % informací z okolí. Zrakovým orgánem je oko, neboli oční bulva (Obrázek 1), díky němuž dokážeme rozeznávat světlo, tmou, barvy nebo se orientovat v prostoru. Na tom všem se podílejí jednotlivé části oční bulvy, ale i přídatné orgány, kterými jsou okoohybné svaly, víčka, spojivky a slzní ústrojí.

2.2.1 Oční bulva (Bulbus oculi)

Nachází se v očníci (Cavitas orbitalis) na přední straně lebeční, která díky své hloubce zajišťuje ochranu nejen oční bulvě, ale i přídatným orgánům, jež se zde také nacházejí. Tvar není přesně kulatý, jelikož se v přední části nachází rohovka (Cornea), která je mírně vyboulená před bělimou (Scléra). To zapříčiňuje to, že vertikální poloměr u dospělého jedince je v průměru 23,2 mm a horizontální poloměr je v průměru 24 mm (Freddo, & Chaum, 2017).

Stěna oční bulvy se rozděluje na tři vrstvy: Tunica fibrosa, Tunica vasculosa a Tunica nervosa (Freddo, & Chaum, 2017).



Obrázek 1: Stavba lidského oka
(Zdroj: Cornsweet, 2017)

2.2.1.1 Tunica fibrosa

Je tvořena rohovkou a sklérou, přičemž prostor mezi nimi se nazývá limbus. Hlavními úkoly této vrstvy je ochrana, podpora a optická funkce oka.

Rohovka (Cornea)

Jedná se o hlavní optický prvek zrakového ústrojí, jelikož zajišťuje 75 %-80 % lomivosti celého lidského oka. Neobsahuje žádné cévy, a proto se jeví její vzhled opticky čirý. Vyživuje se pomocí komorové tekutiny, která se obnovuje při každém mrknutí. Velikost rohovky se od narození výrazně nemění, má průměr zhruba 11,7 mm, zajímavostí ovšem je, že při pohledu zepředu se vertikální průměr zdá menší než horizontální, ovšem při pohledu zezadu jsou oba průměry stejné. Toto zapříčiňuje přechod mezi rohovkou a sklérou, kde jednotlivé části splývají. Díky svému chemickému a imunologickému složení slouží společně se sklérou jako ochrana nitroočních orgánů (Freddo, & Chaum, 2017; Cornsweet, 2017).

Bělima (Scléra)

Jedná se průhlednou elastickou vrstvu dávající oční bulvě její tvar. Slouží jako podpůrný orgán, na který se váží, ať už přímo nebo nepřímo, všechny nitrooční části i všech šest okohybných svalů, přesněji jejich vazy a šlachy. V přední části vytváří také podporu pro rohovku a v zadní části zase pro vývod optického nervu. Stejně jako rohovka i skléra nemá žádné cévy, její výživa je zajištěna difúzí skrze její vnitřní povrch díky cévnatce (Choroidea) a řasnatému tělesu (Corpus ciliare). Zaujímá až 80 % prostoru v zadní části oka, přičemž její průměr je zhruba 22 mm (Freddo, & Chaum, 2017; Cornsweet, 2017).

2.2.1.2 Tunica vasculosa

Také nazývána jako živnatka, obsahuje velké množství cév, díky kterým se její vnější vzhled jeví fialovohnědý. Hlavním úkolem je výživa oka. Skládá se z cévnatky, řasnatého tělíska a duhovky (Iris).

Cévnatka (Choroidea)

Tvoří silnou síť cév mezi bělimou a sítnicí (Retina), díky této síti dokáže cirkulovat zhruba 500-200 ml krve/minutu/100 g tkáně. Takto vysoký oběh je potřeba pro výživu fotoreceptorů a retinálního pigmentového epitelu. Cévnatka, přesněji její oběhový systém, slouží také k odvodu tepla, které se v oku vytváří (Freddo, & Chaum, 2017).

Řasnaté tělísko (Corpus ciliare)

Podílí se především na produkci a šíření komorové tekutiny, která vyživuje bezcévné struktury v popředí oka. Komorová tekutina se nachází mezi rohovkou a čočkou. Její další funkcí je schopnost udržet nitrooční tlak, který zajišťuje tvar oční bulvy. Řasnaté těleso ji produkuje v množství $2,4 \pm 0,6 \mu\text{L}/\text{minuta}$ u dospělého zdravého jedince. Většina komorové tekutiny se odvádí skrze trabekulární síťovinu do episklerálního žilného systému, kde je vstřebána do krevního oběhu.

Dále se také podílí na akomodaci oka, a to díky hladké svalovině, kterou je spojena s čočkou. Při akomodaci dochází ke kontrakci této svaloviny, čímž se mění zakřivení čočky a tím i zaostření na daný předmět (Freddo, & Chaum, 2017).

Duhovka (Iris)

Kontroluje propustnost světla jdoucího do oka především díky své části nazývané zornice (Pupilla), která se nachází uprostřed duhovky. Zornice má vlastnost smrštění či roztažení v závislosti na množství působeného světla. Pokud je úroveň světla silná, zornice se zmenší, aby chránila ostatní orgány v oku před nadměrným ozářením, naopak když je úroveň světla slabá, zornice se roztáhne, aby zachytila co nejvíce záření. Podobně to funguje i při zaostřování na předměty, pokud se zaměřujeme na blízký předmět, zornice má tendenci se zmenšovat, ovšem při pohledu na vzdálenější předmět se zornice zvětšuje (Freddo, & Chaum, 2017; Cornsweet, 2017).

2.2.1.3 Tunica nervosa

Jedná se o nejspodnější vrstvu oka skládající se ze sítnice (retina). Hlavním úkolem je zpracování světelných podnětů a jejich převádění na elektrické signály, které jsou následně posílány do dalších center skrze gangliové buňky tvořící zrakový nerv. Signál putuje přímo do mozku, kde je znovu zpracován a interpretován v různých oblastech zrakové kůry.

Sítnice (Retina)

Obsahuje světločivné buňky čípky a tyčinky. Čípky se specializují na vnímání jasného světla a barev. Existují tři druhy čípků, přičemž každý druh rozeznává jiný rozsah vlnové délky, což umožňuje rozeznávat barvy. Jsou přítomny v části sítnice nazývané makula (Macula),

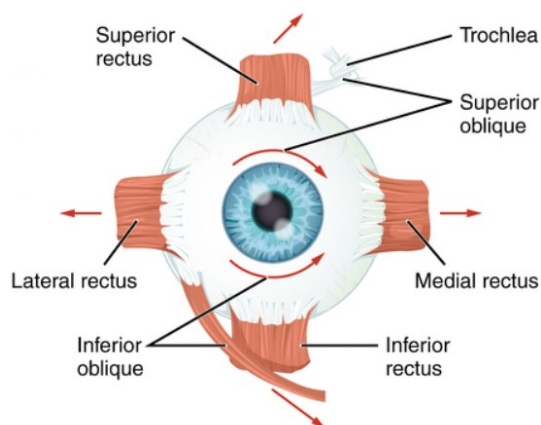
kteřá je zodpovědná za centrální vidění. Tyčinky se specializují naopak na slabé světlo a jsou odpovědné za vidění v noci. Rozloženy jsou po celé sítnici kromě makuly. Oba typy struktur vzájemně spolupracují a dávají mozku potřebné informace na rozpoznání vizuálních podnětů nebo na orientaci v prostoru (Freddo, & Chaum, 2017; Cornsweet, 2017).

2.2.2 Okohybné svaly

Okohybných svalů je šest a jsou rozmístěny po obvodu oční bulvy. Každý ze svalů zajišťuje pohyb do určitého směru, přičemž při jejich spolupráci se rozšiřuje pohyblivost oka. Dělí se na přímé a šikmé svaly. Přímé svaly jsou čtyři: vnitřní přímý sval (musculus rectus medialis bulbi), zevní přímý sval (musculus rectus lateralis bulbi), horní přímý sval (musculus rectus superior bulbi) a dolní přímý sval (musculus rectus inferior bulbi). Šikmé svaly jsou dva: dolní šikmý sval (musculus obliquus inferior bulbi) a horní šikmý sval (musculus obliquus superior bulbi) (Freddo, & Chaum, 2017; Cornsweet, 2017).

Inervovány jsou třetím, čtvrtým a šestým hlavovým nervem. Čtvrtý hlavový nerv, trochleární nerv (nervus trochlearis), inervuje pouze jeden sval, a to horní šikmý sval. Šestý hlavový nerv, abducentní nerv (nervus abducens), je na tom stejně jako čtvrtý, také inervuje pouze jeden sval, ovšem v tomto případě se jedná o zevní přímý sval. Zbytek okohybných svalů je inervovaných třetím hlavovým nervem, okohybný nerv (nervus oculomotorius) (Freddo, & Chaum, 2017).

Mimo okohybné svaly se do zrakového ústrojí řadí také sval, který hýbe víčkem a umožňuje tak mrkání, tento sval se nazývá zdvihač horního víčka (musculus levator palpebrae superioris) a je inervovaný třetím hlavovým nervem (Freddo, & Chaum, 2017).



Obrázek 2: Popis okohybných svalů
(Zdroj: www.Seevidly.com, 2023)

2.2.3 Víčka (Palpebrae)

Jedná se o tenkou vrstvu kůže, která pokrývá oko v horní i spodní části. Hlavním úkolem víček je ochrana před fyzickým poškozením, ochrana proti nadměrnému světlu a zvlhčení oční bulvy. Pohyby víček můžeme rozdělit na reflexní, chtěné a nechtěné. Reflexní pohyby využíváme, pokud se lekne nebo se cítíme v nebezpečí, zavřením víček chráníme naše oči před potencionálním nebezpečím. Chtěné pohyby znamenají, že jsou prováděny naší vůlí, a to v případě, když chceme oči zavřít nebo mrknout. Nechtěné pohyby zahrnují vynucené mrknutí, které jsou způsobeny vysycháním očním bulvy.

Vlhčení oční bulvy neslouží pouze k zamezení suchosti, ale i jako zbavování se nečistot v oku. Mrkání má za cíl rozprostřít slzy po celém povrchu oka, aby došlo k rovnoměrnému rozložení tekutiny, zároveň také hrne a odvádí prach a odumřelé buňky do slzného odpadního systému. Funguje zde dokonalá koordinace, jelikož svaly zodpovědné za mrkání rovněž stlačují zmíněný odpad přes slzné odpadní kanálky a nosní dutinu do gastrointestinálního traktu.

Pomocnými strukturami při chránění očí jsou řasy a obočí. Obočí, které se nachází nad okem a není přímo přichyceno na víčko, se skládá z tuhých, hustých chlupů zabraňujících stékání potu z čela do oka a alespoň mírně redukuje intenzitu světla přicházející seshora. Řasy jsou naopak přichycené přímo na víčko a pohybují se s ním. Horní řada je oproti spodní početnější a řasy jsou delší, skládá se zhruba ze stovky jednotlivých řas, zatímco spodní řada disponuje pouze polovinou. Hlavním úkolem je především ochrana před vniknutím snítek prachu a dalších nečistot do oka (Freddo, & Chaum, 2017).

2.2.4 Spojivky (Conjunctivae)

Jedná se o polopropustnou průhlednou sliznici nacházející se na povrchu oční bulvy. Podílí se na zvlhčení a ochraně oka, také zmírňuje tření, díky čemuž můžeme plynule a bezbolestně pohybovat očima i mrkat. Za pomoci své antibakteriální vrstvy zajišťuje i chemickou ochranu. Může se ovšem zanítit, což pak má za následek zarudnutí a pálení oka.

Zásadní strukturou je spojivkový epitel skládající se z mikroklků, které díky svému vlnovitému tvaru zvětšují svůj objem, a tím i umožňují zvýšenou sekreci a absorpci na povrchu spojivky. Pomáhají také udržet mucinovou vrstvu, která je součástí tzv. slzného filmu. Mucinová vrstva je nejbližší rohovce a zajišťuje rovnoměrné rozložení a přilnavost slzného filmu k rohovce (Freddo, & Chaum, 2017).

2.3 Nervová soustava

Nervová soustava je složena z mnoha komplexních struktur, čímž tvoří nejsložitější soustavu v lidském těle. Její buňky se rozdělují na dva typy neurony a gliové buňky, z toho neurony jsou hlavní, které jsou spojeny v dlouhé řetězce a díky procesu zvaném synapse vedou signály. Gliové buňky se starají o ochranu, výživu a správné fungování neuronů, jsou to tedy buňky podpůrné.

Nervová soustava se rozděluje na dvě části, a to centrální nervovou soustavu (CNS) a periferní nervovou soustavu (PNS). CNS se skládá z mozku a míchy. PNS se skládá z velkého množství nervů a rozděluje se na somatický nervový systém a autonomní nervový systém neboli systém nacházející se ve tkáních ovladatelných pomocí vůle, jako jsou například svaly, a systém v tkáních bez možnosti ovládnutí vůlí, jako je například srdeční svalovina. CNS a PNS spolu navzájem spolupracují, díky receptorům z PNS a nervovým drahám se signál dostane až k mozku, kde je následně zpracován a vyhodnocen, čímž vzniká určitá odpověď organismu (viz kapitola 2.3.3).

2.3.1 Centrální nervová soustava (CNS)

Jedná se o hlavní řídicí strukturu našeho těla. S tím se pojí i její zásobení, jelikož na výživu pouze samotného mozku je zapotřebí zhruba dvacet procent glukózy v těle a stejné množství kyslíku (Woolsey, et al, 2017).

