

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Karolína Gavendová

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Neuro-atletický trénink v tenise

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Tomáš Kočib

Vypracovala:

Mgr. Karolína Gavendová

Praha, leden 2024

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

V Praze, dne 15. 12. 2023

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé práce Mgr. Tomáši Kočíbovi za odborné vedení a rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Marku Joskovi a Ladislavu Havelkovi za pomoc při fotografování jednotlivých cvičení.

Abstrakt

Název: Neuro-atletický trénink v tenise

Cíle: Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První část je teoretická a jejím cílem je informovat o neuro-atletickém tréninku a možnostech zapojení tohoto tréninku do tenisové přípravy hráčů různých věkových kategorií. Zároveň teoretická část poskytuje i základní přehled o centrální nervové soustavě a senzorních systémech, na kterých je neuro-atletický trénink vystavěn. Cílem druhé části je vytvoření zásobníku cvičení, které neuro-atletický trénink využívá, pro tenisového hráče různých věkových kategorií. Zásobník cvičení bude rozdělen do čtyřech oddílů – hodnocení tréninkových výsledků, obecná cvičení pro vizuální, vestibulární a proprioceptivní trénink, neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti, neuro-atletická cvičení pro rozvoj síly.

Metody: V teoretické části jsme analyzovali literaturu, internetové zdroje i videa zabývající se tématikou neuro-atletického tréninku. Na základě analýzy jsme provedli syntézu jednotlivých poznatků, tak abychom vytvořili přehledný informační základ o fyziologických aspektech tenisu, centrální nervové soustavě a senzorních smyslech, neuro-atletickém tréninku. Na základě těchto informací jsme vybrali vhodná neuro-atletická cvičení a vytvořili zásobník cviků pro tenisové hráče různých věkových kategorií.

Výsledky: Výsledkem této bakalářské práce je zásobník neuro-atletických cvičení pro tenisové hráče různých věkových kategorií.

Klíčová slova: tenis, mozek, mícha, centrální nervový systém, propriocepce, vestibulární systém, zrakový systém, neuro-atletický trénink

Abstract

Title: Neuro-athletic training in tennis

Objectives: The bachelor thesis is divided into two parts. The first part is theoretical and its aim is to inform about neuro-athletic training and the possibilities of including this training in the tennis preparation of players of different age categories. At the same time, the theoretical part also provides a basic overview of the central nervous system and sensory systems on which neuro-athletic training is built. The goal of the second part is to create a stack of exercises that neuro-athletic training uses for tennis players of different age categories. The set of exercises will be divided into four sections - evaluation of training results, general exercises for visual, vestibular and proprioceptive training, neuro-athletic exercises for speed development, neuro-athletic exercises for strength development.

Methods: In the theoretical part, we analyzed literature, internet resources and videos dealing with the topic of neuro-athletic training. Based on the analysis, we synthesized the individual findings in order to create a clear information base on the physiological aspects of tennis, the central nervous system and sensory senses, neuro-athletic training. Based on this information, we selected suitable neuro-athletic exercises and created a stack of exercises for tennis players of different age categories.

Results: The result of this bachelor thesis is a stack of neuro-athletic exercises for tennis players of different age categories.

Keywords: tennis, brain, spinal cord, central nervous system, proprioception, vestibular system, visual system, neuro-athletic training

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2.1	CHARAKTERISTIKA TENISU.....	11
2.1.1	<i>Fyziologie Tenisu</i>	13
2.1.2	<i>Morfologická charakteristika hráčů</i>	14
2.1.3	<i>Kondiční a koordinační schopnosti v tenise</i>	15
2.2	ANATOMIE A FYZIOLOGIE NERVOVÉHO SYSTÉMU.....	19
2.2.1	<i>Neurony, neuroglie a nervové dráhy</i>	20
2.2.2	<i>Anatomie a fyziologie míchy</i>	22
2.2.3	<i>Anatomie a fyziologie mozku</i>	25
2.3	SENZORICKÉ SYSTÉMY.....	37
2.3.1	<i>Vizuální (zrakový) systém</i>	38
2.3.2	<i>Vestibulární (rovnovážný) systém</i>	43
2.3.3	<i>Proprioceptivní systém</i>	46
2.4	NEURO-ATLETICKÝ TRÉNINK.....	49
2.4.1	<i>Teoretické základy neuro-atletického tréninku</i>	49
2.4.2	<i>Vyhodnocení tréninkových výsledků, zařazení neuro-atletického tréninku</i>	52
2.4.3	<i>Rychlost z pohledu neuro-atletického tréninku</i>	53
2.4.4	<i>Síla z pohledu neuro-atletického tréninku</i>	54
2.4.5	<i>Neuro-atletický trénink v tenise</i>	56
3	PRAKTICKÁ ČÁST.....	58
3.1	CÍL PRÁCE.....	58
3.2	ÚKOLY PRÁCE.....	58
3.3	METODIKA PRÁCE.....	59
3.4	ZÁSOBNÍK CVIČENÍ.....	59
3.4.1	<i>Testy pro vyhodnocení tréninkových výsledků</i>	59
3.4.2	<i>Obecná cvičení pro proprioceptivní systém</i>	67
3.4.3	<i>Obecná cvičení pro vestibulární systém</i>	79
3.4.4	<i>Obecná cvičení pro vizuální systém</i>	91
3.4.5	<i>Neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti</i>	101
3.4.6	<i>Neuro-atletická cvičení pro rozvoj síly</i>	120
3.4.7	<i>Neuro-atletická cvičení s využitím tenisových pohybů</i>	132
3.4.8	<i>Pomůcky pro neuro-atletický trénink</i>	139
4	DISKUZE.....	145
5	ZÁVĚR.....	147
6	SEZNAM LITERATURY.....	149
7	PŘÍLOHY.....	154

1 ÚVOD

Tenis je jeden z nejnáročnějších sportů. Nejen že vyžaduje správnou, efektivní techniku úderů a cit, ale i kondiční aspekty na vysoké úrovni. Nesmíme opominout ani výborné taktické myšlení a mentální nastavení hráče. Pokud těmito aspekty tenisový hráč disponuje má velkou pravděpodobnost, že bude „členem“ světové stovky tenisových hráčů. A nepochybně tím všichni tenisoví hráči, především ti ve světové desítce nejlepších tenisových hráčů, disponují.

V současné době je tenisová příprava hráčů velmi profesionální a nabitá všemi různými možnostmi, které byť jen o detail, zkvalitní jeho výkon. Většina vrcholových hráčů má vytříbenou techniku tenisových úderů, na kterých pracují s jejich osobními trenéry, často se u nich objevují v roli trenéra i bývalí vynikající hráči, kteří jim předávají taktické i mentální zkušenosti z jejich kariéry. Za výbornou fyzickou připraveností hráčů stojí kondiční trenéři spolu s fyzioterapeuty. Hráči dodržují stanovený jídelníček. Pečlivě si vybírají jednotlivé turnaje a díky moderním technologiím mohou analyzovat i každodenní fyzické rozpoložení organismu a nastavit tak vhodný trénink. Možností je nepřehledné množství a tyto možnosti nejsou využívány pouze tenisovými hráči na předních příčkách světového žebříčku. Dalo by se říct, že už nic nového se v rámci trénování objevit nedá, a tak záleží pouze na pili a té troše štěstí, aby se hráč posadil na tenisový trůn.

Pokud se bavíme o trénování fyzických aspektů neboli kondičním tréninku často mluvíme o „trénování svalů“ jednoduše řečeno. Ale co když svaly nejsou jediným systémem, který v rámci sportu můžeme „trénovat.“ Co když je tu orgán, který stojí za veškerými činnostmi ať už sportovními nebo každodenními, ale v tréninku je velmi často opomíjen. Ano, bavíme se o mozku, případně o centrální nervové soustavě a sensorických systémech. Systémy, bez kterých by byl sport těžší až nemožný, ale přesto nejsou nijak speciálně trénované.

V poslední době se tento pomíjený orgán ve sportu začíná stále více prosazovat a s tím i spojený trénink – neuro-atletický trénink. Na první pohled to může vypadat jako trénink koordinačních schopností, ale při bližším pohledu to tento trénink přesahuje. Neuro-atletický trénink využívá sensorické systémy – vizuální, vestibulární a proprioceptivní,

jejichž zachycené informace jsou vedeny nervovými vlákny do mozku, kde se zpracovávají a vytváří se vhodná odpověď, které je vedena zpět do příslušných míst v organismu. Neuro-atletickým trénink se tyto systémy „trénují“ ke kvalitnějšímu využívání. Netvrdíme, že trénováním mozku je možné z každého hráče udělat nejlepšího hráče, ale je možné jeho výkon zase posunout o kousek výš.

V první části bakalářské práce se zaměřujeme na teoretické poznatky o tenise, centrální nervové soustavě, senzorických smyslech – vizuálním, vestibulárním a proprioceptivním a v neposlední řadě na neuro -atletický trénink. V této kapitole definujeme neuro-atletický trénink a předkládáme možnosti jeho využití v tenise. Ve druhé části se zaměřujeme na praktické využití neuro-atletického tréninku v tenise. Naším cílem je vytvořit zásobník cvičení, který může být využíván v rámci tréninku, ať už tenisového či kondičního.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 CHARAKTERISTIKA TENISU

Tenis, sport, který přivádí řadu dospělých i dětí k pohybové aktivitě jak závodního charakteru, tak rekreačního se řadí do kategorie sportovních her síťového typu. Hrací plochy soupeřů jsou od sebe odděleny sítí a soupeři tak nepřicházejí do fyzického kontaktu, tak jako například ve sportovní hře basketbal. Jedná se tedy o hru neinvazivní. Tenis se odehrává na obdélníkovém dvorci o rozměrech 23,77 m x 8,23 m v případě dvouhry, rozměry 23,77 m x 10,97 m pak připadají pro čtyřhru. Z rozměrů tenisového dvorce vyplývá, že rozlišujeme mužskou a ženskou dvouhru a mužskou, ženskou či smíšenou tenisovou čtyřhru. Tenis je celoročním sportem, odehrává se tedy na venkovních dvorcích i v tenisových halách.

Turnaje probíhají v různých zemích po celém světě, proto jsou nejen profesionální, ale i mladí závodní hráči velmi zatíženi cestováním. Mezi nejprestižnější turnaje pak patří tzv. grandslamové turnaje – Australian Open, probíhající v Melbourne; French Open v Paříži, Wimbledon v Londýně a US Open v New Yorku. Grandslamové turnaje jsou vrcholy každé tenisové sezóny. Vedle „grandslamů“ se pořádají turnaje v rámci profesionálních tenisových okruhů ATP, WTA či ITF. Tak jako se mění země i turnaje v průběhu roku, tak se mění i povrchy dvorů, na kterých tenisoví hráči zápolí. Schválenými povrchy tenisových dvorců jsou beton, antuka, tráva a další umělé povrchy.

Různé povrchy i konstantní rozměry dvorce velmi ovlivňují prostorovou i časovou orientaci hráče. Z hlediska prostorové charakteristiky je nejdelší přímá běžecká vzdálenost tenisového hráče nanejvýš 14 m (Schönborn, 2008). Pro dosažení jednoho tenisového bodu hráč naběhne 8–12 m a během této dráhy změní směr až čtyřikrát (Fernandez, 2006). Ze studií vyplývá, že až 80 % úderů se hraje cca 2,5 m od hráče; 10 % úderů je odehráno v rozmezí 2,5 – 4,5 m a zbytek úderů se pohybuje dále než 4,5 m od hráče (Fernandez, 2006; Kovacs, 2007). Celkově tenisový hráč během třísetového zápasu naběhne kolem 1 300 – 2 500 m a v rámci pětisetových zápasů kolem 2 400 – 4 000 m (Fernandez, 2006). Na prostorovou orientaci hráče má vliv i typ míče. Máme tři typy míčů, které mají odlišné vlastnosti a na jejich základě se používají na různých

površích. Na antuce se používají především tvrdší míče s nižším odskokem. Tyto míče jsou nejrychlejší. Na tvrdém povrchu se používá pomalejší míč s vyšším odskokem. Na travnatém povrchu, který je za všech povrchů nejrychlejší se používá nejpomalejší míč s nejvyšším odskokem. I když pro diváka nejsou rozdíly v míči znatelné, rychlost letu míče při podávání může být u nejrychlejšího typu o 10–16 m/s vyšší než u pomalejšího typu. Vlastnosti míče se mění i v průběhu zápasu, kdy dochází k jeho „ohrání“ a míče se po stanovené době obměňují. Nové míče jsou pak „živější“ a hráč musí s každou touto změnou přizpůsobit své pohybové schopnosti (Fernandez, 2006). Všechny tyto podněty ovlivňují nejen prostorovou, ale i časovou orientaci hráče. Z hlediska časové charakteristiky se tenisové zápasy hrají na dva až tři vítězné sety, může tedy dojít k zápasu o třech až pěti setech. Celková časová délka zápasů je variabilní. Nejdelší zápas trval 11 hodin a 5 minut. V rámci tenisového utkání se střídá fáze zatížení a fáze odpočinku v poměru 1:3 až 1:5 (Kočib in Tůma, Süss, 2011). Skutečná hrací doba, kdy hráči mezi sebou zápolí o jednotlivé tenisové body, je krátká v porovnání s celkovým trváním tenisového zápasu. Čas skutečné hrací doby je ovlivněn několika faktory, například stylem hry (útočná či od základní čáry), povrchem dvorce (antuka či tráva), zda je to mužský či ženský tenisový zápas. Herní doba jednoho bodu v mužském tenise činí 2,7 s na trávě; 6,5 s na tvrdém povrchu a 8,3 s na antuce. V ženské tenise se časy pohybují podobně – 5,4 s na trávě; 6,6 s na tvrdém povrchu a 10,7 s na antuce (Schönborn, 2008). S časem souvisí i četnost úderů. Hráč má k dispozici průměrně 1,05 až 3,4 úderů pro získání jednoho tenisového bodu. U žen je to kolem 1,8 až 5 úderů (Schönborn, 2008). Rychlosti podání se v mužském tenise pohybují kolem 190–210 km/h a v ženském tenise kolem 160–200 km/h. I když se tato rychlost cca o 50 % sníží než míč dorazí k hráči vlivem odporu vzduchu, rotace míče či třením při odrazu, pohybuje se čas letu míče mezi 450–900 ms. Normální reakční čas v kombinaci s pohybem těla k míči a provedení úderu by nebyl dostačující k zachycení míče, pokud by hráč reagoval teprve po zásahu soupeře. V tomto případě vzniká deficit 150–300 ms. Proto anticipace hráče, ale i aplikace nacvičených motorických programů jsou v tenise nezbytným prvkem (Schönborn, 2008).

2.1.1 Fyziologie Tenisu

Tenis je velmi rozmanitá pohybová činnost, která vyžaduje rychlost, výbušnost, vytrvalost, rychlou reakci a vysoce rozvinuté koordinační schopnosti. Využívání těchto schopností se mění s povrchem tenisových dvorců, herním stylem hráče či vlivem počasí. Tenisový hráč během své sezóny, která trvá kolem deseti měsíců navštíví množství tenisových turnajů různých kategorií mezi nimi i čtyři vrcholné grandslamové turnaje, případně i olympijský turnaj v rámci olympijského roku. Na všechny tyto turnaje, a především na čtyři, případně pět vrcholných turnajů musí být hráč připraven nejen technicky a psychicky, ale i kondičně. Tak aby byl kondiční trénink vhodný a zároveň funkční pro zatížení tenisového hráče je dobré se orientovat v základech fyziologie tenisu.

Jak jsme si již řekli v předchozí kapitole, délka tenisového zápasu je rozmanitá vzhledem k povrchu tenisového dvorce, herního stylu hráče, počasí či vyrovnanosti soupeřů. Za „typickou“ průměrnou délku tenisového zápasu hraného na dva vítězné sety považujeme 1 hodinu a 30 minut. Během této doby dochází k jednotlivým tenisovým výměnám, které mohou trvat cca od 2 s do 10 s. Po každém zahraném bodě následuje doba odpočinku, která trvá kolem 11-20 s; při střídání stran je doba odpočinku 90 s a po jednotlivých setech následuje 120 s odpočinku (Schönborn, 2008). Ze studií vyplývá, že podíl čisté hry se pohybuje v rozmezí od 10 % do 40 % v závislosti na povrchu dvorce, vyspělosti hráče, herním stylu apod. a v rámci této čisté hry hráč provede 300–500 energeticky náročných pohybů od rychlých startů a zastavení přes výskoky či skluzy (Fernandez, 2006).

Z těchto parametrů můžeme tenis označit jako anaerobní alaktátovou aktivitu, avšak některé studie řadí tenis do aerobní aktivity z důvodu nižší tepové frekvence během zápasu (cca 144 tepů/min) a delší doby odpočinku mezi jednotlivými výměnami. Dle Crespa a Mileyho (2012) hráči využívají anaerobní alaktátový systém v 70 % času, kdy je míč ve hře. Anaerobní laktátový systém je využíván z 20 % a oxidativní systém z 10 % času. Oxidativní systém je významný pro rychlejší regeneraci mezi jednotlivými body i mezi jednotlivými zápasy v průběhu turnaje. Lze tedy říci, že tenis je během výměn převážně anaerobní alaktátový sport, přičemž během přestávek stojí v popředí aerobní práce (Schönborn, 2008).

Mezi další fyziologické parametry můžeme uvést maximální aerobní kapacitu (VO_{2max}), která se u tenisových hráčů pohybuje v rozmezí od 44–69 ml/kg/min. U vrcholových hráčů přesahuje 50 ml/kg/min. Z těchto výsledků můžeme usuzovat, že tenisový hráči jsou vysoce anaerobně trénovaní (Kovacs, 2006). Dále se můžeme zaměřit na hodnotu laktátu v krvi během tenisového utkání. Výsledky studie prováděné během mužského vysokoškolského tenisového zápasu ukázaly, že koncentrace laktátu se zvyšovala do čtvrtého měření (měření se uskutečňovala při střídání stran), poté byla koncentrace zvýšená, ale dále se nezvyšovala. Průměrná hodnota činila 5,05 mmol/l (Cable in Tůma, Süss, 2011).

2.1.2 Morfologická charakteristika hráčů

Tělesná konstituce sportovce vyjádřena řadou měřitelných znaků (např. tělesná výška, hmotnost, proporcionalita složení těla, poměr výšky a rozpětí paží) je jednou z významných oblastí determinant, které mohou ovlivnit výsledný výkon jednak přímo (vysoká tělesná výška je nezbytná například pro úspěch ve skoku vysokém), nebo nepřímo (vysoká tělesná výška negativně ovlivňuje koordinační, obratnostní a rychlostní předpoklady sportovce; Dovalil et al., 2012).

Konkrétní tělesné rozměry mohou hráči poskytnout v určitých oblastech hry biomechanickou výhodu, ale v jiných mohou výkon negativně ovlivňovat. Základním morfologickým parametrem je tělesná výška. Vaverka a Černošek (2007) uvádějí jako průměrnou výšku nejlepších světových hráčů kolem 185 cm a u hráček kolem 171 cm. Pokud se však podíváme na deset až dvacet nejlepších světových tenisových hráčů setkáme se s poměrně širokým spektrem tělesných rozměrů od výšky 165 cm po 208 cm u žen obdobně od 153 cm do 189 cm. Z tohoto důvodu je obtížné určit optimální tělesnou výšku hráče či hráčky. Z hlediska srovnání tělesných výšek hráčů v rámci tenisové historie, jsou současní hráči o cca 10 cm vyšší, můžeme tedy poukázat na trend zvyšující se tělesné výšky. Vysocí hráči mají výhodu při podání, smeči či díky rozpětí paží dokáží pokrýt lépe tenisový dvorec.

Tělesná výška je dána geneticky, a proto je nezbytné k ní upravit hmotnost, tak aby byl hráč dobře pohyblivý. Hmotnost vrcholného tenisty je optimální tehdy, když umožňuje sprinterské výkony při startech a brždění, adekvátní razanci úderů a maximální razanci

podání (Vaverka, Černošek, 2007). Z hlediska somatotypu směřují profesionální tenisté k mezomorfii a profesionální tenistky k endomezomorfii, ale stejně jako u výšky i zde se setkáváme se širokým spektrem somatotypů.

2.1.3 Kondiční a koordinační schopnosti v tenise

Vrcholový tenis prošel za poslední roky radikální změnou ve všech jeho oblastech. V současné době není perfektní technika klíčem k úspěchu. V současné době je k perfektní technice potřeba přidat i psychickou odolnost, finanční prostředky či výbornou kondiční připravenost a možná ještě něco navíc. Vrcholový tenis je v podstatě atletickou disciplínou, kde se snoubí kombinace rychlosti, výbušnosti a vytrvalosti s herní taktikou. Mnohdy v dnešních zápasech není rozhodující právě technika, ale kondiční připravenost, která v dlouhém vyrovnaném zápase rozhodne o vítězi a poraženém.

Kondiční trénink je součástí tréninkového procesu, kdy se zaměřujeme zejména na rozvoj bioenergetického, funkčního a pohybového potenciálu sportovce vzhledem k požadavkům sportovního výkonu a přípravy na jeho podávání. Kondici pak můžeme definovat jako energetický, funkční a pohybový potenciál sportovce determinovaný kondičními motorickými schopnostmi, který je nezbytný pro realizaci techniky a taktiky při podávání sportovního výkonu v daném sportu a pro vyrovnání se s požadavky tréninkového a soutěžního zatěžování (Lehnert, 2014). Kondiční přípravu dále dělíme na všeobecnou a speciální. Obsahem všeobecné kondiční přípravy je rozvoj všech pohybových schopností s cílem všestranného pohybového rozvoje. Všeobecná kondiční příprava tvoří „stavební kámen“ pro další sportovní vývoj. Čím kvalitnější tento „stavební kámen“ bude, tím lépe bude sportovec absolvovat speciální kondiční přípravu či bude lépe reagovat na nezvyklé zápasové situace (Dovalil, 2012). Speciální kondiční trénink pak obsahuje cvičení odvíjející se od potřeb sportovního výkonu. Výběr cvičení odpovídá intenzitě či pohybovým strukturám dané sportovní disciplíny, cvičení se kombinují i s použitím daného sportovního náčiní (např. s tenisovou raketou) či ve specifických podmínkách (např. povrch kurtu, hra v hale či venku apod.)

Plánování kondiční přípravy je v tenise velmi složité. Tenisoví hráči s výjimkou necelých dvou měsíců hrají po celý rok turnaje na různých površích, s různými míči,

často kombinují dvouhru i čtyřhru. Navíc má sezóna čtyři (v olympijském roce pět) vrcholů sezóny, na který chce být každý tenisový hráč co nejlépe připraven. Dobrá fyzická připravenost je však důležitá i pro psychiku hráče. Lepší „fyzička“ zvyšuje sebedůvěru hráče, zároveň hráč rychleji regeneruje a má menší pravděpodobnost zranění.

a) Silové schopnosti v tenise

Silové schopnosti můžeme definovat jako schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti (Lehnert, 2014).

V tenise je důležité posilovat způsobem nejvhodnějším pro svalové kontrakce, které se v tenise uplatňují. Vysoká svalová hypertrofie je v tenise nežádoucí z důvodu vyššího objemu i vyšší hmotnosti hráče či snížení elasticity svalu a schopnosti jemné koordinace. Tenisový hráč potřebuje pevné a silné svaly, ale také dlouhé a elastické (Schönborn, 2008).

V tenise dochází k optimálnímu poměru statické a dynamické síly. Statická síla se uplatňuje při udržení určité polohy, při blokových úderech či držení rakety. Dynamická síla se poté uplatňuje v trojím provedení – výbušná síla, kdy dochází k provedení maximální síly v co nejkratším čase (podání, smeč); rychlá síla, zde dochází k uplatnění nemaximální síly v co nejkratším čase (všechny tenisové údery) a silová vytrvalost, která umožňuje uplatnění síly i při dlouhotrvajícím utkání (Höhm, 1982).

b) Rychlostní schopnosti v tenise

Rychlost lze definovat jako schopnost zahájit a realizovat pohyb bez odporu nebo s malým odporem v co možná nejkratším čase (Lehnert, 2014).

V tenise se rychlost projevuje jako rychlost reakce, rychlost při startech, v krátkých sprintech různými směry, v náhlých zastavováních a změnách směru běhu či v rychlosti pohybu při úderech (Höhm, 1982). V rychlostním tréninku je třeba se zaměřit na rozvoj

startovní síly, výbušné síly, reaktivní síly, rychlostní trénink na krátkých úsecích se změnami směru či rychlostně-silové vytrvalosti.

c) Vytrvalostní schopnosti v tenise

Dovalil (2012) charakterizuje vytrvalost jako komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase, tj. v podstatě odolávat únavě.

Kondiční přípravy v tenise by měla obsahovat cvičení na rozvoj všeobecné vytrvalosti, rychlostní i silové vytrvalosti. Velmi důležitá je i psychická vytrvalost hráče. Vytrvalost je předpokladem pro optimální práci centrální nervové soustavy, a tedy udržení bezchybné tenisové techniky i v průběhu dlouhotrvajícího zápasu. Vytrvalost je předpokladem pro sehrání dlouhého vyrovnaného zápasu bez znatelného poklesu výkonu. V neposlední řadě je vytrvalost potřebná pro rychlou regeneraci mezi jednotlivými zápasy či turnaji (Schönborn, 2008).

d) Pohyblivost v tenise

Pohyblivost neboli flexibilita je charakterizována dosažením potřebného nebo optimálního rozsahu pohybu v kloubním spojení pomocí vnitřních nebo vnějších sil. Ve sportu je tato pohyblivost chápána jako schopnost vykonávat pohyb v kloubním rozsahu vzhledem k požadavkům dané sportovní disciplíny (Lehnert, 2014).

V tenise se vyskytuje celá řada pohybů vyžadující vysokou úroveň obecné i speciální pohyblivosti. Při dosahování vzdálených míčů se hráč dostává do hlubokých výpadů stranou. Při podání s kombinovanou rotací dochází k lukovitému pronutí trupu. Pohyb ruky v zápěstí slouží k udělení rotace míče. Pohyblivost je jedním z faktorů pro dosažení vzdálených míčů či doběhnutí krátkých míčů zahraných za síť, zároveň hráč s dobrou úrovní pohyblivosti má menší pravděpodobnost zranění, protože je tělo na extrémní polohy připraveno.

e) **Koordinální schopnosti v tenise**

Koordinaci lze chápat jako spolupůsobení CNS a kosterního svalstva během pohybového průběhu, přičemž rozlišujeme mezi koordinací intramuskulární a koordinací intermuskulární. Koordinální schopnosti definujeme jako komplexní předpoklady k výkonu, které umožňují učení a realizaci pohybových dovedností a ovlivňují jejich projev (Mechling in Zháněl, 2011).

Koordinální schopnosti v tenise mají výjimečné postavení. Koordinace úzce souvisí s citem pro míč či timingem. Kromě toho slouží koordinace i k vývoji neviditelné techniky (Stojan, Brabenec, 1999). Vysoké nároky na koordinaci jsou jak při hře na síti, kde hráč provádí údery v rychlém tempu, často ve skocích stranou tak i při hře u základní čáry, kdy se hráč musí vyrovnat s různými odskoky míče, rychlými změnami směru apod. Vedle obecných koordinálních schopností se v tenise objevují i specifické koordinální schopnosti. Zháněl (2011) uvádí tyto tři specifické koordinální schopnosti v tenise:

- Timing – organizace tenisových pohybů v prostorovém, časovém, energetickém a taktickém ohledu
- Kontrola míče – představuje schopnost tenisty hrát údery, které kromě pohybové a koordinální techniky vyžadují zvláštní cit, např. pro halfvolej, „kraťas“ apod.
- Regulace vzdálenosti – souvisí s řízením a přizpůsobením úderových činností vzhledem k prostorovým podmínkám.

Z předchozích řádků můžeme usoudit, že kondiční příprava je pro tenis velmi důležitá, a nejen pro ten vrcholový, bez určité kondiční připravenosti není možné hrát ani rekreační tenis. Kvalitní pohyb hráče po dvorci je jeden z důležitých předpokladů. Hráč může disponovat dokonalou technikou, ale bez kvalitního pohybu, který mu umožní najít optimální místo pro zásah, svou dokonalou techniku neuplatní. Zároveň je důležité kondiční přípravu zařazovat již od útlého věku, aby si hráč zvykal na její zařazení a zároveň se rozšiřoval soubor pohybových schopností i dovedností.

2.2 ANATOMIE A FYZIOLOGIE NERVOVÉHO SYSTÉMU

Nervový systém řídí veškeré funkce organismu. Nervový systém je soubor mnoha miliard buněk, jejichž úkolem je zpracovávat informace. Informace jsou údaje, které ovlivňují chování organismu ve smyslu optimální adaptace na změny jeho zevního i vnitřního prostředí. Informace je nesena sériemi binárních signálů – akčních potenciálů – cirkulujících po nervových okruzích. Aktivita nervových okruhů je základem senzomotorických reflexů, viscerálních regulací, emocí, i vyšší nervové (kognitivní) činnosti, tj. myšlení a paměti (Rokyta et al., 2016).