V mozku a míše si můžeme všimnout částí, které jsou rozlišeny jinou barvou. Je tomu tak díky dvěma typům tkání, a to bílé a šedé hmotě. Šedá hmota se skládá především z neuronů, synapsí a gliových buněk. Jejím primárním úkolem je především zpracovávat informace, v mozku je spojena s vyššími kognitivními funkcemi, jako je myšlení a vnímání. Šedou barvu způsobuje přítomnost těl neuronů. Bílá hmota se skládá z axonů neuronů a gliových buněk. Hlavním úkolem je propojení jednotlivých částí mozku a přenos informací mezi nimi. Přenos elektrických vzruchů probíhá díky myelinizovaným Schwannovým buňkám a přítomnosti Ranvierových zářezů mezi nimi, kdy se vzruch šíří „skoky“ po těchto zářezech. Bílou barvu způsobuje přítomnost lipidových membrán v myelinu.

2.3.1.1 Mozek

Nachází se v lebce, která ho díky své pevné struktuře chrání před okolním možným nebezpečím. Samotný mozek váží u dospělého jedince zhruba 1250 g až 1450 g a je velký okolo 1400 cm³ (Woolsey, et al, 2017). Skládá se z několika částí, kdy každá plní svou roli

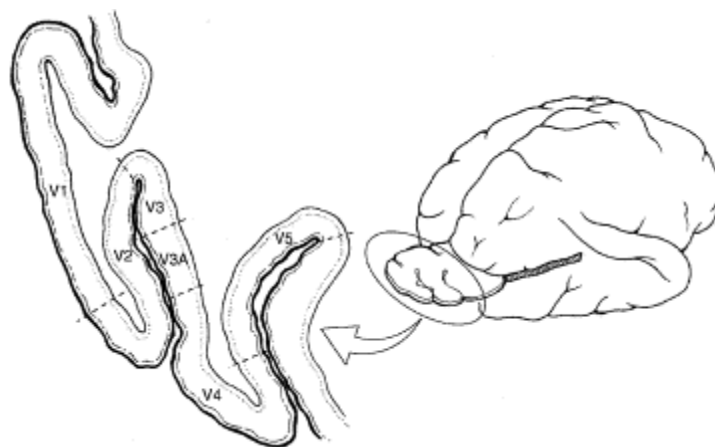
ve společném fungování. Dělí se na čtyři části: koncový mozek, mezimozek, mozkový kmen a mozeček.

Koncový mozek (Telencephalon)

Nachází se na vrchní části mozku a překrývá ostatní oddíly. Rozděluje se na levou a pravou hemisféru, přičemž levá hemisféra ovládá pohyb pravé strany těla a naopak. To zapříčiňuje to, že dominantní hemisféra je ta opačná než naše lateralita. Jedná se o centrum paměti, myšlení, vědomí a vyšší nervové činnosti. Obsahuje mozkovou kůru (Neokortex), která je gyrifikována, což zvětšuje její povrch, a také je tvořena šedou hmotou. Celkově obsahuje čtyři laloky: čelní (frontální), temenní (parientální), spánkový (temporální) a týlní (okcipitální).

Čelní lalok se nachází v přední části a funguje jako centrum volního pohybu a rozhodování. Temenní lalok se nachází ve střední části a funguje jako centrum chuti, mluvení a vnímání taktilního podnětu. Spánkový lalok se nachází v postranní části a funguje jako centrum emocí, nových vzpomínek a sluchu. Týlní lalok se nachází v zadní části a funguje jako centrum zraku (Jacobson, & Marcus, 2008).

Zraková část mozkové kůry vyplňuje až padesát procent z celkového jejího objemu. Více než třicet sekcí zrakové kůry bylo objeveno u primátů, i když jejich funkce nejsou zcela objasněné, existuje domněnka, že mohou být důležité i u lidí. Tyto sekce byly nakonec rozděleny do šesti oblastí (V1-V6) (Obrázek 3). Oblast V1 odpovídá primární vizuální mozkové kůře, zbytek oblastí, V2-V6, se nachází před primární. Poškození, či léze těchto oblastí, může vést k řadě zrakových poruch (Girkin, & Miller, 2001).



Obrázek 3: Horizontální průřez temenního laloku primáta Makak
(Zdroj: Girkin, & Miller, 2001)

Mezimozek (Diencephalon)

Nachází se mezi prodlouženou míchou a koncovým mozkiem, díky tomuto umístění hraje zásadní roli v poskytování informací z míchy a prodloužené míchy do koncového mozku (Jacobson, & Marcus, 2008). Rozděluje se na čtyři části: thalamus, epithalamus, subthalamus a hypothalamus. Každá část plní svou specifickou funkci, obecně by se ale dalo říci, že mezimozek ovlivňuje integraci sensorických informací a regulaci fyziologických funkcí.

Hlavním orgánem je thalamus, což je párový útvar, který se skládá z několika jader různých funkcí. Jádra můžeme rozdělit na specifická sensorická, specifická nesensorická, asociační a nespecifická. Hlavním úkolem thalamu je převod aferentních vzruchů z periferií do korových oblastí. Při poškození thalamu může docházet k narušení sensorických vjemů, což se poté projevuje například snížením prahu bolesti. (Naňka, & Elišková, 2019)

Hypothalamus je rozdělen na mediální a laterální část, jelikož jeho jádra a arei (oblasti, do kterých jsou rozmístěny buňky hypothalamu) jsou seřazeny do dvou paralelních pruhů. Je důležitým centrem pro homeostázu a řízení vnitřních fyziologických procesů, přesněji reguluje tělesnou teplotu, spánek, emoce a příjem potravy a tekutin, ovlivňuje autonomní nervový systém a neurosekreční činnost. Neurosekreční činnost je spojena s hypofýzou, což je drobná žláza, která je tvořena epitelovými buňkami a produkuje řadu hormonů: luteinizační hormon, folikuly stimulující hormon, thyreotropní hormon, somatotropní hormon, adrenokortikotropní hormon, melanocyty stimulující hormon a prolaktin. Samotný hypothalamus tvoří oxytocin a vasopresin. Sekrece těchto hormonů je řízena pomocí hypothalamo-hypofyzárním systémem. (Naňka, & Elišková, 2019; Jacobson, & Marcus, 2008)

Mozkový kmen (Truncus encephali)

Nachází se mezi mezimozkem a míchou a jedná se tedy o pokračování míchy na jejím horním konci. Od míchy se rozděluje stavbou šedé a bílé hmoty, zatímco v míše je bílá a šedá hmota jasně rozdělena, v mozkovém kmeni se jedná spíše o směs těchto dvou hmot. Ve svých částech skrývá centra vitálních funkcí, tyto části jsou prodloužená mícha (medulla oblongata), Varolův most (pons Varoli) a střední mozek (mesencephalon).

První strukturou navazující na míchu je prodloužená mícha. Její složení můžeme rozdělit na jádra, každá z nich mají jinou funkci. Jádra s motoneurony inervují svalovinu a jádra se senzitivní složkou neuronů přenášejí informace o teplotě a bolesti. Pro nás důležité jsou i dvě

řady somatomotorických jader, kde leží jádra hlavových nervů (n. III., IV., VI. a XII.), která inervují okohybné svaly. Kaudálně na prodlouženou míchu navazuje Varolův most, který je prostředníkem mezi převodem vzruchů z mozkové kůry do mozečku. Poslední strukturou mozkového kmene je kraniálně postaven střední mozek. Hlavní strukturou jsou zde jádra tvořící síťové spoje, které se nazývají retikulární formace. Tyto formace obsahují životně důležité reflexy jako jsou polykací, sací, slinivý, mrkací, slzivý, kašlací, dávivý. Také se zde nachází dýchací centrum a vasomotorické centrum, které reguluje krevní tlak (Naňka, & Elišková, 2019; Jacobson, & Marcus, 2008).

Mozeček (Cerebellum)

Nachází se nad dorzální stranou mozkového kmene. Hlavními funkcemi je regulace svalového tonu, koordinace pohybů a udržování rovnováhy. Jeho strukturu můžeme rozdělit na tři laloky nazývané archicerebellum, paleocerebellum a neocerebellum. V archicerebellu převažují aferentní signály z vestibulárního systému, proto částečně zodpovídá za rovnováhu, postoj a pohyb očí. Paleocerebellum přijímá především aferentní signály z míchy, jeho hlavním úkolem je spravovat tonus v dolních končetinách a řídit koordinaci dolních končetin, také hraje svou roli v řeči, přičemž jeho poškození může ovlivnit rytmus a plynulost mluveného slova. Posledním lalokem je neocerebellum, signály zde přicházejí z mozkové kůry přes Varolův most. Jeho hlavním úkolem je koordinace pohybů horních a dolních končetin, což je spojeno s fázickým pohybem svalstva (Naňka, & Elišková, 2019; Jacobson, & Marcus, 2008).

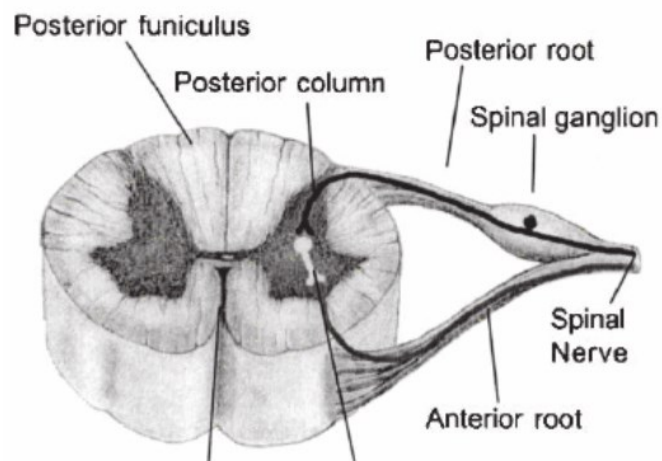
Mozeček má zásadní roli v reflexním oblouku (viz. kapitola 2.3.3). Míšní aferentní signály přinášejí informace o propriocepci našeho těla, tedy nám říká, jak je naše tělo nastaveno v prostoru. Také ale přijímá signál z kůry, který nám říká, jak bychom měli být nastaveni. Tento rozdíl, pokud se nějaký objevuje, je poslán přes thalamus do mozkové kůry, kde je snaha o jeho korekci. Toto se ovšem netýká pouze končetin a trupu, z vestibulárního aparátu rovněž přijímáme signály o postavení hlavy. Důležité je to zejména proto, abychom skrze okohybné svaly dokázali co nejrychleji zareagovat na pohyb hlavy a udrželi oči například zafixované na daný předmět (Naňka, & Elišková, 2019). Tento jev je nazýván vestibulo-oculární reflex a znamená, že pokaždé, když hýbneme s hlavou, oči udělají protipohyb, abychom udrželi pozornost na daném bodě (Cobb, 2021).

2.3.1.2 Mícha (Medulla spinalis)

Jedná se o trubicovitý útvar zhruba 50 centimetrů dlouhý a obsahem pokrývá okolo 150 cm³ (Woolsey a spol., 2017). Nachází se v páteřním kanálu, kde začíná v krční páteři a končí mezi bederními obratli L₁-L₂, poté se už objevují pouze svazky míšních kořenů. U dětí mícha prochází skrze celou páteř a až postupným vývojem se „zkracuje“.

U míchy snadno rozeznáme šedou a bílou hmotu. Šedá hmota je umístěna uvnitř, má tvar motýla a je tvořena těly neuronů. Díky jejímu tvaru můžeme rozeznat přední a zadní rohy, kde se nacházejí přední a zadní kořeny míšního nervu. Bílá hmota obklopuje šedou a je tvořena ze svazků nervových vláken (Obrázek 4).

Hlavním úkolem míchy je přenos informací z periferií do mozku za pomoci míšních nervů. Míšních nervů je 31 párů, které vznikají spojením předních a zadních nervových kořenů. Jednotlivé segmenty se rozdělují stejně jako segmenty páteře, záleží, v které části těla se segment nachází. Pokud je nějaký segment poškozen, může nastat ochrnutí těla pod tímto segmentem. Senzitivní informace, jako je hmat, tlak a tah, propriocepce či chlad a teplo, zpracovává pomocí aferentních drah, které je vedou do vyšších center, kde jsou zpracovány a vyhodnoceny. Zpátky je odpověď poslána pomocí eferentních drah, které jsou vedeny skrze bílou hmotu (Naňka, & Elišková, 2019; Jacobson, & Marcus, 2008; Woolsey, et al, 2017).



Obrázek 4: Stavba míchy s míšním nervem
(Zdroj: Jacobson, & Marcus, 2008)

2.3.2 Periferní nervová soustava (PNS)

Jedná se o systém nervů procházející celým tělem, který obsahuje senzitivní a motorická vlákna. Tento systém je tvořen především myelinizovanými axony neuronů přenášející vzruchy do CNS. PNS rozdělujeme na dvě části: autonomní nervový systém a somatický nervový systém. Autonomní systém může pracovat i bez zapojení CNS, somatický ovšem s míchou a mozkiem spolupracuje.

Autonomní nervový systém (ANS)

Jak už bylo zmíněno na úvodu kapitoly (2.3), ANS není možné ovládat vůlí, inervuje hladkou svalovinu, která se nachází v orgánech, srdci a cévách. Její funkce se rozdělují dle jejího účinku na parasympatickou část a sympatickou část. Parasimpatikus se snaží organismus uklidňovat, což znamená snižovat srdeční frekvenci nebo zvyšovat aktivitu trávicího traktu. Sympatikus provádí opačné děje, snaží se organismus nabudit, tudíž zvýšit srdeční frekvenci, snížit aktivitu trávicího traktu nebo i zvýšit krevní tlak. Obě části spolu musejí spolupracovat, aby se docílila vyrovnaná homeostáza a aby ani jeden ze systémů nepřevyšoval ten druhý, pokud to tedy není vyžadováno (například příprava na závod/zápas).

Somatický nervový systém

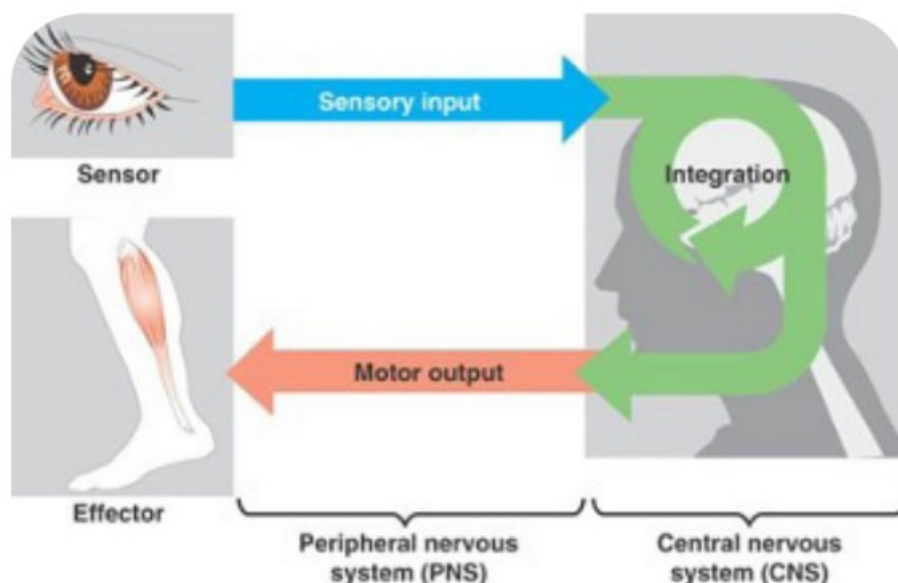
Skládá se ze senzitivních a motorických vláken neuronů. Senzitivní působí aferentně a poskytují informace CNS z periferií těla, a to nejen z povrchu těla ale i z vnitřního prostředí. Motorická vlákna působí eferentně, vycházejí z míchy a mozkového kmene do periferií, kde jsou připojena na svalové ploténky, kterým přenášejí informace o vykonání určitého pohybu.

2.3.3 Reflexní oblouk (closed-loop system)

Příjem a vyhodnocení situace jsou ve sportu i v běžném životě naprosto klíčové. Receptory PNS slouží jako přijímače senzoricích vjemů z vnějšího prostředí, ať už je to bolest, zima, teplo, ale i pach, chuť nebo světlo. Tyto signály jsou následně transportovány do mozku, kde jsou zpracovány, vyhodnoceny a následně je zpět poslána adekvátní reakce (obrázek 5).

Schmidt a Lee (2014) ho rozvádějí do komplikovanější struktury, která se snaží opravit všechny chyby, které by nepřinesly požadovaný výsledek. Po přijetí vjemu se řídicí systém (CNS) rozhodne, jaký výstup má tělo vykonat, všechny skutečnosti, které by nevedly

k požadovanému cíli, označí jako chyby, a právě tyto chyby se poté efektorový systém snaží napravit. Pro lepší pochopení je dobré si to vysvětlit například na zpracování přihrávky ve fotbale. Oči přijmou zrakový vjem neboli vstupní údaj o blížícím se míči, tato informace je zpracována a vyhodnocena v mozku, cíl bude nastaven na zpracování míče. Odtud je přes míchu a PNS poslána informace efektorovým systémem pro správné nastavení nohy, každé jiné nastavení nohy je považováno za chybu a proces se opakuje. Jelikož, když zůstaneme u příkladu, dráha letícího míče se může rychle změnit, i celý tento proces musí probíhat velmi rychle. Jsme schopni zareagovat až třikrát za vteřinu, a tím i změnit to, co chceme udělat (Schmidt, & Lee, 2014).



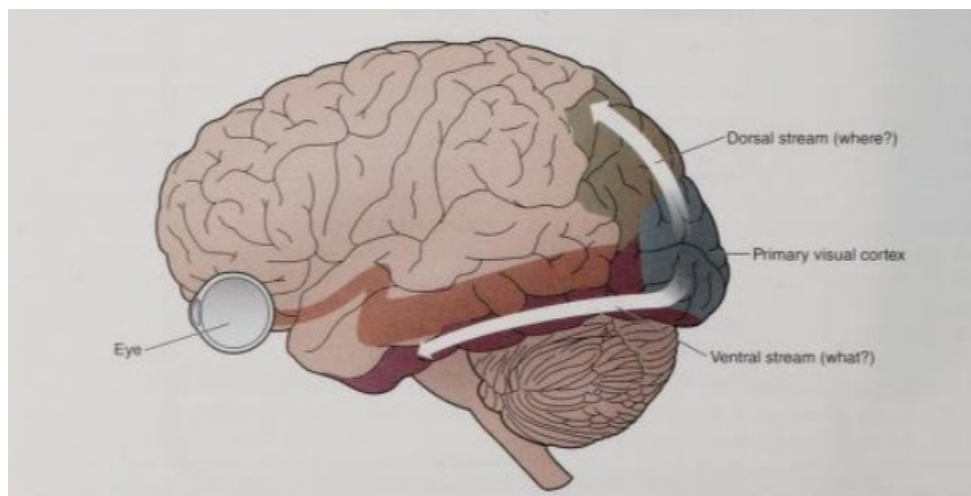
Obrázek 5: Reflexní oblouk
(zdroj: Cobb, 2021)

2.3.4 Oční nervové dráhy

Signály přijaté okem jsou poslány optickým nervem do mozku, přesněji do týlního laloku koncového mozku. Optický nerv se uchycuje na sítnici, kde se tvoří přijatý obraz, tento obraz je však ve skutečnosti převrácený, což zapříčiňuje čočka, skrze kterou světlo prochází. Sítnice následně převede obraz na elektrické vzruchy, které jsou zpracovány optickým nervem. Nervová vlákna optického nervu následně vedou do chiasma opticum, což je místo křížení levého a pravého oka. Mediální část vláken se zde odděluje od druhé poloviny a zrakovou dráhou poté míří do kontralaterální hemisféry mozku. Laterální vlákna ovšem putují do ipsilaterální hemisféry mozku. Mezi zrakovou dráhou a týlním lalokem je ještě jedna struktura, skrze kterou musí vzruch projít, a to corpus geniculatum laterale, který se nachází v thalamu.

Odtud se již vzruch dostane do zrakového centra v týlním laloku. (Naňka, & Elišková, 2019; Jacobson, & Marcus, 2008)

V týlním laloku se rozděluje zpracování vjemu do dvou proudů: dorsální a ventrální (Obrázek 6). Oba proudy díky spolupráci zpracují obraz tak, abychom rozeznali velikost, tvar a pohyb daného předmětu. Dorsální proud se z primárního zrakového centra v týlním laloku přesouvá do zadní části temenní kůry. Jeho hlavním úkolem je rozlišit pohyb daného předmětu, to znamená zjistit, kam a jakou rychlostí se pohybuje. Zachycuje podněty v celém zorném poli oka, což znamená jak v centrálním vidění, tak i v periferních částech. Celý proces je řízen nevědomě, nemusíme se soustředit na určitou věc, ale i tak víme, že se okolo nás něco nachází. Ventrální proud se naopak přesouvá do dolní části spánkového laloku. Jeho hlavním úkolem je rozeznat předmět, jak je velký, jaký má tvar a všechny podobné informace o něm. Oproti dorsálnímu proudu funguje pouze v centrálním vidění a musíme se soustředit, abychom rozpoznali, na co se díváme, tudíž vědomě na objekt musíme zacílit. Pro zjednodušení se dá říci, že dorsální proud odpovídá na otázku „Kde se nacházím oproti danému předmětu?“ a ventrální proud odpovídá na otázku „Co to je za předmět, na který se dívám?“ (Schmidt, & Lee, 2014).



Obrázek 6: Cesty ventrálního a dorsálního proudu
(Zdroj: Schmidt, & Lee, 2014)

2.4 Neurovizuální trénink

V oblasti profesionálního sportu, kde každý malý detail hraje roli a sportovci se v tomto kompetitivním prostředí snaží najít všechny možné prostředky pro zlepšení jejich výkonu, je možné využít metodu zvanou neurovizuální trénink, v anglické literatuře především pod názvem „Sport vision“.

Neurovizuální trénink se zabývá příjmem a následným zpracováním informací přijatých zrakem. Jinak tedy můžeme říci, že se zaměřuje na dvě složky, a to na složku neurobiomechanickou a složku nervového zpracování. Neurobiomechanická stránka zahrnuje příjem informací, tedy správné fungování okohybných svalů, svalů smršťujících a roztahujících zorničku a celkově pohyby očí. Nervové zpracování se zaměřuje na to, jak mozek integruje a následně interpretuje zrakové vjemy (Cobb, 2021). Až moc často se klade důraz pouze na kvalitu vykonané činnosti, ovšem ta se odvíjí od úrovně přijetí dané informace a jejího zpracování. Pokud chybně vidíme předmět před námi, následný pohyb, který chceme vykonat, vykonáme špatně. Důležité je ovšem podotknout, že chybovost očí nezávisí pouze na vadách spojených s dioptriemi, neurovizuálním tréninkem není možné napravit ostrost zraku. Co ale můžeme zlepšit, je funkční vidění neboli chování očí ve statickém a také, to především, v dynamickém prostředí, a s tím spojené jejich pohyby (viz. kapitola 2.4.1), které mohou vést k rychlejším reakcím, správným rozhodnutím nebo ke snadnějšímu udržení pozornosti a soustředěnosti.

Propojení zraku s ostatními systémy je vidět na studii, kterou zmiňuje Schmidt a Lee (2014). Jednalo se o postavení člověka před pohyblivou zeď, pokud se zeď přibližovala, člověk měl tendenci se předklánět, pokud se oddalovala, člověk se spíše zakláněl. Tento výsledek se dá jednoduše vysvětlit tak, že pokud se k nějakému předmětu přibližujeme, máme čelní postavení a jsme v pohybu, při tomto pohybu je hlava mírně předkloněná. Proto, pokud se pohybuje pouze samotný předmět, náš zrak vyhodnotí, že bychom se měli také hýbat, a tak na to tělo začne připravovat.

V posledních letech zažívá tato metoda veliký vzestup, a to jak z pohledu vědeckého, tak i z pohledu praktického. První zmínky o neurovizuálním tréninku se datují již roku 1911, ovšem po delší dobu se toto téma zkoumalo jen zřídka. Z hlediska vydaných publikací je přelomové období od roku 2011 do roku 2020, kdy vzniklo zhruba 65 % celkového počtu studií (mezi lety 1911-2020). První vizuální testy, prováděné na velkém vzorku atletů, proběhly na Olympijských hrách roku 2004 v Athénách (Nascimento, et al, 2020). V dnešní době už existují

specializovaná zařízení pro změření funkčního zraku a objevení případných vad. V České republice se na tuto problematiku zaměřuje například středisko Dynaoptic.

2.4.1 Pohyby očí

Pohyby očí zajišťuje šest okohybných svalů (kapitola 2.2.2) inervovaných hlavovými nervy. Jejich koordinace a plynulost jsou klíčové pro správné fungování očí a vlastně i celého těla. Rozděluje se celkově šest pohybů (funkcí): fixace, sakadické pohyby, plynulé pohyby, vergence, vestibulo-okulární reflex a optokinetický reflex.

Pro správné fungování očních pohybů je v neurovizuálním tréninku zapotřebí trénovat všechny pohyby, jelikož v dynamickém sportovním prostředí se prolínají a mají na sebe vzájemně vliv. Jak uvádí Elliott a Khan (2010), rychlost vergence se zvyšuje, pokud je doprovázena sakadickými pohyby, naopak sakadické pohyby se při této spolupráci zpomalují.

Fixace

Jedná se o schopnost očí udržet stabilně obraz na sítnici ve fovea centralis, a to v celém zorném poli. Fixace zajišťuje detailní vyobrazení předmětu, který sledujeme. Můžeme říci, že je to hlavní funkce očí, jelikož právě díky ní dokážeme rozpoznávat předměty, číst nebo psát. Všechny ostatní pohyby či funkce mají za úkol dostat oči do takové polohy, aby mohly zafixovat na cílený předmět.

Ve sportu je zapotřebí stabilní, kvalitní a rychlé fixace. Jelikož právě díky fixaci přijímáme informace, je vyžadováno, aby tento proces proběhl co nejrychleji a nejkvalitněji, kvůli následnému zpracování v mozkových centrech a vykonání pohybu. Profesionální sportovci zvládají rychleji zareagovat a vykonat následný pohyb, díky kratšímu času strávenému ve zpracování informací (Erickson, 2007).

O její důležitosti svědčí i fakt, že se jedná o inhibiční děj. Při fixaci se zmenšuje svalový tonus svalů, aby se mozková centra mohla soustředit na daný předmět (Cobb, 2021). Samotné testování fixace také může pomoci odhalit například Parkinsonovu chorobu (Tsitsi, et al, 2021) nebo odůvodnit problémy se čtením (Payne, et al, 2020).

Sakadické pohyby

Jedná se o krátké a relativně rychlé pohyby umožňující očím „přeskakovat“ mezi předměty, které jsou od sebe vzdálené. Vyznačují se svou rychlostí a rytmizací, což umožňuje mít přehled o našem okolí. Jejich rychlost se uvádí až 500°/s (Elliott, & Khan, 2010). Sakadické pohyby se pojí s fixací, jelikož po každém přesunu je zapotřebí akomodace čočky a následná fixace k rozpoznání předmětu, na který se díváme.