Nervový systém dělíme na periferní nervový systém (PNS) a centrální nervový systém (CNS). Periferní nervový systém se vyvinul z materiálu gangliové lišty a z výběžků buněk CNS, které se rozrůstají do celého těla. Tvoří ho míšní a hlavové nervy se svými ganglii (určeno pro zásobení somatické části organismu, hlavně pro pohybový aparát) a vegetativní či autonomní nervy a jejich ganglia (určené pro viscerální části organismu, hlavně pro orgány zažívacího, dýchacího a močopohlavního systému). Z materiálu vlastní nervové trubice se vytváří mozek a mícha, tedy centrální nervový systém (Petrovický, 2002).

Struktura nervové soustavy je tvořena (Rokyta et al., 2016):

- Centrálním nervovým systémem (CNS) – ten je tvořen mozkem a míchou
- Periferním nervovým systémem (PNS) – ten je tvořen senzitivními a motorickými nervy, které spojují CNS se smyslovými orgány a kosterním svalstvem
- Autonomním nervovým systémem (ANS) – tvořen populací neuronů ve stěně vnitřních orgánů

Z mikroskopického hlediska tvoří nervovou soustavu dva základní druhy buněk:

- Neurony – funkční jednotky vytvářející a komunikující elektrochemické signály
- Neuroglie – buňky zajišťující podpůrné, metabolické a ochranné funkce.

V následujících částech kapitoly se budeme věnovat anatomickému a fyziologickému popisu nervové soustavy. Anatomie a fyziologie nervové soustavy je velmi obsáhlé téma a pro účely této bakalářské práce není potřebné uvádět všechny anatomické a fyziologické detaily. V této kapitole se tedy omezíme na stručný anatomický a fyziologický popis nervové soustavy.

2.2.1 Neurony, neuroglie a nervové dráhy

Základní složkou nervové tkáně jsou nervové buňky – neurony, jejichž základní vlastností je vzrušivost a vodivost. Nervové buňky tvoří tělo (soma), výběžky (dendrity a axon) a synaptická zakončení. Dendrity jsou krátké výběžky, které vedou informace do těla neuronů. Axon je jeden dlouhý výběžek vedoucí informace z těla neuronu. Axony jsou buď obaleny myelinovou pochvou, nebo jsou amyelinické. Komunikace neuronů navzájem a komunikace s cílovými orgány je uskutečňována na synapsi pomocí neurotransmiterů (Petrovický, 2002).

Prostor mezi sítěmi neuronů a krevních kapilár v nervové tkáni vyplňují buňky gliální, označované někdy jako podpůrné. Patří mezi ně astrocyty, oligodendrocyty, Schwannovy buňky a mikroglie. Gliové buňky obstarávají funkci vyživovací, modulační, opěrnou, tvorbu obalů nervových vláken a fagocytózu rozpadových produktů (Rokyta et al., 2016).

Nervová tkáň je tvořena šedou hmotou (substantia grisea) a bílou hmotou (substantia alba). Šedá hmota je tvořena těly neuronů, bílá hmota jejich výběžky. V koncovém mozku a mozečku je šedá hmota uložena na povrchu v podobě mozkové a mozečkové kůry a v hloubi jako kulovitá či oválná jádra. V míše jsou na povrchu dráhy bílé hmoty a šedá hmota je uložena v hloubi v okolí centrálního kanálu (canalis centralis; Hudák, Kachlík et al., 2015).

Spojení mezi vzdálenějšími částmi CNS zprostředkují nervové dráhy. V nejjednodušším pohledu je to soubor axonů, vycházející z buněk jedné struktury a končící synapsí na buňkách jiné struktury. V úseku svého průběhu může nervová dráha vydávat odbočky – kolaterály k jiným strukturám (Petrovický, 2002). Nervové dráhy můžeme dělit dle počtu neuronů na:

- Jednoneuronové
- Víceneuronové

Dále se mohou dělit dle propojených struktur:

- Asociační dráhy – propojují struktury v jedné hemisféře nebo na úrovni poloviny míchy
- Komisurální dráhy – propojují obě hemisféry či obě poloviny míchy
- Projekční dráhy – propojují mezi sebou jednotlivé úrovně CNS

Dle průběhu a směru šíření dělíme dráhy takto:

- Vzestupné (ascendentní) dráhy – projekční dráhy, které spojují nižší úroveň CNS s vyšší úrovní
- Sestupné (descendentní) dráhy – projekční dráhy, které spojují vyšší úroveň CNS s nižší úrovní
- Přímé dráhy – vývojově mladší projekční jednoneuronové dráhy propojující dvě struktury
- Nepřímé dráhy – projekční víceneuronové dráhy propojující dvě struktury s vmezeřeným přepojovacím jádrem/jádry

Posledním dělením je dle druhy vláken:

- Somatomotorické dráhy – regulují pohyb a napětí kosterních svalů
- Visceromotorické dráhy – regulují pohyb a napětí hladkých svalů a srdeční svaloviny (parasymptikus, sympatikus)
- Somatosenzitivní dráhy – přivádějí cití z mechanoreceptorů, exteroceptorů, proprioreceptorů, termoreceptorů
- Viscerosenzitivní dráhy – přivádějí cití z receptorů z vnitřních orgánů a interoceptorů
- Senzorické dráhy (speciální senzitivita) – přivádějí informace ze smyslů (čich, chuť, zrak, polohocit a pohybocit hlavy; Hudák, Kachlík et al., 2015).

2.2.2 Anatomie a fyziologie míchy

Hřbetní mícha (medulla spinalis) je pruh nervové tkáně o délce 40 – 50 cm, který je uložen v durae matris spinalis, uvnitř páteřního kanálu tvořeného obratli páteře. Horní konec míchy přechází v prodlouženou míchu (medulla oblongata) do mozkového kmene (truncus cerebri). Hranicí mezi míchou a kmenem je výstup prvního krčního nervu. V téže úrovni nacházíme decussatio pyramidum (křížení pyramidových drah). Spodní konec míchy sahá u mužů k obratli L1 – L2 a u žen k obratli L2. dále přechází nitkovitě až k obratli S2, kde srůstá s dura mater a s periostem (Petrovický, 2002). Vstupy zadních a výstupy předních míšních kořenů vytvářejí 8 krčních, 12 hrudních, 5 bederních a 5 křížových segmentů. Na horizontálním řezu míchou vidíme, že se skládá z šedé a bílé hmoty. Šedá hmota tvarem připomíná motýla a je obklopena bílou hmotou. Šedá hmota je tvořena těly neuronů. V rámci šedé hmoty rozlišujeme přední a zadní rohy, malé postranní rohy míšní, uprostřed probíhá canalis centralis. Bílá hmota je tvořena axony neuronů probíhající vzestupně i sestupně (Petrovický, 2002).

Šedou hmotu tvoří několik druhů neuronů (Petrovický, 2002):

- Alfa-motoneurony – jejich axony vycházejí předními míšními kořeny do míšního nervu a vedou jím motorickou inervaci k příčně pruhovaným svalům.
- Gama-motoneurony – podobají se alfa-motoneuronům, ale jsou menší a nedosahují až k okraji předních rohů míšních. Axon je určen k inervaci intrafusálních vláken svalového vřeténka.
- Viscerální motoneurony – neurony zpracovávající informace z viscerálních orgánů.
- Buňky provazců (relé buňky) jsou přepojovací buňky uložené v zadních rozích míšních. Buňky jsou seskupeny do několika jader a přivádějí informace vstupující do míchy a mozku např. nucleus Stilling-Clarki, neurony, které převádějí proprioceptivní informace z dolních končetin a kaudální části trupu (Hudák, Kachlík et al., 2015).

Buňky šedé hmoty míšní se dělí do deseti vrstev, které odpovídají funkčnímu rozdělení. Jednotlivé vrstvy jsou označovány jako Redoxovy zóny. V zadních rozích jsou neurony

zóny I-VI spojeny se senzoryckými funkcemi. V postraních rozích v zónách VII jsou jádra nervů zabezpečující autonomní funkce a v předních rozích v zónách VIII-IX jsou motoneurony spojené s motorickými funkcemi (Rokyta, 2016).

Základním míšním dějem je reflexní okruh, který má pět základních oddílů (Rokyta, 2016):

- Receptor – ve svalech, šlachách či v kůži
- Dostředivá vlákna – senzitivní
- Centrum – v míše (motorická buňka)
- Odstředivá vlákna – motorická
- Efektor – nervosvalová ploténka a sval

Přehled hlavních míšních drah (Petrovický, 2002):

- a) Míšní reflexy a jejich dráhy – jsou základem všech místních drah a patří k nim tyto skupiny reflexních drah:
- Proprioceptivní reflexní dráhy:
 - Monosynaptický (napíací, vřetéčkový) reflex
 - Bisynaptické reflexy (např. šlachový reflex)
 - Polysynaptické reflexy
 - Visceroceptivní reflexní dráhy
 - Exteroceptivní reflexní dráhy
 - Flexorový reflex
 - Extensorový reflex
 - Zkřížený extensorový reflex
 - Speciální reflexy (zrakové, sluchové, labyrintové apod.)
 - Dráhy svalového tonu
- b) Ascendentní dráhy
- Tr. spino-tectalis vede do tectum mesencephali, aktivuje tectum a účastní se na řízení hybnosti hlavy a krku a koordinuje ji s hybností trupu a končetin
 - Tr. spino-reticularis vede do retikulární formace mozkového kmene, je zapojen do sensitivity, vedení bolesti a do aktivačního systému

- Tr. spino-thalamicus vede to thalamu, vede senzitivitu, hlavně bolest
- Tr. Spino-bulbo-thalamicus tzv. dráha zadních provazců, vede do jader zadních provazců v mozkovém kmenu a dále do thalamu, je zapojen do senzitivity, hlavně hmatové
- Tr. Spino-cerebellaris ventralis et dorsalis vede propriorepcepci z kloubů, svalů a šlach do mozečku
- Tr. Spino-olivaris vede do dolní olivy mozkového kmene a odtud po přepojení do mozečku; funkčně odpovídá dvěma předchozím drahám

c) Descendentní dráhy

- Tr. Cortico-spinalis lateralis et ventralis vede z mozkové kůry k šedé hmotě míšňí a tvoří podklad pro volní hybnost napojením na míšňí alfa-motoneurony
- Tr. Rubro-spinalis vychází z nucleus ruber v mesencephalon, aktivuje flexory
- Tr. Tecto-spinalis vychází z mozkového kmene a je zapojen do mechanismu gamma klíčky a do descendentních spojů aktivačního systému
- Tr. Vestibulo-spinalis vede z vestibulárních jader a převádí jejich vliv na antigravitační svalstvo
- Fasciculus longitudinalis medialis převádí vliv vestibulárních, okohybných a dalších jader do ovlivnění pohybů hlavy a krku v závislosti na vestibulárním aparátu a pohybech očí

d) Propriospinální dráhy – je to soubor vláken probíhajících v těsném okolí substantia grisea; obsahuje ascendentní i descendentní dráhy, které spojují navzájem různě úrovně míchy; některá dlouhá vlákna umožňují koordinaci pohybů řízených míchou a koordinaci funkcí jednotlivých míšňích segmentů.

Mícha tvoří nejnižší článek reflexního řízení. Je centrem řízení motorických reakcí na základě informací z proprioreceptorů a exteroceptorů. Mícha je důležitým článkem sensorického systému. Zprostředkovává spojení periferních receptorů s jejich vyššími oddíly. Mícha je rovněž jedním z center autonomního nervového systému. Kromě informací z receptorů vnitřních orgánů integrují míšňí centra autonomního nervstva také podněty z jiných receptorů a signály z vyšších oddílů autonomního nervstva. Integrační a řídicí funkce míchy se uplatňuje v řízení vazomotorických reakcí a srdeční aktivity,

při činnosti trávicího traktu (defekace), vývodných cest močových (mikce), pohlavních orgánů (erekce, ejakulace), žláz s vnitřním vyměšováním a kožních žláz (sekrece; Kittnar a kol., 2011).

2.2.3 Anatomie a fyziologie mozku

Mozek je uložen v dutině lebeční, která jej chrání před poškozením. Mozek se skládá z prodloužené míchy, Varolova mostu, středního mozku, mozečku, mezimozku a koncového mozku. Části mozku vznikly v embryogenezi z neurální trubice. Jednotlivé části nepracují odděleně, jak by se dle popisu mohlo zdát. Naopak jsou funkčně propojeny, díky čemuž dochází k rychlému zpracování informace a vytvoření vhodné odpovědi na ni. Anatomie a fyziologie mozku je velmi obsáhlé téma a pro účely bakalářské práce není potřebné uvádět všechny detaily, omezíme se tedy pouze na stručný anatomický a fyziologický popis mozku.

2.2.3.1 Mozkový kmen (Truncus cerebri)

Mozkový kmen představuje část centrální nervové soustavy mezi míchou a mezimozkem. Ventrální plochou naléhá na kost týlní (oss occipitalis). Mozkový kmen tvoří kraniální pokračování hřbetní míchy (medulla spinalis), horní hranicí je decussatio pyramidum, kde se vzájemně kříží pyramidové dráhy. Kraniálně pak mozkový kmen přechází do mezimozku (diencephalon, Petrovický, 2002). Dorzálně je mozkový kmen spojen s mozečkem (cerebellum) pomocí třech párů mozečkových stonků tvořených bílou hmotou; horní mozečkové stonky propojují mozeček se středním mozkiem, střední mozečkové stonky propojují mozeček s Varolovým mostem a dolní mozečkové stonky propojují mozeček s prodlouženou míchou (Hájek, 2016). Mezi kmenem a mozečkem se nachází IV. komora. Makroskopicky se kmen dělí na tři oddíly – prodloužená mícha (medulla oblongata), Varolův most (pons Varoli) a střední mozek (mesencephalon), které obsahují jádra hlavových nervů, dráhy a retikulární formaci (Hudák, Kachlík et al., 2015):

- Prodloužená mícha spojuje hřbetní míchu a Varolův most. Šedá hmota obsahuje jádra hlavových nervů (n. V, IX, X, XI, XII) a specifická jádra (nucleus gracilis, nucleii cuneati, complexus olivaris inferior). V retikulární formaci prodloužené

míchy jsou jádra, která jsou zapojena do řízení autonomních funkcí: řídí činnost srdce (kardioexcitační a kardioinhibiční centra), činnost cév (vazokonstrikční a vazodilatační centra), dýchání (expirační a inspirační neurony), trávení potravy (žvýkání, polykání, zvracení). Dále se prodloužená mícha účastní obranných reflexů spojených s dýcháním – kašel, kýčání, apnoe a s pohyby žaludku – zvracení. V neposlední řadě jsou v prodloužené míše uložena motorická centra, která kontrolují svalový tonus a posturální reflexy (Rokyta et al., 2016).

- Varolův most navazuje na prodlouženou míchu a rostrálně přechází ve střední mozek. Šedá hmota obsahuje jádra hlavových nervů (n. V, VI, VII, VIII) a specifická jádra (nucleus olivaris superior, nucleii pontis). Varolův most se uplatňuje v nepodmíněných reflexech jako je rohovkový reflex, který se vybavuje při mechanickém působení na řasy, víčka, spojivky či rohovku. Dále se uplatňuje v podmíněných artikulačních reflexech (Mysliveček, 2009). V neposlední řadě se Varolův most podílí na regulaci dýchání. Apneustické centrum má tonizující vliv na neurony vdechového centra a nadřazené pneumotaxické centrum je tlumeno vágovou aferencí a samo tlumí apneustické centrum. Jádra nucleus raphae prodloužené míchy a mostu jsou zdrojem serotoninu a endorfinů (Rokyta, 2016).
- Střední mozek navazuje na Varolův most a rostrálně přechází v mezimozek (diencephalon). Střední mozek se skládá z tectum, tegmentum a crura cerebri. Prostřednictvím crura cerebri je střední mozek propojen s koncovým mozkem. Obsahuje jádra hlavových nervů (n. III, n. IV) a specifická jádra (nucleus ruber, substantia nigra, substantia grisea a další). Střední mozek se uplatňuje v řízení motoriky. Nucleus ruber převádí motorickou aktivitu z mozkové kůry a mozečku do motorických struktur kmene a míchy. Substantia nigra (hlavní část dopaminergního systému) je řazena mezi bazální ganglia a jako taková je součástí mimopyramidové kontroly motoriky (Mysliveček, 2009). Tectum je tvořené čtverohrbolím (colliculi superiores et inferiores). Colliculi superiores jsou centrem nepodmíněných zrakových reflexů spojených s pohyby hlavy, očí a těla vyvolaných světelnými podněty. Colliculi inferiores jsou centrem nepodmíněných sluchových reflexů – pohybů uší, hlavy a těla vyvolaných zvukovou stimulací. Čtverohrbolí je také centrem pohotovostního strážného reflexu, který je vyvolán při náhlém působení podnětů působících na zrakové a

sluchové receptory. Jádro locus coeruleus je hlavním zdrojem noradrenalinu a podílí se na regulaci bdění a spánku (Rokyta, 2016).

Retikulární formace je četné množství jader, které se rozprostírá v prodloužené míše, mostu, středním mozku a v talamu. Neurony retikulární formace integrují vzruchy přicházející kolaterálami všech sensorických drah, signály z limbického systému, mozečku i mozkové kůry. Vzruchová aktivita těchto jednotlivých vstupů ztrácí v retikulární formaci svůj specifický informační význam a nabývá nespecifický budivý či tlumivý charakter (Kittnar a kol., 2011). Retikulární formace působí na vyšší či nižší centra nespecificky, a to dvěma systémy – vzestupným (ascendentním) a sestupným (descendentním). Vzestupný systém zajišťuje probouzení ze spánku a udržení bdělého stavu (Mysliveček, 2009). Sestupný systém inhibičně tlumí úmyslné pohyby. Sestupný systém facilitační udržuje vzpřímený postoj (Rokyta, 2016). V retikulární formaci existují i specifická centra regulující dýchání, krevní tlak, srdeční činnost, endokrinní funkce a funkce trávicího systému (Mysliveček, 2009).

2.2.3.2 Mozeček (cerebellum)

Mozeček se nachází v zadní lebeční jámě. Leží na dorsální straně mozkového kmene, ke kterému je připojen pomocí tří mozečkových stonků. Mezi mozečkem a mozkovým kmenem se nachází IV. komora. Na horní plochu mozečku naléhá spodní plocha týlních laloků mozkových hemisfér (Petrovický, 2002).

Makroskopicky lze na mozečku rozlišit červa (vermis cerebelli), což je nepárová střední část a dále párové mozečkové polokoule (hemispheria cerebelli). Vnitřní stavba mozečku se skládá z mozkové kůry (cortex cerebelli), kterou představuje šedá hmota složená do hlubokých transversálních řas (folia cerebelli), z bílé hmoty (substantia medularis), která je uvnitř a vybíhá v pedunculi a z centrálně uložených jader (ncl. dentatus, ncl. fastigii, ncl. globosus, ncl. emboliformis; Petrovický, 2002). Na mozečku můžeme rozlišit tři laloky podle vývojového hlediska a podle oblastí hlavních aferentních spojů. Lobus flocculonodularis je nejmenší a vývojově nejstarší část mozečku (tzv. archicerebellum), pro svou převahu aferentace z vestibulárního aparátu nazývanou vestibulární mozeček (vestibulocerebellum). Je uložen na spodní ploše mozečku. Lobus anterior je vývojově mladší část mozečku (tzv. paleocerebellum).

Maximum aferentace přijímá z míchy, proto je též nazýván spinální mozeček (spinocerebellum). Lobus posterior je nejrozsáhlejší část mozečku a zároveň vývojově nejmladší (tzv. neocerebellum). Přívody přichází z mozkové kůry přes pons, proto cerebrální mozeček (pontocerebellum; Naňka, Elišková, 2009).

Funkce mozečku můžeme rozlišit dle již zmíněného rozdělení na tři laloky dle vývojového hlediska. Vestibulární mozeček je nezbytný k udržování vzpřímené polohy těla. Je nadřazeno vestibulární dráze v kontrole stoje a rovnováhy. Aktivuje facilitační sestupný systém retikulární formace (Myslivoček, 2009). Aferentní informace do spinálního mozečku přicházejí z motorické mozkové kůry a z periferie. Spinální mozeček dostává z motorické mozkové kůry kopie plánů všech volních pohybových vzorců a tyto plány srovnává s aktuálním stavem právě prováděného pohybu. Pokud skutečnost neodpovídá, zasáhne do aktivit sestupných motorických drah a rozdíl upraví. V rámci predikční funkce mozeček předpovídá a dopočítává trajektorii, rychlost a intenzitu zamýšleného pohybu. Výstupní informace směřující ze spinálního mozečku do mozkové kůry se kříží na úrovni mozkového kmene a vzhledem k tomu, že sestupné motorické dráhy z mozkové kůry se před přepojením na motoneuronech míchy také kříží, ovlivňuje určitá polovina spinálního mozečku provádění pohybů na stejné polovině těla (Rokyta, 2016). Neocerebellum se spolu s mozkovou kůrou a bazálními ganglii podílí na plánování a programování volních pohybů a podílí se na procesu motorického učení. Vstupní i výstupní informace vedou z mozkové kůry opět do mozkové kůry (Rokyta, 2016).

Činnost mozečku nelze chápat jako komplex činností jednotlivých vývojových oblastí. Mozeček integruje informace z motorických oblastí, statokinetického čidla, proprioceptorů, exteroceptorů a ze sluchových a zrakových oblastí. Jeho funkcí je především vytvoření plynulého, přiměřeného a cíleného pohybu, určitého směru, délky a trvání. V neposlední řadě je zapojen do motorického učení a paměti (Myslivoček, 2009).

2.2.3.3 Mezimozek (diencephalon)

Diencephalon je soubor jader a drah kolem třetí komory. Propojuje mozkový kmen s koncovým mozkiem. Mezimozek navazuje na horní konec mozkového kmene. Vzhledem k ohromnému rozvoji koncového mozku je celý mezimozek překryt

hemisférami koncového mozku (Petrovický, 2009). Topograficky je mezimozek z rostální strany ohraničen čelním lalokem (lobus frontalis) a chiasma opticum (spojení a částečné zkřížení zrakových nervů), kaudálně středním mozkiem, mediálně III. komorou, laterálně bazálními ganglii, dorsálně corpus callosum (spojení mozkových hemisfér) a bazálně báze lebni (basis cranii; Hudák, Kachlík et al., 2015). Mezimozek je soubor jader a drah kolem třetí komory, jejíž boční stěny jsou tvořeny mediální plochou obou thalamů a spodinu tvoří hypothalamus (Hájek, 2016). Dle uložení a funkce jader rozdělujeme mezimozek na 6 částí:

- Epithalamus je dorzální část mezimozku, který je tvořen nepárovou šišinkou (epiphysis) a nucleus habenulae. Epifýza obsahuje melatonin, který řídí cirkadiální rytmy bdění a spánku. Nuclei habenulae jsou jádra zapojená do limbického systému umožňující integraci emočních vjemů (Naňka, Elišková, 2009).
- Metathalamus: dorzální část talamu tvořená dvěma vyvýšeninami – corpus geniculatum mediale, který je spojen s colliculus inferior (ve středním mozku) a vede vlákna sluchových drah; corpus geniculatum laterale spojeného s colliculus superior (ve středním mozku) a vede vlákna zrakové dráhy (Naňka, Elišková, 2009).
- Subthalamus je bazální část diencephalonu. Přes nucleus subthalamicus je zapojen do motorických okruhů bazálních ganglií (Hudák, Kachlík et al., 2015). Zona incerta, jejíž funkce je nejasná, je zřejmě zapojena do okruhů retikulární formace (Naňka, Elišková, 2009).
- Thalamus opticus je zrakový mozek je tvořen zrakovým nervem (nervus opticus), křížením zrakových nervů (chiasma opticum) a zrakovou dráhou (tractus opticus; Hájek 2016).
- Thalamus laterálně srůstá s koncovým mozkiem a mediálně ohraničuje III. komoru. Thalamus je složen ze skupin jader, která představují významnou „přepojovací stanici“ aferentních drah do mozkové kůry (Hudák, Kachlík et al., 2015). dle funkce lze jádra rozdělit na čtyři skupiny (Naňka, Elišková, 2009):
 - Specifická senzorká jádra převádí vzruchy z periferie do senzorkých oblastí mozkové kůry. Nucleus ventralis posteromedialis je zapojen do převodu senzitivních podnětů

z obličeje; nucleus ventralis posterolateralis je zapojen v převodu senzitivity ze zbývajících oblastí.

- Specifická nesenzorická jádra tzv. motorická jádra thalamu, slouží k převodu vzruchů z mozečku a bazálních ganglií do mozkové kůry.
 - Asociační jádra tvoří propojení specifických jader thalamu s asociačními oblastmi kůry, integrují senzitivní a senzorické podněty.
 - Nespecifická jádra zajišťují difúzní projekce do širokých korových oblastí a bazálních ganglií, převádí hlavně vlivy z retikulární formace.
- Hypothalamus leží bazálně od thalamu. Tvoří přední stěnu a dno III. komory. Buňky hypothalamu jsou uspořádány do jader a areí. Jádra jsou složena z jednoho typu buněk, zatímco area jsou tvořeny více buněčnými typy. Hypothalamus je vlákny propojen s frontální kůrou, hippocampem, amygdalou a zrakovou dráhou. Přimo či přes thalamus je propojen s prodlouženou míchou a hřbetní míchou. Eferentní vlákna vedou do thalamu, limbického systému a dále do mozkového kmene a hypofýzy (Naňka, Elišková, 2009).

Thalamus se podílí na ovlivnění stavu bdělosti jako odpověď na senzorickou aferentaci, účastní se na vegetativních reakcích (zblednutí, zčervenání), emocích, které jsou normálně pod kontrolou mozkové kůry, ale pokud není korová kontrola dostatečně vyvinuta (u dětí), plně se projeví. Částečně se podílí i na ovlivnění stoje a chůze (Mysliveček, 2009). Zároveň zprostředkovává přenos všech somatosenzorických informací (kromě čichových) přicházejících z periferie do projekčních a asociačních oblastí mozkové kůry a do některých center mozečku.

Funkce hypothalamu lze shrnout do následujících oblastí - hlad a příjem potravy je ovlivňován centrem sytosti a centrem hladu, mezi oběma centry existuje vzájemné propojení, aktivace glukoreceptorů v centru sytosti je zodpovědná za útlum centra hladu; žízeň je vyvolána drážděním tohoto centra hypertonickým prostředím v okolí nucleus paraventricularis, kde jsou stimulovány osmoreceptory; sexuální funkce jsou zajišťovány integrační činností hypothalamu jako křižovatky propojující CNS s humorální sekrecí; v nucleus supraopticus se tvoří vazopresin a v nucleus

paraventricularis se tvoří oxytocin, které jsou axonálním transportem přesunuty do neurohypofýzy a odtud jsou secernovány do oběhu; přímo z hypothalamu se do oběhu dostávají tyto hormony - tyroliberin, gonadotropin, somatokrinin, somatostatin, liberin a inhibitor melanotropinu, inhibitor prolaktinu a liberin luteotropní hormon; zadní hypothalamus řídí reakce na chlad (dochází k uvolňování katecholaminů), přední naopak tepla řízení cirkadiálních rytmů - dáno rytmickou aktivitou vytvářenou v nucleus suprachiasmaticus; účast na emočních stavech, kdy je hypothalamus součástí Papezova okruhu pro limbický systém.

2.2.3.4 Koncový mozek (telencephalon)

Vývojově nejmladší a nejrostrálnější oddíl centrální nervové soustavy. Objemem i počtem neuronů tvoří největší část. Telencephalon je tvořen pravou a levou hemisférou, které jsou od sebe odděleny sagitálně orientovanou rýhou fisura longitudinalis cerebri. Hemisféry jsou vzájemně propojeny mohutným svazkem vláken – kalózním tělesem (corpus callosum, Naňka, Elišková, 2009). V každé hemisféře se nachází postranní komora (ventriculus lateralis), vyplněná mozkomíšním mokem, který se tvoří v jejich cévnaté pleteni (plexus choroideus; Hájek, 2016). Plášťová část je složena z vnější vrstvy obsahující těla neuronů – mozková kůra (cortex cerebri) a z vnitřní vrstvy skládající se z myelinizovaných výběžků neuronů-bílé hmoty hemisfér (corpus medullare telencephali). Mozková kůra je rozbrázděna rýhami a závití. Hlubší rýhy oddělují jednotlivé laloky (lobi cerebri), které jsou dále mělčími rýhami (sulci cerebri), členěny na jednotlivé závití (gyri cerebri). Bazální část sestává z bazálních ganglií (ncll. basales), což jsou jádra šedé hmoty uložená uvnitř hemisfér (Hudák, Kachlík et al.; 2015).