Ve sportu, především sportovních hrách, jsou kvalitní sakadické pohyby nutností, aby hráči dokázali za co nejkratší dobu zanalyzovat hřiště, a znali tak postavení spoluhráčů i protihráčů. Už jen při porovnání mezi atlety a běžnou populací se ukázalo, že atleti mají sakadické pohyby kvalitnější (Erickson, 2007). Abychom ale dokázali co nejefektivněji sledovat hrací plochu, je důležitá spolupráce s plynulými pohyby, protože sledování pohyblivých předmětů bez této koordinace není možná. (Elliott, & Khan, 2010).

Plynulé pohyby

Jedná se o schopnost sledování pohybujícího se předmětu. Znovu je tento pohyb spojen s fixací, jelikož se nejprve na předmět musíme zaměřit a poté díky plynulým pohybům zvládneme udržet předmět v našem centrálním vidění. Tyto pohyby jsou často doprovázeny i pohyby hlavy, abychom předmět neztratili z našeho zorného pole.

Oproti sakadickým pohybům jsou plynulé pohyby relativně pomalé s rychlostí 80°/s. Avšak hlavním úkolem není co největší rychlost, ale kopírování rychlosti pozorovaného předmětu, aby obraz zůstal na sítnici. Pokud by se předmět pohyboval moc rychle a my bychom ho nezvládli sledovat, hovoříme poté o ději zvaném „retinal slip“ neboli situaci, kdy předmět „sklouzává“ ze sítnice a stává se pro nás nepozorovatelným. Tolerance v odchylce „retinal slip“ jsou 2°-3°/s, pokud jsme v tomto rozmezí, zvládneme sledovat předmět bez problému (Elliott, & Khan, 2010).

Vergence

Vergence nám zajišťuje schopnost hloubkového vidění, díky kterému zvládneme rozeznat vzdálenost předmětu. Oproti předešlým pohybům, kdy se oči pohybovaly ve stejném směru, zde se oči pohybují opačně. Pokud se díváme na předmět, který se k nám přibližuje, oči

se otáčejí k sobě tedy dovnitř. Vtáčení očí dovnitř se nazývá konvergence. V opačném případě, kdy se předmět od nás oddaluje, oči se otáčejí od sebe, tedy ven. Vytáčení očí ven se nazývá divergence (Elliott, Khan, 2010; Cobb, 2021).

Vestibulo-okulární reflex

Tento reflex zajišťuje udržení fixace očí na předmětu i přes pohyb hlavy. Naše tělo a hlava jsou neustále v pohybu, tento reflex zajišťuje protipohyby očí oproti hlavě, abychom zvládli hýbat hlavou a zároveň udrželi pozornost na daném předmětu. Jedná se o nejrychlejší reflex v našem těle, proto můžeme hýbat hlavou seberycheji, ale fixace očí zůstane neměnná (Elliott, & Khan, 2010; Cobb 2021).

Optokinetický reflex

Zajišťuje nám fixaci očí i pokud nám předešlý předmět zmizí ze zorného pole. Když sledujeme nějaký předmět, vůči kterému se pohybujeme, a dostane se za hranici našeho zorného pole, optokinetický reflex zvládne náš zrak zafixovat na nejbližší předmět, který se nachází na daném místě. Jedná se o děj neovladatelný vůlí, tudíž probíhá automaticky (Cobb, 2021).

2.4.2 Funkční oční poruchy

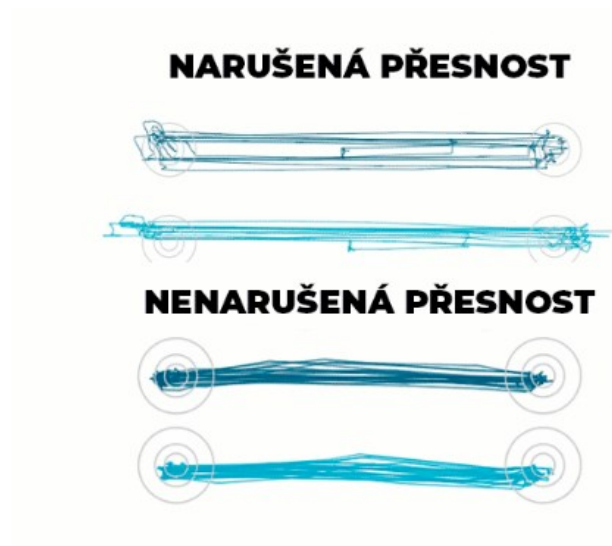
Základními poruchami jsou okulomotorické poruchy, které zahrnují špatnou koordinaci očí nebo narušené binokulární vidění, které je zodpovědné za prostorové vidění. Dále se může jednat o poruchy nervového zpracování, kdy je obraz přijat správně, avšak jeho zpracování a následné vyhodnocení ve vizuální kůře je chybné.

Ve sportu je jednou z hlavních složek bezchybné binokulární vidění. To máme díky mírně odlišnému postavení očí, proto každé oko vidí předmět z trochu jiného úhlu, a právě díky tomuto rozdílu zvládneme rozeznat hloubku, vzdálenost, trojrozměrnost prostředí i lépe se orientovat v prostoru. Nejčastější poruchou binokulárního vidění je strabismus, který, v určité podobě, má 70 %-80 % populace. Vyznačuje nesouhrou pohybu očí v horizontální rovině. Existují dva typy konvergentní a divergentní strabismus. Konvergentní strabismus (ezotropie) znamená, že postižené oko šilhá dovnitř. Divergentní strabismus (exotropie) je opak, tedy že postižené oko šilhá ven. Nejčastější příčinou bývá špatná schopnostvergence očí, ať už

konvergence či divergence, je ovšem dokázáno, že správně nastaveným tréninkem na vergenci či akomodaci můžeme tento problém zlepšit (Zwierko, et al, 2015; Rawstron, et al, 2005).

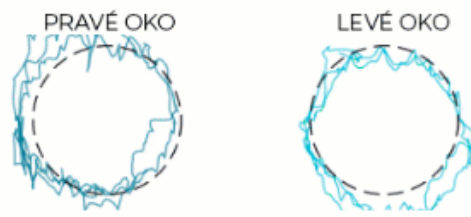
Kromě binokulárních poruch můžeme narazit také na akomodační problémy. Ty nastávají především v případě, pokud je potřeba rychle přestřovat zrak z blízkého na daleký předmět či obráceně. Rychle zvládnuté přestřeny dokáže ve sportu znamenat rychlejší a přesnější reakci na danou situaci, a tudíž pomoci zlepšit sportovní výkon. Potíže mohou nastat i při úkonech, které vyžadují dlouhé zaostření na blízký předmět, tyto nepříjemnosti se projevují jako rozmazané vidění, bolest hlavy či očí nebo problémy se soustředěním (García-muñoz, et al, 2016).

Zhoršené mohou být i samotné oční pohyby, které se dají odhalit například testem RightEye dynamické vidění od společnosti DynaOptic. Test může odhalit například nepřesné sakadické pohyby, kdy při přeskokování zraku na předměty se zrak zaměří o kousek vedle a následně musí malými pohyby upravit cílené zafixování (Obrázek 7). Kvůli tomuto problému se zpomalují sakadické pohyby a nastává také prodleva ve zpracování vizuálního vjemu. Dále se také dají odhalit odchylky v plynulých pohybech, přičemž jedinec není schopen plynule sledovat pohybující se předmět či opisovat plynule kruh zrakem (Obrázek 8). To může mít za následek špatnou koordinaci okohybných svalů způsobující následnou větší únavu.

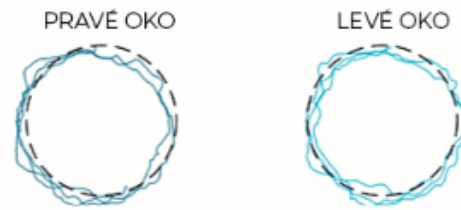


Obrázek 7: Porovnání narušených a nenarušených sakadických pohybů
(Zdroj: www.dynaoptic.cz)

NARUŠENÉ SLEDOVÁNÍ



NENARUŠENÉ SLEDOVÁNÍ



Obrázek 8: Porovnání narušených a nenarušených plynulých pohybů
(Zdroj: www.dynaoptic.cz)

3 Metodika práce

3.1 Cíle

Cílem této bakalářské práce je zjistit, zda má neurovizuální trénink vliv na specifické fotbalové dovednosti dospělých hráčů.

3.2 Výzkumné otázky

VO₁: Povede šestitýdenní intervenční program neurovizuálního tréninku ke zlepšení ve stanovených fotbalových dovednostech?

VO₂: Budou se lišit výsledky mezi kontrolní a experimentální skupinou?

3.3 Metody práce

Výzkum je prováděn kvantitativním rázem, jelikož jako výsledek této práce jsou brány pouze výsledky testů, a ne subjektivní pocit probandů z intervenčního programu. Jako výzkumná metoda je využita metoda experimentální. Práce je zpracována empiricko-analytickou formou. V první části jsou rozebrány především existující poznatky z odborné literatury o nervovém a vizuálním systému, poté jsou témata spojena a je definován neurovizuální trénink. Druhá část se zaměřuje na samotný výzkum společně s jeho výsledky a následnou diskusí o přínosu tohoto tématu sportovnímu prostředí, obzvláště fotbalu.

Výběr probandů probíhal nejprve oznámením o realizaci bakalářské práce u mužské kategorie v týmu RMSK Cidlina Nový Bydžov a následným vysvětlením celkového průběhu výzkumu. Na základě tohoto setkání se dobrovolně přihlásilo devět probandů, kteří byli následně náhodně rozděleni na experimentální a kontrolní skupinu v poměru 5:4. Při výběru byl každý dotázán, zda trpí nějakou oční vadou, která by ho vyřadila z výzkumu. Jednalo se o vzorek s průměrným věkem 21,3 (\pm 0,9). Výzkum započal v únoru 2024 a byl dokončen v dubnu téhož roku. Před zahájením testování byla probandům rozdělena čísla, která zajistila jejich anonymitu, a také je reprezentovala při průběhu celého výzkumu, zápisu výsledků a následném vyhodnocení.

Pre-testy i post-testy byly rozděleny do dvou dnů dle časových možností účastníků, vždy před jejich fotbalovou tréninkovou jednotkou. Skládaly se ze čtyř testů, které si účastníci měli

možnost vždy jednou vyzkoušet před platným pokusem. Do výsledků se počítal právě jeden platný pokus bez možnosti opravy. Pro dodržení reliability výsledků byly testy řízeny hlavním trenérem mužstva, který byl poučen o správném provedení testů a zaznamenání výsledků. Výsledky byly následně předány řešiteli práce. Následný intervenční program řídil řešitel práce, v případě jeho nepřítomnosti se ujal tréninkových jednotek hlavní trenér mužstva, který byl poučen o správném provedení cviků.

Zpracování výsledků proběhlo nejprve porovnáním jednotlivých probandů mezi pre-testy a post-testy a poté následným srovnáním mezi kontrolní a experimentální skupinou. Výsledky byly zaneseny do excelových tabulek, které vypočítaly procentuální zlepšení/zhoršení obou sledovaných skupin.

3.4 Pre-testy a post-testy

Pro odhalení vlivu intervenčního programu byly vymyšleny testy fotbalových dovedností, které jednak obsahují prvky objevující se v zápasovém prostředí, tedy simulující sportovní výkon, a také ke kterým jsou zapotřebí různé pohyby očí. Celkově se testová baterie skládá ze čtyř testů, a to zpracování míče z výšky, trefování malé branky z různých vzdáleností, trefování pohyblivé branky a nožičky. Testy byly vymyšleny řešitelem práce na základě dlouholeté fotbalové zkušenosti, a především na teorii zpracování obrazu dorzálním a ventrálním proudem (Schmidt, & Lee, 2014; Elliott, & Khan, 2010; Kamp, et al, 2008). Testy jsou tedy složeny tak, aby se zapojily vždy oba proudy a spolupracovaly mezi sebou, jak je potřeba u sportovního výkonu. V nejvyšší možné míře proběhla snaha o jejich standardizaci, a to především vytvořením stejných podmínek pro každého probanda, jak je popsáno u jednotlivých testů (kapitoly 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4).

3.4.1 Test č. 1: Zpracování míče z výšky

Zpracování míče je hned s přihrávkou nejčastější činnost hráče v průběhu zápasu (Holienka, 2010). K našemu výzkumu slouží jako ukazatel schopnosti fixace očí společně s konvergencí na přibližující se předmět a zároveň s tím spojenou koordinací oko-noha.

Na test jsou využity čtyři kužele, které se rozmístí pod vyvýšenou plochou, v našem případě tomu posloužila tribuna na fotbalovém stadionu v Novém Bydžově, a pět fotbalových míčů. Kužele jsou následně rozestavěny do čtverce o velikosti 2x2 m. Testující pouští míče

z výšky do středu čtverce, kde stál testovaný. Nejprve byly provedeny dva testové pokusy, po kterých následovalo pět počítajících se pokusů. Platný pokus je takový, pokud testovaný zpracuje míč jedním dotekem uvnitř čtverce či na jeho pomyslné čáře mezi kuželi. Dalším kritériem pro úspěšný pokus je styl zpracování. Povolené zpracování je buď nártní částí nohy nebo vnitřní částí nohy. Zaslápnutí míče podrážkou je bráno jako chybný pokus. Po provedení pěti pokusů byl zapsán výsledek $x/5$ k příslušnému probandovi.

3.4.2 Test č. 2: Nožičky

Tento test nám zastupuje schopnost fixaci spojenou s vergencí na pohybující se předmět a zároveň ukazuje schopnosti koordinace oko-noha.

K testu jsou zapotřebí pouze míče. Úkolem testovaných je zvládnout co nejvíce nožiček, tedy udržet míč ve vzduchu za pomoci celé dolní končetiny, aniž by se míč dotknul země. Pokud se míč dotkne země či jiné části těla než dolní končetiny, test končí. Před platným pokusem měli všichni testovaní možnost si vyzkoušet nožičky po dobu jedné minuty. Poté, co byli připraveni, začal platný pokus. Horní hranice byla nastavena na 200 nožiček, což trvá provést zhruba dvě minuty (doba je pouze orientační, může se lišit od stylu provedení), a to z toho důvodu, aby nenastala nadměrná únava očí, a také proto, že žádný cvik z intervenčního programu netrval déle než dvě minuty. Po ukončení testu byl zapsán výsledek $x/200$ k příslušnému probandovi.

3.4.3 Test č. 3: Třetování malé branky z různých vzdáleností

Jak už bylo řečeno, přihrávka je jednou z nejvíce objevujících se činností ve hře. Třetování branky z různých vzdáleností nám zastupuje schopnost akomodace na různě vzdálené předměty a následné fixace. Tento proces musí proběhnout relativně rychle, jelikož do poslední chvíle před kopem chceme sledovat branku, ovšem poté se musíme zaměřit na míč.

Na test je potřeba malá branka o rozměru 120x80 cm, čtyři kužele a alespoň jeden míč, ideálně však čtyři. Branka je umístěna na pomezí čáru a následně jsou kužele rozmístěny po deseti metrech od branky. Ve výsledku předměty tvoří místa deset, dvacet, třicet a čtyřicet metrů od branky, ze kterých budou prováděny jednotlivé pokusy. Každý z testujících si nejprve zkusil jednu přihrávku z každého kužele, a poté provedl právě jeden platný pokus z každé vzdálenosti.

Kužele byly posunuty tak, aby nepřekážely při provádění pokusů, ale zůstaly v odpovídající vzdálenosti. Po provedení čtyř pokusů byl zapsán výsledek $x/4$ k příslušnému probandovi.

3.4.4 Test č. 4: Trefování pohyblivé branky

V tomto testu využíváme spojení plynulých očních pohybů s fixací na branku, a zároveň relativně rychlou akomodací na míč.

Na test je znovu potřeba malá branka o rozměru 120x80 cm, alespoň tři fotbalové míče, jeden kužel a stopky. Míče jsou rozestavěny vedle sebe na postranní čáře zhruba v polovině velkého vápna, branka začíná dvacet metrů od míčů na brankové čáře směrem k postranní čáře. Kužel je umístěn v polovině velkého vápna, ovšem na druhé straně branky, aby nepřekážel míčům v dráze. Testující si nejprve vyzkouší plynulé tažení branky volnou chůzí, což znamená takovou rychlostí, aby prošel délkou velkého vápna za deset vteřin (vycházím ze vztahu, že průměrná chůze je zhruba 1,6 m/s a délka vápna 16,5 m). Kužel v polovině dráhy slouží k pohlídání si rychlosti, na hranici kužele by měl být testující v páté vteřině testu. Zároveň testující sleduje druhou stranu branky, aby nebyl ovlivněn dráhou letu míče. Test je prováděn jak z pravé strany do levé, tak obráceně z pohledu testujícího. Proto si nejprve testující vyzkoušel jeden pokus z každé strany a poté provedl tři platné pokusy z každé strany. Na každé tři pokusy měl deset vteřin, tedy dobu pohybu branky. Po provedení šesti pokusů byl zapsán výsledek $x/6$ k příslušnému probandovi.

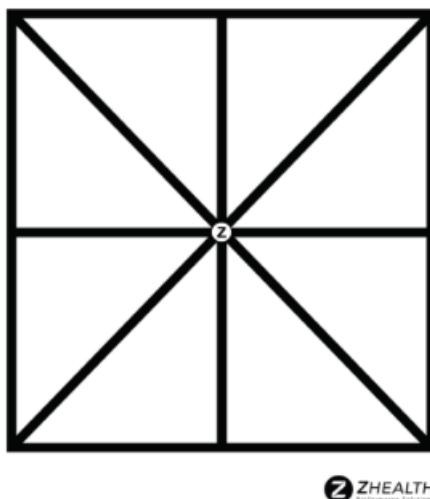
3.5 Intervenční program

Program byl složen na základě nastudované literatury, primárně z publikací Zwierko, et al (2015); Clark, et al (2015); Cobb (2021) a také díky konzultaci s vedoucí práce Mgr. Markétou Křivánkovou, která má za sebou několik kurzů neurovizuálního tréninku. Program musel být uzpůsoben terénnímu prostředí, tedy bez použití laboratorních pomůcek. Využité pomůcky byly mnou vyrobeny.

3.5.1 Sledování prstu

Tento cvik sloužil k zahřátí okohybných svalů plynulými pohyby očí ve všech směrech. Probíhal ve dvojicích, přičemž jeden cvičil a druhý byl cvičitel. Cvičící nejprve předpažil a na tuto vzdálenost se postavil cvičitel. Poté následovala fixace cvičícího na prst cvičitele, který

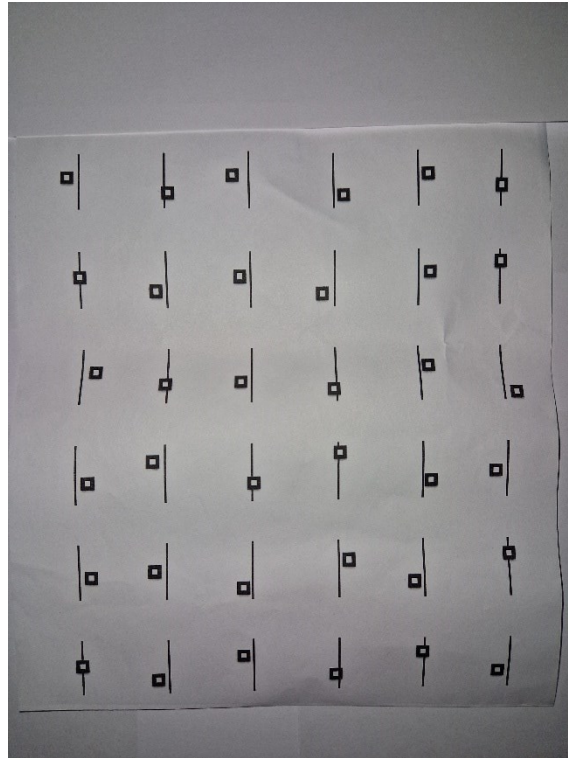
prováděl pohyb do osmi směrů: nahoru, nahoru doleva, doleva, dolů doleva, dolů, dolů doprava, doprava, nahoru doprava (Obrázek 9). Cvičitel se vždy vracel doprostřed a odtud teprve prováděl další pohyb. Cvik byl prováděn dvakrát, nejprve proti směru hodinových ručiček, poté obráceně.



Obrázek 9: Směry plynulých očních pohybů
(Zdroj: Cobb, 2021)

3.5.2 Koordinační tabulka

Koordinační tabulka slouží k zpracování vizuálního signálu v mozku a následné interpretaci do vyžadovaného pohybu. Cvičíme tím koordinaci oko-noha. K provádění tohoto cviku jsou zapotřebí dva kužele a koordinační tabulka. Tabulka je poskládána z několika obrázků po celé ploše papíru (Obrázek 10), tyto obrázky značí, kterou končetinou bude cvičenec provádět úkon, v našem případě tím je nášlap na kužel. Tabulka je pověšena do výšky očí, aby byla zachována neutrální pozice hlavy, zhruba metr od tabulky jsou položeny horizontálně dva kužele také metr od sebe. Cvičení se začíná vlevo nahoře a postupuje se po řádcích dolů. Pokud je na obrázku tečka vlevo od čáry, znamená to, že je prováděn nášlap na levý kužel levou nohou, pokud je na obrázku tečka vpravo od čáry, nášlap je prováděn pravou nohou na pravý kužel. Je i možnost, že tečka bude na čáře, to značí stejný nášlap jako předešlý. Úkolem je provést cvičení co nejrychleji, ale s co nejmenším počtem chyb. Cvičení provádíme dvakrát, podruhé se začíná dole vpravo, aby došlo k jinému pořadí obrázků. Pro dodržení progresivního zatížení se bude cvičení provádět kontralaterálně, tedy když je tečka na levé straně, nášlap bude provádět pravá noha na pravou stranu a obráceně.



Obrázek 10: Koordinační tabulka
(Zdroj: Vlastní)

3.5.3 Sakadické oční pohyby s Vision sticks

„Vision sticks“ je jednoduchá a často používaná pomůcka pro neurovizuální trénink. Jedná se o tyčky, na kterých mohou být čísla či písmena různých barev i s různým pozadím (Obrázek 11).

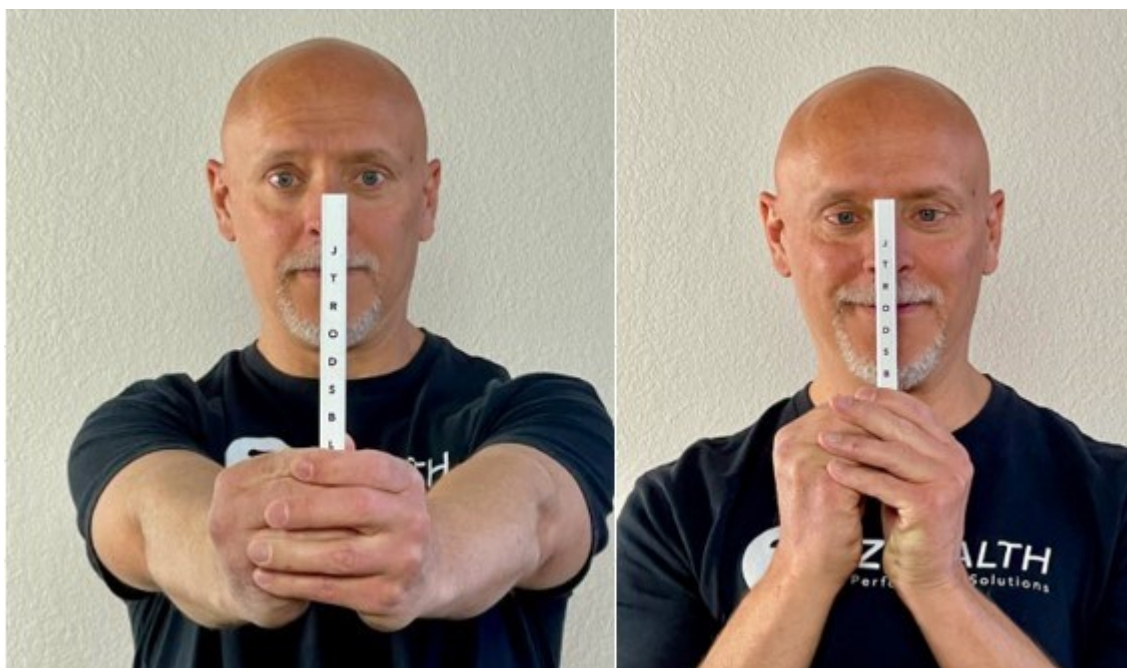


Obrázek 11: Vision Sticks
(Zdroj: Vlastní)

Tento cvik cílí na sakadické pohyby spojené s relativně rychlou fixací. Úkolem cvičence je předpažit zevnitř a v obou rukách držet „Vision stick“. Dále držet hlavu narovnanou a směřující dopředu po celou dobu, pohyb vychází pouze z očí na jednotlivá písmena a čísla. Nejprve proband přečte písmeno či číslo na levé straně, poté na pravé a pak znovu na levé ovšem o jedno pole níž. Takto pokračuje, dokud nedojde na konec, na konci pootočí tyčku na další stranu a následně znovu čte shora dolů. Cvičenec se snaží cvik provádět co nejrychleji po dobu jedné minuty. Od třetího týdne nastává změna v podobě přidání dynamického prostředí. Přesněji chůze na deset metrů a zpět. Doba provedení se nemění.

3.5.4 „Pencil push ups“

Při tomto cviku cílíme na konvergenci a divergenci očí. Potřeba je pouze vlastní prst a stopky. Cvičenec se zaměří na špičku svého palce a v předpažení, na úrovni svých očí, přibližuje a oddaluje palec k a od nosu, zatímco má svůj zrak neustále zafixován na stejné místo. Může nastat, že se palec u špičky nosu bude zobrazovat rozmazaný, to ovšem nevadí. Avšak v případě zdvojení obrazu je zapotřebí nepokračovat v přibližování k nosu a zůstat ve vzdálenosti, kdy je obraz jeden (Obrázek 12). Délka cviku je jedna minuta. Od třetího týdne znovu přidáme dynamické prostředí, tedy jako u předešlého cviku chůze na deset metrů a zpět, zatímco cvičenec vykonává stejný cvik.



Obrázek 12: Pencil push-up
(Zdroj: Cobb, 2021)

3.5.6 Brock's string

Tento cvik cílí na schopnost akomodace na různě vzdálené předměty. Zapotřebí je provázek délky tři metry, pět korálek různých barev a stopky. Na provázek rozmístíme korálky, první musí být alespoň dvacet centimetrů od začátku, zbytek korálek alespoň třicet centimetrů od sebe (Obrázek 13). Poté přivážeme konec provázku do výšky očí a natáhneme jej. Začátek provázku si přiložíme ke špičce nosu a po dobu jedné minuty přeastřujeme od nejbližšího po nejvzdálenější korálek a nazpátek. Pro dodržení progresivního zatížení provádíme od třetího týdne cvik v kleku, abychom zaostřovali i při pohledu vzhůru. Klek střídáme ob tréninkovou jednotku se stáním na lavici, a to pro zaostřování při pohledu dolů. Zde nastává důležitá korekce postavení hlavy, aby pohyb očí vzhůru či dolů nekompenzoval pohyb hlavy. Také je důležité dát pozor, aby provázek nebyl ve větším úhlu než 45°.