Na hemisférách rozeznáváme jednotlivé laloky, které jsou od sebe odděleny hlavními rýhami (Petrovický, 2002):

- Čelní lalok (lobus frontalis) – nachází se před sulcus centralis
- Temenní lalok (lobus parietalis) – mezi sulcus centralis a sulcus parieto-occipitalis
- Týlní lalok (lobus occipitalis) – najdeme ho za sulcus parieto-occipitalis

- Spánkový lalok (lobus temporalis) – od ostatních je oddělen pomocí fisura lateralis cerebri
- Inzula (lobus insularis) – laterální část kůry potopená do hloubky fisura lateralis cerebri
- Limbický lalok (lobus limbicus) – na mediálně stěně hemisféry je oddělen nahoře pomocí sulcus cinguli, ale pokračuje kolem corpus callosum dolu až na mediální plochu temporálního pólu, kde je oddělen pomocí sulcus collateralis a sulcus rhinalis.

Mozková kůra obsahuje na průřezu 3 až 6 vrstev neuronů. Počet vrstev se odvíjí od fylogenetického stáří dané části mozkové kůry. Rozeznáváme paleocortex – fylogeneticky nejstarší část; archicortex – je hlavní součástí limbické kůry a neocortex – nejmladší část mozkové kůry, která je sídlem nejvyšších nervových funkcí (Hudák, Kachlík et al.; 2015).

Jednotlivým oblastem je na základě fyziologických studií přiřazována i funkce, tzv. funkční korové oblasti. Funkční korové oblasti se dělí na primární a asociační. Primární oblasti, oblasti s jasně definovanou funkcí, přijímají základní informace. Asociační můžeme dělit na sekundární a terciární oblasti. Sekundární analyzují komplexní vjemy. Poté jsou informace zpracovány v terciární oblasti, v nichž jsou propojovány s ostatními oblastmi mozkové kůry (Kachlík, Hudák et al., 2015). Kůra se dle histologické stavby dělí na 52 oblastí zvaných Brodmannovy areae, které dohromady vytvářejí cytoarchitektonickou mapu mozkové kůry (Petrovický, 2002):

a) Funkční korové oblasti pro motoriku:

- Primární motorická oblast (area 4; uložení v gyrus precentralis) – drážení vyvolává svalové kontrakce na druhostranné polovině těla
- Sekundární motorická oblast (area 6; uložení v gyrus frontalis superior) - potřebná pro složitější pohyby hlavy a končetin, účastní se na přípravě a iniciaci pohybů
- Premotorická oblast (area 6; uložení v zadní části gyrus frontalis) – uplatňuje se v přípravě pohybu a změně pohybu, spolupráce s okohybným polem u pohybů, kde je třeba zrakové kontroly

- Frontální okohybné pole (area 8; uložení v gyrus frontalis medius) – kontroluje konjugované pohyby očí

b) Funkční oblasti pro senzitivitu a sensoriku:

- Primární senzitivní korová oblast (area 3, 1, 2; uložení v gyrus postcentralis) - drážděním lze vyvolat pocity dotykového čítí druhostranného povrchu těla
- Sekundární senzitivní korová oblast (area 40; uložení v horní části fissura lateralis cerebri) – byla nalezena pouze u primátů a člověka; stimulací se vyvolává pocit méně přesného čítí
- Primární a sekundární zrakové korové oblasti (area 17, 18, 19; uložení koncentricky kolem sulcus calcarinus) – zrakové vjemy, komunikace s premotorickou oblastí a frontálním okohybným polem pro koordinaci pohybu očí; všechna vizuální pole jsou propojena asociačními spoji, které začínají v area 17
- Primární a sekundární sluchová korová oblast (area 41, 42, 22; uložení v dolní části fissura lateralis cerebri) – analýza zvukových podnětů
- Chuťová korová oblast (area 43) – chuťové vjemy
- Čichová korová oblast (area 51; odpovídá paleocortexu) – čichové vjemy

c) Asociační korové oblasti:

Patří k nim všechny korové oblasti mimo primární funkční oblasti pro motoriku a senzitivitu. Rozsahem zaujímají asociační oblasti největší část neokortexu člověka. Asociují a integrují somatosenzitivní, zrakové a sluchové impulsy (area 7 srovnává „hmátané“ s „viděným“, area 5 kontroluje zrakem provádění složitějších pohybů, area 38 skládá vnímání zvuků v hudební pocity). Vývojově nejmladší asociační oblastí, obzvláště vyvinutou u člověka a nejvýrazněji odlišující lidský mozek od zvířecího, je prefrontální korová oblast (area 9-14), ta je dělena na část orbitální, mediální (se vztahem ke kůře limbické) a dorsolaterální (se vztahem ke kůře frontální a premotorické). Hlavní spoje jsou reciproční spoje s primárními senzitivními oblastmi a s ostatními asociačními oblastmi. Další reciproční spoje ji spojují s amygdalou, thalamem a hypothalamem. Vliv na správnou funkci mají i spoje monoaminergní, serotoninergní a cholinergní.

Řeč, jako specificky lidská činnost, musí mít pro své pohybové i receptivní složky příslušná korová pole - Brocovo motorické centrum řeči (area 44 a 45; uložení v gyrus frontalis inferior) – u praváků je uloženo v levé hemisféře, u leváků častěji vlevo než vpravo, pro normální funkci je třeba nepoškozená oblast primární a sekundární motorická a premotorická oblast; Wernickeho senzitivní řečové centrum (area 22, 39, 40) – uloženo z 90 % v levé hemisféře, která je dominantní pro řeč, pro normální funkci tohoto centra je nezbytná normální funkce akustických i vizuálních oblastí.

V hemisféře pod mozkovou kůrou, která je tvořena vrstvou šedé hmoty, je její hmota tvořena nervovými vlákny – bílou hmotou hemisfér, corpus medullare. Užívá se i název centrum semiovale, kdy na horizontálním řezu hemisférou má tvar půloválu. Centrum semiovale obklopuje prostor postranní mozkové komory a pomocí corpus callosum je propojen s druhostranným centrem semiovale (Naňka, Elišková, 2009). Nervová vlákna v centrum semiovale patří obecně ke třem druhům vláken. Obsahuje vlákna asociační (propojují stejnostranné korové oblasti), vlákna komisurální (spojují pravolevě stejné korové oblasti) a vlákna projekční (spojují vzestupně a sestupně různé struktury s kůrou mozku; Petrovický, 2002):

- Asociační vlákna – rozlišujeme krátká a dlouhá asociační vlákna. Obecně lze charakterizujeme uspořádání asociačních spojů následovně – primární korová oblast vyše spoje do sousední asociační oblasti, ta vyše spoje do vzdálenější asociační oblasti a současně do premotorické, prefrontální a limbické (Naňka, Elišková, 2009).
- Komisurální vlákna – vlákna, která propojují korové oblasti pravé a levé hemisféry. Pokud propojují stejné korové oblasti označují se jako homotopní vlákna, pokud propojují odlišné oblasti nazývají se heterotopní vlákna. Korová komisurální vlákna tvoří čtyři zřetelné komisury – corpus callosum, commissura anterior, commissura posterior a commissura fornicis.
- Projekční vlákna (capsula interna) – vlákna sestupují z kůry skrze centrum semiovale mezi thalamus a bazální ganglia a vedou většinu korových projekčních dostředivých a odstředivých vláken. Z capsula interna vybíhají i capsula externa a extrema – tato vlákna propojují bazální ganglia s mozkovou kůrou (Naňka, Elišková, 2009).

Bazální ganglia představují nakupení šedé hmoty v hloubi bíle hmoty mozkových hemisfér. Bazální ganglia jsou vzájemně propojena ve funkčně oddělené okruhy (smyčky). Jsou zapojena především do řízení a ovlivňování motoriky (Kachlík, Hudák et al., 2015). Bazální ganglia jsou tvořena corpus striatum – nucleus caudatus a putamen, globus pallidus – globus pallidus medialis a globus pallidus lateralis. Dále k nim náleží jádra, která jsou funkčně zapojena do limbického systému – corpus amygdaloideum (amygdala) a nucleus accumbens (striatum ventrale). Claustrum je jádro patřící k bazálním gangliím, ale funkčně je spojeno s mozkovou kůrou. Jádra funkčně napojená do bazálních ganglií jsou nucleus subthalamicus a substantia nigra (Kachlík, Hudák et al., 2015).

Limbický systém je funkční systém, který zahrnuje řadu fylogeneticky starých, vývojově nesourodých struktur CNS, propojených prostřednictvím spojů ve funkční celek. Mnohé ze struktur limbického systému jsou současně součástí jiných systémů CNS. Limbický systém představuje systém korových a podkorových struktur. Korové struktury koncového mozku se nacházejí zejména na mediální ploše hemisfér – gyrus parahippocampalis a gyrus cinguli, hipokampální formace, suprakomisurální hipokampus a prekomisurální hipokampus. Podkorové struktury se nacházejí v bazálních gangliích, mezimozku, mozkovém kmeni a retikulární formaci – amygdala, septum verum, ncl. interpeduncularis, ncl. habenulares či Guddenovo jádro (Kachlík, Hudák et al., 2015; Petrovický, 2002).

Koncový mozek je největší a ve většině svých struktur fylogeneticky nemladší částí CNS. Řadí se k němu mozková kůra s corpus callosum, bazální ganglia a limbický systém. V mozkové kůře jsou uloženy různé analyzátory, které se dělí na tři hlavní systémy – primární a sekundární projekční oblasti a asociační oblasti. Primární a sekundární projekční oblasti jsou charakterizovány tím, že se do nich projikují určité přesně definované funkce (Rokyta, 2016). Mozková kůra zajišťuje integraci a asociaci vstupních informací vyšší nervovou činnost. Jedná se o biorytmy, vědomí, myšlení, paměť a učení, motivace, emoce a symbolické funkce (fatické, gnostické, praktické; Rokyta, 2015). Funkce vycházejí z Brodmannových areálů, které byly popsány již výše, proto je již nebudu zmiňovat.

Funkce bazálních ganglií jako součástí mimopyramidového systému spočívá především

v koordinaci úmyslných a neúmyslných pohybů – posilují chtěné pohyby a utlumují nechtěné pohyby pomocí přímé a nepřímé dráhy (mozková kůra-bazální ganglia-thalamus-mozková kůra). Umožňují tím motorické kůře vykonávat pohyby naučené. Bazální ganglia také pomáhají plánovat paralelní a sekvenční pohyby. Spolu s korovými oblastmi se podílejí na plánování a tvorbě vzorců pohybů a také na jeho realizování s ohledem na aktuální situaci organismu a jeho okolí (Rokyta, 2015). Bazální ganglia jsou propojena jednak vzájemně, jednak se spojují s dalšími strukturami mozku jako je premotorická kůra, motorická kůra, somatosenzorická kůra (gyrus postcentralis), limbický systém (hipothalamus), thalamus (ventrolaterální a přední laterální jádra), okcipitální a temporální kůra, retikulární formace (Myslivoček, 2009).

Mezi funkce limbického systému nepatří pouze zajišťování pocitů a emocí. Limbický systém se podílí na somatovegetativních regulacích – koordinace somatických a viscerálních funkcí (žvýkání, slinění, polykání, dýchání, vyprazdňování a sexuální aktivita), na tvorbě paměťových stop, účastní se na prostorové orientaci a organizaci chování v prostoru a integraci funkčních změn při emocích – především jde o útlum pohybů při napjaté pozornosti, v neposlední řadě se podílí na chování zajišťující zachování jedince a rodu (získání potravy, boj o místo v přírodě a společnosti; Myslivoček, 2009). Amygdala se podílí na vzniku emočních reakcí, zvláště ve spojení se sexuální aktivitou. Byl prokázán i její vztah k agresivnímu chování (Kittnar a kol., 2011). Přední izolární kortex je za-vzat do širokého rozsahu podmiňování, chování a rozhodování. Má základní roli v lidském sebeuvědomování si, jde především o uvědomování si pohybů těla, sebepoznání a v emočním uvědomování si sama sebe. Druhá reprezentace představuje interocepce, které poskytují možnost řešení subjektivních pocitů emocionálního uvědomování si. Odehrávají se tam pocity spojené s vnímáním rizika, nejistoty a anticipace (Rokyta, 2015).

2.3 SENZORICKÉ SYSTÉMY

Všechny živé buňky mají schopnost převádět biologicky významné fyzikální a chemické podněty ze svého okolí na biologické signály. U vícebuněčných živočichů se vyvíjejí specializovaná zařízení pro vnímání mechanických, chemických, elektromagnetických a tepelných podnětů ze zevního a vnitřního prostředí organismu, takzvané receptory. V buňkách receptoru se přeměňuje energie podnětu ve změny membránového potenciálu (receptorový potenciál; Kittnar a kol., 2011).

Senzorické systémy jsou oddíly nervového systému odpovědné za příjem a zpracování určitého typu vstupních informací. Skládají se z receptorů, nervových spojů a neuronálních okruhů pro zpracování a ukládání těchto informací. Vjem je záznamem podnětu receptorem a představuje vstupní informaci pro činnost nervového systému. Vnímání je děj, jehož prostřednictvím organismus zpracovává vjemy a získává obraz vnějšího světa, případně vlastního já. Percepce je podmíněna stavem vědomí a určitou motivačně-emoční úrovní. Pro procesy vnímání dochází třídění vstupních informací a významová selekce s využitím předchozích zkušeností (záznamy v paměti). Velmi často je vstupní informace z receptoru využita přímo napojenými řídicími systémy a svůj vědomí korelát vůbec nemá. Tak je tomu s využitím informací z interoreceptorů a proprioreceptorů (např. posturální stabilita, okoohybné reflexy; Kittnar a kol., 2011).

Receptory, tj. vstupní jednotky sensorických systémů, se odlišují svoji stavbou i funkcí. Receptory můžeme dělit dle modalitu podnětu (Kittnar a kol., 2011):

- Mechanoreceptory – dotek, tlak, protažení, pohyb
- Fotoreceptory – světlo
- Termoreceptory – chlad, teplo
- Chemoreceptory – chuť, čich, chemoreceptory vnitřního prostředí

Receptory můžeme dělit i dle základní funkce:

- Exteroreceptory - přítomny v kůži, poskytují informace o nejbližším prostředí
- Telereceptory – přijímají podněty přicházející ze vzdálenějších objektů (zrak, sluch, čich)

- Interoceptory – reagují na podněty vznikající v útrobních orgánech
- Proprioceptory – zprostředkovávají informaci o poloze a pohybu těla i vzájemné poloze a pohybu jednotlivých částí těla (přítomny v kloubech, kosterním svalstvu, šlachách, patří sem i vestibulární aparát).

V další části této kapitoly se zaměříme pouze na zrakový systém, vestibulární systém a proprioceptory, které jsou využívány jako systémy v rámci neuroatletického tréninku.

2.3.1 Vizuální (zrakový) systém

Zrak je schopnost přijímat a zpracovávat informace z okolí prostřednictvím viditelného světla dopadajícího na sítnici oka. Pro člověka i pro většinu savců je zrak nejdůležitějším smyslem a dodává asi 70 % všech informací. Velká část jich vstupuje do vědomí (Kittnar a kol., 2011). Oko (bulbus oculi) je tedy smyslový receptor sloužící k registraci optických podnětů. Oko vnímá elektromagnetické světelné záření v rozsahu 400–760 nm. V sítnici dochází k převodu fotochemického procesu na bioelektrické podněty nervových buněk a jejich následnému zpracování. Oko je přizpůsobeno prostorovému, černobílému a barevnému vidění. Celková dioptrická mohutnost oka je + 60 dioptrií (Naňka, Elišková, 2009).

Zrakový systém se skládá z (Myslivoček, 2009):

- Optického aparátu oka
- Fotoreceptorů
- Optické dráhy
- Korové zrakové oblasti.

Oko je přibližně kulovitého tvaru. Oční koule je vlastně tvořena dvěma polokoulemi do sebe vsazenými. Větší zadní je tvořena bělimou, menší přední tvoří rohovka. Stěnu oční koule tvoří tři vrstvy – vnější vrstva oka, tunica fibrosa; střední vrstva, tunica vasculosa; vnitřní vrstva, tunica intima (Petrovický, 2002).

Tunica fibrosa slouží k mechanické ochraně oka. Přední segment je tvořen rohovkou (cornea). Rohovka je přední průhledná část oční koule a odpovídá asi 1/5 plochy. Její tvar je mírně eliptický, poloměr zakřivení rohovky je 6, 8–8, 5 mm. Vertikální zakřivení je větší než v horizontálním směru. Tím je způsoben tzv. fyziologický astigmatismus, který je kompenzován mozkovými centry. Na povrchu rohovky se nachází rohovkový epitel. Vlastní rohovka je tvořena kolagenními vlákny a buňkami, keratocyty. Rohovka se podílí na celkové optické mohutnosti oka více proto, že její zakřivení je větší než zakřivení čočky. Čím je zakřivení větší, tím se více zmenšuje ohnisková vzdálenost a naopak zvětšuje optická mohutnost (Mysliveček, 2009). Zadní segment, bělima (sclera) je pevná a neprůhledná. Bělima je mléčná bílá fibrózní blána z kolagenního vaziva spolu s fibroblasty. Zaujímá asi 4/5 povrchu oční koule. Vpředu je bělima kryta bulbární spojivkou. V oblasti zadního pólu oční koule proráží bělimu zrakový nerv (nervus opticus). Bělima je bezcévná, živena z episklerální sítě (Naňka, Elišková, 2009).

Tunica vasculosa je tvořena vzadu cévnatkou (choroidea) a vpředu řasnatým tělesem (corpus ciliare) a duhovkou (iris). Cévnatka je tvořená cévními kličkami ve vazivu spolu s pigmentovými buňkami. Vyživuje vrstvu tyčinek a čípků a navzájem je izoluje. Pomáhá udržovat napětí čočky a reguluje množství dopadajícího světla na sítnici. Řasnaté těleso má tvar mezikruží a uvnitř se nachází vazivové stromu a hladká svalovina musculus ciliaris. Napětí těchto vláken se přenáší přes závěsný aparát na čočku a ovlivňuje její vyklenutí. Duhovka má v centrální oblasti otvor zvaným zornice (pupilla). Duhovka dělí prostor oka na přední a zadní oční komoru. Přední plocha duhovky je tvořena vazivovým stromatem a cévy a pigment prosvítající ze zadní části dodávají duhovce barvu od modré až po tmavě hnědou. Uvnitř duhovky se nachází hladká svalovina (Naňka, Elišková, 2009; Petrovický, 2002). Změny průměru otvoru v duhovce, mióza – zúžení zornice a mydriáza – rozšíření zornice, mění množství světla dopadajícího na sítnici, mióza vede ke zvýšení hloubky ostrosti, zároveň se mióza podílí na korekci sférické a chromatické aberace optického aparátu oka a usnadňuje odtok komorové vody do Schlemmova kanálku (Mysliveček, 2009).

Součástí vnitřní vrstvy, tunica intima, je sítnice (retina), která obsahuje vlastní receptorové buňky, a odtud jsou podněty vedeny dále do CNS ke zpracování. Sítnici můžeme rozdělit na dvě části – pars optica, která obsahuje světločivé elementy a neurony a pars caeca, která je složena z pigmentového epitelu a podpůrných buněk. Pars optica je uspořádána ve vrstvách. Pigmentový epitel je v kontaktu s cévnatkou a

zajišťuje výživu a transport kyslíku pro tyčinky a čípky. Tyčinky a čípky naléhají na pigmentový epitel. Tyčinky vnímají především intenzitu světla, zatímco čípky vnímají barvu – pravděpodobně jeden čípek vnímá pouze jednu barvu. Největší hustota čípků se nachází ve žluté skvrně (macula lutea), zde chybí tyčinky. Místo, kde prochází zrakový nerv, nemá tyčinky ani čípky a nazývá se slepou skvrnou. Tyčinky a čípky jsou prvním neuronem zrakové dráhy, registrují světelné podněty a mění je na elektrické potenciály (Naňka, Elišková, 2009; Petrovický, 2002).

Obsahem oční koule v zadní části je sklivec (corpus vitreum) a v přední části čočka (lens), uložená v očních komorách, vyplněných komorovou tekutinou – humor aquosus (Petrovický, 2002). Čočka je uložena za zornicí v zadní oční komoře. Má tvar bikonvexní čočky. Její optická mohutnost je cca + 17 dioptrií. Čočka je zavěšena na tenkých vlákních, které odstupují z řasnatého tělesa. Jejich tahem se tak čočka oplošťuje a po uvolnění se svou vlastní pružností vyklenuje (Naňka, Elišková, 2009). Tvar oka a vzájemná poloha rohovky, čočky a sítnice jsou udržovány konstantním napětím očního bulbu přiměřeným tlakem komorové tekutiny. Komorová tekutina slouží také k výživě čočky a rohovky (Kittnar et al., 2011).

K přídatným orgánům oka patří okohybné svaly, fascie a vazivový aparát očníce, víčka, spojivka a slzný aparát (Naňka, Elišková, 2009). Oční víčka chrání přední plochu očí. Při mrkání roztírají po oku vrstvičku tekutiny a stírají případné nečistoty. Slzné žlázy jsou uloženy pod horním okrajem očníce. Spolu s produkty žlázek na okraji víček omývají slzy přední plochu oka a spoluvytvářejí jeho hladký povrch. Mají také antibakteriální účinky a částečně přispívají k výživě rohovky. Okohybné svaly pohybují očními bulby tak, aby obraz pozorovaného objektu dopadal do míst žluté skvrny na sítnici. Obraz je na tomto místě udržován i při pohybech hlavy nebo předmětu. Oční pohyby jsou výsledkem souhry činnosti šesti okohybných svalů, kde vždy svaly v jednom páru působí opačným směrem pohybu. Okohybné svaly svojí činností umožňují výběr objektu, jeho sledování, postupné prohlížení větších objektů, sledování objektů při pohybech hlavy i sbíhání očních os při pohledu do blízka (Kittnar a kol., 2011).

Zrakový systém zachycuje, převádí a interpretuje světelné podněty. Těmi jsou elektromagnetické vlny od 400 nm do 700 nm vlnové délky. Světelný paprsek se láme

na rozhraní dvou prostředí tím více, čím větší je rozdíl v rychlostech šíření světla mezi oběma prostředími (index lomu). V případě oka se paprsek láme na rozhraních – vzduch, rohovka, komorová voda, čočka a sklivec. Největší rozdíl v rychlostech je mezi vzduchem a rohovkou, proto se zde paprsek láme nejvíce. Optický systém oka převádí světelné paprsky přicházející do oka tak, že obrácený a zmenšený obraz pozorovaného objektu dopadá do místa žluté skvrny. Lomivost oka se reguluje vyklenováním čočky (Rokyta et al., 2016).

Světlo z blízkých předmětů dopadá do oka pod větším úhlem než ze vzdálených předmětů. Aby se vytvořil obraz předmětu na sítnici, musí být tyto paprsky více lámány. Úprava lomivosti optických prostředí oka podle vzdálenosti objektu spočívá ve změně tvaru čočky (akomodace). Tyto změny jsou ovládány ciliárními svaly, které jsou zakotveny v čočce. Při pohledu do blízka se tahem musculus ciliaris uvolní závěsný aparát čočky a ta svojí pružností zaujme více vyklenutý tvar. Její optická mohutnost vzroste a paprsky se více lámou. Stah ciliárních svalů je řízen parasympatikem (Kittnar et al., 2011).

Světločivné buňky, tyčinky a čípky, jsou umístěny v sítnici, která zabírá zadní dvě třetiny vnitřní plochy oka. Schopnost rozlišit detaily pozorovaného objektu, zraková ostrost, je nejvyšší ve žluté skvrně. Za dobrých světelných podmínek rozliší oko dva body, jestliže paprsky z nich vycházející svírají úhel o velikosti jedné minuty. V sítnici člověka jsou tři druhy čípků s rozdílnou maximální citlivostí pro vlnové délky světelného paprsku – krátkovlnné (detekce modré barvy), středněvlnné (detekce zelené barvy) a dlouhovlnné (detekce červené barvy). Čípky tedy umožňují barevné vidění za světla – fotopické vidění, zatímco tyčinky jsou především citlivé k rozdílu intenzity světla, což umožňuje vidění za šera – skotopické vidění. Různá citlivost k vlnovým délkám je daná přítomností jednoho ze čtyř pigmentů. Tyčinky obsahují rodopsin a čípky jeden ze tří fotopsinů (Rokyta et al., 2016). Zraková dráha je drahou multisynaptickou. První neuron představují fotoreceptory – tyčinky a čípky, druhý jsou bipolární buňky, třetí gangliové buňky (Myslivoček, 2009). Gangliové buňky vytvářejí akční potenciály a jejich axony vedou zrakovými nervy do talamu. Počet axonů gangliových buněk je o něco málo nižší než počet čípků, proto mají čípky nepřímější spojení do vyšších oddílů mozku. Naopak tyčinky často sdílí některé neurony své dráhy, a proto je informace, kterou přenášejí, méně přesná. Receptorové i gangliové buňky

jsou prostřednictvím interneuronů navzájem mnohočetně propojeny. To umožňuje určité zpracování informace již v sítnici. Axony gangliových buněk z vnitřních polovin sítnice se na spodině mozku kříží (chiasma opticum). Do zrakové oblasti jedné mozkové hemisféry tak přichází informace ze stejnostranné poloviny sítnice, tedy přibližně dva stejné obrazy. Zraková dráha končí u podkorových struktur talamu, čtverhrbolí středního mozku, jež synchronizují rychlé pohyby očí a koordinují je s pohyby těla, a area pretectalis (oblast na hranici středního mozku a mezimozku), která řídí reflexní pohyby očí. Z talamu vycházejí axony do projekčních korových zrakových oblastí, které jsou rozmístěny v okolí fisura calcarina (Brodmannova area 17, 18, 19) a do vzdálenějších asociačních zrakových oblastí (Rokyta et al., 2016). V průběhu zrakové dráhy odstupují vlákna do jader mozkového kmene, mozečku a retikulární formace. Informace o úrovni světelné intenzity, která je vnímána sítnicí, je také vedena retino-hypotalamickou dráhou do suprachiasmatického jádra, kde je pacemaker řídící cirkadiánní rytmické změny v organismu. Axony talamokortikální dráhy přinášející informace z jednoho oka jsou zakončeny na skupinách neuronů mozkové kůry tvořících sloupců kolmé k povrchu kůry (Kittnar et al., 2011). Každý sloupec obsahuje více než 1000 neuronů a odpovídá jednomu místu na sítnici. Sousedící sloupce jsou aktivovány z téhož místa zorného pole, ale opačným okem, uprostřed sloupců jsou čepy (blobs) kódující barvu, v průběhu sloupce jsou umístěny jednotlivé analyzátorové subsystémy (tvar a orientace obrysů, pohyb apod.; Rokyta et al., 2016). Neurony jednoho sloupce preferenčně reagují na signály ze „svého“ oka. Neurony na hranici se sousedním sloupcem reagují na vstup z obou očí. Interakce sousedních sloupců umožňuje porovnávat obrazy z obou očí a vytvářet tak prostorový vjem (Kittnar et al., 2011). Zraková dráha probíhá dorzální cestou do parietální kůry (lokalizace, pohyb a poznávání předmětu), ventrální cestou do temporálního laloku (analýza barev a tvaru; Rokyta et al., 2016).

Vizuální adaptace

Rychlý a přesný pohyb očí je pro sportovní úspěch jednou ze základních premis. Jedinci, kteří jsou schopni v kratším čase zachytit více vizuálních informací, mají nespornou výhodu. V řadě sportů je velmi důležité jak zaostření oka na subjekt přicházející z dálky, tak využívání rychlých změn ohniska. Vysoký význam zraku je při tvorbě a kontrole naučeného pohybu (Bartůňková a kol., 2013).

2.3.2 Vestibulární (rovnovážný) systém

Vestibulární systém je anatomicky součástí sluchového ústrojí. Sluchové ústrojí můžeme rozdělit na tři hlavní oddíly (Petrovický, 2002):

- Zevní ucho (auris externa) – součástí je boltec, zevní zvukovod, bubínek
- Střední ucho (auris media) – obsahuje středoušní dutinu, ve které se nachází sluchové kůstky (kladívko, kovádlínka, třmínek)
- Vnitřní ucho (auris interna) – je uloženo uvnitř pyramidy spánkové kosti, skládá se ze dvou blanitých částí:
 - o Vestibulární část je určena pro vnímání polohy a změny polohy
 - o Sluchová část slouží přeměně akustického vlnění na nervové vzruchy

Dále se budeme zaměřovat pouze na vestibulární část, která je podstatná neuroatletický trénink.

Útvary vnitřního ucha jsou uloženy v kosti skalní, v pyramidě spánkové kosti. Hlavním obsahem je rovnovážné ústrojí a sluchové ústrojí. Vlastní ústrojí je vytvořeno jako systém vazivových váčků, chodbiček a kanálků, v nichž jsou na určitých místech uloženy smyslové buňky. Celé ústrojí se nazývá blanitý labyrint, který je vyplněn endolymfou. Blanitý labyrint je uložen v kostěné schránce – kostěný labyrint. Prostor mezi blanitým a kostěným labyrintem vyplňuje perilymfa (Petrovický, 2002).