Obrázek 13: Brock's string
(Zdroj: Vlastní)

3.5.7 Fixace spojená s reakcí

Cvik provádíme ve dvojicích, přičemž role jsou rozděleny na cvičícího a cvičence. Znovu využijeme pomůcku „Vision sticks“ a stopky. Cvičenec drží tyčku v každé ruce, a zároveň má paže předpažené zevnitř. Hlava se nehýbe, pouze oči, které přeskakují mezi tyčkami. Cvik začíná, když cvičenec řekne barvu pozadí prvního čísla či písmena a právě zmiňované číslo či písmeno na levé tyčce. Poté přečte to samé na pravé tyčce a následně přesune

zrak na druhý symbol na levé tyčce. Takto pokračuje, dokud nedojde na konec tyčky, v tomto okamžiku tyčku přetáčí na další stranu a pokračuje ve stejném pořadí. Cvičící je tu ovšem od toho, aby zadával cvičenci úkoly, jak otáčet tyčku nebo z jakého směru číst symboly. Povely pro pootočení tyčky zní doleva nebo doprava a povely pro změnu směru čtení zní shora nebo zespodu. Doba trvání je jedna minuta, po které se role vymění.

4. Výsledky

V Tabulce 1 vidíme výsledky vstupních testů experimentální skupiny, které se uskutečnily před zahájením intervenčního programu. Můžeme si všimnout, že u testu Nožičky se většina přiblížila k maximálnímu počtu úspěšných opakování a u ostatních testů jsou napříč probandy zaznamenány poměrně různorodé výsledky, ovšem u testu Třetování pohyblivé branky převládaly spíše neúspěšné pokusy.

	zpracování z výšky	nožičky	třetování branky z měnící se vzdálenosti	třetování pohyblivé branky
Proband 1	3/5	169/200	1/4	3/6
Proband 3	1/5	200/200	2/4	0/6
Proband 4	3/5	200/200	4/4	2/6
Proband 6	1/5	193/200	2/4	1/6
Proband 9	3/5	185/200	2/4	1/6

Tabulka 1: Výsledky vstupních testů experimentální skupiny

V Tabulce 2 vidíme výsledky vstupních testů kontrolní skupiny, které se uskutečnily před zahájením intervenčního programu. Oproti experimentální skupině se hodnoty v testu Nožičky pohybují v nízkých počtech úspěšných opakování. Zbytky výsledků testů, stejně jako u experimentální skupiny, jsou napříč probandy různorodé.

	zpracování z výšky	nožičky	trefování branky z měnící se vzdálenosti	trefování pohyblivé branky
Proband 2	3/5	56/200	1/4	1/6
Proband 5	0/5	27/200	1/4	0/6
Proband 7	2/5	153/200	2/4	4/6
Proband 8	2/5	78/200	2/4	3/6

Tabulka 2: Výsledky vstupních testů kontrolní skupiny

Při pohledu na výsledky vstupních testů mezi experimentální a kontrolní skupinou vidíme největší rozdíl v testu Nožičky, kdy se skoro všichni probandi z experimentální skupiny přiblížili k maximálnímu počtu úspěšných opakování, ovšem ve druhé skupině se pouze jednomu probandovi podařilo dosáhnout alespoň poloviny z maximálního počtu úspěšných opakování. Ostatní testy působí značně variabilně mezi jednotlivými probandy i skupinami.

V Tabulce 3 vidíme výsledky výstupních testů experimentální skupiny, které se uskutečnily po intervenčním programu. Zde si již můžeme všimnout značného zhoršení v testu Nožičky v porovnání s Tabulkou 1, ale zároveň i zlepšení v testu Zpracování z výšky a Třfování pohyblivé branky. Výsledky jsou následně podrobněji srovnány v Tabulce 5.

	zpracování z výšky	nožičky	třfování branky z měnící se vzdálenosti	třfování pohyblivé branky
Proband 1	4/5	163/200	2/4	4/6
Proband 3	3/5	200/200	2/4	5/6
Proband 4	5/5	121/200	3/4	2/6
Proband 6	1/5	85/200	1/4	3/6
Proband 9	4/5	88/200	3/4	3/6

Tabulka 3: Výsledky výstupních testů experimentální skupiny

V Tabulce 4 vidíme výsledky výstupních testů kontrolní skupiny, které se uskutečnily po intervenčním programu. Na první pohled není zřejmé, zda došlo k výraznému zlepšení v porovnání výsledků z Tabulky 2, ovšem touto skutečností se přesněji zaobírá následně Tabulka 6.

	zpracování z výšky	nožičky	trefování branky z měnící se vzdálenosti	trefování pohyblivé branky
Proband 2	2/5	71/200	1/4	1/6
Proband 5	2/5	35/200	1/4	2/6
Proband 7	2/5	82/200	1/4	3/6
Proband 8	2/5	65/200	2/4	3/6

Tabulka 4: Výsledky výstupních testů kontrolní skupiny

V Tabulce 5 vidíme porovnání výsledků mezi jednotlivými vstupními a výstupními testy experimentální skupiny. Zde si můžeme všimnout zlepšení většiny probandů ve dvou testech, a to v testu Zpracování z výšky a v testu Třetování pohyblivé branky. V těchto testech nedošlo k žádnému zhoršení, maximálně byl rozdíl mezi testy nulový. Naopak u testu Nožičky došlo k výraznému zhoršení, kdy se nikdo z probandů nezlepšil, maximálně byl jeden rozdíl nulový. U testu Třetování branky z měnicí se vzdálenosti vidíme zlepšení a zhoršení procentuálně stejné, můžeme tedy říci, že výsledek tohoto testu je neutrální.

	zpracování z výšky	nožičky	třetování branky z měnicí se vzdálenosti	třetování pohyblivé branky
Proband 1	20%	-3%	25%	17%
Proband 3	40%	0%	0%	83%
Proband 4	40%	-40%	-25%	0%
Proband 6	0%	-54%	-25%	33%
Proband 9	20%	-49%	25%	33%
<p>Zelená pole označují zlepšení v porovnání pre-testů a post-testů. Červená pole označují zhoršení v porovnání pre-testů a post-testů. Bílá pole označují stejné hodnoty pre-testů a post-testů.</p>				

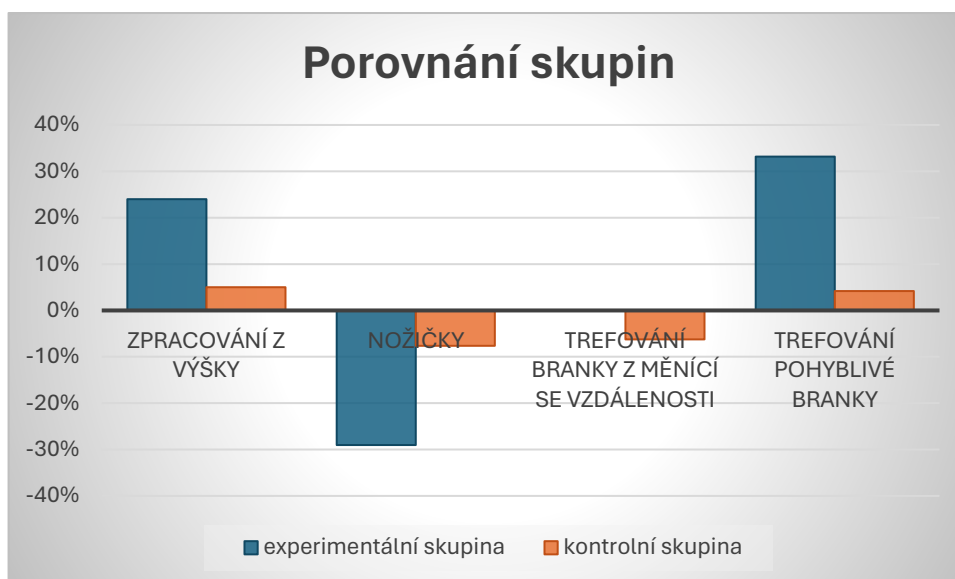
Tabulka 5: Procentuální porovnání vstupních a výstupních testů u experimentální skupiny

V Tabulce 6 vidíme porovnání výsledků mezi jednotlivými vstupními a výstupními testy kontrolní skupiny. Oproti experimentální skupině vidíme spíše neutrální výsledky, nebo zhoršení či zlepšení v menší míře. K největšímu zlepšení dospěl proband 5, který se zlepšil ve třech testech a naopak proband 7 zaznamenal zhoršení rovněž ve třech testech, a tak můžeme říci, že se v této skupině zhoršil nejvíce.

	zpracování z výšky	nožičky	trefování branky z měnicí se vzdálenosti	trefování pohyblivé branky
Proband 2	-20%	8%	0%	0%
Proband 5	40%	4%	0%	33%
Proband 7	0%	-36%	-25%	-17%
Proband 8	0%	-7%	0%	0%
<p>Zelená pole označují zlepšení v porovnání pre-testů a post-testů. Červená pole označují zhoršení v porovnání pre-testů a post-testů. Bílá pole označují stejné hodnoty pre-testů a post-testů.</p>				

Tabulka 6: Procentuální porovnání vstupních a výstupních testů u kontrolní skupiny

Výsledné porovnání skupin vidíme v Grafu 1, ten ukazuje průměrné zlepšení či zhoršení skupin v jednotlivých testech a následně ukazuje porovnání mezi experimentální a kontrolní skupinou. Z výsledků je jasně vidět, že i když obě skupiny zaznamenaly zlepšení v testech Zpracování z výšky a Trefování pohyblivé branky, experimentální skupina měla zlepšení značně vyšší, a to o 19 % u prvně zmiňovaného testu a o 29 % u dalšího zmiňovaného testu. Velký rozdíl můžeme pozorovat také u testu Nožičky, kdy se situace obrátila, a naopak výrazné zhoršení zaznamenala experimentální skupina, a to o 29 % v porovnání mezi pre-testy a post-testy. Kontrolní skupina se v tomto testu zhoršila pouze o 8 %. Poslední test Trefování pohyblivé branky se dá hodnotit neutrálně, jelikož zde experimentální skupina nezaznamenala průměrný rozdíl mezi vstupními a výstupními výsledky a u kontrolní skupiny byl tento rozdíl pouhých 6 %.



Graf 1: Porovnání výsledků experimentální a kontrolní skupiny

Ve shrnutí můžeme tedy říci, že experimentální skupina průměrně zaznamenala dvě výrazná zlepšení (24 % a 33 %) a jedno výrazné zhoršení (29 %), zatímco u kontrolní skupiny byl objeven maximální rozdíl pouhých 8 % v průměrném porovnání mezi vstupními a výstupními testy.

5. Diskuse

Neurovizuální trénink je v posledních letech čím dál tím více využívanou metodou, která pomáhá sportovcům vylepšit jejich sportovní výkony (Presta, et al, 2021; Clark, et al, 2012; Minoonejad, et al, 2019), či se rychleji zotavit po otřesu mozku a navrátit se ke sportu (Clark, et al, 2015). Existuje řada prostředků pro vedení neurovizuálního tréninku, ať už je to v laboratorním nebo terénním prostředí, proto, i když sportovci nemají přístup ke specializovaným pomůckám, vystačí si i s obyčejnými předměty.

V této bakalářské práci jsem se pokusil o navrhnutí intervenčního programu neurovizuálního tréninku, který by měl pozitivní vliv na výkon fotbalistů, přesněji na jejich specifické fotbalové dovednosti. Z výsledků vyplývá, že by jistá korelace v tomto vztahu být mohla. Odpovídají tomu dva pozitivní výsledky testů experimentální skupiny, které byly značně vyšší (o 19 % a 29 %), než skupiny kontrolní. Proto hodnotím tento výzkum jako úspěšný, a to především díky zvoleným cvikům, které byly vybrány z odborné literatury.

I přes velmi pozitivní výsledky v testech zpracování z výšky a trefování pohyblivé branky, výsledek testu nožičky vyšel značně záporně. Domnívám se, že příčinou může být větší únava jedinců, jelikož provádění pre-testů se uskutečnilo v přípravném období, zatímco post-testy byly provedeny v již probíhající sezóně. Někteří z probandů se totiž museli účastnit i dvou zápasů za víkend z důvodu menšího počtu hráčů v klubu. Tuto domněnku potvrzuje i Zwierko et al (2019), která ve svém výzkumu zkoumala sakadické pohyby při zátěži fotbalových hráčů a nesportující populace. Zátěž byla simulována přibývajícím rychlostí na běžícím páse, která vedla až do úplného vyčerpání. Testy na sakadické pohyby byly provedeny před a po zátěži. Ukázalo se, že se rychlost sakadických pohybů výrazně snížila ($d=8,925$ ms), a to proto, že s únavou organismu přichází i únava okohybných svalů, a tedy se může snížit celá okulomotorická efektivita. V našem případě je tedy pak logické, že negativní výsledek vyšel právě u testu, který se jako jediný prováděl kontinuálně po relativně delší dobu. Pro budoucí práce bych tedy doporučil zařadit testování do stejného období v ročním tréninkovém cyklu, aby se tato skutečnost případně eliminovala.

V České republice se zatím nevydávají odborné literatury o neurovizuálním tréninku, proto většina zdrojů použitých v této práci byla zahraničních. Avšak v posledních letech se začínají tvořit akademické práce na toto téma, ať už to jsou diplomové (Pecková, 2023; Hoffmanová, 2020) nebo bakalářské práce (Hrdličková, 2023; Gavendová, 2024). Gavendová (2024) se přesněji zabývala neurotréninkem obecně a nespécifikovala se na

neurovizuální trénink. Tato rešeršní práce nabídla bohatý zásobník cviků, z kterého může čerpat každý trenér či sportovec, pokud chce s neurotréninkem začít a využívat ho ve svých tréninkových jednotkách. Mezi specialisty v tomto odvětví u nás patří DynaOptic, čehož si jsou vědomi i Pecková (2023) a Hoffmanová (2020). Obě využily služby této společnosti pro měření zrakových funkcí k jejich výzkumům. Hrdličková (2023) zase využila testovou baterii sestavenou touto formou.

Oční vady sice nebyly předmětem toho výzkumu, avšak při kontrole správného provádění cviku „Pencil push-ups“, byla vyzorována u probanda 3 oční vada zvaná přerušovaný divergentní strabismus na blízko. Ten se projevuje tak, že pokud se jedinec zaměřuje na předmět blízko jeho očím, jedno z očí, v našem případě levé, se vytočí ven, čehož si jedinec není ani vědom. Pokud se však podíváme na výsledky (Tabulka 5), můžeme si všimnout, že po intervenčním programu proband 3 zaznamenal největší zlepšení, kdy neměl jediné zhoršení a zlepšení v testu č. 4: Trefování pohyblivé branky měl ze všech největší. Bohužel nebyly provedeny žádné testy, které by odhalily, jestli se i tato vada zlepšila. Je možné, že pokud bychom se zaměřili na další oční poruchy, objevili bychom ještě nějaké, ovšem právě přerušovaný divergentní strabismus na blízko byl snadno odhalitelný při provádění tohoto cviku. U žádného jiného probanda z experimentální skupiny nebyla tato vada odhalena. Zlepšení vergence můžeme docílit správně nastaveným intervenčním programem (Zwierko, et al, 2015; Lavrich, 2010), tudíž můžeme předpokládat, že se probandovi zlepšily oční funkce, a proto dosáhl takového zlepšení.

Výzkumné otázky

VO₁: Povede šesti týdenní intervenční program neurovizuálního tréninku ke zlepšení ve stanovených fotbalových dovednostech?

Výsledky šesti týdenního intervenčního programu neurovizuálního tréninku přinesly smíšené výsledky ve stanovených fotbalových dovednostech. Z testovaných čtyř kategorií průměrné zlepšení zaznamenali účastníci ve dvou, nicméně v jednom testu došlo ke zhoršení a v jednom testu zůstala výkonnost neutrální. Analyzujeme-li tyto výsledky, zdá se, že program měl variabilní dopad na jednotlivé dovednosti u různých probandů. Tento rozdílný účinek by mohl být způsoben různými faktory, jako je individuální reakce na trénink nebo například i úroveň motivace. Navzdory smíšeným výsledkům naznačuje tento výzkum, že účinnost neurovizuálního tréninku může být proměnlivá a vyžaduje další zkoumání, aby se lépe porozumělo, jak tento druh tréninku ovlivňuje fotbalové dovednosti.

VO₂: Budou se lišit výsledky mezi kontrolní a experimentální skupinou?

Při porovnání rozdílů mezi kontrolní a experimentální skupinou ve výsledcích testů bylo zjištěno, že obě skupiny vykazovaly zlepšení či zhoršení ve stejných testech. Nicméně, zlepšení zaznamenané experimentální skupinou bylo značně výraznější než v kontrolní skupině. Stejně tak bylo zjištěno, že i zhoršení v experimentální skupině bylo větší než u kontrolní skupiny. Tato analýza naznačuje, že intervenční program, který byl aplikován na experimentální skupinu, měl spíše pozitivní vliv na zkoumané výsledky v porovnání s kontrolní skupinou.

Limity práce

Hlavní slabou stránkou práce je malý výzkumný vzorek (n=9), který se odvíjel od malého počtu dobrovolníků v týmu. Proto je těžké činit obecné závěry této práce. Dále je také potřeba zmínit jednostranný věk, kdy věkový rozdíl byl maximálně dva roky, nemůžeme tedy výsledky aplikovat na všechny věkové kategorie, nýbrž jen na dospělé okolo 21. roku života. S tím, že se v práci nezaobíráme testováním očních pohybů, nemůže říci, že by došlo k jejich zlepšení, a tudíž výsledné pozitivní výsledky, které zaznamenala experimentální skupina, nemůžeme stoprocentně přiřadit neurovizuálnímu tréninku.

Naopak silnou stránkou práce je přítomnost kontrolní skupiny, která nám zajišťuje větší reliabilitu výsledků. Dále bych si také dovolil říci, že jde o zajímavé téma, kterému není dávána velká pozornost, tedy alespoň v českém prostředí, kde chybí publikace k tomuto problému.

Pro navázání na tuto práci bude potřeba většího vzorku probandů, abychom zajistili obsáhlejší výsledky, které budou lépe determinovat vliv intervenčního programu. Také by bylo žádoucí mít větší věkový rozptyl, aby se mohly dělat závěry na více věkových kategoriích.

6. Závěr

Tato práce se zabývala tématem vlivu neurovizuálního tréninku na výkonu fotbalistů, respektive na jejich specifické fotbalové dovednosti pomocí šestitýdenního intervenčního programu. Hlavním cílem bylo vyhodnotit, zda došlo ke zlepšení mezi vstupními a výstupními testy a následně mezi sebou porovnat experimentální a kontrolní skupinu.

Z výsledků nelze jasně říci, že by měl intervenční program stoprocentní účinnost, jelikož zlepšení proběhlo pouze ve dvou testech ze čtyř. Ovšem pokud se podíváme na porovnání mezi oběma skupinami, je zde vidět jistá korelace neurovizuálního tréninku s určitými testy. Jelikož ale u experimentální skupiny došlo pouze k jednomu zhoršení, které bylo částečně i odůvodněno, doporučil bych zařazení neurovizuálního tréninku do běžného tréninkového procesu, čemuž se přiklání i prostudovaná literatura v této práci.

Závěrem bych tedy výzkum zhodnotil jako úspěšný, ovšem pro větší výroky je zapotřebí dalšího zkoumání s větším počtem probandů, díky kterým by se daly ověřit námi zjištěné výsledky.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Calder, A., & Centofanti, A. (2023). Peak performance for soccer: The elite coaching and training manual. *Routledge*.
2. Clark, J. F., Colosimo, A., Ellis, J. K., Mangine, R., Bixenmann, B., Hasselfeld, K., Graman, P., Elgendy, H., Myer, G., & Divine, J. (2015). Vision training methods for sports concussion mitigation and management. *Journal of Visualized Experiments*, (99), e52648. <https://doi.org/10.3791/52648>
3. Clark, J. F., Ellis, J. K., Bench, J., Khoury, J., & Graman, P. (2012). High-performance vision training improves batting statistics for University of Cincinnati baseball players. *PLoS One*, 7(1), e29109. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029109>
4. Cobb, E. (2021). *Neurofundamentals: An introduction to applied neuroscience for pain relief and improved performance* [online]. Z-Health. Získáno z: <https://zhealtheducation.com>
5. Cornsweet, T. (2017). Seeing: How light tells us about the world. *University of California Press*. Dostupné z: https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&an=1558391&sc_ope=site
6. Dost, H., Hyballa, P., & Te Poel, H.-D. (2016). Soccer functional fitness training: Strength, motor skills, speed, endurance. *Meyer & Meyer Sport*.
7. Drabik, J. (1996). Children and sports training. *Stadion Pub. Co.* Dostupné z: <https://archive.org/details/childrensportstr00drab/page/n5/mode/2up?view=theater>
8. Elliott, D., & Khan, M. A. (2010). Vision and goal-directed movement: Neurobehavioral perspectives. *Human Kinetics*.
9. Erickson, G. B. (2007). Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance. *Butterworth-Heinemann*.
10. Freddo, T. F., & Chaum, E. (2017). Anatomy of the eye and orbit: The clinical essentials. *Wolters Kluwer*. ProQuest Ebook Central. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/detail.action?docID=5568207>
11. García-muñoz Á., Carbonell-bonete S., Cantó-cerdán M., & Cacho-martínez P. (2016). Accommodative and binocular dysfunctions: prevalence in a randomised sample of university students. *Clinical and Experimental Optometry*, 99(4), 313–321. <https://doi.org/10.1111/cxo.12376>
12. Gavendová, K. (2024). *Neuro-atletický trénink v tenise* [Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu]. Praha, Česká republika. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Tomáš Kočib. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/187852/130380022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Girkin, C. A., & Miller, N. R. (2001). Central disorders of vision in humans. *Survey of Ophthalmology*, 45(5), 379-405. [https://doi.org/10.1016/s0039-6257\(00\)00208-3](https://doi.org/10.1016/s0039-6257(00)00208-3)
14. Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Medicine*, 24(5), 289-299. <https://doi.org/10.2165/00007256-199724050-00001>

15. Hoffmannová, B. (2020). *Neurovizuální trénink sportovců* [Diplomová práce, Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství]. Praha, Česká republika. Vedoucí diplomové práce MUDr. Viktor Veselý. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/121811/120374020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Holienka, M. (2010). *Koordinace schopnosti vo futbale*. Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.
17. Hrdličková, M. (2023). *Vztah kvality neuro-vizuálního systému a poruch pohybového aparátu v házené* [Bakalářská práce, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva]. Kladno, Česká republika. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Jáchym Kolář. <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/112670/FBMI-BP-2023-Hrdlickova-Michaela-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
18. Jacobson, S., & Marcus, E. M. (2008). *Neuroanatomy for the neuroscientist*. Springer. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/detail.action?docID=372372>
19. Minoonejad, H., Barati, A. H., Heidari, B., Kazemi, A. S., & Lashay, A. (2019). Effect of four weeks of ocular-motor exercises on dynamic visual acuity and stability limit of female basketball players. *Gait & Posture*, 73, 286-290. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.06.022>
20. Nanka, O., & Elišková, M. (2019). *Přehled anatomie* (Čtvrté vydání). Galén.
21. Nascimento, H., Martinez-Perez, C., Alvarez-Peregrina, C., & Sánchez-Tena, M. Á. (2020). Citations network analysis of vision and sport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7574. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207574>
22. Payne, B. R., Federmeier, K. D., & Stine-Morrow, E. A. (2020). Literacy skill and intra-individual variability in eye-fixation durations during reading: Evidence from a diverse community-based adult sample. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73(11), 1841-1861. <https://doi.org/10.1177/1747021820935457>
23. Pecková, N. (2023). *Možnosti vyšetření a trénink dynamických optických funkcí u juniorů herních sportů* [Diplomová práce, Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství]. Praha, Česká republika. Vedoucí diplomové práce Mgr. Petra Valouchová, Ph.D. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/184106/120459843.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Presta, V., Vitale, C., Ambrosini, L., & Gobbi, G. (2021). Stereopsis in Sports: Visual Skills and Visuomotor Integration Models in Professional and Non-Professional Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11281. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111281>
25. Rawstron, J. A., Burley, C. D., & Elder, M. J. (2005). A systematic review of the applicability and efficacy of eye exercises. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 42(2), 82-88. <https://doi.org/10.3928/01913913-20050301-02>

26. Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2014). Motor learning and performance: From principles to application (Páté vydání). *Human Kinetics*. Dostupné z: https://archive.org/details/isbn_9781450443616/mode/2up
27. The International Football Association Board (2024). *The field of play*. Dostupné z: <https://www.theifab.com/laws/latest/the-field-of-play/#field-surface>
28. Tsitsi, P., Benfatto, M. N., Seimyr, G. Ö., Larsson, O., Svenningsson, P., & Markaki, I. (2021). Fixation duration and pupil size as diagnostic tools in Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's Disease*, 11(2), 865-875. <https://doi.org/10.3233/JPD-202427>
29. Van Der Kamp, J., Rivas, F., Van Doorn, H., & Savelsbergh, G. (2008). Ventral and dorsal system contributions to visual anticipation in fast ball sports. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 100–130.
30. Woolsey, T. A., et al. (2017). The brain atlas: A visual guide to the human central nervous system. *John Wiley & Sons, Incorporated*. ProQuest Ebook Central. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/detail.action?docID=4790376>
31. Zwierko, T., Jedziniak, W., Florkiewicz, B., Stępiński, M., Buryta, R., Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Popowczak, M., & Woźniak, J. (2019). Oculomotor dynamics in skilled soccer players: The effects of sport expertise and strenuous physical effort. *European Journal of Sport Science*, 19(5), 612–620. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1538391>
32. Zwierko, T., Puchalska-Niedbał, L., Krzepota, J., Markiewicz, M., Wozniak, J., & Lubiński, W. (2015). The effects of sports vision training on binocular vision function in female university athletes. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 287-296. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0131>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stavba lidského oka (Zdroj: Cornsweet, 2017)	13
Obrázek 2: Popis okohybných svalů (Zdroj: www.Seevidly.com, 2023)	16
Obrázek 3: Horizontální průřez temenního laloku primáta Makak (Zdroj: Girkin, & Miller, 2001).....	19
Obrázek 4: Stavba míchy s míšním nervem (Zdroj: Jacobson, & Marcus, 2008)	22
Obrázek 5: Reflexní oblouk (zdroj: Cobb, 2021).....	24
Obrázek 6: Cesty ventrálního a dorsálního proudu (Zdroj: Schmidt, & Lee, 2014).....	25
Obrázek 7: Porovnání narušených a nenarušených sakadických pohybů (Zdroj: www.dynaoptic.cz).....	30
Obrázek 8: Porovnání narušených a nenarušených plynulých pohybů (Zdroj: www.dynaoptic.cz).....	31
Obrázek 9: Směry plynulých očních pohybů (Zdroj: Cobb, 2021).....	36
Obrázek 10: Koordinační tabulka (Zdroj: Vlastní)	37
Obrázek 11: Vision Sticks (Zdroj: Vlastní)	37
Obrázek 12: Pencil push-up (Zdroj: Cobb, 2021)	38
Obrázek 13: Brock's string (Zdroj: Vlastní).....	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výsledky vstupních testů experimentální skupiny	41
Tabulka 2: Výsledky vstupních testů kontrolní skupiny	42
Tabulka 3: Výsledky výstupních testů experimentální skupiny	43
Tabulka 4: Výsledky výstupních testů kontrolní skupiny	44
Tabulka 5: Procentuální porovnání vstupních a výstupních testů u experimentální skupiny ..	45
Tabulka 6: Procentuální porovnání vstupních a výstupních testů u kontrolní skupiny	46