Blanitý labyrint je uložen v zadních dvou třetinách kostěného labyrintu. Skládá se ze dvou váčků – utriculus a sacculus a třech polokruhovitých kanálků (ductus semicirculares). Utriculus je váček nepravidelně vejčitého tvaru uložený ve vestibulu, z něhož odstupují do kostěných polokruhovitých kanálků tři blanité polokruhovité kanálky (Naňka, Elišková, 2009). Na utriculu je horizontálně uložené políčko cylindrického epitelu – macula utriculi, která obsahuje smyslové buňky. Sacculus je kulovitý váček, který je s utriculem spojen tenkou trubičkou (ductus utriculosaccularis), která se prodlužuje do ductus endolymphaticus. Na mediální straně sacculu je vertikálně uloženo políčko cylindrického epitelu – macula sacculi, obsahující smyslové buňky. Na

vnitřních stěnách ampul blanitých kanálků, které vystupují s utriculu do kostěných polokruhovitých kanálků, jsou vyvýšeniny tvořené vysokým cylindrickým epitelem – cristae ampullares, místa uložení smyslových buněk (Petrovický, 2002). epitel v oblasti macul obsahuje dva typy buněk – podpůrné a smyslové. Smyslové buňky jsou opatřeny výběžky, které jsou zanořeny do vrstvičky gelatinózní hmoty (otolitová membrána), v které jsou drobné krystalky vápníku. Tyto krystalky mění svou polohu při pohybech hlavy a podráždí vláskové buňky, které jsou připojeny k výběžkům statického nervu. Cristae ampullares jsou uspořádány obdobně jako maculy. Jsou uloženy na stěně v rozšířené části jednotlivých ampul, vždy kolmo k jejímu průběhu. Buňky mají řasinky, které ční do gelatinózní hmoty. Pohybem endolymfy při změnách polohy hlavy se rozkmitá gelatinózní hmota a podráždí řasinky a vyvolá se akční potenciál, který je převeden na nervová zakončení (Naňka, Elišková, 2009).

Vestibulární ústrojí se z funkčního hlediska dělí na dvě části (Petrovický, 2002):

- Část tvořená váčky utriculus a sacculus – receptory v maculách jsou drážděny při pohybech hlavy dopředu, dozadu, do stran nebo při vertikálních pohybech. Při těchto pohybech hlavy dochází k pohybu endolymfy, která vyvolá posun statolitové membrány a krystalků. V tomto případě dochází k vychýlení vlásků a podráždění smyslových buněk.
- Část tvořená cristae ampullares – smyslové buňky jsou drážděny na začátku a při ukončení rotačního pohybu hlavy (reagují na úhlové zrychlení). Při rotačních pohybech se rozpohybuje endolymfa, jejíž pohyb se přenáší na ampulární řasinky a dochází tak k podráždění smyslových buněk.

Aferentní vlákna percepčních buněk tvoří synapsi v ganglion vestibuli. Vychází z něj vestibulární nerv, který se ještě ve vnitřním uchu spojuje s nervem sluchovým a tvoří nervus vestibulocochlearis. Tento nerv pak vstupuje do mozkového kmene do nuclei vestibularis (vestibulárních jader). Tato jádra přijímají aferentaci z receptorů hlubokého čítí a mají eferentní spojení s vestibulárními jádry kontralaterální hemisféry, míchou, vestibulárním mozečkem, okohybnými nervy a gyrus postcentralis mozkové kůry (Rokyta et al., 2016). Spoje vedoucí od vestibulárních jader lze rozdělit na (Mysliveček, 2009):

- Vzestupné:
 - Vestibulární korová projekce (area 38, area 2) – přepojuje se v talamu, zřejmě umožňuje vědomí rozpoznávání polohy v prostoru.
 - Projekce k mozečku – podílí se na udržování vzpřímeného postoje.
 - Projekce k motorickým jádrům okohybných svalů – spoje zprostředkovávají vestibulookulomotorický reflex.
- Sestupné:
 - Projekce do míchy – podílí se na udržování vzpřímeného postoje.

Pohybové funkce vestibulárního systému jsou zajišťovány reflexy. Rozdělují se na statické a statokinetické. Vestibulookulární reflex je důležitý pro zajištění ostrého vidění při pohybech hlavy. Když se hlava pohne doleva, oči se pohnou doprava a naopak. Vestibulární nystagmus vzniká při delším otáčení a má dvě složky – pomalá fáze, je daná kompenzačním pohybem očí vzhledem k poloze hlavy; rychlá fáze, staví oči zpět do výchozího postavení a je spuštěna vestibulárním centrem v mozkovém kmeni (Rokyta et al., 2016).

Do vestibulárních jader mozkového kmene vedou i informace o poloze hlavy vůči trupu z proprioreceptorů krku. Teprve jejich srovnáním může být určena poloha těla jako celku. Z vestibulárních jader vycházejí velmi krátké dráhy k motoneuronům mozkového kmene, které řídí pohyby očí. Spoje směřují také k motoneuronům míšním a řídí pohyby hlavy a těla. Změnou napětí svalů působících proti síle vyvolávajících rotaci pak umožňují udržet rovnováhu těla. Další vedoucí z vestibulárních jader do míchy se uplatňují při řízení svalového napětí, a to hlavně ve svalech udržující vzpřímenou polohu těla. Aferentní vlákna z vestibulárního ústrojí jdou také prostřednictvím talamu do somatosenzorické oblasti mozkové kůry, kde slouží k vědomé orientaci v prostoru (Kittnar et al., 2011).

Vestibulární adaptace

Vestibulární systém koordinuje rovnováhu, prostorovou orientaci a detekci změn pohybu, přičemž změny zaznamenává rychleji než oko. Vestibulární systém je schopen

se velmi dobře adaptovat v závislosti na okolním prostředí (např. adaptace astronautů při změnách gravitace). Krátkodobá adaptace se odehrává ve flokulu mozečku, zatímco dlouhodobá paměťová adaptace probíhá ve vestibulárních pontobulbárních jádrech. Tato jádra přijímají impulsy z mozečku a vysílají vzruchovou aktivitu do facilitační části retikulární formace, míchy, talamu a mozkové kůry (Bartůňková a kol., 2013).

2.3.3 Proprioeptivní systém

Propriorecepce neboli hluboké čítí má tři kvality (Myslivoček, 2009):

- Polohový smysl (statestézie), který informuje o vzájemné poloze částí těla a postavení kloubů.
- Pohybový smysl (kinestéze), který kóduje pohyby a rychlost pohybu.
- Silový smysl, který umožňuje odhad svalové síly a odporu během konaného pohybu.

Vnímání polohy a pohybu vlastního těla je založeno na souhrě řady receptorových systémů. Především se jedná o informace ze zrakového analyzátoru, statokinetického čidla a v neposlední řadě proprioreceptorů, tedy receptorů, které signalizují polohu a pohyb v kloubech, napětí ve svalech a šlachách. Mezi proprioreceptory řadíme:

- Ruffiniformní tělíška, uložená v kloubních pouzdrech a vazech, signalizující zřejmě extrémní pozici v kloubu (Rokyta et al., 2016).
- Paciniformní tělíška uložená v kloubních pouzdrech a vazech, signalizující zřejmě pohyb v kloubu (Rokyta et al., 2016).
- Svalová vřeténka uložená ve svalech, registrující protažení a zkrácení svalu. Skládají se ze svazku modifikovaných svalových vláken (intrafuzální vlákna), obalených vazivovým pouzdrem. Motoricky jsou intrafuzální vlákna inervována motorickými gama vlákny (gama motoneurony). Svalová vřeténka jsou zapojena paralelně mezi svalovými vlákny kosterního svalu (extrafuzální vlákna). Protažení svalu natahuje i svalová vřeténka a zvyšuje tak aktivitu aferentních vláken z nich vycházejících. Naopak kontrakce kosterního svalu způsobuje uvolnění svalových vřetének a pokles jejich aferentní signalizace. Svalová

vřeténka s pomalou adaptací slouží ke vnímání statických změn (protažení svalu), vřeténka s rychlou adaptací ke vnímání dynamických změn (rychlost protažení). Tyto informace slouží primárně k řízení svalového napětí (Kittnar et al., 2011).

- Golgiho šlachová tělíska jsou uložena na rozhraní svalu a šlachy, signalizují napětí ve šlaše. Golgiho šlachová tělíska jsou kolagenní vlákna obalená jemným vazivovým pouzdem a opředených aferentními vlákny. Podráždí je tah ve šlaše při kontrakci příslušného svalu nebo jeho vysokém napětí (Rokyta et al., 2016). Šlachová tělíska jsou v míše napojena přes inhibiční interneurony na motoneurony inervující týž sval. Tlumí jejich aktivitu a tím chrání sval před poškozením při přepětí. Aktivačním působením na antagonistické svaly je tento účinek posílen (Kittnar et al., 2011).
- Ruffiniho tělíska jsou uložena v korii. Signalizují ustálenou pozici v kloubu (Mysliviček, 2009).

Ve vedení somatosenzorických informací do mozkové kůry existují dva hlavní odlišné systémy – lemniskální a anterolaterální. Anterolaterální systém vede informace o bolesti, teple a chladu a částečně o hrubém dotyku. Lemniskální systém vede taktilní a proprioceptivní informace, a proto se při popisu omezíme pouze na tento systém.

Lemniskální systém zahrnuje několik drah probíhajících v zadních a bočních provazcích míšních. Taktilní a proprioceptivní informace jsou po podráždění příslušných receptorů vedeny aferentními vlákny do pseudounipolárních neuronů spinálního ganglia, odtud pokračují přes zadní kořeny míšní a zadní rohy míšní do zadních a části postranních provazců, ve kterých vystoupají až do prodloužené míchy, kde se přepojují na příslušných jádrech (nucleus gracilis, nucleus Z, nucleus cuneatus medialis at lateralis), po přepojení se kříží a pokračují jako lemniscus medialis do talamu a odtud do primární somatosenzorické mozkové kůry (Rokyta et al., 2016).

Proprioceptivní informace z dolních končetin a dolní poloviny trupu směřující přímo do ipsilaterálního mozečku, část se přepojuje na neuronech v prodloužené míše a po zkřížení pokračuje v kontralaterálním mediálním lemnisku do talamu.

Proprioceptivní informace z horní poloviny trupu, horních končetin a krku po vstupu do míchy obtáčí zadní rohy míšní a stoupají v zadních provazcích míšních do

prodloužené míchy. Část vláken se kříží a pokračuje ke kontralaterálnímu mediálnímu lemnisku a část se nekříží a pokračuje do ipsilaterálního spinálního mozečku (Rokyta et al. 2016).

Proprioreceptivní adaptace

Trénink v různých sportovních odvětví vede ke zlepšování propriorecepce. Například u rychlostně-silově trénovaných jedinců byly sledovány nervosvalové parametry, dráždivost alfa motoneuronů a senzitivita proprioreceptorů a u sprinterů byla naměřena zvýšená amplituda napínacího reflexu, ale motoneuronová dráždivost byla nižší než u vytrvalců. Pro sprinterskou výkonnost má tedy propriorecepce větší význam než aktivita motorických neuronů. Součástí percepčního tréninku je i nácvik rovnováhy (Bartůňková a kol., 2013).

2.4 NEURO-ATLETICKÝ TRÉNINK

Zakladatelem neuro-atletického tréninku je humanbiolog, chiropraktir a trenér Eric Cobb. Eric Cobb započal v roce 2000 v USA započal s vývojem svého vzdělávacího systému pro trenéry a terapeuty Z-Health Performance Education System, který se zakládá na nejnovějších poznatcích neurologie a neurověd. Jeho cílem bylo a je integrovat systémy řídicí pohyb do klasického tréninku sportovců, který je v současné době velmi biomechanicky orientovaný. V Evropě a německy hovořících zemích se ujal název Neuroathletiktraining – NAT (anglicky Neuro Athletic Training). Toto slovní spojení prosadil německý trenér Lars Lienhard, jeden z prvních žáků Erica Cobba. Lars je uznávaným odborníkem v Evropě, v roce 2014 při mistrovství světa ve fotbale FIFA působil jako první externí neuro-atletický expert, v roce 2016 jako poradce Olympijského týmu lehké atletiky a zároveň je jedním z trenérů, který pracuje s tenisovým hráčem Alexandrem Zverevem, jehož dovedl v roce 2021 na Olympijských hrách v Tokio ke zlaté medaili (neuro-athletic, 2023).

Přesná definice neuro-atletického tréninku neexistuje. Dle Lienhard (2023) je neuro-atletický trénink přístup, který staví neurální principy a zákony do popředí, a tím umožňuje dosáhnout nejlepších možných výsledků v tréninku. Neuroatletika je neurocentrický přístup, který nejenže považuje biomechanické a fyziologické účinky tréninku za určující, ale také staví do centra tréninku zákony centrálního nervového řízení pohybu. Mozek a nervový systém jsou systémy fungující na pozadí, které do značné míry určují fyzický výkon. O kvalitě a efektivitě tréninku v největší míře rozhoduje kvalita pohybu. Kvalita pohybu je dána především optimální komunikací mezi mozkem a tělem.

2.4.1 Teoretické základy neuro-atletického tréninku

Sportovci jsou občas nespokojeni se svými tréninkovými výsledky, i přes dostatek motivace, energie a dřiny se výsledky nedostavují. Na základě této situace často viní sportovci tréninkový program či genofond a přehlíží, že mozek je ten, kdo reguluje vše, co se v těle děje. Nic se neděje bez výzvy a schválení mozkem. To platí i pro trénink a jeho účinky na tělo. Mozek a nervový systém jsou systémy fungující na pozadí, které

významně určují fyzický a sportovní výkon. Na základě výzkumů o mozku pro sport je však zřejmé, že se mozek nijak zvlášť nezajímá o sportovní výkon. Hlavním úkolem mozku je zajistit naše přežití. Vše ostatní je tomuto úkolu podřízeno, případně odloženo. Téměř vše je v nervovém systému navrženo tak, aby rozpoznalo potenciální nebezpečí a situace, které nejsou jasně předvídatelné, a co nejrychleji na ně reagovalo.

Na základě předchozích teoretických informací můžeme shrnout, že mozek a nervový systém dělá tři základní věci (Lienhard, 2023):

- Přijímá příchozí signály ze smyslových orgánů
- Mozek informace analyzuje, interpretuje a integruje
- Mozek vytvoří a vysílá program, který je reakcí na příchozí signály

Jak přesný, silný a dynamický nebo koordinovaný pohyb bude, je dán konečným výsledkem všech informací, které přicházejí do mozku a jakým způsobem jsou tyto informace zpracovány. Náš výkon tedy vždy závisí na tom, pro co se mozek rozhodne na základě aktuální datové situace. Výsledky tréninku nejsou založeny pouze na vůli, perfektním tréninkovém programu či genetické výbavě sportovce, ale i na tom, jak efektivně funguje sportovcův mozek a centrální nervový systém (Lienhard, 2023).

Mozek každou milisekundu snímá naše prostředí, náš pohyb a naše tělo a tyto informace okamžitě vyhodnocuje. Jak mozek informace vyhodnotí je do značné míry dáno předvídatelností situace. Abychom mohli co nejlépe předpovídat, potřebuje mozek především jasné, kvalitní a dostatečné informace od receptorů, které jsou odpovědné za řízení našeho pohybu. Zdrojem těchto informací je především vizuální systém, vestibulární systém a propioceptivní systém. V hierarchii systému, které ovládají pohyb, je vizuální systém na prvním místě. Téměř všechny pohyby jsou navrženy, naprogramovány a koordinovány na základě vizuálního vnímání. Většina sportovců si ani neuvědomuje, jak moc jejich výkon závisí na dobře fungujícím vizuálním systému. Vizuální systém je propojen se všemi důležitými oblastmi mozku, které se podílejí na řízení pohybu a může ovlivnit jejich funkčnost k lepšímu či horšímu. Postoj, stabilita, přesnost pohybu, orientace v prostoru a mnohé další jsou úzce svázány s vizuálním systémem. Druhým v pořadí je vestibulární systém, který komunikuje přímo se svaly, které rozhodují o orientaci a držení těla při akceleračních procesech. Vestibulární

system má nejvyšší interakci s vizuálním systémem, protože bez fungujícího rovnovážného systému by nemohl být zrak stabilizován při pohybu. Třetím systémem je proprioceptivní systém, jehož nejdůležitějším úkolem je a vnímání polohy a pohybu kloubů za účelem vytvoření trojrozměrného obrazu vlastního pohybu. Informace o tom, kde se klouby aktuálně nacházejí a jak se pohybují, jsou pro mozek nesmírně důležité pro klasifikaci a srovnání informací z vestibulárního systému a vizuálních informací. To je klíčové pro dobrou rovnováhu, koordinaci, přesnost a efektivitu pohybu (Lienhard, 2023).

Pro zajištění vysokého výkonu je důležité trénovat nejen tři zmíněné systémy, ale také musí být informace plynule přenášeny různými nervovými drahami a vyhodnocovány v příslušné mozkové oblasti. Téměř všechny zmíněné oblasti mozku existují ve dvou „verzích“ – jednou v rámci pravé hemisféry, jednou v rámci levé. Každá hemisféra má dva úkoly, pokud jde o pohyb – jedna hemisféra navrhuje a iniciuje záměrné pohyby, druhá stabilizuje polovinu těla (např. pravá hemisféra je zodpovědná za pohyby na levé straně, levá hemisféra je zodpovědná za stabilitu pravé poloviny těla). Pokud se podíváme na signály, které jsou vysílány z mozku do těla za účelem řízení pohybu, je stabilizace pohybu důležitější než provedení skutečného cílového pohybu. Bezpečnost je na prvním místě, z tohoto důvodu 90 % signálů, které jsou vysílány z mozku k tělu během provádění pohybu má za úkol udržet tělo stabilní, bez naší vědomé pozornosti. Tento proces je řízen reflexně. Trénink neurálních složek odpovědných za tuto reflexní stabilitu je proto jedním z nejdůležitějších cílů neurocentrického tréninku (Lienhard, 2023).

Mozeček, mozkový kmen, střední mozek, temenní a čelní lalok jsou oblastmi mozku, které se primárně podílejí na pohybovém designu, řízení pohybu a zpracování informací signálů přicházejících z těla. Jsou to oblasti, jejichž funkce, by se neuro-atletickým tréninkem měla zlepšit, aby zajistila lepší integraci, stabilizaci, a pohybové procesy a došlo ke zvýšení sportovní výkonnosti. Mozeček integruje informace ze všech tří sensorických systémů (vizuální, vestibulární, proprioceptivní), koordinuje pohyb a významně se podílí na rovnováze a opravě chyb v pohybech. Střední mozek integruje vizuální informace a je zodpovědný za většinu očních pohybů. Retikulární formace, struktura mozkového kmene, je rozhodující pro vyrovnání držení těla, reflexní stabilizaci pohybu, regulaci bolesti či autonomních procesů jako je dýchání či krevní

tlak. Všechny senzory a motorické signály jsou posílány do temenního laloku či do oblasti senzomotorické kůry a tam jsou zpracovány. Tyto informace pak slouží jako důležitý základ pro pohyb, který je navržen, iniciován a řízen v oblastech frontálního laloku (premotorická a motorická kůra; Lienhard, 2023).

2.4.2 Vyhodnocení tréninkových výsledků, zařazení neuro-atletického tréninku

Zkontrolovat, jak náš mozek a nervový systém reagují na trénink je jedno z nejdůležitějších opatření z hlediska efektivity neuro-atletického tréninku. Jedná se o krátké testy, které nám dávají možnost kategorizovat jednotlivá cvičení na základě účinnosti pro každého z nás. Za tímto účelem musíme provést test a po provedení konkrétního cvičení z neuro-atletického tréninku a poté porovnat kvalitu provedeného testu před a po. Příslušná cvičení, která nalezneme dále v zásobníku cvičení, pak můžeme zařadit do tří kategorií (Lienhard, 2023):

- Vysoký výkon: jedná se o výkon optimalizující cvičení, která mají největší pozitivní vliv na centrální nervový systém. Zde jsou výsledky testu, který byl proveden po konkrétním cvičení, výrazně lepší než dříve.
- Neutrálně/mírně pozitivní výkon: jedná se o cviky, které mají malý či žádný význam pro nervový systém. Výsledky testů před a po provedení konkrétního cviku jsou stejné.
- Zpracování: tato kategorie zahrnuje cvičení, jejichž vstupy jsou mozku klasifikovány jako nepředvídatelné, a proto jsou vnímány jako druh „hrozby“. Zde mozek reaguje ochrannými opatřeními a výsledky testů jsou po provedení konkrétního cviku horší než dříve. Pro zvýšení výkonu a výkonnosti je potřeba cviky z této kategorie cvičit dlouhodobě, aby se zlepšila reakce centrálního nervového systému.

Pro trénink mají velký význam především cvičení vysoce výkonná a výkon snižující tréninková cvičení, která optimalizují výkon. Cviky, které aktuálně snižují výkon, poskytují důležité informace, o tom, na čem je potřeba zapracovat. Cviky

s neutrálnějším účinkem můžeme cvičit nadále, ale i zde by mělo docházet k pravidelné kontrole účinku.

Účelem hodnocení je jednoduše poskytnout informace o tom, jak mozek a centrální nervový systém reagují na podnět. Prostřednictvím hodnocení shromažďujeme data a určuje aktuální účinek cvičení na nervový systém. Tyto informace jsou důležité pro optimální návrh tréninkového programu. Zařazení cvičení je tedy velmi individuální. Cvičení můžeme zařazovat jak do rozcvičení (2–5 cvičení z kategorie vysoký výkon, neutrální výkon), v přestávkách mezi cvičení v hlavní části tréninkové jednotky (1–2 cviky v délce 30–90 sekund z kategorie vysoký výkon, neutrální výkon) či jako samostatnou tréninkovou jednotku (do 20 minut, cvičení z kategorie zpracování; Lienhard, 2023).

2.4.3 Rychlost z pohledu neuro-atletického tréninku

Ve sportu je jen málo fenoménů, které jsou fascinují více než rychlost. Schopnost jednat rychle, obratně, přesně a ve vysokých rychlostech zapůsobí na většinu lidí. Dle Mafreda Grossera je rychlost schopnost založená na procesech kognitivního vnímání, maximální vůle a funkčnosti nervově-svalového systému dosáhnout reakční či pohybové rychlosti za určitých daných podmínek. Jedním ze zcela zásadních aspektů pro rozvoj rychlosti je skutečnost, že ze všech faktorů fyzického výkonu je rychlost zdaleka nejvíce geneticky podmíněna a lze ji zvýšit pouze o 15–20 procent. Individuální rychlost se však často dá tréninkem výrazně zlepšit, bez ohledu na genetický základ, protože schopnost dosahovat maximálního nebo optimálního rychlostního výkonu je do značné míry vázána na technické dovednosti.

Podíváme-li se na rychlost z neurocentrické perspektivy a zaměříme se na aspekty mozku řídící pohyb, konečným cílem je vyřešit pohybový úkol optimálně nebo co nejrychleji. K tomu musí mozek jasně rozpoznat situaci, ve které má pohybový úkol probíhat, navrhnout, provést a regulovat adekvátní pohybový program. Zejména u sportů závislých na kontextu, jako jsou kolektivní sporty, je rychlé vnímání a klasifikace okamžiku rozhodujícími faktory pro rychlost. Čím rychleji lze situaci analyzovat, pochopit a klasifikovat, tím dříve a rychleji můžete jednat a reagovat (Lienhard, 2021).

Rychlost je rozhodnutí mozku, kolik síly, stability nebo rychlosti je generováno pohybem, závisí primárně na rozhodnutí, které mozek učinil a není zpočátku určeno genetickými, fyziologickými a konstitučními podmínkami. Všechny příchozí informace vyhodnocuje a kontroluje mozek. Pokud se mozek v dané situaci cítí bezpečně, jsme schopni dosáhnout vyšší rychlosti, pokud to technické a koordinační základy umožňují. Základní podmínkou je především reflexní stabilizace. Čím rychleji k pohybu dochází, zejména při střídání základních pohybů, jako je běh, jízda na kole či plavání, tím důležitější jsou tzv. generátory centrálních vzorců. Jsou to skupiny nervových buněk, které regulují většinu těchto základních pohybů, o kterých nepřemýšlíme, jako je rytmizace pohybu paží a dolních končetin. Regulace a rytmizace probíhá prostřednictvím míchy, především prostřednictvím sensorické zpětné vazby z paží a dolních končetin. V případě rychlých procesů by zabralo příliš mnoho času svévolně iniciovat, regulovat a kontrolovat každý krok v mozku (Lienhard, 2021).

2.4.4 Síla z pohledu neuro-atletického tréninku

Vědecky je síla popisována jako schopnost nervově-svalového systému vytvářet napětí svalovou kontrakcí proti odporu. Obecně je tedy doporučováno, že trénink s vlastní vahou či se závažím je nejlepší způsob, jak zlepšit sílu. Z neurální perspektivy není síla převážně fyzická schopnost, ale spíše schopnost mozku a nervového systému vytvářet napětí ve svalu. Sval je zde výkonným orgánem a není zodpovědný za množství svalového napětí, které má být generováno. Sílu, tedy svalové napětí potřebujeme k tomu, abychom pohybem vyřešili úkoly, které nám jsou dány (např. sahání po skleničce, běhání, zvedání závaží v posilovně apod.). Všechny tyto úkoly jsou řešeny regulací a koordinací svalového napětí v rámci příslušného pohybového úkolu. Klasický silový trénink se závažím je také o řešení pohybového úkolu, zde však probíhá pod zátěží nebo proti odporu. Silový trénink je v podstatě koordinační trénink pod zátěží a síla generovaná jako dovednost je specifickým konečným produktem vysoce komplexní interakce mnoha systémů, z nichž všechny jsou koordinovány a řízeny naším centrálním nervovým systémem.

Kolik síly, a tedy i to, kolik svalového napětí můžete v dané situaci vyvolat, je založeno na rozhodnutí centrální nervové soustavy, které je úzce spojeno s kvalitou vstupu a interpretace. Pohybový program vysílaný do svalů, výstup, je neustále modulován

příchozími smyslovými informacemi. Tento pohybový program, který je modulován smyslovými informacemi, zaznamenává, kolik a která svalová vlákna jsou ovládána a jak silně by se měla stahovat. Tento proces je dynamický a může se měnit každou milisekundu. Generování optimálního svalového napětí je vždy založeno na řešení sensorického a motorického problému (Lienhard, 2020).

Provedení pohybu začíná v našem čelním laloku rozhodnutím naplánovat a v případě potřeby realizovat určitý plán. V posilovně může být tím plánem zvednout činku. V tomto případě čelní lalok nejprve sdělí tento záměr bazálním gangliím. Bazální ganglia pak vytvoří přesný pohybový plán projektu. Tento pohybový plán je pak doladěn thalamem a poté odeslán zpět do pravého čelního laloku. Odtud se vytvoří dvě kopie pohybového programu, které jsou odeslány do mozečku, každý přes jinou strukturu mozkového kmene. Pohybový povel pro plánovaný pohyb nyní dává svalům kortikospinální trakt přes míšní a periferní nervy. Pohyb se pak provádí vytvořením svalového napětí. Signály vytvořené pohybem jsou pak vysílány do mozečku. To porovná příchozí informace o pohybu se dvěma kopiemi návrhu pohybu, které má k dispozici, a zkontroluje, zda jsou informace z pohybu v souladu s původně plánovaným pohybem. Pokud je pro mozek vše v pořádku, plánovaný pohyb pokračuje dál. Pokud se informace mezi skutečným pohybem a plánem liší, mozeček si vyžádá korekci pohybu do frontálního laloku a proces začíná znovu (Lienhard, 2020).

Senzorické informace, které tvoří základ pohybového programu, zároveň koordinují i související stabilizaci. Velká část informací nezbytných pro tuto autonomní reflexní stabilizaci proudí kortikoretikulárními projekcemi z čelního a temenního laloku i suplementárních motorických oblastí do retikulární formace v mozkovém kmene. To hraje hlavní roli v autonomní regulaci držení těla a pohybu. Zajišťuje zachování důležitých autonomních tělesných funkcí během pohybu. Zároveň na základě aktuálních smyslových informací z těla, očí a rovnovážného systému dochází ke stabilizaci a přizpůsobení těla, páteře, očí a hlavy k pohybu pomocí reflexů mozkového kmene (Lienhard, 2020).

Pokud je schopnost konstrukce generovat napětí snížena, obvykle nestačí soustředit se pouze na silový trénink. Často existuje slabé místo v nervových složkách, které jsou zodpovědné za vytváření svalového napětí.

2.4.5 Neuro-atletický trénink v tenise

Tenisový hráč musí být schopen učinit správné rozhodnutí ve zlomcích času (například vrátit podání s optimálním pohybovým řešením a taktickým záměrem). Před přijetím rozhodnutí probíhá ve frontálním mozku mnoho procesů. Čím vyšší kvalitu informací mozek získá, tím vyšší bude kvalita rozhodování. Kvalita informací, které mozek získá závisí na kvalitě sensorických systémů, především vizuálního, vestibulárního a proprioceptivního (tennis-warrior, 2020).

V rámci vizuálního systému se tenisový hráč nezaměřuje pouze na letící míček, v tomto případě by mozek hráče a jeho tělo nemělo dostatek času na potřebnou odpověď. Při podání i při hře samotné hráč sleduje především postavení protihráče na tenisovém kurtu, nastavení těla protihráče a zároveň porovnává současnou situaci s naučenou herní taktikou či zkušeností z minulých zápasů. Tyto informace přichází do mozku dříve než letící míč a mozek po zpracování těchto informací vydává příkaz, kam se má hráč posunout a jak má odpověd'. Často se stává, že nový mladý hráč porazí zkušeného hráče, který se nachází v „desítce“ nejlepších světových hráčů. Jedním z důvodů porážky může být právě to, že zkušený hráč nemá tohoto mladého hráče „načteného“ – jeho pohyby, herní taktiku, a mozek tak nemá s čím porovnávat nastalé situace ve hře.

Výkonný vestibulární systém je pro tenisového hráče dalším nepostradatelným zdrojem informací pro mozek. Tenisové zápasy probíhají po celý rok na různých površích, venku i v hale. Všem těmto změnám se hráči musí přizpůsobit za velmi krátkou dobu, protože přechod na nový povrch je v sezóně plynulý. Navíc se největší tenisové turnaje – grandslamy, hrají na různých površích. S různým typem povrchu souvisí různé typy míčů, různý odskok i rychlost míče na daném povrchu. Například na antuce je rychlost míče pomalejší a hráč hraje v zápasech delší výměny než například na trávě či betonu, kde je rychlost míče vyšší. Zároveň na antuce se hráč může k míči „doklouznout“ na betonu to jde hůře. Všechny tyto změny působí na rovnovážný systém. Hráč se dostává do různě složitých pozic a aby byl schopen z těchto pozic zahrát odpovídající míč musí být vestibulární systém vhodně připraven. Informace z vestibulárního systému jsou zpracovány v mozku a ten vydává příkaz pro odpověď. Proto je vhodné při přechodu na nový povrch vykonávat i kondiční přípravu a neuro-atletický trénink na daném povrchu,

tak aby vestibulární systém posílal „pravé“ informace do mozku a mozek si mohl vytvořit vhodné pohybové vzorce – odpovědi.

V neposlední řadě je velmi důležitým zdrojem informací propioceptivní systém. Tento systém přenáší informace o nastavení kloubů a napětí ve svalech a šlachách do mozku. Na základě těchto informací (spolu s vizuálními a vestibulárními) mozek vyhodnotí trojrozměrné postavení těla tenisového hráče a po porovnání s vytvořenými pohybovými vzorci posílá „zprávu“ zda má hráč v pohybu pokračovat, či je potřeba nějaká změna. Proprioceptivní systém je velmi důležitý při učení se tenisovým úderům, při přeučení nových pohybů, při odhadu „citu na míč“. V tenise je technická vybavenost hráče jedním z klíčových dovedností k úspěchu a bez kvalitních informací z propioceptivního systému není hráč schopen dosáhnout vysoké technické vybavenosti. Zároveň propioceptivní systém hraje důležitou roli v registraci pohybů, které mohou způsobit zranění. Při překročení hranice je nervový systém schopen pohyb zastavit, tak aby nedošlo ke zranění. Samozřejmě to není vždy stoprocentní. V rychlých či v nepředvídatelných pohybech ke zranění dochází, protože systém není schopen včas zareagovat. S tréninkem propioceptivního systému je možné zlepšit kvalitu informací a předejít části zranění.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je vytvoření zásobníku cvičení pro neuro-atletický trénink. Cvičení pro neuro-atletický trénink jsou vhodné pro tenisové hráče různých věkových kategorií. Výsledná práce by mohla trenérům představit neuro-atletický trénink a seznámit je i s neurovědními základy, na kterých je neuro-atletický trénink vystavěn. Zásobník cvičení bude rozdělen do čtyřech oddílů – hodnocení tréninkových výsledků, obecná cvičení pro vizuální, vestibulární a propioceptivní trénink, neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti, neuro-atletická cvičení pro rozvoj síly. Cílem práce je i představení vhodných pomůcek pro neuro-atletický trénink. Neuro-atletický trénink by tak mohl přinést zpestření tenisových tréninků všech věkových kategorií i výkonnostních úrovní.

3.2 ÚKOLY PRÁCE

Úkolem bakalářské práce je analýza domácí i zahraniční literatury, která se zabývá tématem neuro-atletického tréninku. Na základě analýzy pak vypracujeme teoretický základ práce a vytvoříme zásobník vhodných neuro-atletických cvičení pro tenisové hráče.

Zásobník cvičení bude rozdělen do čtyřech oddílů – hodnocení tréninkových výsledků, obecná cvičení pro vizuální, vestibulární a propioceptivní trénink, neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti, neuro-atletická cvičení pro rozvoj síly. Vybraná cvičení budou popsána a doplněna fotografiemi, na kterých zachytíme provedení daného cviku. Zároveň vytvoříme s danými cvičeními i videonahrávku pro lepší pochopení provedení jednotlivých cvičení. Vznikne tak zásobník cviků, které mohou trenéři zařazovat do vlastních tréninkových jednotek a tím zpestřit a zkvalitnit přípravu tenisového hráče.

V neposlední řadě poskytneme zásobník pomůcek, které jsou využívány v neuro-atletickém tréninku.

3.3 METODIKA PRÁCE

V této bakalářské práci jsme se zaměřili na představení neuro-atletického tréninku. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou.

V teoretické části jsme analyzovali domácí i zahraniční literaturu a na základě této analýzy jsme provedli syntézu nastudovaných poznatků a vytvořili teoretický základ pro neuro-atletický trénink. Z počátku jsme se zaměřili na fyziologii tenisu a kondiční trénink v tenise, následně jsme uvedli základní informace o centrální nervové soustavě – mozek a mícha a o sensorických systémech – vizuální, vestibulární a propioceptivní, na kterých je neuro-atletický trénink vystavěn. V neposlední řadě jsme stručně charakterizovali neuro-atletický trénink a jeho využití v tenise.

V praktické části jsme na základě nastudované literatury vybrali vhodná neuro-atletická cvičení a vytvořili zásobník těchto cvičení pro využití v tenisovém tréninku. Volili jsme cvičení, aby byla jednoduše aplikovatelná do tréninkové jednotky. Zásobník cvičení bude rozdělen do čtyřech oddílů – hodnocení tréninkových výsledků, obecná cvičení pro vizuální, vestibulární a propioceptivní trénink, neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti, neuro-atletická cvičení pro rozvoj síly. U každého cvičení je popis provedení, který je doplněn fotografiemi. Zároveň pro lepší pochopení jsme vytvořili videonahrávku s jednotlivými cviky.

3.4 ZÁSObNÍK CviČENÍ

3.4.1 Testy pro vyhodnocení tréninkových výsledků

Všechny tři systémy, které pohyb řídí – vizuální, vestibulární a propioceptivní systém – mají z různých důvodů zásadní vliv na pohyblivost, sílu, koordinaci, techniku a rovnováhu. Proto hodnocení z těchto oblastí poskytuje dobré informace o přímém vlivu cvičení na příslušný pohybově-řídící systém nebo na reakci centrálního nervového systému.

Účinky cviků nejsou konstantní. To, jak mozek a nervový systém reagují na podněty je situační a proměnlivé a závisí na mnoha složkách. Cvičení, které mělo pozitivní účinek

včera, může mít negativní vliv na výkon další den a naopak. Proto je vhodné si vždy ověřit efekt tréninku. Pro ověření je vhodné provést hodnotící cvičení před provedením konkrétního cviku a následně po jeho provedení. Tímto můžeme zařadit cvičení do třech kategorií, dle toho, jaký mají vliv na výkon – vysoký výkon, neutrální výkon, zpracování (Lienhard, 2023).

Pro všechna hodnocení je nutné vždy vytvořit stejné výchozí podmínky a provést identický pohyb, aby byly výsledky srovnatelné. Níže uvedený neutrální postoj je základní pozicí, ve které začínáte většinu hodnocení a cvičení.

a) Neutrální poloha



Obrázek 1 - Neutrální postoj

Provedení:

- Nohy na šíři boků, prsty směřují dopředu, páteř je uvolněná a narovnaná, pohled směřuje uvolněně dopředu, dech je plynulý

Zařazení cvičení:

- Výchozí poloha pro hodnotící cvičení a většinu neuro-atletických cvičení

Poznámka:

- Postoj udržovat bez napětí

b) Předklon horní části těla



Obrázek 3 - Neutrální postoj



Obrázek 2 - Předklon horní části těla

Provedení:

- Zaujmeme neutrální polohu
- Ohneme horní části těla dopředu od boků, konečky prstů se mohou dotýkat prstů u nohou

Počet opakování:

- Cvičení provedeme 2–4 x

Zařazení cvičení:

- Hodnocení flexibility

Poznámka:

- Test není vhodný pro osoby s vážnou poruchou rovnováhy

c) Rotace celého trupu



Obrázek 4 - Neutrální postoj s předpažením



Obrázek 5 - Rotace trupu

Provedení:

- Zaujmemo neutrální polohu, předpažit, dlaně u sebe
- Otočíme trup doprava a zpět do středu
- To samé na levou stranu

Počet opakování:

- Cvičení provedeme na jednu stranu 2-4 x a poté vystřídáme strany

Zařazení cvičení:

- Hodnocení flexibility

Poznámka:

- Porovnáme rotaci doprava a doleva. Pro kontrolu tréninku je vhodná především strana, která je více imobilní.

d) Vnitřní a vnější rotace ramene



Obrázek 6 - Neutrální postoj s upažením



Obrázek 7 - Vnější rotace paže



Obrázek 8 - Vnitřní rotace paže

Provedení:

- Zaujmemo neutrální polohu, upažit, paže ohnutá v loketním kloubu, prsty směřují vpřed
- Otočíme paži dolů a vzad (vnitřní rotace)
- Poté otočíme paži nahoru a vzad (vnější rotace)

Počet opakování:

- Cvičení provedeme 2–4 x vnitřní rotace; 2–4 x vnější rotace. Poté vystřídáme paže.

Zařazení cvičení:

- Hodnocení flexibility

Poznámka:

- Loket musí být v úrovni ramene
- Porovnáme obě paže. Pro kontrolu tréninku je vhodná především strana, která je více imobilní.

e) Střídání rotace ruky dovnitř a ven



Obrázek 9 - Neutrální postoj, úzký stoj, dlaně před sebou



Obrázek 10 - Přetáčení dlaně

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, úzký stoj, pravou ruku umístíme před trup, položíme dlaň levé ruky na pravou dlaň, zavřeme oči
- Otáčíme levou rukou střídavě dlaní a hřbetem ruky nahoru po dobu 5–10 s
- Poté vystřídáme ruce

Počet opakování:

- Cvičení provedeme 2–4 x na každou ruku
- Jedno cvičení provádíme po dobu 5–10 s

Zařazení cvičení:

- Hodnocení koordinace

Poznámka:

- Pokud je to možné, koordinační testy by měly být provedeny se zavřenýma očima a v úzkém postoji – rychleji odhalíme koordinační deficit
- Porovnáme obě ruce, pro hodnocení použijeme ruku, která se hůře dala koordinovat

f) Vnitřní a vnější rotace v ramenním kloubu



Obrázek 11 - Úzký stoj,
předpažit



Obrázek 12 - Úzký stoj,
otáčení paží

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, úzký stoj, předpažíme, dlaně směřují k zemi, zavřeme oči
- Otáčejte ruce tak, aby dlaně a hřbety rukou střídavě směřovaly k zemi, pohyb provádíme s nataženými pažemi z ramenních kloubů v plném rozsahu po dobu 5–10 s

Počet opakování:

- Cvičení provedeme 2 x
- Jedno cvičení provádíme po dobu 5–10 s

Zařazení cvičení:

- Hodnocení koordinace

g) Tandemový stoj



Obrázek 13 - Tandemový stoj



Obrázek 14 - Tandemový stoj se zavřenýma očima

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj
- Položíme levé chodidlo před pravé, aby se pata levé nohy dotýkala prstů pravé nohy
- Zavřeme oči a snažíme se balancovat 10–15 s
- Poté vyměníme nohy

Počet opakování:

- Cvičení provedeme jednou s levou nohou vpřed a jednou s pravou nohou vpřed po dobu 10–15 s

Zařazení cvičení:

- Hodnocení rovnováhy

Poznámka:

- Toto cvičení je vhodné zařazovat jako hodnotící každé 2–3 týdny, je dobrým indikátorem integrace všech třech systémů
- Porovnáme obě strany, pro hodnocení použijeme stranu, kde je větší problém udržet rovnováhu

3.4.2 Obecná cvičení pro proprioceptivní systém

Pohyb je jen tak dobrý, jak dobrý je každý kloub zapojený do pohybu předvídatelný, tj. jeho pohyb se mozku jeví jako plně dostupný a aktivně ovladatelný. Všechny struktury, které jsou spojeny s kloubem, se zlepšují ve své funkci aktivní mobilizací kloubů prostřednictvím tréninku neuromobility. Z této aktivní kontroly kloubů těží zejména systém, které překlenuje klouby – periferní nervový systém, který přenáší informace tam a zpět mezi receptory a mozkiem. Sportovec by měl být schopen aktivně ovládat každý větší kloub v celém rozsahu pohybu při jakékoli rychlosti, aby zažil co nejméně omezení ve výkonu a mohl svůj pohyb využít v plném rozsahu. V rámci cvičení pro proprioceptivní systém se budeme zaměřovat na stimulace jednotlivých periferních nervů. Při provádění cvičení by nemělo být pociťované napětí příliš silné (Lienhard, 2023).

Na základě cvičení z kapitoly testy pro vyhodnocení výsledků tréninku si následující cvičení dle testů rozřídíte do následujících tří kategorií – vysoký výkon, neutrální výkon, zpracování – pro lepší sestavení efektivního tréninku.

a) Zahřátí pomocí křížové koordinace



Obrázek 15 - Křížová koordinace



Obrázek 16 - Křížová koordinace, těžší varianta

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj
- Rytmičky pochodujeme střídavým zvedáním kolen
- Poté střídavě uchopujeme levé koleno pravou rukou a naopak

- Dále tvar upravíme tak, že při zvednutém levém kolenu uchopeném pravou rukou, vezmeme levou ruku a uchopíme jí pravé rameno, poté vyměníme strany

Počet opakování:

- Pochod se snažíme udržet v plynulém chodu po dobu 1–2 minut

Zařazení cvičení:

- Cvičení zařazujeme do rozcvičení před tréninkem i před tréninkem proprioceptivního systému

Poznámka:

- Křížová koordinace může být vedena i za tělem – chycení levé paty pravou rukou apod.
- Je potřeba cvičení obměňovat, aby bylo dosaženo co nejvyšší efektu
- Je vhodné ke cvičení používat metronom

b) Stimulace nervus tibialis (holenní nerv)



Obrázek 17 - Stimulace nervus tibialis



Obrázek 18 - Kolébání horní části trupu



Obrázek 19 - Krčení dolní končetiny

Provedení:

- Posadíme se na přední část židle v pravou nohu nataženou a levou uvolněnou
- Pravou nohu vytočíme lehce dovnitř směrem ke středu těla, boky mírně vytočíme spolu s kolenem dovnitř
- Vytáhneme vnější okraj pravé nohy směrem ven přes patu a chodidlo a prsty přes kotník směrem k holeni, udržujte tuto polohu

- Poté lehce předkloníme hlavu i páteř a jemně kolébáme horní částí trupu dovnitř a ven po dobu 10–20 s
- Poté držíme horní část těla dole v předklonu a rytmicky krčíme a natahujeme nohu v koleni po dobu 10–20 s

Počet opakování:

- Cvičení provedeme 2-3 x na jednu dolní končetinu, poté vyměníme

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení zlepšuje stabilitu chodidla, má pozitivní vliv na bolestivé hamstringy či lýtkové svaly, problémy s plantární fascií a patními ostruhami

c) Stimulace nervus suralis



Obrázek 20 - Stimulace nervus suralis



Obrázek 21 - Kolébání horní částí trupu 1

Provedení:

- Posadíme se na přední část židle v pravou nohou nataženou a levou uvolněnou
- Pravou nohu vytočíme lehce dovnitř směrem ke středu těla, boky mírně vytočíme spolu s kolenem dovnitř
- Mírně pokrčíme prsty pravé nohy a přitáhneme nohu k holeni přes kotník, zvedneme zevní okraj chodidla, udržíme tuto polohu

- Poté lehce předkloníme hlavu i páteř a jemně kolébáme horní část trupu dovnitř a ven po dobu 10–20 s
- Poté držíme horní část těla dole v předklonu a rytmicky krčíme a natahujeme nohu v kolenu po dobu 10–20 s

Počet opakování:

- Cvičení provedeme 2-3 x na jednu dolní končetinu, poté vyměníme

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Pomáhá u bolestivých stavů Achillovy šlachy, stabilizuje hlezenní kloub

d) Záklon a vzpřímení pánve – přípravné cvičení ke stimulaci nervus obturatorius a femoralis



Obrázek 22 -Vysazení pánve



Obrázek 23 - Podsazení pánve 1

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj, mírně pokrčíme kolena a nakloníme pánev vzad (zvětšíme bederní lordózu)
- Nyní pánev podsadíme (narovnáme se v oblasti bederní páteře)
- Tento pohyb opakujeme, dokud neucítíme izolovaný pohyb pánve

Zařazení cvičení:

- Cvičení zařazujeme před cvičení stimulující nervus obturatorius a femoralis

e) Stimulace nervus obturatorius



Obrázek 24 - Stimulace nervus obturatorius



Obrázek 25 - Vysazení pánve



Obrázek 26 - Podsazení pánve

Provedení:

- Postavíme se bokem k židli, pravou koleno položíme na okraj židle a spodní část nohy flexujeme, levá noha je mírně pokrčená v koleni
- Vysadíme pánev, poté pánev podsadíme, toto střídání opakujeme po dobu 10-20 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 2-3 na jednu nohu po dobu 10-20 s, poté vytrídíme dolní končetiny

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení má pozitivní vliv na omezenou pohyblivost v kyčelním kloubu, na bolesti na vnitřní straně kolene a na slabé flexory kyčelního kloubu

f) Stimulace nervus femoralis (stehenní nerv)



Obrázek 27 - Stimulace nervus femoralis, vysazení pánve



Obrázek 28 - Podsazení pánve

Provedení:

- Postavíme se zády k židli, pokrčíme pravé koleno a nárt či bérce opřeme o židli, levá končetina je mírně pokrčená
- Vysadíme pánev, poté pánev podsadíme, toto střídání opakujeme po dobu 10-20 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 2-3 na jednu nohu po dobu 10-20 s, poté vystřídáme dolní končetiny

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení má pozitivní vliv na pohyblivost v kyčelním kloubu, na bolesti kolen, slabý čtyřhlavý sval stehenní a na špatně vyvinuté kyčelní klouby
- Pro lepší stabilitu a soustředění se na provedení cviku je lepší se opřít o zeď či jinou židli

g) Stimulace nervus ulnaris (loketní nerv)



**Obrázek 29 -
Stimulace nervus
ulnaris**



**Obrázek 30 - Úklon
hlavy, rotace ruky v
zápěstí**

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, dlaň pravé ruky směřuje do země
- Ohneme pravou paži v loketním kloubu do úhlu 90 stupňů a otočíme nadloktí směrem ven, poté zvedneme paži do výšky ramene a stáhneme lopatku dolů, hlavu nakloníme doleva
- Rytmičky otáčíme rukou vpřed přes palec do dobu 10-20 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 2-3 na jednu paži po dobu 10-20 s, poté vystřídáme paže

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení zlepšuje sílu úchopu a pomáhá zmírnit bolest při ohýbání prstů a zápěstí

h) Stimulace nervus medianus



**Obrázek 31 -
Stimulace nervus
medianus**

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, dlaň pravé ruky otočíme k zemi
- Poté narovnáme loket a zevně otočíme paži tak, aby prsty směřovaly ven a mírně dozadu, stáhneme lopatku dolů a hlavu nakloníme doleva
- Rytmičky rotujeme v ramenním kloubu po dobu 10-20 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 2-3 na jednu paži po dobu 10-20 s, poté vystřídáme paže

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení zlepšuje sílu úchopu a ulevuje od příznaků karpálního tunelu

i) Stimulace nervus radialis



Obrázek 32 - Stimulace nervus radialis

Provedení:

- Zaujmemo neutrální pozici, položíme palec pravé ruky do dlaně a otočíme ruku tak, aby její hřbet směřoval k zemi, narovnáme loket a otočíme pouze ruku směrem k malíčku, stáhneme lopatku dolů a hlavu nakloníme doleva
- Rytmiicky rotujeme v ramenním kloubu po dobu 10-20 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 2-3 na jednu paži po dobu 10-20 s, poté vystřídáme paže

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení posiluje extenzory prstů a zápěstí a má pozitivní vliv na problémy s tenisovým loktem či rameny a krční páteří

j) Stimulace nervus musculocutaneus



Obrázek 33 - Stimulace nervus musculocutaneus

Provedení:

- Zaujmemo neutrální postoj, palec vložíme do dlaně pravé ruku a obejmeme ostatními prsty, poté paži natáhneme vzad, zápěstí ohneme, lopatku stáhneme dolů a hlavu nakloníme doleva
- Rytmičky kývejte v ramenním kloubu dovnitř a ven z protažení po dobu 10-20 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 2-3 na jednu paži po dobu 10-20 s, poté vystřídáme paže

Zařazení cvičení:

- Rozcvičení – neuromobilizace, hlavní tréninková část
- Zařazení je individuální dle tréninkového efektu pro jednotlivce

Poznámka:

- Cvičení pomáhá s problémy při ohýbání ramene, při zvedání paže dopředu a má pozitivní vliv na problémy s tenisovým loktem

Neuromobilizační cvičení

V rámci neuromobility by měly být klouby vždy aktivně a velmi přesně mobilizovány v cílovém kloubu. Pouze aktivní mobilizací jsou generovány potřebné signály

z mechanoreceptorů a dochází k optimálním, trvalým změnám v centrálním nervovém systému. Pro stimulaci proprioceptivního systému jsou dále vhodná jazyková cvičení či neuromobilizační cvičení.

Jazyk je spojen s oblastmi mozku prostřednictvím důležitých hlavových nervů, které regulují i stabilitu a držení těla. Práce s jazykem je tedy vhodným prostředkem pro podporu společné kontroly a pozdějšího nácviku techniky. Jazyková cvičení mohou aktivovat i některé oblasti mozku, které se podílejí na integraci informací o rovnováze.

a) Optimální poloha jazyka

Optimální poloha jazyka stabilizuje hlavu a krk a zlepšuje dýchání. Špička jazyka se nachází asi jeden centimetr za řezáky u horního patra, jazyk leží rovnoměrně.

b) Jazyková cvičení

- Kroužení jazykem po i proti směru hodinových ručiček po dobu 10-20 s
- Vytlačení jazyka z úst dopředu a zpět, střídavě po dobu 10-30 s (jazyk zůstává co nejširší a nejrovnější)
- Kývání jazyk doprava a doleva v ústech po dobu 10–30 s

Níže si představíme neuromobilizační cvičení. Všechny klouby je vhodné před cvičením sensoricky připravit (např. poklepáním, vibrováním či stisknutím) po dobu 5–10 s. Veškeré pohyby začínají neutrálním postojem.

a) Neuromobilizace hlezenního kloubu

- Vnější tah špičky (sensoricky působíme na místo mezi krychlovou a patní kostí)
- Střední tah špičky (sensoricky působíme na sfenoidální kost, která leží v prodloužení ukazováčku)
- Vnitřní tah špičky (sensoricky působíme na místo blízko talární kosti)
- Kruhy v hlezenním kloubu (sensoricky působíme v oblasti hlezenního kloubu na obou stranách)

b) Neuromobilizace kolenního kloubu

- Kruhy v kolenním kloubu (senzorycky působíme z obou stran pod kolenem)

c) Neuromobilizace kyčelního kloubu

- Rotace dovnitř a ven přednožené končetiny
- Kruhy v kyčelním kloubu (senzorycky působíme v oblasti třísel)
- Kyvadlo v kyčelním kloubu (končetina je přednožena a pokrčena v kolenu, pohyb kyvadla vychází z kyčelního kloubu)

d) Neuromobilizace páteře

- Prohnutí a protažení hrudní páteře (senzorycky působíme na horní a spodní část hrudní páteře)
- Boční protažení hrudní páteře
- Rotace hrudní páteře
- Boční prohnutí krční páteře (senzorycky působíme z obou stran krční páteře)
- Pohyb „NE“ v krční páteři
- Zasouvání brady do „důlku“ a předsouvání krční páteře

e) Neuromobilizace ramenního kloubu

- Kruhy v ramenním kloubu (senzorycky působíme na přední oblast ramenního kloubu)
- Osmičky v ramenním kloubu seshora dolů
- Vnitřní a vnější rotace v ramenním kloubu v předpažení

f) Neuromobilizace v loketním kloubu

- Kruhy v loketním kloubu (senzorycky působíme v okolí loketního kloubu)

g) Neuromobilizace zápěstí

- Prohnutí a protažení zápěstí (senzoricky působíme v oblasti zápěstí)
- Rotace v zápěstí dovnitř a ven
- Kruhy v zápěstí

h) Mobilizace ruky

- Ruka v pěst – protažení a prohnutí v zápěstí
- Palec do dlaně
- Krčení prstů, krčení palce

3.4.3 Obecná cvičení pro vestibulární systém

Trénink vestibulárního systému může být zpočátku obtížný. Již samotný pohyb v rámci cvičení může dělat problémy. Na začátku to není nic neobvyklého. Zprvu je vhodné začít trénink vestibulárního systému podpůrnými cvičeními – základní trénink. Zároveň bychom neměli zapomínat na průběžné hodnocení výsledků cvičení pomocí testů z předchozích stránek.

Problémy v rovnovážném systému mohou vznikat i ze systémů, se kterými rovnováha funkčně souvisí. Před zahájením tréninku pro vestibulární systém je vhodné některé systémy aktivovat. Toho lze dosáhnout aktivací očních a krčních svalů, mobilizací krční a hrudní páteře, extenzí v kyčelním kloubu a senzorickými a motorickými signály, které jsou spouštěny pohyby jazyka.

Průpravná cvičení

Průpravná cvičení slouží k aktivaci očních a krčních svalů, mobilizaci krční a hrudní páteře, extenzi v kyčelním kloubu a senzorických a motorických signálů jazyka.

a) Příprava prostřednictvím jazykových cvičení

- Kroužení jazykem
- Vytlačení jazyka z úst dopředu a zpět

- Kývání jazyka doprava a doleva

b) Aktivace krčních svalů pomocí hvězdné mapy



Obrázek 34 - Aktivace krčních svalů



Obrázek 35 - Tlak ze strany, zepředu, zezadu

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj, střed hvězdné mapy máme v úrovni očí
- Umístíme pravý ukazováček nad pravý spánek a palec na stranu hlavy v úrovni lícní kosti
- Z této pozice „otočíme“ hlavu proti odporu prstů podél čar hvězdné mapy doprava, vlevo nahoře a dole po dobu 3-5 s, aniž bychom skutečně hlavou pohnuli
- To samé provedeme na levou stranu
- Poté si položíme prsty na čelo a dáváme odpor ohybu, z této pozice „ohýbáme“ hlavou dolů podél linie hvězdné mapy po dobu 3-5 s proti odporu prstů, aniž by se hlava pohnula
- Nakonec umístíme prsty do zadní části hlavy, z této pozice „natáhněte“ hlavu vzhůru podél linie hvězdné mapy po dobu 3-5 s proti odporu prstů, aniž by se hlava pohnula

Počet opakování:

- Cvičení provádíme jednou na každou popsanou stranu

Zařazení cvičení:

- Průpravná cvičení před začátkem vestibulárního tréninku

Poznámka:

- Cvičení můžeme provádět i hlavou vtaženou do „důlku“

c) Mobilizace hrudní a krční páteře

- Cvičení vhodná z předešlé kapitoly – „Obecná cvičení pro proprioceptivní systém“

d) Extenze v kyčelním kloubu – částečný dřep



Obrázek 36 - Částečný dřep



Obrázek 37 - Částečný dřep

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, vysadíme pánev, zatímco kolena tlačíme mírně dopředu
- Poté se postavíme zpět a lehce podsadíme pánev

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 1-3 x po 6-8 sériích

Zařazení cvičení:

- Průpravná cvičení před začátkem vestibulárního tréninku

Základní trénink pro vestibulární systém

Základní nácvik bychom neměli podceňovat a soustředěně a vědomě dbát na účinky každého cvičení. Funkcí vestibulárního aparátu je podpora zrakového aparátu a stabilizace očí. Na začátku balančního tréninku má ale smysl se zpočátku soustředit jen na aktivaci rovnovážného orgánu. Rychlé pohyby hlavy by se zpočátku měly trénovat bez zaměření na zrakový systém – tedy budeme pohybovat pohledem společně s pohybem hlavy. Pro usnadnění následujících cvičení můžeme začínat s cviky v sedě či v širším postoji a postupně stoj zužovat, až se dostane na stoj na jedné noze.

a) Aktivace bez pohybu



Obrázek 38 - Neutrální postoj, předpažit



Obrázek 39 - Otáčení hlavy

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a mírně vtáhneme bradu do „důlku“, zvedneme paže do výšky ramen (cíle pro pohyb hlavy)
- Nyní otočíme hlavu doprava do bodu před námi napravo
- Poté ihned otočíme hlavu doleva, takto rychle otáčíme hlavou doleva a doprava k vizuálním cílům (pažím) po dobu 30–60 s, hlava i pohled by měly být krátce stabilní a přesně zarovnané s cílem, než zrychlíme hlavu opačným směrem

Počet opakování:

- Cvičení provádíme jednou po dobu 30–60 s

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pro udání rytmu cvičení můžeme použít metronom
- Po zvládnutí cvičení s vizuální kontrolou můžeme cvičení provádět se zavřenýma očima nebo můžeme vytvořit náročnější vnější podmínky (např. chůze vpřed, chůze po schodech nahoru apod.)

b) Aktivace pomocí pohybů „ano-ano“



Obrázek 40 - Pohled na cíl, pohyb „ano-ano“

Provedení:

- Zaujmeme neutrální polohu s bradou mírně zasunutou do „důlku“, nad a pod úrovní očí máme dva body, které slouží jako cíle pro pohyb hlavy
- Nyní zvedneme hlavu nahoru směrem k hornímu bodu, poté hlavu spustíme dolů směrem ke spodnímu bodu
- Takto pohybujeme hlavou rychle k vizuálním cílům po dobu 30-60 s, hlava i pohled by měly být krátce stabilní a přesně zarovnané s cílem, než zrychlíme hlavu opačným směrem

Počet opakování:

- Cvičení provádíme jednou po dobu 30–60 s

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému

- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pro udání rytmu cvičení můžeme použít metronom
- Po zvládnutí cvičení s vizuální kontrolou můžeme cvičení provádět se zavřenýma očima nebo můžeme vytvořit náročnější vnější podmínky (např. chůze vpřed, chůze po schodech nahoru apod.)

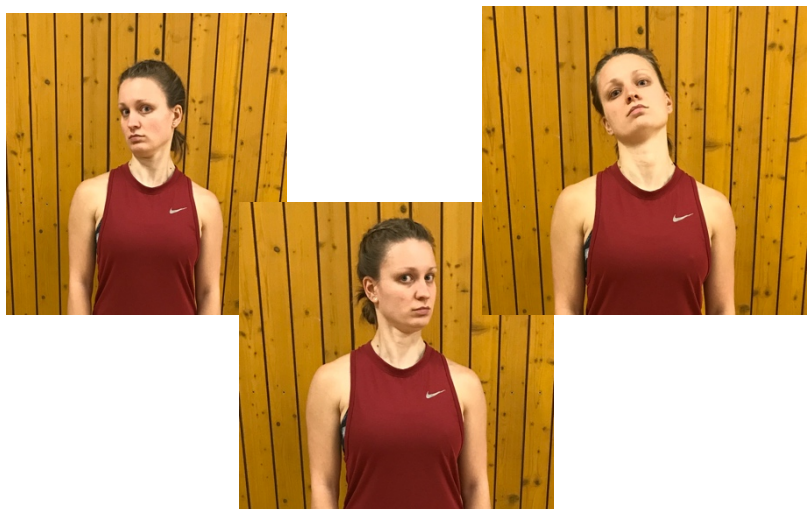
c) Příprava vestibulo-okulárního reflexu

Vestibulo-okulární reflex je jedním z nejdůležitějších funkcí, na kterých se podílí orgán rovnováhy. Tento reflex je zodpovědný za to, že umožňuje očím fixovat se na předmět, zatímco se hlava a tělo pohybují. Reflex je spouštěn rychlými pohyby hlavy při fixaci pohledu na předmět. Pokud je funkce vestibulo-okulárního reflexu omezena, jednak se snižuje předvídatelnost okamžité situace a zároveň se snižují funkce všech faktorů řídicí pohyb.

Pohyby hlavy a krku se stabilizací pohledu na hvězdicovém diagramu



Obrázek 41 - Pohled na prostřední písmeno



Obrázek 42 - Otáčení hlavou, fixovaný pohled na středové písmeno

Provedení:

- Zaujmeme neutrální pozici a upřeme svůj pohled na písmeno uprostřed hvězdného diagramu, které je přímo v úrovni očí. Hvězdný diagram by měl být vzdálen 20-30 centimetrů od nás
- Nyní rychle a kontrolovaně otáčíme hlavou doprava podél linie hvězdného diagramu, poté se pomalu vrátíme zpět do středu. Váš nos vede pohyb podél linií. Oko zůstává po celou dobu upřené na písmeno uprostřed diagramu.
- Nyní rychle otočíme hlavu doleva a pomalu se vrátíme zpět do středu.
- Dále rychle pohneme hlavou diagonálně nahoru a pomalu se vrátíme do středu. Tyto pohyby provádíme u všech linií hvězdného diagramu.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 4-8 x u každé linie

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Zpočátku provádíme pohyb hlavou rychlostí, při které během cvičení jasně vidíte písmeno ve středu hvězdicového diagramu. Postupem času zvyšujeme rychlost pohybu

Pokročilý trénink vestibulárního systému

Po zvládnutí základního tréninku můžeme začít s tréninkem pro pokročilé. To zahrnuje specifické funkční aspekty rovnováhy a vyžaduje dobrou základní funkčnost rovnovážného systému a přesnou koordinaci pohybů krku a hlavy. Pokročilá cvičení zahrnují kromě specifického tréninku různých funkcí také integrační cvičení.

a) Návčik vestibulo-okulárního reflexu



Obrázek 43 - Pohled na prostřední písmeno



Obrázek 44 - Otočení hlavy, fixovaný pohled, na konci pohybu zavřené oči

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj a pohled fixujeme na vizuální cíl v úrovni očí přímo před námi
- Otočíme hlavu doprava, a přitom udržujeme pohled na cíl. Pro spuštění požadovaného reflexu by měl být pohyb rychlý až impulzivní
- Na konci pohybu zavřeme oči
- Se zavřenýma očima pomalu otáčíme hlavou zpět do výchozí polohy. Po zopakování cvičení přejdeme na další směry – doleva, doprava nahoru, doleva nahoru, doprava dolů a doleva dolů

Počet opakování:

- Každé cvičení provádíme 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

b) Zrušení vestibulo-okulárního reflexu



**Obrázek 45 -
Pohled na vision
stick**



**Obrázek 46 - Otáčení
hlavy a vision stick
synchronně**



**Obrázek 47 -
Otáčení hlavy a
vision stick
synchronně**

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a držíme vision stick (můžeme nahradit perem) před nosem v úrovni očí s nataženou pravou paží
- Otočíme paží a hlavou synchronně zleva doprava a zase zpět, nos a palec by měli být zarovnány – tvořit pomyslnou linii a oči vidí vision stick jasně během celého pohybu
- Stejný pohyb provádíme zdola nahoru a zase zpět
- Poté provádíme pohyb diagonálně

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 3-5 x na každý směr

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pohybujeme-li se doprava, vision stick držíme v pravé ruce. Pohybujeme-li se doleva, držíme vision stick v levé ruce.
- Oči a paže vždy tvoří přímou linii a vision stick vidíme jasně
- Pohybujeme pouze paží a hlavou, horní část těla držíme nehybnou a vzpřímenou

- Pro usnadnění cvičení můžeme použít větší vizuální terč, snížit rychlost pohybu hlavy či cvičit vsedě. Pro zvýšení náročnosti lze zmenšovat stojnou plochu až po stoj na jedné noze, či do cvičení zařadit chůzi.

c) Houpání s vizuálním cílem



Obrázek 48 - Houpání s vizuálním cílem



Obrázek 49 - Obtížnější varianta, skákání přes švihadlo s fixací vizuálního cíle

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj s pohledem na vizuální cíl, který je přímo před námi v úrovni očí.
- Nyní se postavíme na špičky a rytmicky provádíme drobné pohyby nahoru a dolů po dobu 10-15 s. Při tom udržujeme svůj pohled zaměřený na vizuální cíl. Pokud je cíl rozmazaný nebo na krátkou dobu zmizí snížíme rychlost drobných pohybů, tak abychom si zachovali ostrý obraz po celou dobu.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pokud při houpání nemůžeme udržet stabilní obraz, provádíme cvičení dílčími pohyby (například pouze pohyb nahoru)
- Pro toto cvičení je vhodné použít jako hodnotící cvičení například dřep, výpad či skok
- Pro zvýšení náročnosti můžeme skákat přes švihadlo a fixovat pohled na vizuální cíl

d) Základní varianta chůze s vizuálním cílem



Obrázek 50 - Chůze s vizuálním cílem

Provedení:

- Zaujmem neutrální pozici a držíme před sebou tréninkovou kartu s různými velikostmi písma na délku paže v úrovni očí. Vybereme si písmeno, které dokážeme jasně přečíst.
- Nyní jdeme vpřed po dobu 10-30 s. Po celou dobu chůze musíme zvolené písmeno vidět jasně.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

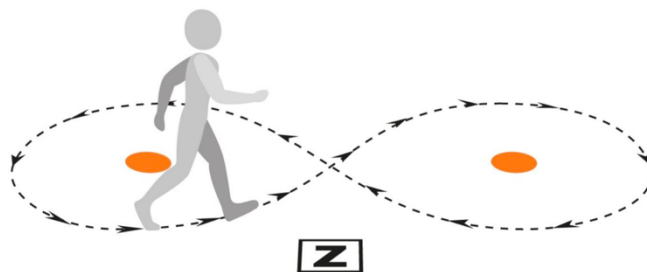
Poznámka:

- Pro tyto cvičení je vhodné použít hodnotící cvičení, které zahrnuje pohyby vpřed, vzad a do strany (např. výpad vpřed)
- Varianty cvičení: chůze s vizuálním cílem s nakloněnou hlavou na stranu, chůze s vizuálním cílem pozpátku, chůze s vizuálním cílem stranou (v kombinaci s nakloněnou hlavou)
- Zmíněné cviky můžeme vyzkoušet i s jedním okem zakrytým

e) Základní varianta infinity-walk



Obrázek 51 - Chůze s fixací vizuálního cíle



Obrázek 52 - Grafické znázornění cvičení

Umístíme dvě jasné viditelné značky 3-5 metrů od sebe, vizuální cíl je v úrovni očí mezi značkami.

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj naproti vizuálnímu cíli
- Fixujeme vizuální cíl a chůzí vytváříme tvar osmičky kolem značek

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 4-5 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- V případě potřeby můžeme zvětšit vizuální cíl či pracovat bez vizuálního cíle, dokud se integrace nezlepší
- Pro zvýšení obtížnosti můžeme přidat křížovou koordinaci či pohyby hlavy „ne-ne“ a „ano-ano“

3.4.4 Obecná cvičení pro vizuální systém

Zrakový systém hraje v našem výkonu nesmírně důležitou roli. Téměř všechny pohyby jsou koordinovány prostřednictvím zrakového vnímání. Během vizuálních procesů je do zaznamenávání, zpracování a vyhodnocování informací zapojeno přes 30 oblastí mozku. Dobrý trénink očí zrychluje a zlepšuje přesnost procesů zpracování. Zrakový systém každého člověka a sportovce měl být schopen – poskytovat vizuální jasnost, dobře ovládat pohyby očí, přesně určit hloubkový vztah k objektům, zajistit dobré periferní vidění. V této kapitole se budeme zabývat výběrem cvičení pro tyto čtyři aspekty vizuálního systému.

Pokud sportovec nosí brýle je vhodné cvičení provádět bez brýlí, případně s kontaktními čočky. Pokud zdravotní situace neumožňuje cvičit bez brýlí či s kontaktními čočkami, můžeme cvičit i s brýlemi. Zrakové cvičení jsou rozděleny do dvou kategorií základní a pokročilé. Vždy je vhodné zhodnotit cvičení dle hodnotících cvičení (především hodnotící koordinační cvičení), abychom lépe jednotlivá cvičení zařadili do tréninku. Zraková cvičení mohou být více vyčerpávající, protože přijímáme vizuální informace celý den, je vhodné tedy postupovat pomalu a nepřetížít vizuální systém.

Před samotným zahájením cvičení pro vizuální systém je vhodné zařadit cvičení v tréninku propioceptivního a vestibulárního systému – cvičení, která máme zařazena v kategorii „vysoký výkon“. Následně je vhodné zařadit i regeneraci zrakového systému. Pro regeneraci zrakového systému můžeme provést následující cvičení:

- Nošení dírkovaných brýlí pro dobu 10 minut před zahájením vizuálního tréninku. Dírkovaná skla snižují zrakový stres způsobený nepříjemnými periferními paprsky na sítnici.

- Palming – třením rukou o sebe je zahřejeme a poté je v lehce vypouklém tvaru přiložíme k očím. V této poloze setrváme nejméně 30 sekund. V tomto případě bychom se měli vzdálit od všech rozptýlení.
- Masáž očních svalů je vhodné provádět před i po tréninku očí. Masírujeme oblasti kolem očí.

Základní oční trénink – Periferní vidění

Periferní vidění popisuje zrakové vnímání, ve kterém není kladen důraz na fixaci předmětu, ale spíše na vnímání věcí mimo oblast, kterou jasně vidíme, oblast tzv. foveálního vidění.

a) Trénink periferního vidění pomocí tréninkové karty – Peripheral Awareness Chart



Obrázek 53 – Trénink periferního vidění



Obrázek 54 - Obtížnější varianta s páskou přes oko

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, držíme tréninkovou kartu 30-40 centimetrů uprostřed obličeje a zafixujeme písmeno uprostřed.
- Nyní začneme číst kruhy písmen kolem středu zevnitř ven. Po celou dobu udržujeme pohled na písmeno ve středu.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému 1-4 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Po zvládnutí cvičení binokulárně, můžeme použít pásku přes oko a trénovat pouze jedno oko.
- Alternativně můžeme číst písmena po paprscích, které jsou vytvářena jednotlivými písmeny.
- Pokud máme větší problém s nějakým směrem při čtení či okem, měli bychom tento nedostatek trénovat více.

b) Trénink periferního vnímání v prostorových podmínkách

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a uvolněně sledujeme vizuální cíl v úrovni očí.
- Nyní nasměrujeme své periferní vidění na různé prostorové podmínky – stěny, strop, čáry na hřišti apod.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Porovnáme zorná pole mezi sebou, věnujeme větší pozornost oblasti, která nám způsobuje větší potíže.

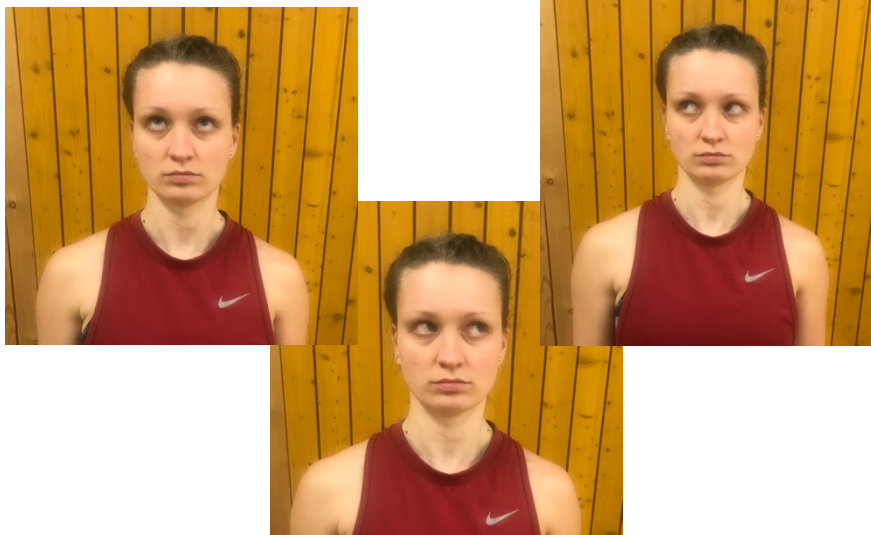
Základní oční trénink – posilování očních svalů

Oční svaly jsou zodpovědné za pohyb očí a jejich trénink je proto nezbytný pro fungování zrakového systému. Posilování očních svalů také zlepšuje posturální reflexy těla, které jsou iniciovány očními svaly.

a) Izometrický trénink očních svalů



Obrázek 55 - Izometrický trénink očních svalů



Obrázek 56 - Setrvání pohledem

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a díváme se na hvězdnou mapu přímo před sebou v úrovni očí.
- Nyní se začneme dívat na koncové body, podíváme se na koncový bod paprsku doprava a setrváme 5–10 s, poté se zaměříme na další bod.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému, alespoň 1 x zopakujeme celou hvězdnou mapu

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Nehýbáme hlavou, pouze oči sledují jednotlivé body.

Základní oční trénink – akomodace

Trénink akomodace zahrnuje optimální nastavení ohniskové vzdálenosti oka na různé vzdálenosti. Čím rychleji a lépe se dokážeme „zaměřit“ na předměty v různých vzdálenostech od nás, tím rychleji a přesněji dokážete vyhodnocovat situace a podle toho lépe, rychleji a dříve jednat.

a) Změna pohledu na blízkou vzdálenost



Obrázek 57 - Akomodace

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj, větší tréninkovou kartu „na blízko“ umístíme do takové vzdálenosti, kde písmena vidíme stále naprosto jasně. Menší tréninkovou kartu „na blízko“ držíme v ruce ve vzdálenosti 15-20 centimetrů před očima.
- Nyní necháme svůj pohled přeskočit z blízké mapy na vzdálenější a zase zpět, vždy přepínáme z jednoho písmene na příslušné tréninkové kartě na další.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pohled změníme pouze tehdy, když jsme příslušné písmeno viděli jasně a zřetelně. Jde o kvalitu provedení, ne o rychlost.
- Cvičení můžeme provádět i s jedním okem zakrytým.

Základní oční trénink – trénink dobrovolných pohybů očí

Jsou dva způsoby, jak libovolně pohybovat očima – skoky pohledem – sakády, sledování očí – pronásledování. Skoky pohybem se týkají schopnosti vizuálního systému přepínat pohled z jednoho objektu na nový cíleným, rychlým a přesným způsobem. Pronásledování je schopnost vizuálního systému sledovat objekty očima. Čím přesněji může sportovec pronásledovat nebo sledovat předměty, tím lépe může analyzovat rychlost, vzdálenost a umístění předmětu a adekvátně přizpůsobit své akce a pohyby.

a) Trénink sakády – kříž



Obrázek 58 – Sakády - kříž

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, umístíme 40-60 centimetrů hvězdný diagram do úrovně očí a sledujeme střed diagramu

- Nyní skočíme pohledem zprava doleva 5-10 x, pohled neměníme, dokud nerozeznáme jasně značky paprsků
- Poté pohled skáče shora dolů apod.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému, každý směr 5-10 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pro zvýšení obtížnosti můžeme použít hvězdný diagram s úhlopříčkami

b) Trénink sakády – tréninkové karty Saccady



**Obrázek 59 - Sakády –
tréninkové karty**

Provedení:

- Umístíme dvě tréninkové karty Saccady před sebe ve výšce očí 50-60 centimetrů od sebe a postavíme se do neutrálního postoje
- Nyní pohledem skáčeme z písmene na písmeno, vždy bychom měli písmeno jasně rozeznat. Můžeme při pohledu vždy písmeno vyslovit.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámky:

- Cvičení lze provádět i tréninkovými kartami s čísly

c) Pronásledování s vision stick



**Obrázek 60 -
Pronásledování s vision
stick**



**Obrázek 61 -
Pronásledování očima**

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a držíme vision stick pravou rukou před levým ramenem v úrovni očí
- Nyní pohneme paží s vision stick doprava, oči sledují vizuální cíl uvolněným způsobem, takto hýbáme s vizuálním cílem a následujeme ho očima

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému

- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Pokročilý trénink očí

Pokud již zvládáme základní trénink očí, můžeme začít s pokročilým tréninkem. Dovednosti, které se v pokročilém tréninku trénují jsou vergence – schopnost symetricky křížit pohled a schopnost binokulárního vidění – kongruentní stereo vidění obou očí. Trénink těchto dovedností má velký potenciál optimalizace výkonu a posouvá kvalitu vizuálního systému na další úroveň.

a) Oční kliky



Obrázek 62 - Oční kliky



Obrázek 63 - Přesun vision stick blíž k nosu



Obrázek 64 - Obtížnější varianta s páskou

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a držíme v ruce vision stick před sebou ve vzdálenosti 40-50 centimetrů na úrovni kořene nosu
- Pomalu posouváme vision stick k nosu a sledujeme ji oběma očima, dokud se obraz nerozmaže, poté posouváme vision stick do výchozí pozice. Cílem je, abychom přivedli vision stick k nosu a neviděli ji dvakrát.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému alespoň 3–5 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Vision stick musí jít vždy rovně k nosu, nesmí se stáčet k jednomu oku výrazněji, zároveň neotáčíme hlavu k vision stick, pohyb necháme pouze na očích
- Cvičení můžeme provádět i se zakrytým jedním okem, vision stick pak posouváme směrem k nosu, poté do strany (strana zakrytého oka) a zpět do výchozí pozice

b) Základní varianta tréninku Brockových strun



Obrázek 65 - Základní varianta tréninku Brockových strun



Obrázek 66 - Lokalizace



Obrázek 67 - Vibrace struny

Provedení:

- Připevníme Brockovou strunu ve výšce očí a kuličky na provázku rozmístíme do vzdálenosti přibližně 20, 50, 120 a 150 centimetrů od našeho obličeje. Zaujmeme neutrální postoj a druhý konec Brockové struny držíme u kořene nosu.
- Zaměříme se na střed první koule. Nyní bychom měli „vidět“ dvě šňůry vedoucí do středu míče a dvě šňůry vycházející ze středu míče, podržíme tento binokulární obraz 2-5 s a poté přesuneme pohled na střed druhé koule

Počet opakování:

- Cvičení provádíme dle únavy zrakového systému 30 s až 1 minutu

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vizuálního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Pokud nevidíme jednu šňůru nebo ji vidíme rozmazaně, mozek potlačuje tuto zrakovou informaci a je potřeba začít s nápravným cvičením:
 - Zaujmeme stejnou výchozí polohu jako u cviku Základní varianta tréninku Brockových strun, poté lehce rozvibrujeme šňůru a oči se musí znova zaměřit na vibrující míček, tímto se oči budou zaměřovat přesněji
 - Zaujmeme stejnou výchozí polohu jako u cviku Základní varianta tréninku Brockových strun, poté se prstem dotkneme kuličky, abychom ji lépe lokalizovali

3.4.5 Neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti

Při tréninku rychlosti je na tělo a nervový systém kladen obrovský stres. Pokud jde o pohyb, existuje, zda jasná priorita v podobě stability. Většina informací proudících do těla slouží ke stabilizaci těla. Zlepšení stability je tedy prvním a nejdůležitějším cílem, pokud se chceme stát rychlejšími. Níže si nejprve představíme hodnotící cvičení pro neuro-atletická cvičení podporující rozvoj rychlosti a poté si představíme konkrétní cvičení. Hodnotící cvičení je zase vhodné provést před konkrétním cvičením a po něm, abychom ho mohli zařadit do jedné ze tří kategorií – vysoký výkon, neutrální výkon, zpracování.

Testy pro vyhodnocení tréninkových výsledků

a) Test proti rotaci



Obrázek 68 - Test proti rotaci

Provedení:

- Zaujmeme postoj s chodidly na šířku ramen, předpažíme, dlaně lehce přitiskneme k sobě.
- Tréninkový partner stojí po naší pravé straně a fixuje levou rukou naší pravou pánev, pravou rukou vyvíjí tah na naše spojené paže, zpočátku se síla tahu nabírá pomalu. Cvik provádíme po dobu 5 s.
- Poté vyměníme strany.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 5 s 1-3 x na jednu stranu

Zařazení cvičení:

- Hodnocení stability trupu

Poznámka:

- Po provedení cvičení porovnáme obě strany a slabší stranu použijeme pro hodnocení.

b) Test boční stability



Obrázek 69 - Test boční stability

Provedení:

- Zaujmeme postoj s chodidly na šířku ramen, mírně pokrčíme kolena
- V této pozici tréninkový partner tlačí na horní část naší pravé pánve a pravé rameno a vyvíjí tlak do levé strany. Tlak se vytváří pomalu a postupně se zvyšuje. Snažíme se zůstat stabilní.
- Poté vyměníme strany.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 5 s 1-3 x na jednu stranu

Zařazení cvičení:

- Hodnocení stability trupu

Poznámka:

- Po provedení cvičení porovnáme obě strany a slabší stranu použijeme pro hodnocení.

c) Test pevnosti flexe v kyčelním kloubu



Obrázek 70 - Test pevnosti flexe v kyčelním kloubu

Provedení:

- Zaujmemo úzký stoj a zvedneme pravou nohu tak, aby stehno a horní část těla svírali úhel 90 stupňů. Pravá končetina je pokrčená v kolenu.
- Poté tréninkový partner začne vyvíjet tlak shora na koleno pravé končetiny. Tlak by měl být zpočátku jemný a postupně sílit.
- Poté vyměníme strany.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 5 s 1-3 x na jednu stranu

Zařazení cvičení:

- Hodnocení flexorů kyčelního kloubu

Poznámka:

- Po provedení cvičení porovnáme obě strany a slabší stranu použijeme pro hodnocení.

d) Hodnocení síly břišních svalů



Obrázek 71 - Hodnocení síly břišních svalů

Provedení:

- Zaujmete polohu vsedě, dolní končetiny jsou pokrčené v kolenou (svírají cca 90 stupňů), paže jsou v překřížení na hrudníku.
- Tréninkový partner si sedne k naší pravé straně, položení jednu paži na stehna (těsně nad kolena) a druhou paži na naše překřížené paže. Nyní tréninkový partner začne vyvíjet sílu, tak že odtláčuje naši horní část těla od dolních končetin. Tlak je zpočátku mírný a postupně se zvětšuje.
- Poté se strany vymění.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 5 s 1-3 x na jednu stranu

Zařazení cvičení:

- Hodnocení stabilizace trupu a síly břišních svalů

Poznámka:

- Po provedení cvičení porovnáme obě strany a slabší stranu použijeme pro hodnocení.

e) Testování síly hýžd'ových svalů



Obrázek 72 - Testování síly hýžd'ových svalů

Provedení:

- Zaujmeme pozici vleže na břiše, ruce položíme pod čelo, ohneme pravou dolní končetinu v kolenu a zvedneme ji od země.
- Tréninkový partner klečí u naší pravé končetiny. Pravou rukou fixuje naši pánev a levou ruku položí těsně nad zadní část kolene. Z této pozici začne vyvíjet tlak proti končetině a my vyvíjíme protitlak. Tlak se zvyšuje postupně.
- Poté vyměníme strany.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 5 s 1-3 x na jednu stranu

Zařazení cvičení:

- Hodnocení síly hýžd'ových svalů

Poznámka:

- Po provedení cvičení porovnáme obě strany a slabší stranu použijeme pro hodnocení.

Neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti

Trénink rozvoje rychlosti vyžaduje vysokou zátěž a pravidelný trénink. Aby sportovec toto zatížení zvládl, je potřeba systém co nejlépe odlehčit technickými komponentami,

jinak může rychle dojít k přetížení nebo zranění. Cílem následujících cviků je možnost ulevit tělu pomocí specifického tréninku techniky.

a) Stojící hiplock



Obrázek 73 - Stojící hiplock



Obrázek 74 - Vytažení strany těla

Provedení:

- Zaujmem postoj s chodidly na šířku ramen
- Zvedneme obě paže nahoru a s nimi i pravou dolní končetinu pokrčenou v koleni, levá dolní končetina je natažená
- Nyní zvedneme pravou pánev nahoru a mírně dopředu a prodlužte levou stranu těla zatlačením levé paže ke stropu, tak aby levá paže a rameno byly výše než pravé – držíme tuto pozici po dobu 2-3 s
- Poté vymění strany

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 2-3 s počtem opakování 3-5 x na každou stranu

Zařazení cvičení:

- Cvičení pro zlepšení techniky běhu
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Při cvičení můžeme použít tyč pro větší stabilitu a přesnost
- Pokud je tento cvik zvládnutý ve stoji, přecházíme do chůze či chůze po schodech nahoru
- Po zvládnutí cviku v chůzi můžeme zvýšit obtížnost tím, že přidáme zátěž (např. kettlebell)

b) Wall drill switch



Obrázek 75 - Wall drill switch – základní postoj



Obrázek 76 - Wall drill switch



Obrázek 77- Switch s překážkou

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj, paže opřeme o zeď, provedeme lehký náklon trupu, paty jsou lehce od země
- Zvedneme pravou dolní končetinu pokrčenou koleno tak aby stehno s trupem svírali úhel 90 stupňů
- Nyní rychle vytáhneme levou nohu nahoru a pravou rychle pouštíme k zemi, tak aby se nohy ve vzduchu „zkřížily“
- Poté krátce vydržíme v nové poloze a znova provedeme rychlou výměnu

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, je důležité udržet správnou techniku pohybu, začínáme od menšího počtu opakování 5-8 x na každou dolní končetinu a postupně přidáváme

Zařazení cvičení:

- Cvičení pro zlepšení techniky běhu
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Při zvládnutí cviku můžeme provádět dvojité výměny
- Po zvládnutí cviku s pomocí zdi, můžeme přejít na stejné cvičení bez pomoci zdi – zde už dochází k aktivnější stabilizaci trupu
- Dále můžeme ke cvičení použít atletickou nízkou překážku, kterou umístíme napravo případně nalevo od těla
- Další variantou cvičení je s použitím step-bedýnky, kdy je stojná dolní končetina postavena na step-bedýnce a druhá dolní končetina je zvednutá. Zde dochází k rychlé výměně, kdy stojná noha jde nahoru a druhá končetina směřuje k zemi
- Poslední variantou je podobné provedení cviku se step-bedýnkou pouze při výměně pokládáme zvednutou dolní končetinu na step-bedýnku

c) A-skip



Obrázek 78–A-skip

Provedení:

- Zaujmete neutrální postoj, paže máme pokrčené v loktech
- Z této výchozí pozice provádíme přeskakovací pohyb pravou nohou rychlým vytažením paty pravé nohy přímo nohu od země pod bok. Paže vykonají běžecský pohyb
- Poté pravou dolní končetinu položíme zase zpět na zem
- Po provedení opakování vyměníme strany

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 6–10 x poté vyměníme strany

Zařazení cvičení:

- Cvičení pro zlepšení techniky běhu
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Po zvládnutí cvičení přechází z jednostranného A-skipu na A-skip přeskakování, kdy měníme obě dolní končetiny v pohybu (toto cvičení provádíme ve 2-4 sériích po 10-15 opakování)
- Po zvládnutí cvičení provádíme A-skip přeskakování s pohybem vpřed

d) Wicket run



Obrázek 79 - Wicket run

Provedení:

- Na podlahu umístíme značky (kloboučky) ve vzdálenosti cca 90 % délky našeho základního kroku
- Nyní běžíme cílovou rychlostí přes značky v jedním krokem v mezeře

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku a běhu a požadovanou rychlost

Zařazení cvičení:

- Cvičení pro zlepšení techniky běhu
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Do cvičení můžeme zařazovat starty z různých poloh, které jsou vhodné ke sportovnímu zaměření (např. atletika – start z nízké polohy apod.)

e) Práce paží



Obrázek 80 - Uvolněné švihání natažených paží



Obrázek 81 - Návčik běžeckého pohybu paží ve stoji



Obrázek 82 - Návčik běžeckých paží vsedě

Pro návčik švihů paží můžeme zvolit několik jednoduchých variant cvičení:

- Uvolněné švihání natažených paží s různou rychlostí a výškou

- Střídání ohýbání a natahování paží ve švihů – při pohybu paží od těla paže natahujeme, při pohybu paží k tělu je krčíme v loktech
- Návčik běžeckého pohybu paží v sedě
- Návčik běžeckého pohybu paží ve stoje, v chůzi a v pomalém běhu

f) Základní atletická pozice – statická



Obrázek 83 - Základní atletická pozice

Provedení:

- Zaujmeme postoj s chodidly od sebe alespoň na šíři ramen, snížíme těžiště, lehce předkloníme horní část těla, páteř je rovná, váha je více na předních částech chodidel
- V této pozici staticky držíme po dobu 5-10 s

Počer opakování:

- Počer opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro návčik atletické polohy, ze které vychází další pohyby především ve sportovních hrách

Poznámka:

- Při zvládnutí statické polohy můžeme přejít do dynamického provedení – pomalu přenášíme váhu z nohy na nohu, hýbeme koleny, pánvi a držíme stabilní polohu

- Po zvládnutí dynamického provedení můžeme přejít do otočení celého těla o 45, 90, 180 stupňů rychle nízko u země (neprovádíme pohyb skokem)

g) T-step

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj
- Chodíme pomalým tempem vpřed
- Na povel se co nejrychleji dostaneme do základní atletické polohy

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro nácvik atletické polohy, ze které vychází další pohyby především ve sportovních hrách

Poznámka:

- Po zvládnutí nácviku základní atletické polohy v pomalé chůzi, pohyb můžeme zrychlovat – rychlá chůze, klus, pohyb stranou, chůze vzad apod.

h) Plyo step



Obrázek 84 - Plyo step

Provedení:

- Zaujmemo základní atletickou polohu
- Rychle pohneme pravou nohou vzad, tak aby dopadla na přední část chodidla a nakloníme horní část těla mírně dopředu, současně výbušně šviháme pravou paží vpřed a levou paží vzad

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro nácvik atletické polohy, ze které vychází další pohyby především ve sportovních hrách

Poznámka:

- Cvičení můžeme vyzkoušet i s levou dolní končetinou vzad a poté vybrat vyhovující provedení

i) Plyo step – pivot



Obrázek 85 - Plyo step



Obrázek 86 - Plyo step, chodidlo pod těžiště

Provedení:

- Zaujmeme základní atletickou polohu
- Mírně zvedneme pravou nohu a otočíme ji požadovaným směrem
- Poté pravou nohu vtáhneme více pod těžiště těla
- Poté vyměníme dolní končetiny

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro nácvik atletické polohy, ze které vychází další pohyby především ve sportovních hrách

Poznámka:

- Po zvládnutí základní varianty můžeme zařadit cvičení obtížnější:
 - Provedeme plyo step – pivot a poté nakloníme trup do směru běhu, švihneme pažemi a rozeběhneme se do požadovaného směru
 - Provedeme plyo step a navážeme crossover pohybem (překročením přes pravou dolní končetinu), cvičení provádíme na obě strany

j) Chytání míčku s písmeny



Obrázek 87 - Chytání míčku s písmeny

Provedení:

- Zaujmeme základní atletickou polohu
- Tréninkový partner nám hází míček s písmeny, při chycení míče hlásíme poslední písmeno, které jsme před chycením viděli

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj reakční rychlosti

Poznámka:

- Po zvládnutí základního cvičení můžeme přejít do variant, které více souvisí s naším sportem, například:
 - Driblink míčku na raketě – hlášení písmen
 - Chytání míčku na raketu po vypuštění tréninkovým partnerem – hlášení posledního písmene
 - Výběh na vypuštěný míč a hlášení poslední písmeno před chycením

k) Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod



Obrázek 85 - Základní atletická poloha



Obrázek 86 - Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod

Provedení:

- Zaujmeme základní atletickou polohu 2-4 metry před půlkruhem vytvořeným z BlazePod
- Při rozsvícení světla běžíme co nejrychleji k danému BlazePodu a dotkneme se ho
- Poté se vrátíme zpět do základní polohy a čekáme na další signál

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj reakční rychlosti

Poznámka:

- Po zvládnutí základního cvičení můžeme zařazovat varianty vhodné pro náš sport, například měníme pohyb provedení – běh vzad, pohyb stranou

l) Rozvoj reakční rychlosti s kužely



Obrázek 87 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely



Obrázek 88 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely

Provedení:

- Zaujmeme základní atletickou polohu 2-4 metry před půlkruhem vytvořeným z kuželů
- Tréninkový partner stojí za námi a vytahuje barevný kužel stranou od nás, abychom zapojili periferní vidění, po spatření kuželu vyběháme k té stejné barvě v půlkruhu
- Poté se vrátíme zpět do základní polohy a čekáme na další signál

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj reakční rychlosti

Poznámka:

- Po zvládnutí základního cvičení můžeme zařazovat varianty vhodné pro náš sport, například měníme pohyb provedení – běh vzad, pohyb stranou;
- Dále můžeme zařadit varianty cvičení s potlačením impulzů, například se s tréninkovým partnerem dohodneme, že když ukáže zelenou barvu, poběžíme k modrému kuželu apod., zde musíme potlačit impulz z daného signálu a běžet k dohodnutému kuželu

m) Koordinace ruka-oko



Obrázek 89 - Koordinace ruka-oko



Obrázek 90 - Koordinace ruka-oko 1



Obrázek 91 - Koordinace noha-oko

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj před koordinací mapou, tak daleko, abychom jasně viděli symboly na mapě
- Procházíme zrakem mapu a pokud vidíme symbol na pravé straně, klepneme pravou rukou o pravé stehno, pokud ho vidíme na levé, klepneme levou rukou o levé stehno, pokud je symbol uprostřed, klepneme oběma rukama o stehna

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj koordinace ruka-oko

Poznámka:

- Cvičení můžeme provádět i na rozvoj koordinace noha-oko – dle symbolu na koordinační mapě, zvedáme buď pravou patu, levou patu nebo obě
- Dále můžeme při čtení koordinační mapy zařazovat i obtížnější cvičení, například dle symbolů můžeme ukazovat směr pažemi, dělat výpady, můžeme koordinační mapu číst shora dolů, tréninkový partner může s koordinační mapou pomalu pohybovat, či do úkolu zařazovat poznávání barev kuželů

3.4.6 Neuro-atletická cvičení pro rozvoj síly

Při silovém tréninku je tělo konfrontováno s vnější zátěží a mozek musí generovat velké svalové napětí. Centrální nervový systém reaguje na jakýkoli podnět – včetně každého cvičení, které provádíme. Abychom dokázali kontrolovat efektivitu tréninku a jednotlivých neuro-atletických cvičení pro rozvoj síly, je nutné zařadit i zde hodnotící cvičení. Hodnocení se používá k získání informací o tom, jak mozek a nervový systém reagují na podnět – nehodnotí se kvalita provedení cvičení, ale jeho vliv na mozek. I zde platí, že účinky cvičení se mohou každým dnem lišit, proto je potřeba hodnotící cvičení zavádět pravidelně, abychom ověřili účinek cvičení a případně trénink upravili. Vždy je důležité zachovat podobné, ne-li stejné vnější podmínky pro provedení hodnotících cvičení. Vychází z neutrální polohy a hodnotící cvičení provádíme před a po konkrétním neuro-atletickém cvičení. Dle výsledků poté neuro-atletické cvičení řadíme do jedné ze tří kategorií. Pro obecné hodnocení můžeme využít hodnotící cvičení z kapitoly „Testy pro vyhodnocení tréninkových výsledků“. Pro silové testy bychom měli využít cvičení, se kterým jsme dobře obeznámeni a technicky ho zvládneme. Vždy volíme střední intenzitu zátěže, při které musíme vyvinout úsilí, ale cvik musíme provádět plynule v 5-6 opakování. Hodnotící silová cvičení v rámci tenisové přípravy mohou být např. kettlebell press či síla úchopu pomocí ručního dynamometru.

Pro vytvoření síly musíme být dostatečně stabilní. Proto i silový trénink se odvíjí od hodnocení stability. Následující testy se zaměřují na hodnocení funkčnosti důležitých drah a reflexů. Reflexy, které jsou zapojeny do reflexní stabilizace jsou šíjové reflexy, vestibulocervikální reflex, vestibulospinální reflex. Dráhy, které regulují držení těla jsou rubrospinální trakt, vestibulospinální trakt, tektospinální trakt a retikulospinální trakt. Pokud je funkčnost těchto reflexů omezena, mohou být stabilizační procesy „nastartovány“ pouze nedostatečně a výkonnost je tím snížena. Nyní si uvedeme příklady testů pro hodnocení zmíněných reflexů.

a) Šíjový reflexní test



Obrázek 93 - Šíjový reflexní test

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a fixujeme malý, ale jasně viditelný cíl v úrovni očí
- Nyní začneme pochodovat na místě a pomalu otáčet tělo střídavě doprava a doleva, stále fixujeme vizuální cíl
- Začínáme pomalu a snažíme se rychlost zvyšovat

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 20-30 s

Zařazení cvičení:

- Cvičení hodnotí funkci šíjových reflexů

Poznámka:

- Rozmazaný obraz či nestabilní poloha hlavy naznačují omezenou funkčnost reflexu

b) Test pro vestibulocervikální reflex



Obrázek 94 - Test pro vestibulocervikální reflex



Obrázek 95 - Test pro vestibulocervikální reflex

Provedení:

- Zaujmeme základní atletický postoj
- Nyní tréninkový partner začne vyvíjet tlak na levé rameno a pánev, tlak je mírný a postupně sílí
- Poté vyměníme strany
- Následně opakujeme stejný test, ale tentokrát otočíme hlavu vlevo a partner vyvíjí tlak na levé rameno a pánev
- Udržujeme hlavu otočenou vlevo a partner vyvíjí tlak na pravé rameno a pánev
- Po provedení této varianty otočíme hlavu doprava a cvik opakujeme

Počet opakování:

- Každou variantu cviku na každou stranu provedeme 1-3 x

Zařazení cvičení:

- Cvičení hodnotí funkci vestibulocervikálního reflexu

Poznámka:

- Porovnejte obě strany, pokud je jedna strana slabší, měla by být častěji zařazena do cvičení podporující stabilitu

c) Test pro vestibulospinální reflex



Obrázek 96 - Test pro vestibulospinální reflex

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj, držíme vizuální cíl (malé písmeno, malou kartu apod.), fixujeme pohled na vizuální cíl, který je jasně viditelný
- Poté ukloníme hlavu na pravou stranu a stále sledujeme cíl po dobu 10 s
- Nyní pomalu hlavu ukloníme na levou stranu a po dobu 10 s sledujeme vizuální cíl

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 1-3 x na každou stranu po dobu 10 s

Zařazení cvičení:

- Cvičení hodnotí funkci vestibulospinálního reflexu

Poznámka:

- Pokud se nám obraz při úklonu rozostřuje nebo jinak mění, je funkčnost reflexu omezena

a) Posílení šíjových svalů



Obrázek 97 - Posílení šíjových svalů

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, pravý ukazováček položíme nad pravý spánek a pravý palec na stranu hlavy
- Z této pozice tlačíme hlavu mírně doprava proti odporu prstů po dobu 3-5 s
- Poté hlavu pootočíme o 30-45 stupňů a znova zatlačíme po dobu 3-5 s
- Po provedení vyměníme strany

Počet opakování:

- Cvičení provádíme v každé poloze po dobu 3-5 v počtu opakování 1-3 x

Zařazení cvičení:

- Posílení šíjových svalů
- Cvičení zařazujeme individuální, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

b) Boční výpad s vizuálním cílem



Obrázek 98 - Boční výpad s vizuálním cílem



Obrázek 99 - Boční výpad s vizuálním cílem

Provedení:

- Zaujmem neutrální polohu, v levé ruce držíme vision stick (například tužku) v úrovni očí
- Nyní provedeme boční výpad do levé strany a stále fixujeme pohled na vizuální cíl
- Z této polohy otočíme hlavu, horní část těla a paži do levé strany a vzad, kam nás pohyb „pustí“
- Vrátime se zpět do výchozí pozice a vyměníme strany

Počet opakování:

- Cvičení opakujeme 3-5 za sebou a poté vyměníme strany

Zařazení cvičení:

- Cvičení pomáhá trénovat slabší stranu, která nám vyšla v rámci testování
- Na slabší stranu můžeme zařadit více opakování, ale vždy by cvik měl být správně technicky proveden
- Cvičení zařazujeme individuálně, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

c) Houpání s úklonem hlavy a vizuálním cílem



Obrázek 100 - Houpání s úklonem hlavy a vizuálním cílem

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, nakloníme hlavu doleva a fixujeme vizuální cíl na zdi v úrovni očí
- Poté se postavíme na špičky, stále držíme hlavu nakloněnou a pomalu se houpeme nahoru a dolů, fixujeme vizuální cíl
- Pokud se nám cíl rozostří či zmizí zpomalíme tempo

Počet opakování:

- Cvičení provádíme na každou stranu po dobu 10-15 s v počtu opakování 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Cvičení podporuje zlepšení funkce cervikovestibulárního reflexu
- Cvičení zařazujeme individuálně, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

d) Chůze s vizuálním cílem a úklonem hlavy



Obrázek 101 - Chůze s vizuálním cílem a úklonem hlavy



Obrázek 102 - Chůze s vizuálním cílem a úklonem hlavy

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj a držíme před sebou v úrovni očí vizuální cíl (například pero, kartičku apod.), ukloníme hlavu na levou stranu
- Stále fixujeme vizuální cíl a pomalu jdeme vpřed po dobu 10-30 s, tak abychom udrželi vizuální cíl

Počet opakování:

- Cvičení opakujeme po dobu 10-30 s v počtu opakování 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Cvičení podporuje zlepšení funkce vestibulospinálního reflexu
- Cvičení zařazujeme individuálně, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

Poznámka:

- Cvičení můžeme provádět v chůzi vzad či v chůzi bokem

e) Předpažení s odporovou gumou v rytmu



Obrázek 103 - Předpažení s odporovou gumou v rytmu



Obrázek 104 - Předpažení s odporovou gumou v rytmu

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, uchopíme odporovou gumu do pravé dlaně, spustíme metronomem, chvíli posloucháme rytmus
- Poté v rytmu metronomu protlačíme pravou ruku do předpažení s odporovou gumou
- Poté vyměníme strany

Počet opakování:

- Cvičení provádíme na každou stranu po dobu 30-60 s v počtu opakování 1-3 x

Zařazení cvičení:

- Cvičení s metronomem nejen posiluje svaly paže, ale aktivuje bazální ganglia
- Cvičení zařazujeme individuálně, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

Poznámka:

- S metronomem můžeme cvičit i další cvičení s použitím odporové gumy

f) Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou



Obrázek 105 - Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou



Obrázek 106 - Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou



Obrázek 107 - Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou



Obrázek 108 - Periferní vidění



Obrázek 109 - Pohyblivý cíl

Provedení:

- Zaujmem neutrální postoj, stojíme před tréninkovou kartou (můžeme použít papír s nakreslenými body), která je přibližně ve výšce hlavy na levé straně
- Nyní se dotkneme jednoho bodu a poté se okamžitě dotkneme nosu, z nosu paži ukážeme zpět na ten samý bod
- Postupně takto projdeme všechny body po dobu 20-30 s

Počet opakování:

- Cvičení provádíme na každou stranu po dobu 20-30 s 1-3 x

Zařazení cvičení:

- Cvičení na aktivaci mozečku
- Cvičení zařazujeme individuálně, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

Poznámka:

- Cvičení můžeme používat v různých variantách:
 - Cvičení můžeme provádět bez vizuální kontroly bodů na tréninkové kartě, pouze s periferním viděním
 - Při cvičení můžeme používat pohyblivý cíl například prst tréninkového partnera – dotkneme se prstu, poté nosu a poté se dotkneme prstu, který změnil polohu
 - Cvičení s pohyblivým cílem můžeme provádět i v chůzi
 - Cvičení s pohyblivým cílem můžeme provádět v tandemovém stoji
 - Cvičení můžeme provádět s činkou, kdy činku máme v ruce, která ukazuje na pohyblivý cíl
 - Cvičení můžeme provádět i nohama – jedna noha ukazuje na pohyblivý cíl, poté se dotkneme vnitřního kotníku druhé nohy a znova pohyblivého cíle

g) Změna v pohybu s odporovou gumou



Obrázek 110 - Změna v pohybu s odporovou gumou



Obrázek 111 - Změna v pohybu s odporovou gumou

Provedení:

- Zaujmeme základní atletický postoj, držíme odporovou gumu v pravé ruce, tréninkový partner drží druhý konec, paž je natažená ve vnitřní rotaci
- Poté přitáhneme paži k tělu do pokrčeného lokte s vnější rotací, při tomto pohybu partner změní polohu odporové gumy (nahoru, dolů, do strany)

Počet opakování:

- Cvičení provádíme na každou paži 20-30 s v počtu opakování 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Cvičením se narušení pohyb, který je potřeba opravit, tímto cvičením se tedy aktivuje mozeček, který k této opravě „slouží“
- Cvičení zařazujeme individuálně, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

Poznámka:

- Změna směru odporové gumy by měla být plynulá a přiměřená

h) Narušení pohybu ve výpadu



Obrázek 112 - Narušení pohybu ve výpadu



Obrázek 113 - Narušení pohybu ve výpadu

Provedení:

- Zaujmete neutrální postoj, na pravé dolní končetině v oblasti holeně máme odporovou gumu a v pravé ruce činku
- Dostaneme se do výpadu vpřed pravou, při zvedání činky nad hlavu, zatáhne tréninkový partner za odporovou gumu (tah může být kontinuální nebo v pulzech)

Počet opakování:

- Cvičení provádíme na každou paži 20-30 s v počtu opakování 3-5 x

Zařazení cvičení:

- Cvičením se narušení pohyb, který je potřeba opravit, tímto cvičením se tedy aktivuje mozeček, který k této opravě „slouží“
- Cvičení zařazujeme individuální, můžeme ho zařadit jako aktivní odpočinek mezi cvičeními na tenisovém kurtu či v rámci rozcvičení před silovým či tenisovým tréninkem

3.4.7 Neuro-atletická cvičení s využitím tenisových pohybů

Neuro-atletická cvičení můžeme zkombinovat libovolně mezi sebou či právě s tenisovými pohyby a zvýšit tak obtížnost cvičení. Tyto kombinace provádíme v případě zvládnutí varianty základního cviku, tak abychom dodrželi správné technické provedení a účinek cviku na centrální nervový systém. Níže jsou příklady kombinací s tenisovými pohyby.

a) Pohled na vizuální cíl se stínováním tenisových úderů



Obrázek 114 - Pohled na vizuální cíl



Obrázek 115 - Stínování úderů

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj s pohledem na vizuální cíl, který je přímo před námi v úrovni očí, v ruce držíme raketu
- Nyní stínujeme pohyby tenisových úderů forehandu a backhandu po dobu 10-15 s. Při tom udržujeme svůj pohled zaměřený na vizuální cíl. Pokud je cíl rozmazaný nebo na krátkou dobu zmizí snížíme rychlost pohybů, tak abychom si zachovali ostrý obraz po celou dobu.

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 3-5 x, každé opakování po dobu 10-15 s

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Cvičení můžeme provádět následně v pohybu bokem a cestou vždy stínovat úder (např. na povel) – stále fixujeme vizuální cíl

b) Infinity walk s tenisovou raketou



Obrázek 116 - Infinity walk s tenisovou raketou

Umístíme dvě jasně viditelné značky 3-5 metrů od sebe, vizuální cíl je v úrovni očí mezi značkami.

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj naproti vizuálnímu cíli, v ruce držíme raketu
- Fixujeme vizuální cíl a chůzí vytváříme tvar osmičky kolem značek

Počet opakování:

- Cvičení provádíme 4-5 x

Zařazení cvičení:

- Základní cvičení pro trénink vestibulárního systému
- Můžeme zařadit v rámci rozcvičení či jako aktivní odpočinek mezi cvičeními, vždy záleží na individuálních hodnocení testů

Poznámka:

- Cvičení můžeme provádět v chůzi vpřed, vzad či bokem
- V pohybu bokem můžeme na úrovni kuželů vždy stínovat forehand či backhand

c) Chytání míčku s písmeny



Obrázek 117 - Chytání míčku s písmeny

Provedení:

- Zaujmeme základní atletickou polohu s raketou v ruce
- Tréninkový partner nám hází míček s písmeny, při chycení míče hlásíme poslední písmeno, které jsme před chycením viděli a stínuje pohyb tenisových úderů – voleje, forehand, backhand

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj reakční rychlosti

Poznámka:

- Po zvládnutí základního cvičení můžeme přejít do variant, které více souvisí s naším sportem, například:
 - Driblink míčku na raketě – hlášení písmen
 - Chytání míčku na raketu po vypuštění tréninkovým partnerem – hlášení posledního písmene
 - Výběh na vypuštěný míč a hlášení poslední písmeno před chycením
 - Chycení míčku, zahlášení posledního písmene a odehrání úderu
 - Provedeme podání, poté chytání míčku a hlásíme poslední viděné písmeno

d) Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod



Obrázek 118 - Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod



Obrázek 119 - Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod - úder

Provedení:

- Zaujmemo základní atletickou polohu 2-4 metry před půlkruhem vytvořeným z BlazePod s raketou v ruce
- Při rozsvícení světla běžíme co nejrychleji k danému BlazePodu a stínujeme pohyb tenisového úderu voleje/forehand, backhand
- Poté se vracíme zpět do základní polohy a čekáme na další signál

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj reakční rychlosti

Poznámka:

- Po zvládnutí základního cvičení můžeme zařazovat varianty vhodné pro náš sport, například měníme pohyb provedení – běh vzad, pohyb stranou

e) Rozvoj reakční rychlosti s kužely



Obrázek 120 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely



Obrázek 121 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely - voleje

Provedení:

- Zaujmeme základní atletickou polohu 2-4 metry před půlkruhem vytvořeným z kuželů, tenisovou raketu držíme v ruce
- Tréninkový partner stojí za námi a vytahuje barevný kužel stranou od nás, abychom zapojili periferní vidění, po spatření kuželu vybíháme k té stejné barvě v půlkruhu a stínujeme tenisový úder
- Poté se vracíme zpět do základní polohy a čekáme na další signál

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj reakční rychlosti

f) Koordinace ruka-oko s koordinační mapou



Obrázek 122 - Koordinace ruka-oko s koordinační mapou a tenisové údery

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj před koordinační mapou, tak daleko, abychom jasně viděli symboly na mapě, v ruce držíme tenisovou raketu

- Procházíme zrakem mapu a dle symbolů stínujeme předem dohodnuté údery (např. při pravém symbolu zahrajeme forhand, při levém symbolu backhand, symbol na obou stranách forhendový volej)

Počet opakování:

- Počet opakování je individuální, tak abychom udrželi správné provedení cviku, správnou techniku

Zařazení cvičení:

- Cvičení slouží pro rozvoj koordinace ruka-oko

g) Cvičení s odporovou gumou – jednostranný trénink



Obrázek 123 - Stínování úderů s odporovou gumou



Obrázek 124 - Stínování úderů s odporovou gumou

Provedení:

- Zaujmeme neutrální postoj, odporovou gumu natáhneme kolem celého těla křížem – pod pravou nohu a na levé rameno (či naopak), v ruce držíme tenisovou raketu
- Poté s odporovou gumou provádíme tenisové pohyby – pohyb po kurtu, stínování tenisových úderů

Počet opakování:

- Cvičení provádíme po dobu 10-30 s v počtu opakování 3-5 x

Zařazení cvičení:

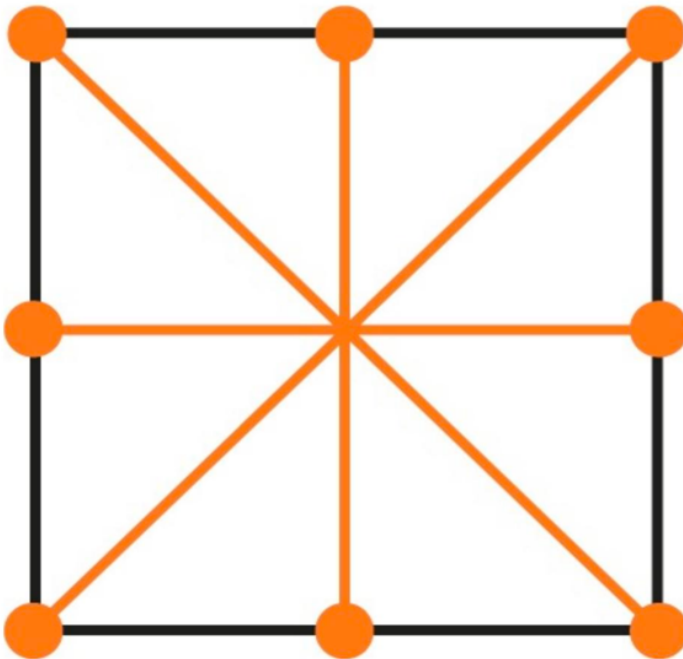
- Aktivace mozečku
- Kompenzace jednostranného tréninku

Poznámka:

- Odporovou gumu můžeme natáhnout i na jednu stranu těla (ta, která je méně zatěžována – u praváků levá strana a naopak) – gumu zachytíme za pravé rameno a pravou nohu

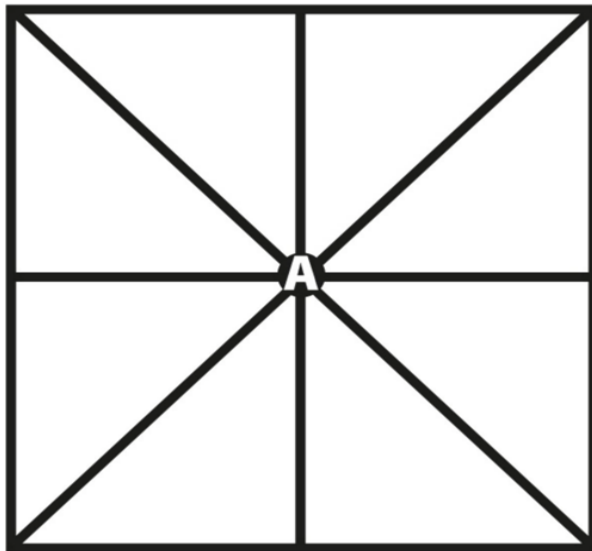
3.4.8 Pomůcky pro neuro-atletický trénink

a) Hvězdná mapa



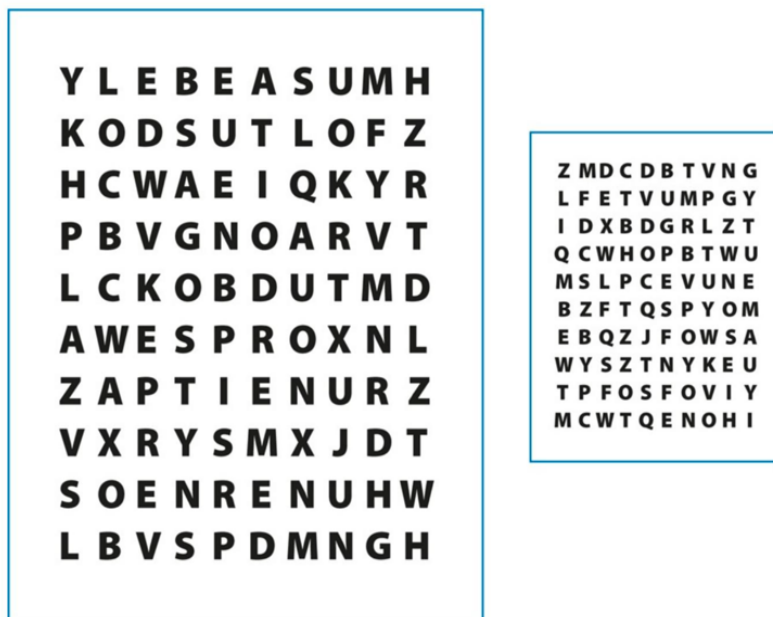
Obrázek 125 - Hvězdná mapa (Lienhard, 2023)

b) Hvězdný diagram



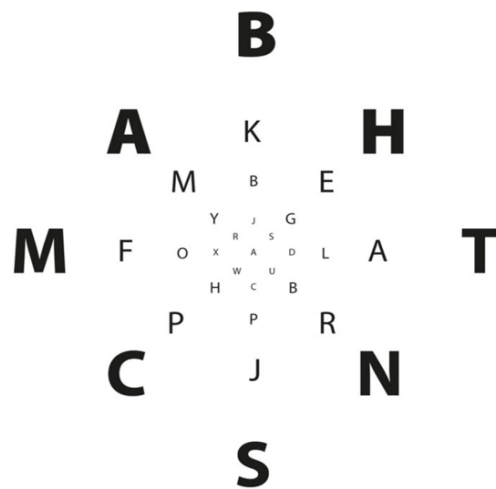
Obrázek 126 - Hvězdný diagram

c) Tréninkové karty – akomodace



Obrázek 127 - Tréninková karta-Akomodace (Lienhard, 2023)

d) Tréninková karta-periferní vidění



**Obrázek 128 - Tréninková karta-Periferní vidění
(Lienhard, 2023)**

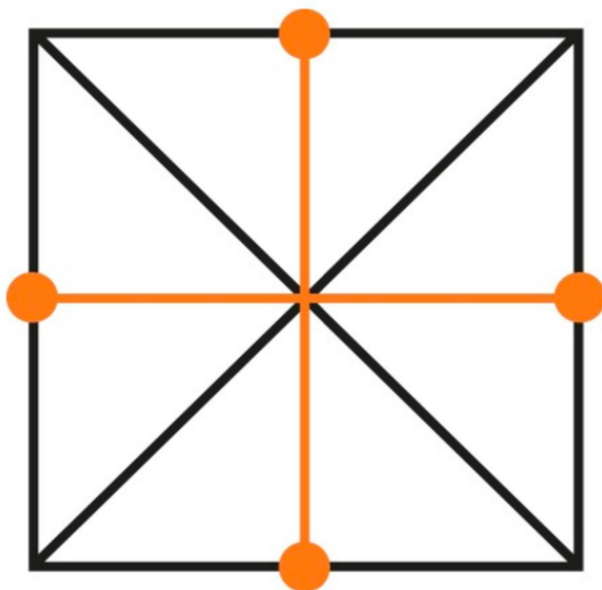
e) Vision stick



Obrázek 129 - Vision stick (myologisshop.de)

Vision stick lze nahradit například perem.

f) Tréninková karta – Sakády



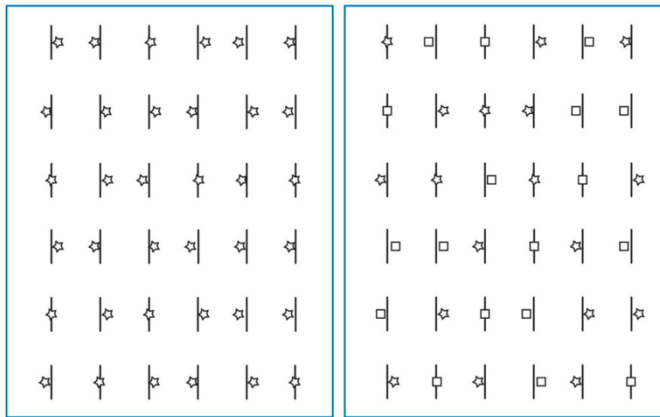
Obrázek 130 - Tréninková karta Sakády (Lienhard, 2023)

g) Tréninkové karty Sakády s písmeny či čísly

N	Y	3	0
X	W	7	9
Y	T	5	3
W	M	8	8
S	P	4	9
M	M	7	1
P	S	9	7
O	W	0	6
L	D	5	4
K	E	6	8
U	D	2	2
I	F	1	3
O	G	0	6
P	T	4	1
Z	Y	3	5
K	J	6	0
B	L	2	4

Obrázek 131 - Tréninkové karty Sakády s písmeny či čísly (Lienhard, 2023)

h) Koordinační mapy



Obrázek 132 - Koordinační mapy (Lienhard, 2023)

i) BlazePod



Obrázek 133 - BlazePod (fiasmed.com)

j) Míček s písmeny



Obrázek 134 - Míček s písmeny (ophthalmic.com)

k) Brockova struna



Obrázek 135 - Brockova struna (oftis-opta.cz)

l) Páska přes oko



Obrázek 136 - Páska přes oko (unizdrav.cz)

m) Dírkované brýle pro snížení stresu



Obrázek 137 - Dírkované brýle (zlepenizraku.cz)

4 DISKUZE

Bakalářská práce byla řešena jako rešerše teoretických poznatků z oblasti fyziologie a kondiční přípravy v tenise, anatomie a fyziologie centrální nervové soustavy a neuro-atletického tréninku. V rámci praktické části jsme vytvořili zásobník neuro-atletických cvičení, který jsme rozdělili do několika kategorií – testy pro hodnocení neuro-atletických cvičení, obecná neuro-atletická cvičení pro proprioceptivní, vestibulární a vizuální systém, neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti a síly. Zároveň jsme vybrali některá cvičení a převedli je přímo do tenisového pohybu. V neposlední řadě jsme představili pomůcky pro neuro-atletický trénink.

Dostupná literatura k neuro-atletickému tréninku není v České republice běžná. Je dostupná pouze literatura v německém jazyce. Výzkumů zaměřených na neuro-atletických trénink také mnoho neproběhlo, spíše se výzkumy zaměřují pouze na neurovizuální trénink. V rámci výzkumů neurovizuální tréninku se řešitelé zmiňují o potřebě zrakové ostroty, binokulárního vidění, akomodace avergence, sledování více objektů či rychlé přestřeny z dálky na blízko za jedny z podstatných schopností pro sportovní výkon (Pecková, 2023). Cvičení v rámci neuro-atletického cvičení tyto schopnosti rozvíjejí. I když některé studie oftalmologů efekt vizuálního tréninku popírá, většina autorů se shoduje na přínosu vizuálního tréninku a poukazují i na fakt, že sportovci mají lepší vizuální schopnosti než nespportující populace (Hoffmannová, 2020).

Součástí práce sice nebyla práce se sluchovými informacemi, ale příjem sluchových informací souvisí s mozkiem i centrální soustavou a jejich schopností přijímat, zpracovat a vytvořit vhodnou odpověď na přijatou informaci. Kolář (in Červenková, 2018) tvrdí následující: *„Role akustické informace se často podceňuje, stačí si ale při sportování zacpat uši a jejich význam vám bude hned srozumitelný. Třeba přední tenisté musí číst akustické informace velmi detailně, protože jejich zpracováním a vyhodnocením přesně předvídají sílu úderu a pohyb míčku. Jakmile slyší jeho odraz od rakety, už podle něj nastavují svůj pohyb.“* Proto příprava centrální nervové soustavy – především mozku, který informace přijímá a zpracovává je podstatnou součástí sportovní přípravy.

Spoustu studií se zabývají i posturální stabilitou (Ruhe et al., 2010; Lion et al., 2009; Pailard, 2014). Posturální stabilita je pro sportovce jednou z nejdůležitějších podmínek pro podání vysokého výkonu. To nám představuje i teorie neuro-atletického tréninku, která vysvětluje, že mozek se snaží o bezpečnost člověka v jakékoli situaci, proto i většinu informací, které přijímá a většinu informací, které posílá se týkají stabilizace. Pokud není situace mozkiem vyhodnocena jako bezpečná a stabilita sportovce je nízká je výkon omezen, protože mozek vyšší výkon neumožní v rámci zachování bezpečnosti. Podle Van der Kooij, Jacobse a Van der Helma (2001) je zraková a propioceptivní informace přesnější než informace vestibulární. I proto jsou v rámci neuro-atletického tréninku cvičení zaměřená na propriocepci.

Neuro-atletický trénink v českém sportovním prostředí není ještě tolik znám jako například v Německu, ale již teď si můžeme všimnout nejen zahraničních ale i českých sportovců, kteří začínají s „tréninkem mozku“. Kdybychom měli dále pokračovat v zaměření této práce, vzali bychom vytvořený zásobník cvičení a tenisové hráče různých kategorií a každému na míru sestavili neuro-atletický trénink, protože jak již víme, každé neuro-atletické cvičení může mít na každého sportovce jiný vliv. Poté bychom tréninky pravidelně zařazovali do přípravy a sledovali jejich přínos pro sportovní, potažmo tenisový výkon.

5 ZÁVĚR

Tenisové výkony se rok od roku posouvají nejen v herní vyspělosti hráčů, ale i v kondiční připravenosti, a to především díky kvalitním tenisovými kondičním tréninkům. Často mají hráči kolem sebe tým odborníků přes výživu, kondici, fyzioterapii a tenis a jejich tým je obohacen i bývalým profesionálním hráčem, který přispívá nepostradatelnými zkušenostmi z „velkých“ zápasů. Zdá se, že limity pro posouvání výkonnosti jsou již vyčerpané. Jednou z možností, která se dostává do popředí nejen v tenisovém světě, ale v celém sportovním je „trénink mozku“, případně centrální nervové soustavy. Mozek je řídicím orgánem celého našeho těla, mozek je tím, kdo „odemyká“ tělo k podání sportovních výkonů. Zda tyto výkony budou vrcholové či průměrné může mozek ovlivnit, a proto se v současné době zaměřují odborníci i na „trénink mozku“. V České republice se neuro-atletický trénink zatím nedostal do popředí zájmu, ale nějaké náznaky již můžeme zaznamenat. Jedním z takových náznaků je například zaměření na neurovizuální trénink pro hráče sportovních her.

V této bakalářské práci se zaměřujeme na neuro-atletický trénink, který má kořeny ve Spojených státech amerických, kde tuto metodu založil Eric Cobb pod názvem Z-health systém. V Evropě se rozvíjí především v Německu, kde hlavním propagátorem je žák Erica Cobba Lars Lienhard. Bakalářskou práci jsme rozdělili na dvě části – teoretickou a praktickou. V teoretické části se zaměřujeme na fyziologické aspekty tenisu, kondiční trénink v tenise a neurologické základy pro neuro-atletický trénink. V neurologických základech je stručně popsáno složení centrální nervové soustavy a popsána anatomie a fyziologie mozku a míchy. V neposlední řadě popisujeme i teoretické základy neuro-atletického tréninku. V praktické části jsme sestavili zásobník cvičení, který jsme rozdělili do několika kategorií – testy pro vyhodnocení, obecné neuro-atletické cvičení pro rozvoj proprioceptivního, vestibulární a vizuálního systému, neuro-atletická cvičení pro rozvoj rychlosti a síly. Zároveň jsme vybrali některá cvičení a více je přiblížili tenisovému prostředí. V rámci zásobníku cvičení jsme vytvořili i přehled pomůcek vhodných pro neuro-atletický trénink.

I když není neuro-atletický trénink v popředí zájmu, snažili jsme se vytvořit základy a přehled některých cvičení, které je možné bez větších problémů zařadit do tréninků jak kondičních, tak tenisových. Je to jeden z typů tréninků, který v současné době využívají

vrcholový sportovci i tenisté, například Alexandr Zverev. Zároveň na základě některých prací i trenérského vzdělávání můžeme říci, že neuro-atletický trénink začíná být slyšet i u českých sportovců, především v rámci neurovizuálního tréninku. Literatury ani studií není mnoho, navíc v českém jazyce, proto jsme chtěli vytvořit přehled teoretických základů a zásobník cvičení, který může pomoc rozšířit povědomí o neuro-atletickém tréninku.

Neuro-atletický trénink nevypadá náročně a při tréninku sportovec „nepropotí“ triko, ale udržení správné polohy, provedení cvičení vyžaduje velké úsilí a soustředění. Jednotlivá cvičení můžeme zařadit jako aktivní odpočinek v rámci tenisových či kondičních tréninků, můžeme zařadit cvičení do rozcvičení, cvičení spojit s klasickými cviky například v rámci silového tréninku či můžeme vytvořit samostatnou tréninkovou jednotku zaměřenou na neuro-atletický trénink. Možností je mnoho pro zkvalitnění a zpestření tréninku našich svěřenců.

V rámci dalších prací by bylo vhodné vytvořit tréninkové jednotky zaměřené na neuro-atletický trénink, vést tyto tréninky u svých svěřenců a zhodnotit přínosnost tohoto typu tréninku v rámci tenisové přípravy.

6 SEZNAM LITERATURY

BARTŮŇKOVÁ, S., *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013. ISBN 978-80-87647-06-6.

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

CRESPO, M., MILEY, D. *Tenisový manuál 2. stupně: pro vrcholové trenéry*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002. ISBN 80-238-7552-3.

ČESKÝ TENISOVÝ SVAZ. Český tenisový svaz [online]. Praha [cit. 2023-09-23]. Available from: <http://www.cztenis.cz/pravidla-tenisu>

DOVALIL, J., CHOUTKA, M. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha [i.e. Velké Přílepy]: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8.

DOVALIL, J., Lexikon sportovního tréninku. 2., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5.

FERNANDEZ, J. *Intensity of tennis match play*. *Sports Medicine* [online]. 2006, no.5 [cit. 2023-09-12]. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2653872/>

HÁJEK, P. Neuroanatomie [online]. Hradec Králové: Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Hradci Králové, 2016 [cit. 2023-11-03]. Available from: <https://publi.cz/books/219/index.html?secured=false#Impresum>

HLAVÁČKOVÁ, A., *Využití virtuální reality ke zhodnocení dynamické posturální stability u hráčů beachvolejbalu*. Diplomová práce, vedoucí Pánek, David. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Fyzioterapie, 2017.

HOFFMANNOVÁ, B., *Neurovizuální trénink sportovců*. Diplomová práce, vedoucí Veselý, Viktor. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020.

HÖHM, J. *Tenis – technika, taktika, trénink*. Praha: Olympia, 1982.

HUDÁK, R., KACHLÍK D., *Memorix anatomie*. 3. vydání. Praha: Triton, 2015. ISBN 978-80-7387-959-4.

KILIT, B., et al. Time-motion characteristics, notational analysis and physiological demands of tennis match play: a review. *Acta Kinesiologica* [online]. 2018, vol. 5-12 [cit. 2023-08-06]. Available from: <http://actakinesiologica.com/wpcontent/uploads/2018/12/111.pdf>

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

KOLÁŘ, J., *Využití eliminace sluchového vnímání u motorické aktivity*. Diplomová práce, vedoucí Kolář, Pavel. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika

KOLÁŘ, P., ČERVENKOVÁ, R., *Labyrint pohybu*. Rozhovory (Vyšehrad). Praha: Vyšehrad, 2018. ISBN 978-80-7429-975-9.

KOVACS, M. *Applied physiology of tennis performance*. *Sports Medicine* [online]. 2006, no. 5 [cit. 2023-10-19]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2653871/>

KOVACS, M.S. *Tennis Physiology*. *Sports Med* [online]. 2007, vol. 37, [cit 2023-08 06]. Available from: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-2007370300001>

LEHNERT, M., et al. *Kondiční trénink* [online]. 1.st ed. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014 [cit. 2023-10-05]. Available from: <https://publi.cz/books/149/Lehnert.html>

LIENHARD, L., *Kraft Beginnt im Gehirn*. Mnichov: Riva Verlag, 2020. ISBN 978-3 7453-0792-4.

LIENHARD, L., *Schnelligkeit Beginnt im Gehirn*. Mnichov: Riva Verlag, 2021. ISBN 978-3-7453-1560-8.

LIENHARD, L., *Training Beginnt im Gehirn*. Mnichov: Riva Verlag, 2023. ISBN 978 3-7453-0343-8.

LION, A. et al. Differentiated influence of off-road and on-road cycling practice on balance control and the related-neurosensory organization. *Journal of electromyography and Kinesiology* [online]. 2014, č. 19 [cit. 2016 -03-03]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18501633>

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

NAŇKA, O., ELIŠKOVÁ, M., *Přehled anatomie. 2., dopl. a přeprac. vyd.* Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.

Neuro-athletic training in tennis. *Tennis Warrior* [online]. 2020 [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.tennis-warrior.com/blog/neuro-athletic-training-for-tennis>

NEUROFUNDAMENTALS, An introduction to applied neuroscience for pain relief and improved performance [online]. Z-Health, 2021 [cit. 2023-12-12].

NOVÁK, V. Funkční anatomie a neurologické projevy mozkových metastáz, 2011. *zdravi.euro.cz.* [online]. 2020 [cit. 2023-10-22]. Available from: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/funkcni-anatomie-a-neurologicke-projevy-mozkovych-metastaz-459662>

PAILLARD, T. Sport – specific balance develops specific postural skills. *Sports Medicin* [online]. 2014, roč. 44, č. 7 [cit. 2016 -03-03]. Dostupné z:78 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4072915/pdf/40279_2014_Article_174.pdf

PECKOVÁ, N., *Možnosti vyšetření a trénink dynamických optických funkcí u juniorů herních sportů*. Diplomová práce, vedoucí Valouchová, Petra. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2023. rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020.

ROKYTA, R., et al. *Fyziologie*. 3.rd ed. Praha: Galén, 2016. ISBN 978-80-7492-238-1.

ROKYTA, R., *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4867-2.

RUHE, A., FEJER, R., WALKER, B. The test – retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait & Postur* [online]. 2010, č. 32 [cit. 2016 -03-03]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20947353>

SCHÖNBORN, R. *Optimální tenisový trénink: Cesta k úspěšnému tenisu od začátečníka ke světové špičce*. Tomáš Studený. Olomouc: Univerzita Palackého 2008. ISBN: 978-3- 89124-427-2.

STOJAN, S., BRABENEC, J., *Tenis zdravým rozumem*. Praha: T/Production, 1999. ISBN 8023847457.

SÜSS, V., TŮMA, M. *Zatížení hráče v utkání*. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80 246-1900-2.

VAN DER KOOIJ, H., JACOBS, R., KOOPMAN, B., VAN DER HELM, F. An adaptive model of sensory integration in a dynamic environment applied to human stance control. *Biological Cybernetics*, [online]. 2001, roč. 84, č. 2 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://www.cs.cmu.edu/~cga/legs/arash3.pdf>

VAVERKA, F., ČERNOŠEK, M. *Základní tělesné rozměry a tenis*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1647-2.

ZAHRADNÍK, D., KORVAS, P. *Základy sportovního tréninku* [online]. 1.st ed. Brno: Masarykova univerzita, 2012 [cited 17 Nov 2016]. Available from <https://publi.cz/books/51/index.html?secured=false#cover>

ZHÁNĚL, J. a kol. *Trénink koordinace v závodním tenise.* Prostějov, 2011. ISBN 8025492346.

7 PŘÍLOHY

- a) Seznam obrázků
- b) V příloze video s provedením cviků

a) Seznam obrázků

Obrázek 1 - Neutrální postoj.....	60
Obrázek 2 - Předklon horní části těla.....	61
Obrázek 3 - Neutrální postoj.....	61
Obrázek 5 - Rotace trupu.....	62
Obrázek 4 - Neutrální postoj s předpažením	62
Obrázek 8 - Vnitřní rotace paže.....	63
Obrázek 7 - Vnější rotace paže.....	63
Obrázek 6 - Neutrální postoj s upažením	63
Obrázek 10 - Přetáčení dlaně.....	64
Obrázek 9 - Neutrální postoj, úzký stoj, dlaně před sebou.....	64
Obrázek 12 - Úzký stoj, otáčení paží	65
Obrázek 11 - Úzký stoj, předpažit	65
Obrázek 14 - Tandemový stoj se zavřenýma očima	66
Obrázek 13 - Tandemový stoj.....	66
Obrázek 16 - Křížová koordinace, těžší varianta.....	67
Obrázek 15 - Křížová koordinace	67
Obrázek 19 - Krčení dolní končetiny	68
Obrázek 18 - Kolébání horní části trupu	68
Obrázek 17 - Stimulace nervus tibialis	68
Obrázek 21 - Kolébání horní části trupu 1	69
Obrázek 20 - Stimulace nervus suralis.....	69
Obrázek 23 - Podsazení pánve 1	70
Obrázek 22 - Vysazení pánve	70
Obrázek 26 - Podsazení pánve.....	71
Obrázek 25 - Vysazení pánve	71
Obrázek 24 - Stimulace nervus obturatorius	71
Obrázek 28 - Podsazení pánve.....	72
Obrázek 27 - Stimulace nervus femoralis, vysazení pánve	72
Obrázek 30 - Úklon hlavy, rotace ruky v zápěstí.....	73
Obrázek 29 - Stimulace nervus ulnaris	73
Obrázek 31 - Stimulace nervus medianus	74
Obrázek 32 - Stimulace nervus radialis.....	75
Obrázek 33 - Stimulace nervus musculocutaneus	76
Obrázek 35 - Tlak ze strany, zepředu, zezadu	80
Obrázek 34 - Aktivace krčních svalů	80
Obrázek 37 - Částečný dřep.....	81
Obrázek 36 - Částečný dřep.....	81
Obrázek 39 - Otáčení hlavy	82
Obrázek 38 - Neutrální postoj, předpažit	82
Obrázek 40 - Pohled na cíl, pohyb „ano-ano“	83
Obrázek 42 - Otáčení hlavou, fixovaný pohled na středové písmeno.....	84

Obrázek 41 - Pohled na prostřední písmeno.....	84
Obrázek 44 - Otočení hlavy, fixovaný pohled, na konci pohybu zavřené oči.....	86
Obrázek 43 - Pohled na prostřední písmeno.....	86
Obrázek 47 - Otáčení hlavy a vision stick synchronně.....	87
Obrázek 46 - Otáčení hlavy a vision stick synchronně.....	87
Obrázek 45 - Pohled na vision stick.....	87
Obrázek 49 - Obtížnější varianta, skákání přes švihadlo s fixací vizuálního cíle.....	88
Obrázek 48 - Houpání s vizuálním cílem.....	88
Obrázek 50 - Chůze s vizuálním cílem.....	89
Obrázek 52 - Grafické znázornění cvičení.....	90
Obrázek 51 - Chůze s fixací vizuálního cíle.....	90
Obrázek 54 - Obtížnější varianta s páskou přes oko.....	92
Obrázek 53 – Trénink periferního vidění.....	92
Obrázek 56 - Setrvání pohledem.....	94
Obrázek 55 - Izometrický trénink očních svalů.....	94
Obrázek 57 - Akomodace.....	95
Obrázek 58 – Sakády - kříž.....	96
Obrázek 59 - Sakády – tréninkové karty.....	97
Obrázek 61 - Pronásledování očima.....	98
Obrázek 60 - Pronásledování s vision stick.....	98
Obrázek 64 - Obtížnější varianta s páskou.....	99
Obrázek 63 - Přesun vision stick blíž k nosu.....	99
Obrázek 62 - Oční klky.....	99
Obrázek 67 - Vibrace struny.....	100
Obrázek 66 - Lokalizace.....	100
Obrázek 65 - Základní varianta tréninku Brockových strun.....	100
Obrázek 68 - Test proti rotaci.....	102
Obrázek 69 - Test boční stability.....	103
Obrázek 70 - Test pevnosti flexe v kyčelním kloubu.....	104
Obrázek 71 - Hodnocení síly břišních svalů.....	105
Obrázek 72 - Testování síly hýžďových svalů.....	106
Obrázek 74 - Vytažení strany těla.....	107
Obrázek 73 - Stojící hiplock.....	107
Obrázek 77- Switch s překážkou.....	108
Obrázek 76 - Wall drill switch.....	108
Obrázek 75 - Wall drill switch – základní postoj.....	108
Obrázek 78–A-skip.....	109
Obrázek 79 - Wicket run.....	110
Obrázek 82 - Nácvič běžeckých paží vsedě.....	111
Obrázek 81 - Nácvič běžeckého pohybu paží ve stoji.....	111
Obrázek 80 - Uvolněné švihání natažených paží.....	111
Obrázek 83 - Základní atletická pozice.....	112
Obrázek 84 - Plyo step.....	114
Obrázek 86 - Plyo step, chodidlo pod těžiště.....	115
Obrázek 85 - Plyo step.....	115
Obrázek 87 - Chytání míčku s písmeny.....	116
Obrázek 86 - Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod.....	117
Obrázek 85 - Základní atletická poloha.....	117
Obrázek 88 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely.....	118
Obrázek 87 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely.....	118

Obrázek 90 - Koordinace ruka-oko 1	119
Obrázek 89 - Koordinační mapa	119
Obrázek 91 - Koordinace noha-oko	119
Obrázek 93 - Šíjový reflexní test	121
Obrázek 95 - Test pro vestibulocervikální reflex	122
Obrázek 94 - Test pro vestibulocervikální reflex	122
Obrázek 96 - Test pro vestibulospinální reflex.....	123
Obrázek 97 - Posílení šíjových svalů	124
Obrázek 99 - Boční výpad s vizuálním cílem.....	125
Obrázek 98 - Boční výpad s vizuálním cílem.....	125
Obrázek 100 - Houpání s úklonem hlavy a vizuálním cílem	126
Obrázek 101 - Chůze s vizuálním cílem a úklonem hlavy	127
Obrázek 102 - Chůze s vizuálním cílem a úklonem hlavy	127
Obrázek 104 - Předpažení s odporovou gumou v rytmu.....	128
Obrázek 103 - Předpažením s odporovou gumou v rytmu.....	128
Obrázek 107 - Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou	129
Obrázek 106 - Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou	129
Obrázek 105 - Koordinace prst-nos s tréninkovou kartou	129
Obrázek 109 - Pohyblivý cíl.....	129
Obrázek 108 - Periferní vidění.....	129
Obrázek 111 - Změna v pohybu s odporovou gumou.....	131
Obrázek 110 - Změna v pohybu s odporovou gumou.....	131
Obrázek 113 - Narušení pohybu ve výpadu	132
Obrázek 112 - Narušení pohybu ve výpadu	132
Obrázek 115 - Stínování úderů	133
Obrázek 114 - Pohled na vizuální cíl	133
Obrázek 116 - Infinity walk s tenisovou raketou.....	134
Obrázek 117 - Chytání míčku s písmeny	135
Obrázek 119 - Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod - úder.....	136
Obrázek 118 - Rozvoj reakční rychlosti s BlazePod.....	136
Obrázek 121 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely - voleje.....	136
Obrázek 120 - Rozvoj reakční rychlosti s kužely	136
Obrázek 122 - Koordinační mapy a tenisové úderý.....	137
Obrázek 124 - Stínování úderů s odporovou gumou	138
Obrázek 123 - Stínování úderů s odporovou gumou	138
Obrázek 125 - Hvězdná mapa (Lienhard, 2023).....	139
Obrázek 126 - Hvězdný diagram	140
Obrázek 127 - Tréninková karta-Akomodace (Lienhard, 2023)	140
Obrázek 128 - Tréninková karta-Periferní vidění (Lienhard, 2023).....	141
Obrázek 129 - Vision stick (myologisshop.de)	141
Obrázek 130 - Tréninková karta Sakády (Lienhard, 2023).....	142
Obrázek 131 - Tréninkové karty Sakády s písmeny či čísly (Lienhard, 2023)	142
Obrázek 132 - Koordinační mapy (Lienhard, 2023).....	143
Obrázek 133 - BlazePod (fiasmed.com).....	143
Obrázek 134 - Míček s písmeny (ophtalmic.com).....	143
Obrázek 135 - Brockova struna (oftis-opta.cz).....	144
Obrázek 136 - Páska přes oko (unizdrav.cz)	144
Obrázek 137 - Dírkované brýle (zlepsenzraku.cz)	144