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Porovnání výsledků experimentální a kontrolní skupiny	47
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Žádost o vyjádření etické komise – strana č. 1.....	57
Příloha 1: Žádost o vyjádření etické komise – strana č. 2.....	58
Příloha 2: Informovaný souhlas – strana č. 1.....	59
Příloha 2: Informovaný souhlas – strana č. 2.....	60

Příloha 1: Žádost o vyjádření etické komise – strana č. 1

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vliv neurovizuálního tréninku na výkon fotbalistů

Forma projektu: výzkumná práce - bakalářská práce

Období realizace: únor 2024 - duben 2024

Předkladatel: Vojtěch Řezáč, UK FTVS, Katedra zdravotní TV a tělovýchovného lékařství (51-300300)

Hlavní řešitel: Vojtěch Řezáč, UK FTVS, Katedra zdravotní TV a tělovýchovného lékařství (51-300300)

Místo výzkumu (pracoviště): Fotbalový stadion Nový Bydžov

Spoluřešitel(é): -

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Markéta Křivánková

Popis projektu: Cílem této práce bude zjistit, zda neurovizuální trénink má vliv na výkon fotbalistů, přesněji na zlepšení ve specifických dovednostech. Nejprve všichni sportovci podstoupí pre-testy, které po skončení intervenčního programu budou porovnávány s post-testy. Pre-/post-testy budou obsahovat specifické fotbalové cvičení, která dokážou nasimulovat zápasové prostředí. Do intervenčního programu budou zařazeny cviky na fixaci očí, sakadické pohyby očí a vergenci očí. Program bude trvat šest týdnů a jednotlivé tréninkové jednotky pak budou probíhat třikrát týdně pod vedením řešitele výzkumu, či odborným dohledem, který dohlédne na řádný průběh výzkumu. Tyto tréninkové jednotky budou probíhat před hlavními tréninkovými jednotkami fotbalistů. Účastníci budou náhodně rozděleni do dvou skupin, jedna skupina, která podstoupí intervenční program i pre-/post-testy, a druhá skupina, která podstoupí pouze pre-/post-testy. Následně budou porovnány výsledky těchto testů jak individuálně, tak napříč oběma skupinami. Po vyhodnocení testů bude zřejmé, zda výzkum podpořil hypotézu, nebo ji vyvrátil. Intervenční program byl sestaven na základě výzkumu Clark a spol. (2015), který se zabýval vizuálním tréninkem sportovců po otřesu mozku, knihou Neurofundamentals od Z-Health® Performance Solutions, LLC, a také na základě konzultace s vedoucí práce, která má s neurovizuálním tréninkem zkušenosti.

Charakteristika účastníků výzkumu: Výzkumu se zúčastní zhruba 12 jedinců ve věku od 18 do 30 let. Každý z účastníků bude amatérský sportovec hrající závodně fotbal, tudíž by měl každý bez obtíže zvládat jednotlivé testy. A mají platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám. Sportovci budou náhodně rozřazeni na polovinu, přičemž jedna skupina bude experimentální a druhá bude kontrolní. Vyřazení budou osoby se zrakovým postižením. Tito jedinci budou vyřazení po osobním dotázní před začátkem výzkumu.

Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Hlavní řešitel s vedoucí práce budou probandy vybírat do výzkumu.

Zajištění bezpečnosti: Všechny prováděné metody jsou neinvazivní. Hlavním rizikem při provádění jednotlivých neurovizuálních cvičení je zanechání nechtěného předmětu v dráze provádění cviků. Jelikož se jedinci budou soustředit na určitý předmět, nebudou si tolik všimnout svého okolí, proto zde bude vždy dozor, který dohlédne, aby dráha byla vždy bezpečná a případně nechtěné předměty odstraní. Pro předjetí bolesti očí jsou všechny cviky s relativně krátkým intervalem zátěže, a to do jedné minuty, interval odpočinku mezi cviky je individuální, avšak ne kratší než jedna minuta, aby na oči nebyla kladena vysoká intenzita. Proto by nemělo dojít k žádným obtížím. Tento interval zátěže uvádí i Clark a spol. (2015, PMID: 25992878). Pokud by ovšem i tak došlo k nějakým obtížím, proband ihned přestane cvičení provádět. Dozor bude zajišťovat řešitel tohoto výzkumu, nebo pověřená osoba, kterou bude trenér daného fotbalového klubu. Pre-/post-testy s sebou nenesou větší riziko než klasická fotbalová tréninková jednotka, na kterou jsou všichni účastníci zvyklí. Hřiště, na kterém budou testy prováděny, bude zkontrolováno, zda nedisponuje většími terénními nerovnostmi, a zda je přizpůsobitelný k provádění testů. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika nebudou vyšší než běžná rizika při běžné tréninkové jednotce v daném sportovním odvětví. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Etické aspekty výzkumu: Výzkumu se nebude účastnit nikdo z vulnerabilní skupiny, všichni účastníci budou dospělí muži ve věku od 20 do 30 let bez jakýchkoliv indispozic.

Potenciální střet zájmů: V současné době nemám s klubem navázaný žádný zaměstnanecký poměr či jiné spojení, ze kterého by mi pramenil příjem nebo jiné odměny. Z tohoto výzkumu nepramení pro mě ani pro účastníky či trenéry v klubu žádné finanční ohodnocení. S účastníky se znám, jelikož jsem s nimi dřív také soutěžně hrál, ovšem naše známost nemá jak ovlivnit výsledky testů, jelikož se jedná o tvrdá data. Data budou sloužit pouze pro mou bakalářskou práci. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

Příloha 1: Žádost o vyjádření etické komise – strana č. 2

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavín

Za účelem neovlivnění výsledků, bude provádět pre-/post-testy pověřená osoba, tedy hlavní trenér mužstva. Osobní vztah s pověřenou osobou je pro řešitele práce čistě profesní v rámci této práce. Pro pověřenou osobu nepramení z pomoci na výzkumu žádná odměna.

Vyhodnocení: Vyhodnocení výsledků bude probíhat pouze na porovnání pre-/post-testů, a tudíž jen na účinnosti neurovizuálního tréninku. Neurovizuální trénink nebude porovnáván s jinou metodou.

Odborný dohled: Odborným dohledem nad sestavením intervenčního programu je Mgr. Markéta Křivánková, která absolvovala kurzy neurotrainingu: STACA - Neuro Biomechanics (Markus Schreyer, Dominik Kodras, Kamil Hajdušek), Neurotraining Institute - Neurotraining 2 day Live Online Seminar (Markus Schreyer) a Dynaoptic - Neurovizuální trénink (Radovan Knap, Radek Beránek). Řešitel práce se zúčastnil kurzu neurotrainingu od Neurotraining Institute - Neurotraining 2 day Live Online Seminar (Markus Schreyer), který se nezabýval čistě neurovizuálním tréninkem, ale neurotréninkem obecně.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje jméno, příjmení a věk (jméno a příjmení jsou požadovány pouze pro přidělení čísla, pod kterým bude jedinec ve výzkumu evidován, a která budou vymazána do 1 dne po testování), které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze řešitel bakalářské práce. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS

Požizování fotografií/video/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky.

Fotografie: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze řešitel této bakalářské práce a budou do 2 dnů po testování smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Video: V rámci výzkumu bude pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po 1 měsíci po testování smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): příložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 15. 2. 2024

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 263/2023

dne: 19. 2. 2024

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

.....
podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2: Informovaný souhlas – strana č. 1

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 263/2023

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci *bakalářské práce* s názvem *Vliv neurovizuálního tréninku na výkon fotbalistů prováděné na fotbalovém stadionu v Novém Bydžově*.

Projekt bude probíhat v období od února 2024 do dubna 2024

Projekt nebude financován

Cílem výzkumného projektu je zjistit, zda neurovizuální trénink má vliv na výkon fotbalistů, respektive na specifické dovednosti

Způsob zásahu bude neinvazivní.

Intervenční program: Pokud budete zařazeni do tzv. experimentální skupiny (náhodným výběrem), podstoupíte 6týdenní intervenční program, který bude založen na specifických terénních cvičeních, která budou obsahovat sakadické pohyby očí z předmětu na předmět, fixaci očí na předmět, akomodaci zorniček na různě vzdálené předměty a koordinace oko-noha/oko-ruka. Tyto cvičení budete provádět třikrát týdně po dobu 20 minut před Vaší fotbalovou tréninkovou jednotkou.

Tomuto intervenčnímu programu bude předcházet **testování** specifických fotbalových dovedností, jež se bude skládat z trefování malé branky z různých vzdáleností, trefování pohyblivé branky, zpracování míče hozeného z výšky a „nožiček“. Tyto dovednosti budou testovány i na konci tohoto výzkumu. Následně budou testy porovnávány. Doba na testování specifických fotbalových dovedností bude cca 2 hodiny. Na celý výzkum bude dohlížet hlavní řešitel, v případě jeho nepřítomnosti pověřená osoba, kterou je hlavní trenér v daném klubu.

Pokud budete zařazeni do tzv. kontrolní skupiny, budete provádět pouze testování specifických fotbalových dovedností, jež se bude skládat z trefování malé branky z různých vzdáleností, trefování pohyblivé branky, zpracování míče hozeného z výšky a „nožiček“. Tyto dovednosti budou testovány na začátku a na konci tohoto výzkumu. Doba na testování specifických fotbalových dovedností bude cca 2 hodiny. Na celý výzkum bude dohlížet hlavní řešitel, v případě jeho nepřítomnosti pověřená osoba, kterou je hlavní trenér v daném klubu.

Celková doba výzkumu bude 6 týdnů. Testování specifických fotbalových dovedností bude probíhat hromadně po dobu zhruba 2 hodin. Jednotlivé tréninkové jednotky intervenčního programu budou probíhat před vlastní tréninkovou jednotkou (která není součástí výzkumu), a to zhruba 20 minut. Na konci výzkumu bude znovu probíhat testování specifických fotbalových dovedností po dobu zhruba 2 hodin.

Rizika výzkumného projektu nebudou větší než u klasické tréninkové jednotky. Největším rizikem bude zanechání nechtěného předmětu v dráze pohybu při provádění neurovizuálních cvičení. Toto riziko bude minimalizováno trenérským dohledem při provádění jednotlivých cvičení. Neurovizuální cvičení mohou způsobit určité nepohodlí až mírné bolesti v oblasti očí, tyto bolesti jsou však způsobeny pouze únavou a nejsou nijak nebezpečné. Toto nepohodlí bude minimalizováno dostatečnými pauzami mezi jednotlivými sériemi a zvolením adekvátního počtu opakování. Pro předejití bolesti očí jsou všechny cviky s relativně krátkým intervalem zátěže, a to do jedné minuty, interval odpočinku mezi cviky je individuální, avšak ne kratší než jedna minuta, aby na oči nebyla kladena vysoká intenzita. Proto by nemělo dojít k žádným obtížím. Pokud by ovšem i tak došlo k nějakým obtížím, ihned přestaňte cvičení provádět a budete chvíli relaxovat. Zajistím adekvátní podmínky prostředí a adekvátní přípravu všech probandů k provádění aktivit

Příloha 2: Informovaný souhlas – strana č. 2

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

v rámci daného výzkumu. Rizika nebudou vyšší než běžná rizika při běžné tréninkové jednotce v daném sportovním odvětví. Bezpečnost zajistím standardním způsobem.

Projektu se nemůžete účastnit, pokud trpíte zrakovým postižením, či se u Vás vyskytují známky infekčního či bakteriálního onemocnění, dále zranění nebo jakékoli onemocnění či omezení pohybového aparátu a budete v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude vyzkoušení si a vysvětlení netradičních tréninkových metod, které budete moci zařadit do svých budoucích tréninkových jednotek

Vaše účast na výzkumu je dobrovolná a bez finančního ohodnocení.

Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje jméno, příjmení a věk (jméno a příjmení jsou požadovány pouze pro přidělení čísla, pod kterým bude jedinec ve výzkumu evidován, a která budou vymazána do 1 dne po testování), které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze řešitel bakalářské práce. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské (aj.) práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

V průběhu výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky.

Fotografie: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze řešitel této bakalářské práce a budou do 2 dnů po testování smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Video: V rámci výzkumu bude pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po 1 měsíci po testování smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese vojtech.rezac@email.cz

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Vojtěch Řezáč

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Vojtěch Řezáč Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám.**

Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis: