

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Specifika laserové a reálné střelby z ruční palné zbraně

Bakalářská práce

čet. Zdeněk Didek

Vedoucí: mjr. Mgr. Vladimír Michalička, Ph.D.

Konzultant: npor. Mgr. Jan Maleček

PRAHA 2021

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

V Praze, dne

podpis

Evidenční list

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

Jméno a příjmení: Číslo OP: Datum vypůjčení: Poznámka:

Poděkování

Chtěl bych vyjádřit poděkování panu mjr. Mgr. Vladimíru Michalčkoví, Ph.D. za odborné vedení práce, za cenné rady a věcné připomínky. Dále bych chtěl poděkovat npor. Mgr. Janu Malečkovi za odbornou konzultaci a pomoc v průběhu celého roku. V neposlední řadě patří poděkování mým spolužákům z Vojenského oboru při FTVS UK, kteří mě podporovali a věřili mi. Děkuji i mojí rodině za respektování soukromí, potřebnému k napsání práce. Bez výše zmíněných a dalších, by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Název:

Specifika laserové a reálné střelby z ruční palné zbraně.

Cíl práce:

Cílem práce je nashromáždění informací o reálné a laserové střelbě z ručních palných zbraní v souvislosti s fyziologií a biomechanikou člověka. Hlavní přínos této práce je v systematickém uchopení problematiky jako pochopení ucelené informace. Porovnat jejich rozdíly, případně navrhnout laserovou střelbu jako prostředek pro testování vojáků v Armádě České republiky.

Metoda:

Rešerše literatury, která se zabývá problematikou střelby. Pro vypracování této práce bylo použito vyhledání studijních pramenů, následováno jejich analýzou a rešerší těchto získaných studijních pramenů.

Výsledky:

Výsledkem této práce je ucelené pochopení problematiky střelby z reálných a laserových zbraní z hlediska biomechaniky a fyziologie člověka a její vliv na výkon ve střelbě. Při porovnání reálné a laserové střelby nebyl nalezen výraznější průnik do problematiky z důvodu nedostatečného počtu zdrojů a informací o laserové střelbě. Z tohoto důvodu nemůže být v této práci odůvodněno větší zastoupení laserové zbraně na úkor zbraně reálné v systému AČR, i když je používání laserových zbraní při tréninku v dlouhodobém horizontu levnější finanční záležitost.

Klíčová slova:

Armáda, zbraň, laser, testování, fyziologie a psychologie střelby, přesnost.

Abstract

Title:

Specifics of laser and real firing from a small arms.

Goal:

The aim of this study to gather information about real and laser shooting from small arms in connection with human physiology and biomechanics. The main benefit of a systematic grasp of the issue as an understanding of comprehensive information. To compare their differences, or to eventually laser-shooting as an instrument for testing soldiers in the Army of the Czech Republic.

Methods:

Literature search, which deals with the issue of shooting. For the elaboration of this work, the search for study sources was used, followed by their analysis and subsequent search of these obtained study sources.

Results:

The result of this work is a comprehensive understanding of shooting from real and laser weapons in terms of biomechanics and human physiology and its impact on shooting performance. When comparing real and laser shooting, no significant penetration into the issue was found due to the insufficient number of sources and information about laser shooting. For this reason, a greater representation of the laser weapon cannot be justified in this work at the expense of the real weapon in the Army of the Czech Republic system, even though the use of laser weapons in training is a cheaper financial issue in the long run.

Key words:

Army, weapon, laser, testing, physiology and psychology of shooting, precision.

Obsah

1 Úvod	10
2 Palné a laserové zbraně	11
2.1 Rozdělení palných zbraní	12
2.2 Rozdělení laserových zbraní.....	13
3 Střelba v armádním prostředí	15
3.1 Střelba v systému AČR	15
3.1.1 Základní ustanovení.....	15
3.1.2 Organizace a plnění nácviku střelby a cvičení střelb.....	16
3.1.3 Střelecké nácviky.....	16
3.1.4 Soutěže ve střelecké přípravě	17
4 Fyziologie střelby	18
4.1 Zrak.....	19
4.2 Opěrný systém.....	20
4.3 Tělesná zdatnost a únava	21
5 Psychologie střelby.....	24
5.1 Psychologická příprava	25
5.2 Stres	26
6 Faktory ovlivňující přesnost střelby z laserové a reálné zbraně.....	28
6.1 Postoj a poloha těla.....	28
6.1.1 Poloha nohou	30
6.2 Držení zbraně.....	31
6.3 Stabilita postoje	33
6.4 Dýchání.....	35
6.5 Míření	36
6.5.1 Mířidla	38
6.6 Spouštění	38

6.7 Zpětný ráz.....	40
6.7.1 U reálné zbraně.....	41
6.7.2 U laserové zbraně	42
7 Cíle, úkoly a metodika práce	45
7.1 Cíl	45
7.2 Úkoly	45
7.3 Metodika.....	45
8 Závěr.....	46
9 Seznam použitých zdrojů	50
10 Seznam grafické dokumentace	61
10.1 Obrázky	61

Seznam zkratek

Symbol	Význam
AČR	Armáda České republiky
ČR	Česká republika
PČR	Policie České republiky
CS	Celní správa
VS	Vězeňská služba
MO	Ministerstvo obrany
RPZ	ruční palná zbraň
CNS	Centrální nervová soustava
EK	Etická komise
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
UK	Univerzita Karlova
např.	například
tzn.	to znamená
mj.	mimo jiné
př. n. l.	před naším letopočtem
n. l.	našeho letopočtu
stol.	století
kW	kilowatt
MOA	minute o fangle (úhlová minuta)
EMG	elektromyograf
TF	tepová frekvence
kap.	kapitola
obr.	obrázek
apod.	a podobně

1 Úvod

Cílem práce je podle nashromážděných informací analyzovat specifika laserové a reálné střelby, rozepsat, nalézt a definovat rozdíly mezi oběma střelbami. Vedlejším cílem práce je pokus o nalezení průniku pro zlepšení střeleckých dovedností, což může být z časových či finančních důvodů náročné. Střelba z laserové pistole není v dlouhodobém měřítku finančně náročná.

Současný stav v naší armádě je takový, že u útvarových směn vojáci musejí jednou měsíčně nacvičovat manipulaci se zbraní a suchý nácvik se zbraní. Jednou za tři měsíce absolvovat výcvik ve střelbě (Vševojsk 4-2). Myslím si, že střelba z laserové pistole nemůže nahradit střelbu z reálné zbraně, ale může být plnohodnotným zastoupením nejen při tréninku, ale i při kontrolních cvičeních a mohla by sloužit ke zdokonalení střeleckých dovedností. Stejně tak může posloužit ke zjištění stavu připravenosti cvičících vojáků, a to nejen v resortu Armády České republiky (dále jen AČR), ale také i u jiných ozbrojených složek Policie České republiky (dále jen PČR), Celní správy České republiky (dále jen CSČR) a Vězeňské služby České republiky (dále jen VSČR).

Dlouhodobě lze říct, že smysl ozbrojených složek se nemění, jejich bojová pohotovost je velice důležitá a dostává se do popředí i díky současné situaci ve světě, ve kterém se řeší rozdílné národní a nadnárodní konflikty, nebo z důvodu teroristických útoků. Jednotky AČR operující v zahraničních misích spoléhají především na modernizaci zbraní, zdokonalování střeleckých dovedností a na bojovou taktiku. Příslušníci ozbrojených složek musejí být velice dobře trénováni a vycvičeni mj. ve střelecké oblasti.

Problematiku, kterou řeším v bakalářské práci, jsem si vybral pro můj zájem o střelectví, o pistole a ostatní zbraně. Pro zdokonalování střeleckých dovedností je zapotřebí neustálý trénink, spojený s inovativními metodami. Předpokládám aktuálnost tématu, v Armádě lze finanční zdroje alokovat jinde a v případě prokázání korelace může být trénink laserové střelby zařazován více na úkor střelby reálné.

Použil jsem standardní postup při zpracování teoretické práce. Navázáním na tuto práci by mohlo být porovnání laserové a reálné střelby prostřednictvím konkrétního střeleckého testu, a tedy zjištěním vzájemné korelace.

2 Palné a laserové zbraně

Palné zbraně jako střelné zbraně definuje Zákon o zbraních a střelivu (Zákon č. 119/2002 Sb.). Jejich funkce je odvozena od okamžitého uvolnění chemické energie. Střela se tedy uvádí do pohybu pomocí rychlého spalování vhodné složky, jako je např. střelný prach (Brych, 2008).

Faktor (1995) uvádí, že doba spojená s vynálezem střelného prachu je zároveň i dobou spojenou s vynálezem prvních palných zbraní. Obecně se uvádí, že tento vynález pochází z Číny, ale někteří historici nesouhlasí a oponují, že místo vzniku je Indie. I když doba vzniku prvních palných zbraní není vůbec jistá, primitivní palné zbraně se v Evropě používaly zcela běžně již ve 14. stol. Jako předchůdci palných zbraní se s jistotou mohou považovat bezesporu děla, která měla zpočátku velmi jednoduchou konstrukci. Kulaté kameny se používaly v této době jako střely. Těmto nejstarším dělům se říkalo ohnivé hrnce. Menší děla byla opatřena zkrácenými dřevci a dalo se s nimi manipulovat v ruce. Dřevce se později začal používat jako opora. Časem se z ní stala jakási primitivní pažba, která umožňovala přiložit zbraň k rameni a usnadnila zároveň míření.

Grohmann (2015) uvádí, že laserové zbraně nepochybně představují revoluci ve vedení vojenských operací. Laserové zbraně jsou technickou realitou dneška. Celá technologie však potřebuje ještě řadu let zrání.

Olson (2012) odhaluje, že myšlenku použití světla jako zbraně lze najít už ve 2. stol. př. n. l., a kde zaostřením slunečního světla pomocí zrcadel zapálili Řekové plachty nepřátelských lodí Římanů. Zbraňové systémy založené na laserech a paprskových zbraních, zaujaly pozornost lidí v celém světě. Neustálým pokrokem směrem k vývoji laserů za posledních 40 let se nyní životaschopné nejmodernější systémy laserových zbraní staly realitou. Výroba laserů v moderním vědeckém světě je poměrně nová. Exrance (2015) se přidává a uvádí, že v 60. letech minulého století byl vyvinut první laser a představoval začátek výrazné změny ve válčení v armádách po celém světě. V 70. a 80. letech se vývoj laserů začal směřovat do různých zbraňových systémů. Všechna odvětví armády a průmyslu se snažila zvládnout vysoké úrovně výkonu, ovládání paprsku a adaptivní optiku. Ke konci století již mnoho armád po celém světě uznalo lasery jako budoucí zbraně a následně začali s jejich výzkumem a vývojem.

2.1 Rozdělení palných zbraní

Existuje několik způsobů rozdělení palných zbraní. Jednotlivá rozdělení se liší podle autora, ale ve výsledku se autoři víceméně shodují.

Podle Komendy (2003) se střelné zbraně rozdělují do několika kategorií podle různých hledisek: Z právního hlediska, z technického hlediska, z hlediska účelu, z časového hlediska nebo z hlediska funkčnosti. Každá tato kategorie má pod sebou ještě další podkategorie. Palné zbraně patří do kategorie rozdělení podle technického hlediska, kam patří mj. i zbraně plynové a zbraně mechanické. Dále se pak palné zbraně rozdělují na zbraně kulové, brokové, kombinované, signální, expanzní (akustické, plynové).

Kovárník a Martínek (2009) doplňují, že palné zbraně se podle typu projektilu dělí na kulové a brokové. V prvním případě se jedná o zbraně pálicí střely, které se nerozdělí při opuštění hlavně a jedná se o střely jednotné. Druhý typ zbraně může být jak zbraň vypouštějící střelu jednotnou, tak střelu hromadnou. Zvláštním typem zbraně je kombinovaná zbraň, která má dvě hlavně, a to hlaveň pro střelbu kulovými střelami, a druhou pro střelbu brokovými střelami.

Fuher a kol. (2015) rozdělují palné zbraně na tři skupiny: Těžké, lehké a ruční. Ve všech kategoriích se vyskytují zbraně automatické.

- Těžké – Obvykle velké s ráží od 40 mm do 50 cm. (např. děla na válečných lodích). Váží i několik tun a na mají dosah dostřelu několik desítek km. Zaměřují se pomocí mechanického nastavení náměru a odměru. Děla a minomety.
- Lehké – Také většinou velké zbraně s ráží menší než u těžkých zbraní začínající na 20 mm.
- Ruční – Obvykle malé, přenosné jedním člověkem. Ráže do 20 mm. Zaměřují se vizuálně použitím zaměřovacího zařízení, které zpravidla sestává z mušky a hledí, nebo může být použit průhledový zaměřovač. Dosah dostřelu většinou do 3 km. Dále se dělí na krátké zbraně, které se dají obsluhovat jednou rukou a dlouhé zbraně, které se drží oběma rukama a bývají tzv. označovány jako „pušky“.
- Automatické – Jedná se o samočinné zbraně, u kterých není potřeba před každým výstřelem zmáčknout spoušť. Téměř bez výjimky se jedná o zbraně vojenské.

2.2 Rozdělení laserových zbraní

U laserových zbraní to není tak jednoznačné rozdělení jako u palných zbraní, protože už jenom z kap. 2 víme, že vývoj laserových zbraní je poměrně „mladý“ a tudíž ještě nejsou laserové zbraně natolik vyvinuty, aby měly kategorie.

O laseru od Hechta (2020) víme, že základní částí laseru je aktivní prostředí. Jedná se o nějakou látku, která obsahuje oddělené kvantové energetické hladiny elektronů. Může být použito několik druhů aktivního prostředí. Další částí laseru je buzení, které dodává energii aktivnímu prostředí a může být vyvoláno např. chemickou reakcí, elektrickým proudem, nebo výbojkou. Důležitou součástí laseru je také rezonátor. Ten tvoří dvě rovnoběžná zrcadla, která jsou zároveň kolmá na osu laseru. Jedno ze zrcadel je vždy nepropustné a druhé je vždy polopropustné.

Z článků od Grohmana (2011), Bojda a kol. (2007) víme, že mezi vojenské použití laseru patří nejen laserové zbraně, ale i laserové navádění a prevence bojových plynů. Funguje to na principu měření koncentrace bojových látek v ovzduší.

Laserové navádění slouží podle názvu k přesnému změření vzdálenosti cíle, popřípadě jeho polohy. Tím lze stanovit optimální balistickou dráhu ničící střely, a tím tedy i zvýšit spolehlivost zásahu. V této oblasti se poměrně často využívají impulsní Nd: YAG laserové systémy. Dále jsou tu laserové zaměřovače, které se využívají na zbraních pro viditelné a přesné označení cíle. Laserové zaměřovače lze využít i pro navádění letadel při přistání ve ztížených podmínkách, jako např. na improvizovaných letištích, nebo na letadlových lodích (Grohmann, 2011).

Laserové zbraně jsou mimo jiné i nejlepším způsobem, jak chránit vzdušný prostor a armády po celém světě je více či méně využívají. Laserové zbraně jsou schopné zasáhnout cíl na vzdálenost až několik desítek kilometrů, a to ve zlomku vteřiny. Díky přesnosti a potenciálu přenést na cíl obrovské množství energie je laser zbraň budoucnosti (Bojda a kol., 2007, Grohmann, 2011).

V minulosti byly laserové zbraně spíše předmětem vývoje a testování, ale postupem času a vývoje se dostávají do popředí ostrého nasazení. Příkladem je námořní laser LaWS (Laser Weapons System), který dosahuje výkonu 30 kW. Americká armáda vyvíjí vysokoenergetický mobilní demonstrátor o výkonu 100 kW. Jde o polovodičový laser, který dokáže účinně bojovat proti řízeným střelám, naváděným pumám, nebo balistickým raketám. Měl by sloužit jako ochrana pozemních jednotek. Mělo by jít také

o efektivní prostředek v boji proti dronům. Laserové zbraně v armádě nemusí nutně sloužit k likvidaci nebo zaměření nepřítele, ale může fungovat i jako obranný nástroj. Například laser GLEF dokáže pomocí širokopásmového zeleného paprsku oslepit nepřítele, a tím mu znemožní další pohyb. Do budoucna budou laserové zbraně ještě přesnější, výkonnější a využívány pro více účelů jak v armádě, tak v námořnictvu (Grohmann, 2011).

Pro zlepšení výcvikových drilů se v poslední době začínají vyvíjet ruční laserové zbraně a laserové nábojnice pro efektivnější suchý nácvik se zbraní. Pokud bych měl vypsát některé laserové zbraňové systémy, musím zmínit asi nejlevnější z nich Superstrike 9mm Cartridge, což je laserová nábojnice, která se vloží do komory zbraně a po nárazu úderníku do nábojnice vyšle laserový signál. Konkrétně tato nábojnice je určena do zbraní o ráži 9 mm, ale může být použita ve spoustě dalších ráží. Zbraň nevydává žádný zpětný ráz, pokud není zpětný ráz vyvolaný jiným způsobem (kap 6.7.2). Dražším způsobem, ale pořád se dá částka specifikovat v řádech tisíců, je laserová zbraň (různé formy Glocků, airsoftové pistole CZ Shadow, airsoftová pistole M9 IR, laserová tréninková puška AR15 a další). Některé z nich mají dokonce v sobě zabudovaný systém zpětného rázu.

3 Střelba v armádním prostředí

V této kapitole jsem vybral důležité zákony, paragrafy a články, které jsou nezbytné pro pochopení řady pojmů souvisejících s danou problematikou. Z pohledu legislativy jsou pro vojáky z povolání důležité: „Zákon o vojácích z povolání 221/1999 Sb.“ a „Zákon o ozbrojených silách ČR 219/1999 Sb.“

§ 2 odst. 1 zákona č. 221/1999 Sb. o vojácích z povolání,

„vojákem z povolání (dále jen "voják") je občan, který vojenskou činnou službu vykonává jako svoje zaměstnání. Voják je ve služebním poměru k České republice. Občan může být povolán do služebního poměru jen na základě vlastní žádosti.“

3.1 Střelba v systému AČR

Ministerstvo obrany (dále jen MO) vychází z **Osnov střelb z ručních zbraní a zbraní bojových vozidel (2010)** neboli Vševojsk 4-2, základní ustanovení a z Pub-70-00-02, který se zabývá organizací a metodikou střeleckých nácviků. Tyto vojenské předpisy stanovují základní požadavky na organizaci a způsob provádění nácviku střelby, cvičení střelb, bojových střelb a taktických cvičení s bojovou střelbou v rámci výcviku ve střelecké přípravě. Je určen pro vojáky (velitele), kteří výcvik ve střelecké přípravě plánují, organizují, metodicky řídí a účastní se jej. Vybral jsem důležité články z Vševojsku 4-2, pro řešení dané problematiky.

3.1.1 Základní ustanovení

V článku jedna se píše obecně o cvičeních střelb, která jsou stanovena v osnovách střelb a jsou určena ke zjištění stavu připravenosti vojáků ve využívání ručních palných zbraní. Cvičení střelb se mají podobat reálnému boji, postupně přecházet od jednoduchých cvičení ke cvičení složitějším. Cvičení střelb se tedy organizuje za různých podmínek podle situace vedení boje a druhu zbraně. U pozemních sil, konkrétně u 102. průzkumného praporu mají 2x ročně cvičení střelb v noci.

Článek tři říká, že při všech nácvicích střelby a cvičeních střelb je žádoucí jejich vysoká variantnost, ta umožňuje členění cvičících a jednotek podle požadavků na jejich funkci.

3.1.2 Organizace a plnění nácviku střelby a cvičení střelb

Nácviky střelby se zaměřují na praktické zvládnutí činností se zbraní při střelbě na statické a dynamické cíle za dodržování všech zásad, která jsou stanovena v osnovách střelb. Nácviky střelby se uskutečňují za použití ostré munice na střelnici před plněním plánovaných cvičení střelb. Dodržují se předepsaná bezpečnostní opatření, stanovená předpisem pro cvičení střelb. Hodnocení nácviku střelby stanoví velitel tak, aby motivovalo cvičící a pro následující nácvik střelby bylo o něco náročnější. Při hodnocení se bere v úvahu počet zasažených cílů, nebo počet zásahů v cíli (článek č. 19).

V článku dvacet se píše o cvičení střelb, které se organizují za účelem zjištění stavu vycvičenosti střelby.

Článek dvacet dva se týká střeleckého nácviku. V průběhu střelby sleduje řídící střelby činnost a pohyb cvičících a řídí ukazování cílů, není-li předem dohodnutý jiný způsob řízení činnosti. Poruchy, které vzniknou při průběhu střelby odstraní cvičící sám, je-li to možné a pokračuje ve střelbě. Při závadě, kterou není cvičící schopen odstranit sám, zvedne ruku a hlásí „Závada“.

U 42. mechanizovaného praporu mají vojáci střelecká cvičení 2-3x ročně, záleží na měsíci. Ve 43. výsadkovém pluku má každý voják minimálně 2x měsíčně střelecké cvičení. U 53. pluku průzkumu a elektronického boje je menší intenzita střeleckých cvičení, 1-2x do měsíce. Na 13. dělostřeleckém pluku mají střelecká cvičení 1x do měsíce a 4x za rok musí splnit dvě různá cvičení střelb. Termínem střelecké cvičení se může označovat suchý nácvik střelby, trénink se zbraní, manipulace se zbraní s cvičným nábojem atd.

3.1.3 Střelecké nácviky

Nejvhodnější metodou výcviku ve střelecké přípravě je střelecký nácvik, ten se organizuje na simulátorech, trenažérech, střeleckých cvičištích, střelnicích apod. Pro každý střelecký nácvik je vhodné stanovit cíl a pro jeho splnění tomu podřídít celý obsah a organizaci nácviku. Cílem je naučit cvičícího uplatňovat dosažené vědomosti ze základů pravidel střelby, manipulaci se zbraní, naučit cvičící přesně dodržovat dané pokyny a povely, prováděním střeleckých nácviků zvládat různé způsoby střelby z ručních zbraní a prověřit při plnění cvičení střelb úroveň střeleckých dovedností cvičících. Při střeleckých nácvicích se vytvářejí pracoviště, jež umožňují opakování již známých činností, nácvik nových dovedností, opakování a zdokonalování znalostí pravidel střelby

a na vybraných cvičeních střelb zjišťování stavu vycvičenosti vojáků v dovedném a efektivním využívání ručních zbraní (článek č. 23).

Na každém z výše uvedených pluků a praporů se nachází alespoň jeden laserový simulátor, který mohou střelečtí instruktoři, nebo vedoucí střelb využít na nácvik střeleckých návyků, jako je manipulace se zbraní, míření, spouštění, správné provedení střeleckého postoje.

3.1.4 Soutěže ve střelecké přípravě

Podle článku 26 se soutěže uskutečňují podle plánu jednou za rok. Cvičení střelb se mohou plnit ostrou municí nebo na střeleckých trenažérech a simulátorech.

4 Fyziologie střelby

Podle (Skanakera a Antala, 2007) vědomosti z oblasti fyziologie střelci velice pomohou. Lépe zvládne vliv únavy, stresu a specifických okolností na jeho střeleckou výkonnost. Dále mu pomohou s udržení tělesné kondice a povědomím o tělesných funkcích člověka.

Podle Bartůňkové a kol. (2010) jsou funkční systémy organismu závislé na vnitřních vlivech, tedy na biologickém základu tělesné zdatnosti. Nicméně tyto předpoklady lze do jisté míry ovlivnit početnými vnějšími faktory, jako třeba tréninkem.

Vnitřní prostředí se nachází v homeostáze při ideálním stavu. Při narušení této homeostázy různými faktory se tělo postupně adaptuje (Bartůňková a kol., 2010).

Jde o značné fyzické vypětí, například snížený přísun kyslíku ovlivňuje zaostření oka, a tudíž i samotný výsledek střelby (Skanaker a Antal, 2007).

Střelba je typická statická práce svalu s menší energetickou náročností, ale rychlou únavností. Střelec pracuje se stresem, který se zvyšuje s nároky kladenými pro dosažení vyššího výkonu (kap. 5.2). Je nezbytné rozvíjet funkce, které jsou pro střelbu rozhodující. Kardiorespirační funkce, nervosvalová koordinace a jemná motorika, schopnost dlouhodobého udržení polohy a zraková funkce (Brych, 2008). Posilování svalů pažního pletence, páteře, zad, svalů dolních končetin a svalů ruky je podle Kryla (1979) nutné.

Pokud se zaměříme na nataženou ruku, uvidíme že není v klidu, ale je v nepřetržitém stavu malého pohybu. Jedná se o fyziologický třes. Instrumentální záznamy ukazují, že se jedná o náhodný svalový třes bez jasného špičkového kmitočtu pohybů. Nastavená hodnota rychlosti kmitočtů pravděpodobně představuje nejlepší snahu nervového systému o regulaci polohy. Velikost fyziologického třesu se u každé osoby čas od času liší, zatímco obsah frekvence je mnohem stabilnější (Elble, 1991).

Novotný a kol. (1997) uvádí, že přesná střelba je důsledek kvalitního stabilizačního systému těla, zvládnutí precizních pohybů jako např. spouštění. To celé stojí na kvalitní receptorové a analyzátorové bázi. Střelecká stabilita je zajišťována posturální stabilitou těla, která je souborem prostorových analyzátorů. Prostorové analyzátoři se skládají ze tří systémů - proprioreceptorového, somatosenzorického a vestibulárního systému (Redfern a kol., 2001). Ty spolu spolupracují v odlišných

poměrech - proprioreceptory ze 70%, vestibulární podněty z 20% a zrakové informace z 10% (Horák a kol., 2006). Trojan (2003) i Kittnar (2011) dělí proprioreceptory jako nejsilnější složku ovlivnění střeleckého výkonu na 3 druhy: statestézie, které informují o vzájemné poloze těla a postavení kloubů; kinestéze, které podávají informaci o rychlosti pohybu; silový smysl, který umožňuje odhad svalové síly. Podle Mehlinga a kol. (2009) jsou zde ještě zapojeny další systémy a receptory. Kromě proprioreceptorů se dále podílejí na střeleckém výkonu exteroceptory (Vater-Paciniho, rychle reagující a Meissnerova tělíska, pomaleji reagující a další jako Ruffiniho tělíska a Merkelovy terče). Vestibulární podněty, vedoucí k detekování polohy hlavy a jejího pohybu je důležitá součást střeleckého výkonu, pomáhají stabilizovat obraz, tedy střelecký terč a mířidla na zbrani. Zrakové informace mají stěžejní úlohu pro udržení stabilního postoje (Černý a Goetz, 2004; Skanaker a Antal, 2007), přičemž jeho narušení vede k instabilitě (Mononen a kol., 2006).

Brych (2008) dále uvádí, že analyzátoři nervové soustavy slouží k zaznamenávání vnějších podnětů. Mezi ně patří analyzátor sluchový, chuťový, hmatový, čichový a pro správné míření a celkově pro střelce nejdůležitější zrakový (kap. 4.1).

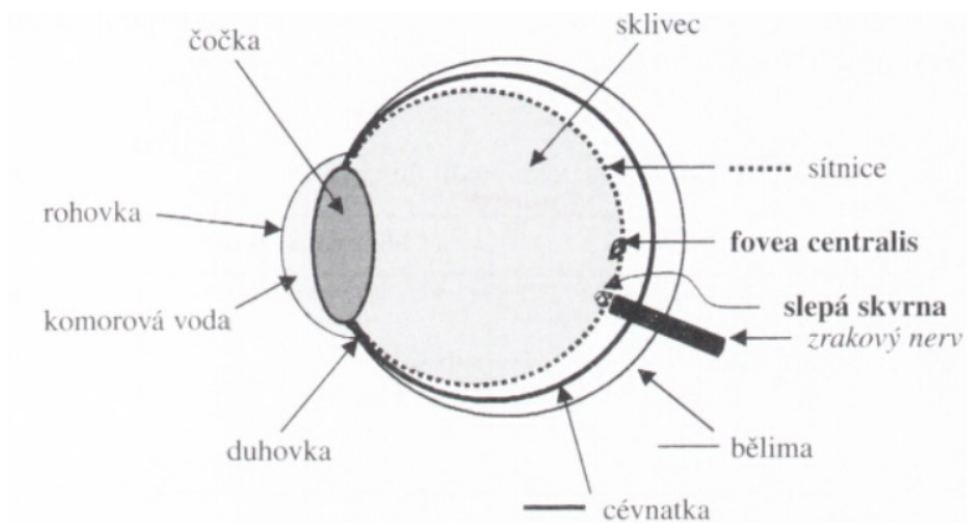
4.1 Zrak

Kryl (1979) říká, že základem oka jsou tzv. optická ústrojí (rohovka, čočka, sklivec), a proto lze oko chápat jako fotoaparát. Paprsky, které procházejí optickými ústrojími oka dopadají na sítnici, tam se vytváří obrácený obraz předmětu, které oko vidí a ten je přenášen dál zrakovou dráhou do zrakového ústředí.

Kohlíková (2004) píše, že oko je velmi složitý optický systém. Člověk vnímá světlo, jeho různé barvy a rozlišuje kontrast právě zrakem.

Novohradská (2009) uvádí, že souhrn obou očí ve všech pohledových směrech zajišťují okohybné svaly. Oči jsou uloženy v kostěné schránce lebky, nazývané očníce. Mezi pomocné orgány oka zařadíme již zmíněné okohybné svaly, víčka, spojivku a slzné ústrojí, které zvlhčuje přední plochu oka. Víčka slouží jako ochrana před vnějšími vlivy.

Podle Synka a Skorkovské (2014) připomíná oční koule svým tvarem kouli a je tvořena stěnou (viz obr. 1). Stěna oční koule je tvořena několika vrstvami: rohovkou a bělímou (zevní vazivová vrstva), žloutkou (prostřední vrstva) a sítnicí (vnitřní vrstva).



Obrázek 1 Složení oka (Kohlíková 2004).

Bělíma je silná a neprůhledná část oka, která v přední části navazuje na rohovku. Rohovka je bezcévnatá a tvoří jí 5 vrstev: epitel, Bowmanova membrána, stroma, Descementova membrána a endotel (Hornová, 2011). Živnatka, potažmo cévnatka zajišťuje výživu oka a udržuje stálou teplotu oka. Vyskytuje se v celé oční kouli a vpředu přechází v řasnaté tělíčko ze kterého vybíhá duhovka. Sítnice zajišťuje barevnost vidění prostřednictvím čípků a díky tyčinkám umožňuje vidění za šera, protože tyčinky obsahují rhodopsin (Fiala a kol., 2015).

4.2 Opěrný systém

Lidské tělo je složeno z přibližně 600 svalů, které se skládají ze svalových vláken a jejich ovládní, za účelem pohybu nebo držení polohy těla, je prostřednictvím nervových receptorů a nervových spojení s centrem vyšší nervové činnosti. Opěrný systém těla je složen z kostí, které svým pevným, nebo volným spojením tvoří kostru. Těžiště těla se nachází nad základnou (Brych, 2008).

Mononen a kol. (2006) zkoumali vztahy mezi posturální rovnováhou, stabilitou zbraně a přesností střelby u začínajících střelců. Rovnováha a stabilita zbraně byly hodnoceny z hlediska anteroposteriorní a mediolaterální rychlosti houpání pohybu středu a z hlediska horizontální a vertikální odchylky zaměřovacího bodu. Všichni účastníci (n=58) provedli 30 výstřelů ve stoje na terč vzdálený 10 m. Data ukázala, že přesnost střelby souvisela s posturální rovnováhou a stabilitou zbraně, ale pouze na

interindividuální úrovni. Postupná vícenásobná regresní analýza odhalila, že mediolaterální rychlost houpání a vertikální odchylka zaměřovacího bodu jako nezávislé proměnné představovali 26% rozptylu skóre střelby. Výsledky také naznačují, že posturální rovnováha souvisí s přesností střelby přímo i nepřímo prostřednictvím stability zbraně. Další výzkumy ukazují, že vysoce kvalifikovaní střelci produkují menší amplitudy výkyvů těla (Aalto a kol., 1990; Era a kol., 1996; Konttinen a kol., 1998) oproti nezkušeným střelcům. U nezkušených střelců se ukázalo, že posturální rovnováha je výrazně horší během méně úspěšných střel, než u úspěšných střel (Era a kol., 1996) zatímco u zkušených střelců nebyla nalezena žádná podobná souvislost (Era a kol., 1996; Ball a kol., 2003). Tyto výsledky naznačují, že lepší posturální rovnováha by mohla vést k vyššímu skóre střely.

Minimální pohyb hlavně zbraně během zaměřovací fáze je dalším předpokladem pro úspěšnou střelbu (Aalto a kol., 1990; Konttinen a kol., 1998; Ball a kol., 2003; Mononen a kol., 2006).

Existují studie, ve kterých byla posturální rovnováha zkoumána souběžně se stabilitou zbraně. Při střelbě na pevný terč z pistole bylo zjištěno, že výkyv těla při střelbě pohybem pistole představuje 53% variability přesnosti střelby u elitních střelců (Aalto a kol., 1990). Oproti tomu Ball a kol. (2003) zjistili, že podíl rozptylu zbraně u elitních střelců při předpovídání přesnosti střelby z posturální rovnováhy a stability zbraně je čistě individuální v rozmezí od 19% do 50% a zároveň se zdá, že stabilita zbraně souvisí s přesností střelby. Posturální rovnováha a stabilita zbraně jsou relativně nezávislými faktory vysvětlující přesnost střelby (Aalto a kol., 1990; Konttinen a kol., 1998).

4.3 Tělesná zdatnost a únava

Střelba je spojena se značným fyzickým vypětím. Střelec musí stát nehybně, držet zbraň a zadržovat dech, pokud chce mít co možná nejlepší střelecké výsledky (Skanaker a Antal, 2007).

Energetickým krytím pro sval je adenosintrifosfát (dále jen ATP). Jeho zdrojem je aerobní oxidativní fosforylace, avšak intenzivní krátkodobá činnost je kryta také anaerobně, jak uvádí Kittnar (2011). Dále tento autor píše o zásobě ATP ve svalech, která je poměrně malá, ale může být doplněna reakcí adenosindifosfátu (dále jen ADP) s kreatinfosfátem (dále jen CP), který je při tom defosforylován. CP však tělo má

v omezené míře, a tak musí být při práci doplňován odbouráváním volných mastných kyselin z krve.

Brown a kol. (2013) zjistili, že periferní svalová únava vyvolaná krátkodobým, ale vysokým cvičením má vliv na postojovou stabilitu (viz kap. 6.3), to dokazuje zhoršená schopnost udržet vzpřímenou a stabilní polohu. Únava ve střelbě je ještě navíc umocněna třesem ramen a třesem těla. Přesnost, preciznost a stabilita držení je to, co charakterizuje střelecký výkon.

Z hlediska únavy dolních a horních končetin udělal výzkum Ojanen a kol. (2018), který vzal příslušníky finské armády a 21 dní s nimi pracoval. Rozdělil to na tři fáze, v první fázi subjekty prováděly bojová cvičení a cvičení střelby. V druhé fázi subjekty prováděly přesuny, hlídkování, bojové manévry. Třetí fáze byla podobná druhé, jenom méně fyzicky náročná. Poté následovala regenerace 4 dny. Celkem udělal 4 střelecká měření, první na začátku, druhé po 12 dnech, třetí na konci výzkumu a čtvrté měření bylo 4 dny po výzkumu. Střelecký test se skládal ze střelby na břicho a ve stoje, přičemž u prvního jmenovaného se výsledky subjektů významně nezhoršily, či nezlepšily po celou dobu testování. Střelecký test ve stoje prokázal signifikantní pokles z první střelby ($58,2 \pm 12,3$) na druhou střelbu ($45,2 \pm 10,4$). Také třetí a čtvrtá střelba ($61,4 \pm 10,8$; $56,8 \pm 13,6$) byly výrazně vyšší než právě druhá střelba. Výzkum ukázal že únava způsobená první a druhou fází zhoršila výsledky druhé střelby. Po menší fyzické námaze se střelba u subjektů srovnala zpátky na hodnoty před měřením. Stejně tak studie (Nindl a kol., 2002; Nindl a kol., 2007; Sporiš a kol., 2012; Skomorovski a kol., 2013) ukázali, že dlouhodobá fyzická aktivita a negativní energetická bilance v kombinaci s nedostatkem spánku mají negativní dopad na hormonální rovnováhu a neuromuskulární výkon člověka. Střelecký výkon vojáků byl měřen po různých simulacích vojenské činnosti. U všech studií bylo dokázáno, že drastické anaerobní činnosti mohou snížit přesnost střelby, ale také že se rychle vrátí do normálu. Evans a kol. (2003) zkoumali účinek náročné překážkové dráhy na horní část těla z hlediska přesnosti střelby a prokázali snížení přesnosti po absolvování dráhy, ale rychlé zotavení. Také bylo prokázání, že nesená zátěž snižuje přesnost střelby (Knapik, 1997), i když se zdá, že pokud je nesená zátěž do 45% celkové hmotnosti těla, střelecký výkon se nezmění (Nieuwenhuys a Oudejans 2012).

Konttinen a kol. (1996) našli korelaci mezi aktivitou svalů horní části těla a stabilitou zbraně. Znamená to tedy, že nižší svalová aktivita během procesu míření a spouštění může vést k vyšší stabilitě zbraně. Nevylučují, že vztah mezi stabilitou zbraně a svalovou aktivitou hraje roli při střeleckém výkonu. Dosud nebyl zaznamenán přímý vliv aktivity svalů paží na skóre střelby (Spancken a kol., 2021). Existují ale však důkazy o zlepšeném střeleckém výkonu po relaxačním tréninku u biatlonistů (Ihalainen a kol., 2018). Ve studii Solberga a kol. (1996) je zaznamenán subjektivní pocit vnímaného napětí svalů horních končetin (na vizuální analogové stupnici), přičemž jsou tam tendence nízkého napětí s vysokým střeleckým skóre.

5 Psychologie střelby

Podle Hunta (2000) je psychologie jako vědní obor relativně mladá záležitost. Hlavně její vývoj je poznamenán různými úhly pohledu na zkoumání psychických jevů, důsledkem čehož není jednotná zastřešující psychologická teorie, ale vícero psychologických směrů.

V souvislosti psychologie se střelbou popisuje Skanaker, Antal (2007) faktory, které ovlivňují výkon střelby. Podle nich je důležité se na výkon plně soustředit, aby střelec zvládl stres, který na něj působí a odvedl tak nejlepší možný výkon. Výkonnost a kvalita závisí na následujících faktorech:

- Reakce na stres – Pokud je stres charakteru psychologického, projevuje se jako intenzivní dráždivý podnět, vyvolávající silné citové reakce. Většinou se nejedná pouze o stres psychologického charakteru, ale kombinací fyziologických, biochemických a psychologických reakcí. Reakce na stres je individuální a souvisí s osobností člověka (viz níže). Mezi reakce, které se mohou dostavit řadíme průjem, bolesti břicha, zvýšenou tepovou frekvenci, pocení, dušnost, svalový třes, strach (viz níže), a další. Pokud se střelec dokáže vyrovnat se svým strachem, může dosáhnout vnitřního soustředění a pozornost se zvýší. Viz kap. 5.2;
- Osobnost – Souvisí s optimálním psychickým nastavením mysli, vědomím a podvědomím (viz níže), ale i s fyziologickou stránkou člověka (viz kap. 4), dědičností a pohlavím. Může být poznamenána životní zkušeností;
- Strach a úzkost – Liší se od sebe vnitřní podobností. Strach je nějaký negativní pocit, který vychází ze známých nebo obávaných situací a vytváří nepříjemnou představu. Úzkost naproti tomu je startovacím signálem, který se opírá o představy, co se může stát. Negativní myšlení dokáže střelec potlačit myšlením pozitivním, odhodláním bojovat za vytyčené cíle nebo touhy;
- Vědomí – Jde o přítomný stav vnímání svého okolí, lidí a jejich činností, které vykonávají. Pod pojmem vědomí najdeme stavy, jako jsou podvědomí nebo nevědomí. Podvědomí je stav, při kterém se střelec soustředí na objekt, a přitom dokáže vzdáleně vnímat okolní hluk. Nevědomí se od podvědomí odlišuje, a to v tom, že střelec si neuvědomuje, jaká motivace ho řídí a jaké zábrany ho blokují při určitém jednání;

- Komplexy – Jde o určité činitele výmluv, které nutí střelce přemýšlet a jednat podle toho, jak sám domýšlí. Střelci mají sklon ke komplexům, a to v situacích, kdy má střelec špatné výsledky, které omlouvá řadou faktorů, jako je vítr, zbraň, střelivo a další. Negativní vliv na výkon se vyvrátí až v momentě, kdy střelec dokáže přijmout kritiku v jeho chybách a rozebere je.

Spancken (2021) uvádí že normální srdeční frekvence kolísá během střelby v malém rozsahu a stresové situace mohou způsobit zvýšení srdeční frekvence. To by mohlo znamenat, že důsledkem stresové reakce, a tím zvýšení srdeční frekvence souvisí se střeleckým výkonem. Mohla by se úroveň stresu použít jako faktor výkonu k rozlišení mezi střelami. To by mohlo vysvětlovat proč střelci při tréninku dosahují lepších výsledků jak při závodě (Ihalainen a kol., 2018). Jeden z možných způsobů regulace tlaku v soutěži popisuje ve studii Solberg a kol. (1996), kteří ukázali, že meditační tréninku může vést ke zlepšení střeleckého výkonu. Je zde ale důležité kromě fyziologických faktorů, jako je např. TF, použít i specifické dotazníky, protože samotná změna TF může mít více důvodů (úroveň svalové vytrvalosti, stres, úzkost).

5.1 Psychologická příprava

Jansa a Dovalil (2007), Choutka a Dovalil (1991) popisují psychologickou přípravu jako složku sportovního tréninku, jehož úkoly se člení podle povahy jednotlivých druhů přípravy. Kromě psychologické přípravy je zde ještě příprava kondiční, technická a taktická.

Jedná se o cílevědomé ovlivňování a sebevýchovu sportovce, kterým je rozvíjen komplex psychických stavů a procesů, osobnostních a morálních vlastností. Dohromady utvářejí ucelený stav optimální psychické připravenosti (Choutka, Dovalil, 1991).

U armádních cvičení, soutěžích ve střelbě můžeme pozorovat tzv. „psychické selhání“. Jeho příčinou je nervozita a bývá označována také jako závodní horečka (Brych, 2008).

Autoři jako Dovalil (2009), Slepíčka a kol. (2009) nebo Hošek a kol. (2004) definují psychologickou přípravu jako určité cílevědomé využití psychologických poznatků, za účelem zvýšit efektivitu tréninkového procesu. Cílem psychologické přípravy je na základě psychologických poznatků zvýšit účinnost dalších složek sportovní přípravy.

Psychologická příprava se snaží snížit na minimum působení negativních psychogenních vlivů. Tím vytváří předpoklady pro úplné využití funkčních možností organismu (Hošek a kol., 2004).

Jansa a Dovalil (2007) uvádějí, že psychologická příprava probíhá ve 4 fázích:

- Fáze vzdělávací – Člověk se učí o základních psychologických konceptech, psychologických dovednostech ve vztahu ke sportovnímu tréninku a jejich využití;
- Fáze výběrová – V této fázi člověk diagnostikuje jeho současný stav psychologických dovedností, individuálně zhodnocuje své potřeby;
- Fáze nácviku – Jde o fázi, ve které si člověk snaží zautomatizovat dovednosti několikanásobným opakováním;
- Fáze hodnotící – Hodnotící fáze dovedností, případná korekce a upravení tréninku.

5.2 Stres

Podle Kittnara (2011) je stres určitá nespecifická reakce organismu na zátěžové vlivy, které ohrožují organismus a dělí ho do tří fází. První fázi nazývá poplachovou reakcí, kdy se aktivuje kardiorespirační systém. Druhá fáze je adaptační fáze, kdy organismus nejvíce odolává stresu a třetí fázi je vyčerpání organismu, která nastává, pokud je stres příliš silný nebo pokud trvá delší dobu, než je schopen organismus stres zvládat.

Dovalil (2009) popisuje tzv. morfologicko – funkční adaptaci. Znamená, že jedinec zvládá stresové situace opakovaně a v jeho organismu dochází k řadě změn. Reakce na daný podnět slábnou a postupně je dosaženo stavu adaptace, neboli přizpůsobení. Adaptace se popisuje jako výhodné změny organismu, směřující k udržení homeostázy ve stresových podmínkách.

I mírný akutní stres rychle degraduje kognitivní výkon, pozornost a rozhodování. Pokles parasympatického pohonu je často spojený s aktivací amygdaly. Výsledná autonomní modulace a kognitivní požadavky spojují vnímaný stres přímo s motorickým centrem prostřednictvím mediální visceromotorické sítě (Thompson a kol., 2015).

Výzkum Nieuwenhuys a Oudejans (2012) měřil význam stresu při střelbě. Subjekty prováděli stejné střelecké cvičení bez stresu a pod stresem. Subjekt vystřelil 4x po 10 opakováních. Naproti střelci ve vzdálenosti 5 m stál soupeř, který měl na pravé noze terč, na levé noze terč a na hrudníku terč. Střelec vystřelil jednu ránu na soupeřův terč na pravé noze, udělal krok doprava a vystřelil na terč na levé noze, přebil, udělal krok

doleva a vystřelil na terč na hrudníku, znovu udělal krok doprava a závěrečná rána na terč na hrudníku. Rozdíl mezi cvičením bez stresu a pod stresem bylo v charakteristice soupeře. Bez stresu byl soupeř figurína v životní velikosti oblečený černým ochranným overalem nehybně stojícím a soupeř pod stresem byl zkušený policejní instruktor pro střelné zbraně oblečený jako figurína s ochrannými prostředky, který vyvolával stres pro střelce tím, že na něj občas vystřelil pomocí barevných náplní na mýdlo a způsobil pocit bolesti pro střelce. Pod stresem výrazně poklesl střelecký výkon, kdy pod stresem byla přesnost střelby ($47,63 \pm 21,13$) a bez stresu byla přesnost střelby ($70,36 \pm 12,03$). Doba nabíjení se výrazně nelišila.

Výzkum Landerse (1985) potvrdil hypotézu výzkumu z padesátých let, kde vzali 20 střelců (10 elitních, 10 amatérských) a vystavili je vysokému časovému stresu a nízkému časovému stresu. Ti střelci, kteří byli při střelbě nejprve vystaveni vysokému časovému stresu a potom nízkému, měli lepší výsledky střelby než ti, co to měli opačně.

6 Faktory ovlivňující přesnost střelby z laserové a reálné zbraně

Možná nejvariabilnější složka faktorů, které ovlivňují přesnost střelby je na střelci samotném. Dýchání, tlukot srdce a třes svalů způsobený únavou. Špatně zarovnaná mířidla mohou mít za následek velké odchylky od zamýšleného cíle a trhnutí nebo vzpírání v důsledku zpětného rázu může mít za následek špatný pohyb zbraně a velkou odchylku. Při zhoršující se stabilitě polohy těla nastupuje úzkost jako emocionální stav střelce – úzkost může zvýšit frekvenci srdce a dechu. Důsledné zasažení cíle je komplexní interakce fyzických a duševních procesů bezprostředně před, během a po vystřelení zbraně.

Poslední fází, kterou lze činností střelce ovlivnit finální výsledek a tím střelecký výkon je spouštění, po této fázi už záleží na technologii zpracování zbraně, fyzikálních jevech, balistice zbraně a dalších faktorech (Čečný a Goetz, 2004; Brych, 2008). Spouštění je podle Brycha rozhodující činností při přesné střelbě (viz kap. 6.6). Linden a kol. (2006), Raisbeck a Diekfuss, (2015) uvádějí, že mikropohyb, jako např. spouštění, neboli zmáčknutí spouště, silně závisí na neurofyzilogických faktorech, což znamená, že může být negativně ovlivněno předchozí kognitivní únavou.

6.1 Postoj a poloha těla

Jednoduchá pravidla, kterými by byl pevně vymezen správný postoj, neexistuje. Správný postoj se dá najít tak, že střelec zkusí zamířit se zavřenýma očima, přičemž pistole směřuje co nejbližší k terči. Je nutné, aby si střelec výslednou polohu zapamatoval a aplikoval stále pokud možno beze změn (Liška, 1994).

Podle Skanakara a Antala (2007) by měl střelec stát pevně a jeho tělo by mělo být správně vyváženo, s tím, že vynaloží malého svalového úsilí. Žádný člověk nedokáže stát absolutně nehybně, proto dochází k určitým výchylkám. Mezi chyby řadí špatnou rovnováhu, nestabilní postoj střelce a zvýšené svalové napětí.

Brych (2008) píše o tom, že každý střelec si musí správnou polohu těla a správný postoj najít sám. Každý má svou výšku, váhu, tělesné proporce a jiné rozvití svalstva, proto nejde jedním způsobem definovat, jak má střelec správně zaujmout polohu těla.

Skanaker a Antal (2007) uvádějí, že hlava musí být na úrovni mířidel. Nesmí dojít k nepřírozenému namáhání šíjového svalstva, zároveň ale obličej co nejvíce přivrácen k terči. Všechny pohyby musí vycházet z kyčlí, nikoliv z ramen. Stabilní pevné tělo bez napětí. Mírný záklon trupu, který je vzpřímený a nesmí se úmyslně špulit břicho. Právě tím záklonem trupu se vyvažuje váha pistole. Nežádoucí je velký záklon trupu a nevzpřímený trup.

Experimentální údaje ukázaly, že postoj střelce je mechanicky nestabilní důsledek interakcí mezi segmenty těla. Proto „vyvážení“ pohybů v různých kloubech je nutné pro vyvážení celého držení těla, aby se předešlo stupňům volnosti v kloubech (Gianikellis a kol., 2015).

DeCicco (2017) charakterizuje střelecké postoje jako rozhodující prvek střelby. Postoj Isosceles je takový střelecký postoj, ve kterém střelec směřuje k cíli rovně a chodidla jsou od sebe vzdálena na šířku ramen. Prsty směřují směrem k cíli a jsou zarovnané. Kolena mírně ohnutá. Trup mírně dopředu od pasu směrem k cíli. Paže má střelec natažené a tvoří rovnoramenný trojúhelník (viz obr. 2). Oproti tomu postoj Weaver je takový střelecký postoj, při kterém střelec položí nohu na palebnou čáru a druhou nohu o stopu dozadu, přičemž špičky chodidel směřují k cíli. Silná ruka střelce je natažená a loket opěrné ruky je ohnutý (viz obr. 3). Tento postoj umožňuje střelci velice stabilní úchop a stisk.



Obrázek 2 Postoj Isosceles



Obrázek 3 Postoj Weaver

[Oba dostupné z: <https://bit.ly/3egDuQQ>], 2017.

V AČR jsou využívány oba výše zmíněné postoje a metodika použití postoje závisí na druhu vojsk a druhu činnosti. (Ministerstvo obrany, 2010).

U postoj Isosceles vidím pozitiva v pohodlnosti postoj a přirozené poloze. Stabilnější postoj v boční rovině. Zdá se také, že umístění těla má pozitivní vliv na přesnost (DeCicco, 2017). Nevýhodu vidím v předozadní rovnováze kvůli umístění nohou.

Postoj Weaver je výborný na ovládní zpětného rázu a celkově zbraně. Nevýhodu vidím v horším udržení správného postoj. Z hlediska taktiky je nejlepší volit kombinaci těchto dvou postojů, tzn. malé nakročení v postoji Isosceles.

6.1.1 Poloha nohou

Dle Skanakera a Antala (2007) by měla váha celého těla být rovnoměrně rozvržena na plochu obou chodidel. Dále Liška (1994) uvádí, že nohy a klouby mají být napnuté a zpevněné, nežádoucí jsou však známky křečovitého napětí. Střelec by měl nohy mít rozkročené přibližně na šíři ramen, tzn. paty od sebe vzdáleny nejčastěji 25-30 cm. Při rychlejší střelbě je výhodnější širší postoj. Špičky nohou střelce bývají mírně od sebe.

Obecně by postavení chodidel mělo být takové, aby to bylo pro střelce pohodlné a přirozené. Nežádoucí je, když má střelec pokrčené nohy, nebo je křečovitě napjatý (Skanaker a Antal, 1985).

Hawkins a Sefton. (2011) udělali studii, která ukázala, že šířka postoje má vliv na posturální stabilitu a stabilitu zbraně. zda změna šířky postoje povede k odpovídající změně posturální, anebo pistolové stability. Podle nich by měla by být zvážena současná metoda navrhování širšího postoje ke zlepšení střeleckého výkonu a možná by měli střelci použít 30cm šířku postoje ke zlepšení posturální stability a střeleckého výkonu. Měření mechaniky střelby bylo stanoveno optoelektronickým výcvikovým systémem. Změna střediska tlaku se snižovala spolu se zmenšováním šířky postoje. Stejným způsobem měřili vliv vzdálenosti nohou na posturální rovnováhu i Won Kim a kol. (2014) s rozdílem šířky postojů. Určili šest různých vzdáleností stop (0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm) + přirozená vzdálenost nohou každého střelce. Přirozená vzdálenost nohou u sledovaných subjektů byla 16,5 cm. Reakční síla působící do platformy se ukázala minimální ve vzdálenosti okolo přirozené vzdálenosti nohou, tedy více jak 15 cm. Rychlost střediska tlaku se zmenšovala se zvětšující se vzdáleností nohou. Obecné posturální studie stability šířky postoje jsou k nalezení u (Day a kol., 1993; Bacsí a Colebatch, 2005; Ramachandran a kol., 2007). Jedna z těchto raných studií zjistila, že pokud je šířka postoje větší než 15 cm, postojová stabilita se nezlepší (Kirby a kol., 1987; Day a kol., 1993).

6.2 Držení zbraně

Z hlediska laterality, což je funkční dominance jednoho ze shodných párových pohybových nebo smyslových orgánů člověka, je důležité rozdělení horních končetin na silnou ruku, která ovládá spoušť zbraně a slabou ruku, která se podílí na držení, stabilizaci a ovládání zbraně, např. při přebíjení a výměně zásobníku (Vaverka, 2011).

Podle Skanakera a Antala (2007) je nejdůležitější podmínkou úspěchu střelce při střelbě právě správné držení zbraně. Správná velikost rukojeti je taková, která při držení zbraně v ruce púlí úhel, který spolu svírají palec a ukazovák. To znamená, že všechny části dlaně kromě ukazováku se dotýkají zbraně a ruka pohodlně obejmě rukojet'. Ukazovák je až do výstřelu volně položen ze strany na lučiku, a tedy se nikterak neúčastní držení zbraně. Správně uchopená zbraň je taková, u které je osa hlavně totožná nebo rovnoběžná s osou napnuté paže bez natáčení zápěstí. Při nízkém uchopení střelec neuchopí pistolí všemi prsty.

Černý (2004) dokládá, že u bezpečnostních sborů se používá obouručné držení zbraně, kvůli tomu, že dvě ruce poskytují zbrani lepší oporu než jedna. Nejužitečnější držení rukojeti je takové, kdy dlaň a prsty volné ruky těsně obepínají tři prsty ruky střílející. Palce jsou volně pod sebou na rukojeti, kdy palec střílející ruky je nad palcem ruky volné (viz obr. 4).



Obrázek 4 Držení zbraně v pozici pro střelbu

[Dostupné z: <https://bit.ly/3ezi5ml>], 2021.

Díky rukojeti se hmotnost zbraně přenesne na střílející ruku. Nelze konkrétně říct, jakou sílu má střelec použít k držení zbraně, protože každý má svoje individuální vnímání síly. Rukojeť by měl střelec držet pevně, ale nikoliv křečovitě, aby nezpůsobil neúčinné chvění ruky a z ní vyplývající svalovou únavu. Jednotlivé prsty jsou svírány jako celek, protože nejsou ovládány samotnými svaly, ale pomocí dlouhých šlach svalů na spodní straně paže. Pokud pohybujeme pouze jedním prstem, nelze zabránit mírnému pohybu ostatních prstů. To vysvětluje, proč má síla stisku ruky vliv na citlivost ukazováčku. Lze tedy říct, že citlivost ukazováčku přímo souvisí se silou stisku ruky. Takže když odpor spouště je velký, střelec musí použít více síly k držení rukojeti, protože použije více síly ke stisku spouště. Stejně tak, jako když odpor spouště bude malý, střelec může použít méně síly k držení rukojeti, protože použije málo síly ke stisku spouště. Poměr odporu spouště a síly držení rukojeti je blízko k poměru 1:1. Optimální je tlačít rukojeť prostředníčkem, prsteníčkem a malíčkem proti palci jen tak pevně, aby zbraň měla plnou kontrolu pohybu ve všech směrech. Palec je uvolněný na bočním rámu zbraně a nesmí zbraň stlačovat v žádném směru. Stisknutí pistole by mělo být při všech výstřelech naprosto stejné. Procvičováním lze docílit vnímání pohybu jednotlivých částí

prstu (např. u ukazováčku). Mezi jednotlivými výstřely je dobré držení zbraně uvolnit, kvůli lepšímu oběhu krve v rukách (Skanaker a Antal, 2007).

Mezi chyby řadí Černý (2004) příliš velký boční tlak jednoho, nebo obou palců a chybné pokládání ukazováku volné ruky na přední plochu lučičku a Skanaker a Antal (1985) uvádí mezi chyby nerovnoměrné držení zbraně a špatně padnoucí rukojeť do střelcovi ruky.

Při střelbě z ručních palných zbraní mají horizontální a vertikální stabilitu zbraně lepší elitní střelci, než střelci na národní úrovni (Konttinen a kol., 1998). Výsledky mohou naznačovat, že vyšší skóre střelby je určeno vyšší schopností držet zbraň. Stabilita zbraně by pak mohla být použita jako výkonnostní determinant rozlišení mezi elitními a neelitními střelci.

6.3 Stabilita postoje

V kostěném labyrintu vnitřního ucha se nachází hlavní smyslový orgán rovnováhy. Nazývá se statokinetický analyzátor. Provádí detekci poloh a pohybů hlavy v prostoru a díky svému uspořádání je schopen detekovat pohyb všemi směry, díky čemuž udržuje rovnováhu v rámci opěrné motoriky. Udržení rovnováhy zajišťuje antigravitační svalstvo, které je tvořeno téměř všemi svaly dolních končetin a většinou svalů trupu. Pro svaly, aby udržely rovnováhu a hybnost, je důležitý reflexní svalový tonus, na kterém je vybudován systém postojových a vzpřimovacích reflexů. Za výrazné podpory zrakového analyzátoru (viz kap. 4.1) probíhá činnost těchto svalů reflexivně (Mysliveček, 2004).

Brych (2008) píše o jemně diferencované a harmonické soustavě vzájemného působení smyslových, výkonných orgánů a vnějšího prostředí, která se rozvinula v průběhu vývoje člověka. Jakékoliv narušení rovnováhy člověka je registrováno celou řadou receptorů, které vedou informace do nejrůznějších oddělení centrální nervové soustavy od míchy až po šedou kůru mozkovou, kde se vyhodnocují a transformují se v tzv. antigravitační reflexy, které obnovují porušenou rovnováhu.

Dále se zmiňuje o svalech, které obsahují indikátory napětí a stahu. Tyto indikátory vysílají informace do gama systému, který je propojen s vyššími strukturami míchy, kam předávají informace o stavu svalu. Toto propojení se nazývá pohybově čivný analyzátor. Dalším pohybovým analyzátozem jsou nervové buňky, které řídí pohybovou činnost díky informacím o podnětech podávaných z vnějšku. Podněty z pohybově čivného analyzátoru a podněty z nervových buněk se spojují s podněty z rovnovážného

a zrakového analyzátoru a tato komplexní informace putuje dále do nejvyššího centra analyzátorů do kůry mozkové. Z kůry mozkové pak vychází zpětná informace o případné korekci pohybu.

Bílý (2000) uvádí, že stabilita těla i zbraně poměrně výrazně závisí na povaze přípravných činností, jako např. při míření (kap. 6.5). Pokud jsou pohyby plynulé, cílevědomé a úměrné, povedou ke znehybnění zbraně. Pokud ale jsou pohyby neovladatelné a nekoordinované, povedou k častým výkyvům zbraně. Proto musí střelec vypracovat nehybný postoj, který je založený na výcviku aktivního ovládní pohybů, včetně mikropohybů zbraně při míření. Tento princip vede od cílevědomého zpomalování pohybů až k ustrnutí.

Přesná a správná stabilita stání je realizována koordinovanou činností soustavy kostí, kloubů, vazů, trupu a svalů dolních končetin. Z hlediska fyzikálních zákonů je tato soustava labilní, protože ne všechny spoje jsou pevné a těžiště soustavy se nachází nad základnou. Ve střeleckém postoji se správná stabilita postoje zajišťuje tím, že svalové partie, které se nacházejí proti sobě, se i proti sobě napínají. Nejedná se ale o úplně statický děj, protože v protilehlých svalových skupinách dochází neustále k izometrickým stahům, které se vzájemně vyrovnávají. Klouby jsou obecně stabilní ve směrech, kam se nemohou pohybovat. Naopak pohyblivost je dána specifickým tvarem příslušné hlavice kosti a kloubní jamky. Obecně platí, že klouby, okolo nichž se nacházejí silné šlachy a svaly jsou stabilnější (Skanaker a Antal, 2007).

Bermejo a kol. (2015) zkoumali stabilitu postoje při střelbě po zátěži v třech úrovních obtížnosti posturálních úkolů. Poloha v klidu se zavřenými očima a otevřenými očima, a střelecký postoj s otevřenými očima. Pomocí platformy, která snímá rozložení tlaku chodidel zjistili, že posturální stabilita byla ovlivněna ve větší míře u střeleckého postoje než u postoje v klidu (chápeme jako nehybný přirozený postoj každého střelce). Nardone a kol. (1997) i Paillard a kol. (2012) potvrzují myšlenku, že krátké a intenzivní cvičení zvyšuje posturální houpání, přičemž vyčerpávající cvičení může generovat ztrátu síly 25-30% maximální dobrovolné kontrakce.

Pokud vezmeme srovnání mezi dvěma skupinami, a to elitními střelci a střelci na národní úrovni, dojdeme k závěru, že výkyv těla v obou směrech před vypuštěním výstřelu je u elitních střelců nižší (Aalto a kol., 1990; Era a kol., 1996; Ihalainen a kol., 2016). Ve studiích o elitních střelcích se houpání těla nelišilo mezi nejméně úspěšnými

výstřely, oproti tomu při srovnání začínajících střelců mezi sebou vedly nižší hodnoty houpání těla k vyššímu skóre střelby (Era a kol., 1996; Ball a kol., 2003; Mononen a kol., 2006). Znamenalo by to tedy, že u elitních střelců je houpání těla natolik minimální, anebo výborně zvládnuté, takže již neovlivňuje skóre střelby, zatímco nováčci možná ještě nejsou natolik schopni ovládat výkyvy svého těla.

6.4 Dýchání

Dechové centrum, které se nachází v prodloužené míše přizpůsobuje frekvenci a hloubku dýchání aktuální potřebě buněk v těle. Při námaze tělesné nebo psychické se zvýší hloubka a frekvence dechu a tím i přívod kyslíku k buňkám (Horneber, 1996). Klidný, plynulý nádech vyplývá ze svalové kontrakce, oproti tomu výdech vyplývá ze svalové relaxace a pružným zpětným rázem (Fox, 1993).

Podle Brycha (2008) se musí střelec se správnou technikou dýchání seznámit již na začátku, i když samotná technika dýchání není složitá, ale je stěžejní pro samotný výkon. Střelec musí dýchat zcela přirozeně, normální, klidovou frekvencí i hloubkou po celou dobu míření. V době spouštění dochází k zadržení dechu, a to na nezbytně dlouhou dobu. Fiala a kol. (2015) se zmiňuje o apnoické pauze, která nastává při přerušení dýchání ve výdechu. Ideální doba k odpálení výstřelu je do 20 s. Stejná doba stačí i k vypracování přesného zásahu. Při delším zadržení dechu a delším výstřelu je nezbytné provést několik hlubších nadechnutí, aby se odstranilo kyslíkové manko v organismu.

Doporučuje nacvičovat techniku dýchání jak beze zbraně, tak přímo v postoji se zbraní v ruce. Při delším zadržení dechu se zvyšuje únava a může se snížit výkon. U začátečníků nastupuje rychle únava i z držení zbraně, a proto se doporučuje čas na vypracování výstřelu spíše kratší (Brych, 2008).

Han-Kyu a kol. (2019) zkoumali účinek respiračního tréninku a tréninku stability na střelecký výkon. Intervenční doba byla 6 týdnů, vždy 3x týdně po 30 minutách. Rozdělil subjekty do experimentální skupiny, která prováděla obě tréninková cvičení a skupina kontrolní, která prováděla pouze trénink stability. Výsledkem této studie je zjištění, že trénink rovnováhy a respirační trénink ovlivnily kapacitu respiračních funkcí a svalovou aktivitu, ale nikoliv však už jejich střelecké dovednosti. Přesto si myslím, že jsou tyto tréninky potencionální metodou pro zlepšení střeleckých dovedností. Myslím si, že pokud jedinec bude vědět, že respirační trénink mu pomůže dosáhnout lepších střeleckých výsledků, také jich dosáhne.

6.5 Míření

Zamíření je podle Brycha (2008) okamžitý stav. Jedná se o polohu zbraně vůči terči v určitém okamžiku.

Skanaker a Antal (2007) uvádí, že jakmile střelec zvládne základní postoj a uchopení zbraně, při zvednutí zbraně do střelecké polohy by už měla být zbraň prakticky zamířená. V takovém případě už stačí malé úpravy, aby byla zbraň správně zamířená. Vrchol mušky musí ležet v jedné rovině s horní hranou hledí a mezera po obou stranách mušky ve výřezu hledí musí být stejná. Střelec by měl zaostřit dominantní oko (nachází se na stejné straně jako střílející ruka) na mušku a soustředit se převážně na ni, protože i sebemenší chyba se zvětší na vzdálenost terče několikanásobně (viz obr. 5). Oko totiž nemůže být zaostřeno na mířidla i terč zároveň. Podle Krčmáře (2017) se pro udávání přesnosti, resp. rozptylu zbraně používá úhlová jednotka MOA (Minute of angle). MOA odpovídá perspektivě zraku, který určitou úsečku zobrazuje ve vztahu k její vzdálenosti. Jinak řečeno, úhlová jednotka neudává velikost úsečky, ale poměr velikosti ke vzdálenosti od pozorovatele. 1 MOA odpovídá na 100 m zhruba 29,1 mm.



Obrázek 5 Zamíření oběma a jedním okem

[Dostupné z: <https://bit.ly/2PS280I>], 2021.

Mířením je potřeba doprovodit správný obrazec mířidel do správné polohy vzhledem k zaměřovacímu bodu na terči. Míří se na bod pod černým středem terče, vzhledem k tomu že se nejlépe kontroluje. V jedné třetině vzdálenosti od spodního okraje černého zaměřovacího středu ke spodnímu okraji terče se nachází nejideálnější zaměřovací bod (Skanaker a Antal, 1985).

Era a kol. (1996) zkoumali držení těla během míření po dobu 7,5 s před spouštěním. Výpočty byly prováděny v 1,5 s oknech, které začínalo 7,5 s před a končilo stiskem spouště. Pohyb středu sil byl analyzován z hlediska rychlosti a amplitudy pohybu. U zkušených střelců bylo pozorováno lepší stabilizování postoje během posledních vteřin než u amatérských střelců. U neelitních střelců byl pozorován výraznější pohyb středu sil v méně úspěšných pokusech, zatímco u vysoce trénovaných špičkových střelců je zjevně zřídka důvodem ke špatnému výsledku stabilizace držení těla. Junyent (1995) vzal 11 příslušníků katalánské vládní jednotky zvláštního zásahu a udělal jim tříměsíční vizuální výcvikový program. Měřil výsledky před testem a po testu, vizuální funkce a psychologické a fyzické stavy. Statistická analýza ukázala významné zvýšení vizuálních funkcí a skóre střelby po výcvikovém programu, zatímco psychická (úzkost) a fyzická kondice zůstaly stejné. Po analýze dat lze učinit některá nezvratná tvrzení týkající se vztahu zlepšení vizuálních funkcí a přírůstku výkonu střelby.

Obecně lze říct, že kvalita výkonu a sakadické pohyby očí u jakýchkoliv sportovců jsou základním aspektem mnoha sportovních úkolů. Relativně nedávné zprávy prokázaly, že vizuální zpracování pohybu očí u odborníků je mnohem účinnější než u nováčků (Zwierko, 2008), mimo jiné mají odborníci ve svém odvětví kratší odezvu na podněty objevující se v periferním zorném poli a mají kratší motorické reakce (Singer a kol., 1996; Piras a kol., 2014). Experimentální údaje však ukázaly různé účinky cvičení na vizuální funkce, např. Erickson (2007) má několik studií zaměřených na zavedení cvičení a tréninku vizuálních funkcí, avšak metodika výcvikového programu vizuálních funkcí je pořád málo rozebíraná a patří k nejméně analyzovaným tématům. Několik studií ale přece jenom rozebíralo účinnost výcviku vizuálních funkcí (Junyent, 1995; Maman a kol., 2011; Schwab a Memmert, 2012; Rezaee a kol., 2012). Rozdíl mezi nimi byl v době specificky zaměřeného tréninku. Šesti týdenní období (Maman a kol., 2011; Schwab a Memmert, 2012), po osmi týdenním období (Rezaee a kol., 2012; Krzepota a kol., 2015), nebo dvanácti týdenní období (Junyent, 1995). U všech studií bylo prokázáno zlepšení zrakových a vizuálních funkcí po tréninkovém programu. Z těchto výzkumů lze konstatovat, že alespoň šesti týdenní trénink vizuálních funkcí může zlepšit vizuální dovednosti, avšak je potřeba ještě hlubšího prozkoumání problematiky a sestavení optimálního tréninkového programu pro zlepšení vizuálních funkcí.

6.5.1 Mířidla

Muška a hledí na zbrani by měly mít vhodné rozměry, aby se oku na ně lépe zaostřovalo. Muška by měla být pravoúhlá a dostatečně široká, stejně tak i výřez hledí. Za splnění těchto podmínek by mělo být jednoduché umístit mušku do středu hledí podle proužků světla, které jsou vidět na každé straně mušky. Šířka průsvitu by měla být nejméně třetina a maximálně polovina šířky obrazce mušky. Nastavení mířidel vodorovně nebo svisle lze posunout po shlédnutí míst zásahu střely (Skanaker a Antal, 2007). Otázkou, jaká by měla být doba míření, aby nedocházelo k chybám, které by vedly ke zhoršení střeleckých dovedností, se zabývá Liška (1994). Říká, že při delším míření více než 12 s nedosahuje střelec lepších výsledků, což znamená, že pokud už střelec míří dlouho, ale ještě nevystřelil, je účinnější sklonit zbraň a zregenerovat svaly. Poté může začít mířit znovu.

Skanaker a Antal (1985) řadí mezi chyby zamíření, když střelec vidí chybný obrazec mířidel, sklonění mířidel vlevo nebo vpravo z důvodu naklonění pistole a zaostření terče, namísto mušky a hledí.

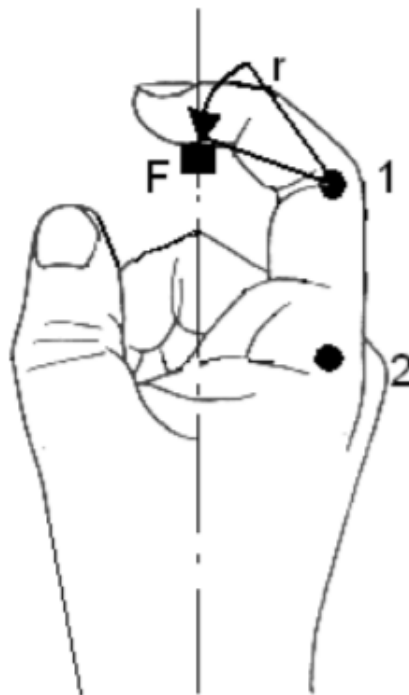
6.6 Spouštění

Technika spouštění má nejzásadnější vliv na přesnost střelby. Je třeba důkladné pochopení a správné dodržování. I menší chyba je znát na výsledcích. Při spouštění se uplatňuje schopnost kinesteticko – diferenciacní (schopnost si uvědomovat kinematické a dynamické parametry pohybu), která stojí za úspěšným a opakovatelným zasažením cíle (Brych, 2008).

Podle Skanakera a Antala (2007) přináší spouštění posunutí obrazce mířidel vůči záměrnému bodu v rozhodující okamžik. Ukazováček stlačuje spoušť po přímce, směřující k oku. Pouze první článek ukazováčku je při stlačování spouště ohýbán a pohybuje se po přímce. Zároveň se opírá o spoušť v nejsilnějším místě. Jedná se o dynamickou činnost.

Podle Bílého (2000) musí střelec provádět spouštění plavně, což znamená tak, aby se nezměnilo zamíření. Důležitý je správný a pevný úchop krku pažby tak, aby došlo k vytvoření potřebné opory, která umožní překonat ukazovákem odpor spouště. Celý proces spouštění by neměl trvat déle než 1,5 – 2 s. Brych (2008) dále zmiňuje, že nejlepší technika spouštění je prováděna prostřední částí posledního článku ukazováku tak, aby síla, která působí na spoušť byla rovnoběžná s osou pistole (viz obr. 6).

Existují dva typy stisknutí spouště. Postupná technika, která spočívá v postupném zvyšování tlaku na spoušť, až do samotného stisknutí spouště a technika pulzační, kdy střelec namáčkne spoušť až do mrtvého bodu a poté po minimálním zvýšení tlaku následuje spuštění. Poslední fáze spuštění je obtížná kvůli současnému zadržení dechu a jemnému míření. Chybou je mačkat spoušť špičkou prstu, anebo naopak až druhým článkem ukazováku. Může zde docházet k mírnému vyosení zbraně doprava/doleva, což se negativně odrazí na přesnosti střelby. Ukazováček by měl být po celou dobu v kontaktu s jazýčkem, jinak při druhé, resp. Dalšíh ranách dochází ke stržení spouště (Brych, 2008).



Obrázek 6 Správná technika spouštění (Brych, 2008)

(F = síla působící na jazýček, r = poloměr otáčení, 1= pohyblivá část, 2= fixní část)

Samonabíjecí zbraně mají tzv. reset spouště, který může střelci pomoci zvýšit přesnost a rychlost střelby. Termín reset spouště označuje techniku spouštění, při které střelec po výstřelu povolí spoušť pouze natolik, aby došlo k napnutí spoušťového mechanismu a může dále střílet. Střelec se pohybuje ve výrazně kratším rozsahu pohybu, protože nemusí překonávat celý chod spouště.

Helin a kol. (1987) realizovali studii, která měla ověřit načasování spouštění ve vztahu k srdečnímu cyklu při střelbě. Testovanými subjekty byla šestice profesionálních střelců a trojice začátečníků. Byla zjišťována elektrická aktivita svalu spouštěcího prstu a srdečního cyklu. Výzkum ukázal že profesionální střelci spouštěli při diastole, zatímco začátečníci spouštěli během systoly i diastoly, přičemž lepších výsledků dosahovali amatéři při spouštění během diastoly. Dalším, kdo zkoumal vztah srdečního cyklu na skóre střelby, ale i elektromyografickou (EMG) aktivitu v horní části těla a stabilitu pistole byl Kontinen a kol. (1998). Srdeční aktivita byla zaznamenávána 6 s před stiskem spouště. Každý střelec vykazoval pokles předspouštěcí srdeční frekvence. Studie se zúčastnili elitní, ale i amatérští střelci u kterých nebyl rozsah této změny větší než u elitních střelců, což naznačuje, že vzorce srdeční frekvence odrážely aspekty přípravného výkonu spojené s dovednostmi. Stabilita zbraně a EMG naznačují, že pozorované změny srdeční frekvence byly spojeny s pokusy střelce dosáhnout pevné polohy zbraně, ale opět to závisí na úrovni jejich dovedností.

6.7 Zpětný ráz

Podle Kotta (2013) je zpětný ráz definován jako fyzikální i technický jev. Fyzikálním popisem jako východiskem vzniku, existence a chování zpětného rázu je třetí Newtonův zákon, a to „**Zákon akce a reakce**“, který nám říká, že proti každé akci působí reakce stejně velká, opačně orientovaná. Při střelbě je přítomna aktivní síla, která se projevuje pohybem dopředu. Tím je vyvolána reaktivní síla, která se působením na zbraň projevuje jako zpětný ráz.

Vlivem fyzikálních zákonitostí se zbraň, která měla před výstřelem nulovou rychlost, postupně vlivem různých procesů rozechvívá a urychluje se opačným směrem, než je směr výstřelu (Juráň, 2017). Bylo zjištěno, že událost zpětného rázu je poměrně krátká a má trvání řádově 10 ms (Hall, 2008).

Kneubuehl (2004) uvádí, že střelec během výstřelu pocítuje silové působení, které je přímým důsledkem zákona o zachování hybnosti. Celková hodnota hybnosti před výstřelem je rovna nule, což znamená že je zbraň v klidu. V momentě výstřelu působí na zbraň impuls síly a celková hybnost se změní.

Podle Morelliho a kol. (2017) lze sílu zpětného rázu zbraně kvantifikovat zaznamenáním hodnot impulsu, rychlosti a energie, přičemž čím silnější je zpětný ráz, tím je obvykle snížený výkon střelce. Zpětný ráz má několik nepříznivých, ale

předvídatelných účinků, jako je např. trhnutí, zvýšení TF a další (Morelli a kol., 2014). Pohyb způsobený zpětným rázem také způsobuje odchylku cílového bodu v časovém intervalu kolem zmáčknutí spouště (Harper a kol. 1996), což prodlužuje dobu potřebnou k opětovnému získání cílů mezi jednotlivými po sobě následujícími výstřely.

Zpětný ráz se významně podílí na přesnosti střelby. V očekávání zpětného rázu dochází ke strhávání zbraně. Důležitý je správný úchop a postoj, kde může dojít z hlediska biomechanických principů k absorpci zpětného rázu celou vrchní polovinou těla (Hynouš, 1976).

Vztah mezi fyzickou energií zpětného rázu a intenzitou vnímání zpětného rázu střelcem a tím, jak tento vztah moduluje dopad zpětného rázu na střelcům výkon je nejasný. Psychologicko-fyzický odhad velikosti zpětného rázu pro střelce může souviset s fyzickou energií zpětného rázu zbraně. Vystává otázka, jak zmírnit dopad energie zpětného rázu na výkon střelce, aniž by došlo k celkovému snížení účinnosti systému. Jedním z možných řešení je vybavit střelce zbraní, která minimalizuje dopad zpětného rázu mechanickým rozptylem energie ještě předtím, než se přenese na střelce (přerozdělení energie, těžší nárazníkové systémy). Tyto metody mohou omezit energii zpětného rázu vnímanou pro střelce a současně nesnížit účinnost systému. Rusell (2013) popisuje techniky zmírňování zpětného rázu, při nichž se manipuluje s vnějšími vlastnostmi zbraně. Zmírněním subjektivního dojmu zpětného rázu pro střelce nesnížíme celkovou fyzickou energii, ale snížíme míru energie, která je posílána do těla střelce, buď prostřednictvím změn ve zbraňovém systému (Morelli a kol., 2014), anebo prostřednictvím změn ve způsobu střelby ze zbraňového systému (Czarnecki a Janowitz, 2013). Burns (2012) uvádí, že změnou aspektů impulzu zpětného rázu můžeme ovlivnit i velikost zpětného rázu a tím zlepšíme výkon střelce.

Morelli (2017) dále uvádí, že událost zpětného rázu v kontextu zásahu do cíle, je zřetelné přerušování zaměřování cíle a může narušit výkon, neboť znovu zaměřit cíl, srovnat se v postoji a být stabilní je celkově složitá událost pro úspěšný střelecký výkon.

6.7.1 U reálné zbraně

Zpětný ráz u střelných zbraní je projevem fyzikálních a chemických interakcí, které vznikají bezprostředně po kontaktu zápalníku a zápalky náboje. Tímto kontaktem dochází k zapálení prachové složky v náboji. V průběhu tohoto hoření se začnou vyvíjet prachové plyny, které expandují a vytlačují střelu z nábojnice a protlačují jí vývrtem

hlavně ven. Vše probíhá ve vysoké rychlosti, přičemž v hlavni dochází k vysokému nárůstu rychlosti, a to z nulové až na tzv. úst'ovou rychlost. To je rychlost projektilu, s níž opouští hlaveň (Kott, 2013).

Rychlost zpětného rázu označuje rychlost zbraně po výstřelu. Maximální hodnotu rychlosti zpětného rázu je dosaženo v okamžiku, kdy střela opustí hlaveň (Juráň, 2017).

Hynouš (1980) uvádí, že při hoření prachové náplně tlačí rozpínající se plyny stejnou silou na celý povrch objemu, který zaujímají. Tlak plynů na dno střely je tak velký, že nutí střelu pohybovat se vývrtem hlavně a současně působí na dno nábojnice a přes ni na závěr do pistole, která se pohybuje v opačném směru než se pohybuje střela. Zpětný ráz zbraně začíná působit na začátku pohybu střely a největší síly dosahuje v okamžiku, kdy střela hlaveň opustí. Rychlost zpětného rázu je tolikrát menší než počáteční rychlost střely, kolikrát je střela lehčí než zbraň. Ruka vytváří sílu reakce k akci pistole.

6.7.2 U laserové zbraně

Laserová zbraň sama o sobě nevykonává zpětný ráz, protože tam nedochází k hoření a vypuštění projektilu, ale může ho vyvolat pomocí simulátorů zpětného rázu.

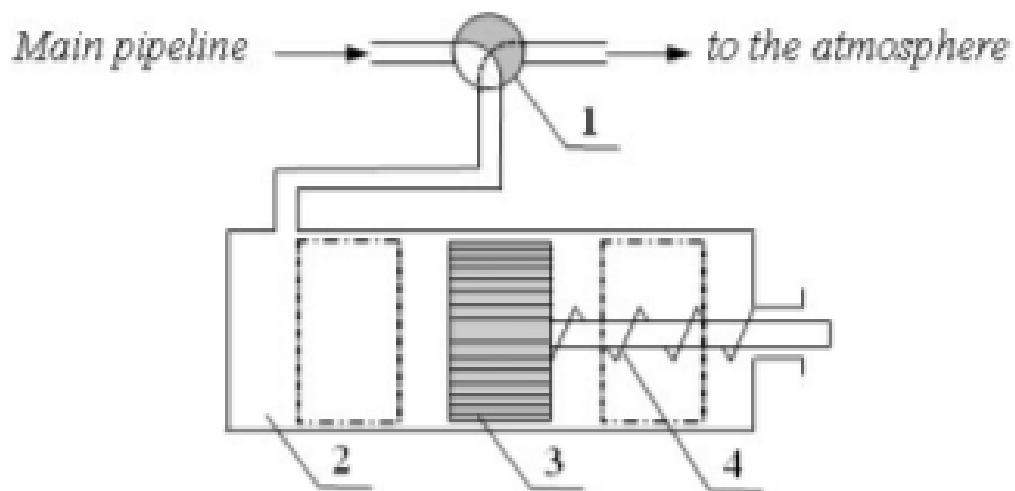
Fedaravičius a kol. (2020) popisuje, že u střeleckých simulátorů je v realistických bojových scénářích nezbytná podmínka pro rozvoj technik správného cílení a dovedností rekonstruovat výkon všech procesů výstřelu, tzn. i zpětného rázu. Jako měřítko účinnosti simulátoru lze považovat jeho schopnost rekonstruovat fyzický a psychologický dopad skutečných střelných zbraní na střelce. Simulátor by měl reprodukovat zvuk a zpětný ráz.

Dále uvádí, že v oblasti výzkumu dynamiky střelby je vyvíjeno velké úsilí, jehož cílem je uplatnit poznatky při vývoji efektivních postupů pro tréninkový proces střelců a sportovců. Je výzvou dosáhnout úplného napodobení skutečného výstřelu ze zbraně.

Lukač a kol. (2016) píše ohledně zařízení, které vyvolávají zpětný ráz. Nejrozšířenější simulace zpětného rázu se provádí pomocí pneumatických simulačních systémů, které jsou poháněny stlačeným vzduchem, oxidem uhličitým nebo dusíkem. Společným měřítkem těchto systémů je stejný tvar zařízení. Dalším způsobem je simulace elektromagnetického zpětného rázu. Ten používá elektromagnetické pole generované cívkou k urychlení pístu, který je vytvořen jako pohyblivé jádro cívky a jeho uvedení do zadní polohy, aby zasáhl přijímač. Ve srovnání s pneumatickým systémem poskytuje

elektromagnetický systém více možností v simulaci zpětného rázu, např. v průběhu a velikosti síly zpětného rázu.

U pneumatického systému je provoz mechanismu zajišťován tlakovými impulsy stlačeného vzduchu, který je dodáván hlavním potrubím (viz obr. 7). Stlačený vzduch z hlavního potrubí proudí do komory pneumatického válce. Působením stlačeného vzduchu se píst pohybuje doprava, čímž stlačí pružinu. Po přepnutí ventilu se komora válce, která je připojena k atmosféře, vyprázdní a tlak začne klesat. Píst pod pružinou se přesune doleva do výchozí polohy (Fedaravičius a kol., 2011).



Obrázek 7 Pneumatický pohon (Fedaravičius a kol., 2011)

(1= ventil, 2= pneumatický válec, 3= píst, 4= pružina)

[Dostupné z: <https://bit.ly/3sdl2fQ>].

Lukáč a kol. (2016) popisují elektromagnetický systém pro simulování zpětného rázu jako zařízení které používá elektromagnetické pole generované cívkou k urychlení pístu, který je vytvořen jako pohyblivé jádro cívky a jeho házení do zadní polohy a zpět (viz obr. 8). Ve srovnání s pneumatickým systémem poskytuje elektromagnetický systém více možností v simulaci zpětného rázu. Ovládání elektromagnetického pole umožňuje upravit sledování polohy a pohybů pístu v cívce a průběh a velikost síly zpětného rázu, díky čemuž je tento systém simulace zpětného rázu velmi přizpůsobivý různým typům zbraní. Celý systém také vyžaduje menší údržbu než pneumatický systém a poskytuje delší životnost. Nevýhodou tohoto systému mobilita celého simulačního systému kvůli relativně vysoké spotřebě energie. Kapacita akumulátoru závisí na jeho rozměrech,

a proto je těžké získat vhodný akumulátor pro delší zásobování celého systému. Vhodným řešením je použít externí zdroj energie, který je připojen k imitaci střelné zbraně pomocí kabelu. Střelec je zároveň ale omezen na pohyb a dosahu délkou kabelu.



Obrázek 8 Haptech electromagnetic recoil simulation system

[Dostupné z: <https://bit.ly/3b8NVUz>], 2021.

7 Cíle, úkoly a metodika práce

7.1 Cíl

Cílem práce je nashromáždění informací o reálné a laserové střelbě z RPZ v souvislosti s fyziologií a biomechanikou člověka. Hlavní přínos vidím v systematickém uchopení problematiky jako pochopení ucelené informace. Porovnat jejich rozdíly, případně navrhnout laserovou střelbu jako prostředek pro testování vojáků v Armádě České republiky. Tato práce teoretického charakteru bude sloužit jako pilotní studie k mé diplomové práci.

7.2 Úkoly

- Stanovit cíl a úkoly výzkumu;
- Nastudovat odbornou literaturu související s danou problematikou;
- Seznámit se s použitím zbraní v AČR;
- Popsat střelbu z fyziologického a psychologického hlediska;
- Popsat jaké faktory ovlivňují střelbu a rozdíl mezi laserovou a reálnou střelbou;
- Zpracovat články a studie k daným kapitolám problematiky a ohodnotit to vlastním pohledem;
- Zpracovat závěr s vlastním pohledem do problematiky.

7.3 Metodika

Práce je teoretického charakteru. Budu vycházet především z odborných publikací, literatury v českém a anglickém jazyce v ústřední tělovýchovné knihovně UK v Praze, v Národní technické knihovně a z Národní digitální knihovny. Dále budu vycházet z článku, výzkumů, materiálů nacházející se na odborných databázích jako je např. Google Scholar, PubMed, Web of Science, Repozitář, Researchgate, Academia.edu, Theses, Microsoft Academic Search a další. Pro vyhledávání jsem použil několik klíčových slov, ty nejdůležitější byly: Střelba, laserová střelba, zbraň, pistole, psychologie a fyziologie člověka, zpětný ráz, spouštění a další.

8 Závěr

Na úvod musím zmínit, že cílem na začátku rešerše bylo nashromáždění informací o reálné a laserové střelbě z RPZ v souvislosti s fyziologií a biomechanikou člověka. Tento cíl byl doplněn ještě o souvislost střelby s psychologií člověka, která je součástí střeleckého výkonu. Co se týče porovnání laserové a reálné střelby, nenašel jsem dostatečné množství zdrojů, abych mohl říct jaké rozdíly mezi nimi jsou. Ze svého pohledu můžu usuzovat, že u laserové střelby je výrazně nižší finanční nákladovost, a je to tedy zajímavým tématem pro AČR z pohledu ekonomické stránky. Otázkou je, zda je to účinný prostředek pro trénink a nácvik dovedností se zbraní. Určitě se hodí na nácvik správné manipulace se zbraní a suchý nácvik střelby. Pokud vezmeme laserový trenažér, který používá jako zbraň maketu Glocka 17 s uměle vyvolaným zpětným rázem a se stejnou váhou jako reálný Glock 17, rozdíl ve střeleckém výkonu by tedy teoreticky nemusel být žádný. Myslím si ale, že pro vojáka držícího reálnou zbraň, která může být reálně nebezpečná a života ohrožující, je to z psychologické a fyziologické stránky těžší úkol než držet laserovou zbraň a vědět, že mu nehrozí žádné fyzické nebezpečí. Zde by bylo do budoucna žádoucí více výzkumů ohledně korelace mezi střeleckými výsledky z reálné a laserové zbraně. Porovnat i další parametry, jako je vliv TF, nebo nějakým způsobem (dotazníkem) zjistit míru stresu jako důsledek psychologického faktoru na střelecký výkon.

Při rozebírání jednotlivých kapitol, si uděláme představu o ucelené informaci dané problematiky. V teoreticko-empirických pracích se rozebírají a komentují jednotlivé kapitoly až v diskuzi, avšak v teoretických pracích se diskuze nevyskytuje. Proto jsem se rozhodl komentovat jednotlivé kapitoly přímo v obsahu práce a shrnu to v závěru. Dále bych podotknul, že v textu jsem se snažil o provázání kapitol, např. odkazem v textu na kapitolu výše zkratkou kap. (4.2). Uvědomuji si, že mohla být použita místo slova kapitola i subkapitola, popř. podkapitola, ale nechtěl jsem narušovat celistvost sdělení.

V bakalářské práci jsou nejprve rozebírány zbraně obecně, které už z textu výše jsem rozdělil na palné a laserové. U palných zbraní nebyl problém v nalezení průniku do problematiky, protože literatury na toto téma je dnešním dnem už velké množství a mohl jsem nastínit stručně i historii. Avšak u rozdělení laserových zbraní je to obtížnější, z důvodu velice krátké historie laserových zbraní a laserových systémů. Čerpal jsem

hlavně od jednoho českého autora, který dané problematice rozumí a je odborníkem na laserové zbraně ve světě.

V další kapitole představuji, jak funguje střelba v AČR z pro mě dostupných zdrojů. Měl jsem k dispozici většinu zdrojů, ze kterých AČR vychází při plnění výcviku střelb, avšak musím zmínit, že existují vnitřní předpisy, které stanovují na každém útvaru rozpis a plán střelb, ke kterým nemám přístup. Proto jsem kontaktoval několik tělovýchovných náčelníků a instruktorů střelb, kteří mi poskytli interní informace o průběhu střelb na jejich pracovním místě. Vyvodil jsem si závěry, že na každém útvaru střílejí vojáci v různých intenzitách a různými způsoby. Více střílejí vojáci, kteří jsou příslušníky bojového útvaru než vojáci patřící do útvaru pro logistiku. Což mi přijde jako logický přístup a je třeba to takto zachovat i nadále.

Kapitola fyziologie střelby je popisována z pohledu střelce a jeho střeleckého výkonu. Stejně tak kapitola o psychologii a o faktorech ovlivňujících výkon, které jsou obě popisovány ze stejného pohledu jako kapitola o fyziologii. Zrak jistě souvisí se střeleckým výkonem. Za mě je to nejdůležitější analyzátor nervové soustavy, mj. jako je sluchový, hmatový a další. Proto taky zraku přikládám velkou pozornost a strukturovanější a podrobnější rozepsání. Kapitola o opěrném systému, stejně jako o tělesné zdatnosti a únavě, se ve větší míře prolíná s kapitolou faktorů ovlivňujících střelbu, konkrétně se stabilitou a polohou postoje. Obecně by se dalo říct, že mezi faktory ovlivňující přesnost střelby patří jak fyziologie, tak psychologie střelby. Já ovšem rozdělil tato velká témata na několik kapitol, abych docílil lepší celistvosti a přehledu v textu. Pokud se tedy zmiňuji o opěrném systému, je jeho výsledná stabilita ovlivněna biomechanickými a neurofyziologickými faktory. Vyhledal jsem několik studií, které zkoumaly jak opěrný systém, tak únavu organismu po zátěži při střelbě z ruční palné zbraně a částečně okomentoval v textu výše.

Psychologie střelby je neodmyslitelná od střeleckého výkonu, hlavně pokud jde o závodní střelbu, ve které hraje psychika výraznější roli. I z armádního pohledu je psychologie důležitá, například pro bojové situace. Voják může mít nastříleno „tisíce“ hodin na střelnici, ale v případě jeho ohrožení na životě je psychologický faktor rozhodující. Při střelbě pod jakýmkoliv psychickým omezením by se dalo říct, že výkon střelců zpočátku klesá, protože je nutná určitá forma procesu učení, aby se pohyby přizpůsobily novým, neznámým okolnostem. Školení v takovýchto situacích

s omezeními a s nátlakem může pomoci aklimatizovat výkon na normální střelcoví standardy, a tedy i částečně, či zcela omezit určitou formu stresu, který je na střelce vyvíjen. Z veškerých dostupných zdrojů a informací nedovedu vyvodit žádný závěr založený na důkazech o roli psychologických faktorů jako faktorů střeleckého výkonu.

Kapitola o faktorech ovlivňujících přesnost střelby je logickou posloupností na konci práce. Jedná se o kapitolu, ve které vidím určitý rozdíl ve střelbě z palné a laserové zbraně, přičemž nemůžu vyloučit více rozdílů, jak už jsem uváděl výše. Postoj a stabilita těla, držení a spouštění zbraně, dýchání a míření jsou speciální dovednosti, které se subjektivním vnímáním zpětného rázu jsou klíčovým bodem úspěšné střelby. Pokud střelec nezvládne jednu ze speciálních střeleckých dovedností, které spolu souvisí, nezvládne dospět ke kvalitnímu výsledku střelby. Je potřeba je trénovat a věnovat jim dostatečnou pozornost. Jak už jsem zmiňoval, je proces mířeního výstřelu složitý soubor činností, který nevyžaduje jenom správné splnění speciálních dovedností, ale i další faktory. Mezi ně patří zcela jistě fyzická připravenost spolu s psychickou odolností. Podle mnoha trenérů i sportovců je posturální stabilita nejdůležitější faktor ovlivňující střelecký výkon. Z biomechanického hlediska je posturální stabilita důsledkem interakce gravitace s mechanickými vlastnostmi pohybového systému a řídicí proces během míření. Z výše uvedených výzkumu by se dalo vyvodit, že by mělo být vzhledem ke střeleckému výkonu podporováno použití dalších tréninkových programů rovnováhy ke zlepšení posturální stability dovedností střelce. Ovšem víme, že intenzivní a dlouhá cvičení narušují kontrolu držení těla, proto bych navrhoval krátká cvičení zaměřená na rozvoj rovnováhy, ale i celkového motorické dovednosti. Houpání těla ovlivňuje stabilitu zbraně s časovým zpožděním, zatímco držení zbraně a přesnost míření probíhá současně v procesu míření, a proto úzce souvisí s následnou fází spouštění. Výzkumy, které uvádím výše, se zaměřují odděleně na jednotlivé determinanty střeleckého výkonu, ale pro budoucí studie by možná bylo vhodné využívat složitější analýzy zahrnující více než jeden determinant střeleckého výkonu. Z rešerše jsem zjistil, že existuje malé množství výzkumů, které se zabývají faktory ovlivňujícími výkon ve střelbě z ručních palných zbraních. O laserových zbraních se z kontextu celé práce nemusím ani zmiňovat.

Limitace:

Limitaci vidím v nedostatečném počtu výzkumů v oblasti laserové střelby a jejím propojením s reálnou střelbou a taky v mojí mírné jazykové bariéře. Například při rozebírání studií v jiném jazyce než českém a anglickém (španělština, korejština, a další), musel být použit překladáč. Při rozebírání studií v anglickém jazyce byl použit překladáč jako kontrolní pomůcka. Další limitací je nepřístupnost zdrojů, resp. omezený přístup k určitým studiím, přičemž se jednalo o placené články, nebo Univerzita Karlova neměla povolení zobrazovat články v daném časopisu, ve kterém studie vyšla a k nahlédnutí byl pouze abstrakt.

9 Seznam použitých zdrojů

1. AALTO, Heikki, Ilmari PYYKKÖ, Raija ILMARINEN, Erkki KÄHKÖNEN a Jukka STARCK. *Postural Stability in Shooters*. ORL [online]. 1990, 52(4), 232-238 [cit. 2021-5-13]. ISSN 1423-0275. Dostupné z: doi:10.1159/000276141.
2. BACSI, Ann M. a James G. COLEBATCH. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Experimental Brain Research* [online]. 2005, 160(1), 22-28 [cit. 2021-5-13]. ISSN 0014-4819. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-004-1982-2.
3. BALL, Kevin A., Russell J. BEST a Tim V. WRIGLEY. Inter- and Intra-Individual Analysis in Elite Sport: Pistol Shooting. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. 2003, 19(1), 28-38 [cit. 2021-5-13]. ISSN 1065-8483. Dostupné z: doi:10.1123/jab.19.1.28.
4. BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-2461-817-3.
5. BERMEJO, Jose Luis, Xavier GARCÍA-MASSÓ, Manuel GOMIS, Frederic NOÉ, Florentino HUERTAS, Carlos PABLOS a Thierry PAILLARD. The difficulty of postural tasks amplifies the effects of fatigue on postural stability: Implication on the role of natural stance. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2015, 115(3), 489-495 [cit. 2021-5-5]. ISSN 1439-6319. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-014-3038-z.
6. BÍLÝ, Jiří. *Lovecká střelba*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Radix, c2000. ISBN 80-860-3126-8.
7. BOJDA, Petr, Pavel GRECMAN a Jiří NĚMEČEK. *Základy rádiové a optické lokace*. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-205-4.
8. BROWN, Melissa J., Richard D. TANDY, Gabriele WULF a John C. YOUNG. The Effect of Acute Exercise on Pistol Shooting Performance of Police Officers. *Motor Control* [online]. 2013, 17(3), 273-282 [cit. 2021-5-14]. ISSN 1087-1640. Dostupné z: doi:10.1123/mcj.17.3.273.
9. BRYCH, Jan a UNIVERZITA KARLOVA, 2008. *Sportovní střelba*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1582-0.

10. Burns, B. P. (2012). Recoil considerations for shoulder-fired weapons (ARL-CR-692). Aberdeen Proving Ground, MD: U.S. Army Research Laboratory. Dostupné z: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a561571.pdf>.
11. CZARNECKI, F a I JANOWITZ. Ergonomics and safety in law enforcement. *Clinics in Occupational and Environmental Medicine* [online]. 2003, 3(3), 399-417 [cit. 2021-5-13]. ISSN 15260046. Dostupné z: doi:10.1016/S1526-0046(03)00100-6.
12. ČERNÝ, Pavel a Michal GOETZ. *Manuál obranné střelby: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování. 2., dopl. a přeprac. vyd.* Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0739-6.
13. DAY, B L, M J STEIGER, P D THOMPSON a C D MARSDEN. Effect of vision and stance width on human body motion when standing: implications for afferent control of lateral sway. *The Journal of Physiology* [online]. 1993, 469(1), 479-499 [cit. 2021-5-13]. ISSN 00223751. Dostupné z: doi:10.1113/jphysiol.1993.sp019824.
14. DECICCO, Kenneth. The 3 shooting stances: Which one's right for you? *The TacticalList Contributor* [online]. 2017 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <https://www.police1.com/police-products/firearms/training/articles/the-3-shooting-stances-which-ones-right-for-you-LA3iowVFZFC9hE24/>.
15. DOVALIL, Josef, 2009. *Výkon a trénink ve sportu.* Praha: Olympia. ISBN 978-80-7376-130-1.
16. ELBLE, R. J., S. Sienko THOMAS, C. HIGGINS a J. COLLIVER. Stride-dependent changes in gait of older people. *Journal of Neurology* [online]. 1991, 238(1), 1-5 [cit. 2021-5-14]. ISSN 0340-5354. Dostupné z: doi:10.1007/BF00319700.
17. ERA, P., N. KONTTINEN, P. MEHTO, P. SAARELA a H. LYYTINEN. Postural stability and skilled performance—A study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics* [online]. 1996, 29(3), 301-306 [cit. 2021-5-6]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/0021-9290(95)00066-6.
18. ERICKSON, Graham. *Sports vision.* St. Luis: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 9780702039072.

19. EVANS, K., Rachel, SCOVILLE, R., Charles, ITO, A., Max, MELLO, P., Robert. Upper body fatiguing exercise and shooting performance. *Military Medicine* [online]. 2003, 168(6), 451-456 [cit. 2021-5-12]. PMID 12834134.
20. EXTANCE, Andy. Military technology: Laser weapons get real. *Nature* [online]. 2015, 521(7553), 408-410 [cit. 2021-4-24]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: doi:10.1038/521408a.
21. FAKTOR, Zdeněk. *Střelné zbraně: konstrukce a funkce*. Praha: Magnet-Press, 1995. Magnet hobby. ISBN 80-858-4746-9.
22. FEDARAVIČIUS, Algimantas, Laima PATAŠIENĖ, Minvydas RAGULSKIS a Arvydas SURVILA. Design and research of a laser trainer with all the functions of the G-36. *JOURNAL OF VIBROENGINEERING*. 2011, 13(3), 558-563. ISSN 1392-8716.
23. FEDARAVIČIUS, Algimantas, Kestutis PILKAUSKAS, Egidijus SLIZYS a Arvydas SURVILA. Research and development of training pistols for laser shooting simulation system. *Defence Technology*. 2020, 16(3), 530-534. ISSN 22149147. Dostupné z: doi:10.1016/j.dt.2019.06.018.
24. FIALA, Pavel, Jiří VALENTA a Lada EBERLOVÁ, 2015. *Stručná anatomie člověka*. V Praze: Vydala Univerzita v Praze, Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2705-2.
25. FOX, Stuart Ira, 1993. *Human physiology*. Dubuque, IA: WMC Brown Pub. ISBN 978-0-697-12260-5.
26. FUHER, Suzanne N. a Mike LETTKO. *Glossary of Firearm Terms*. 3rd edition. Association of Firearm Instructors, 2015.
27. GIMBERNAT, H., C. REDONDO, A. GARCÍA-TELLO, E. MATEO, J.M. GARCÍA-MEDIERO a J.C. ANGULO. Reimplantación ureteral laparoendoscópica por puerto único transumbilical. *Actas Urológicas Españolas* [online]. 2015, 39, 195-200 [cit. 2021-5-15]. ISSN 02104806. Dostupné z: doi:10.1016/j.acuro.2014.06.003.
28. GROHMANN, Jan. Laserové zbraně nastupují k námořnictvu. *Armádní noviny* [online]. 2011 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/laserove-zbrane-nastupuji-k-namornictvu.html>.

29. GROHMANN, Jan. Laserové zbraně nastupují k námořnictvu. *Armádní noviny* [online]. 2011 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/glef-obranny-zeleny-laser-chrani-zivoty.html>.
30. GROHMANN, Jan. Věk laserových zbraní se blíží. *Armádní noviny* [online]. 2015 [cit. 2021-4-24]. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/vojenska-vyzbroj.html>.
31. HALL, Matthew J. Measuring felt recoil of sporting arms. *International Journal of Impact Engineering*. 2008, 35(6), 540-548. ISSN 0734743X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijimpeng.2007.03.007.
32. HAN-Kyu, Dong-Woo KIM a Tae-Ho KIM. Improvements of Shooting Performance in Adolescent Air Rifle Athletes After 6-Week Balance and Respiration Training Programs. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2019, 28(6), 552-557. ISSN 1056-6716. Dostupné z: doi:10.1123/jsr.2017-0386.
33. HARPER, W. H., ELLIS, P. H., HANLON, W. E., MERKEY, R. P. (1996). The effects of recoil on shooter performance (ARL-TR-382). Aberdeen Proving Ground, MD: U.S. Army Research Laboratory.
34. HAWKINS, Richard N. a Joellen M. SEFTON. Effects of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2011, 29(13), 1381-1387 [cit. 2021-5-13]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2011.593039PARK.
35. HECHT, Jeff. Laser. *Encyclopedia Britannica* [online]. 2020 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/laser>.
36. HELIN, P, T SIHVONEN a O HANNINEN. Timing of the triggering action of shooting in relation to the cardiac cycle. *British Journal of Sports Medicine*. 1987, 21(1), 33-36. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.21.1.33.
37. HORAK, Fay B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006, 35(2), 7-11. ISSN 0002-0729.
38. HORNEBER, R. *Střelba z pušky* (překlad Petr Kovařík). ČSS, 1996.
39. HORNOVÁ, Jara, 2011. *Oční propedeutika*. ISBN 978-80-247-4087-4.
40. HOŠEK, V., KOBYLKA, L., SLEPIČKA, P. *Průvodce psychologii sportu: obecná část: pro doplnění učebních textů*. Asociace psychologů sportu České republiky, 2004.

41. HUNT, Morton. *Dějiny psychologie*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-717-8386-2.
42. HYNOUNŠ, Jan. *Teorie střelby*. Díl 1.. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1976.
43. CHOUTKA, Miroslav a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. 2., rozšíř.vyd. Praha: Olympia, 1991. Věda pro praxi (Olympia). ISBN 80-703-3099-6.
44. IHALAINEN, Simo, Vesa LINNAMMO, Kaisu MONONEN a Sami KUITUNEN. Relation of Elite Rifle Shooters' Technique-Test Measures to Competition Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2016, 11(5), 671-677 [cit. 2021-5-15]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: doi:10.1123/ijsp.2015-0211.
45. IHALAINEN, Simo, Kaisu MONONEN, Vesa LINNAMMO a Sami KUITUNEN. Which technical factors explain competition performance in air rifle shooting? *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2018, 13(1), 78-85 [cit. 2021-5-15]. ISSN 1747-9541. Dostupné z: doi:10.1177/1747954117707481.
46. JANSKA, Petr a Josef DOVALIL. *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. [Praha]: Q-art, 2007. ISBN 80-903-2808-3.
47. JURÁŇ, R. *Měření zpětného rázu při výstřelu*. Brno, 2017. Bakalářská Práce. Vysoké Učení Technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Tomáš Frýza, Ph.D.
48. JUNYENT, L. Visual training programme applied to precision shooting. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 1995, 15(5), 519-523 [cit. 2021-5-6]. ISSN 02755408. Dostupné z: doi:10.1016/0275-5408(95)00068-O.
49. KIM, Ji-Won, Yuri KWON, Hyung-Min JEON, Min-Jung BANG, Jae-Hoon JUN, Gwang-Moon EOM a Do-Hyung LIM. Feet distance and static postural balance: Implication on the role of natural stance. *Bio-Medical Materials and Engineering* [online]. 2014, 24(6), 2681-2688 [cit. 2021-5-5]. ISSN 09592989. Dostupné z: doi:10.3233/BME-141085.
50. KIRBY, R.L., N.A. PRICE a D.A. MACLEOD. The influence of foot position on standing balance. *Journal of Biomechanics* [online]. 1987, 20(4), 423-427 [cit. 2021-5-13]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/0021-9290(87)90049-2.

51. KITTNAR, Otomar, 2011. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3068-4.
52. KNAPIK, J., J., ANG, P., MEISELMAN, H., JOHNSON, W., KIRK, J., BENDEL, C., HANLON, W. Soldier performance and strenuous road marching: influence of load mass and load distribution. *Military Medicine* [online]. 1997, 162(1), 62-67 [cit. 2021-5-12]. PMID 9002707.
53. KNEUBUEHL, Beat P. *Balistika: střely, přesnost střelby, účinek*. 2. vyd. Praha: Naše vojsko, 2004. ISBN 80-206-0749-8.
54. KOHLÍKOVÁ, Eva. *Fyziologie člověka: učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. V Praze: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2004. ISBN 80-86317-31-5.
55. KOMENDA, Jan. *Zbraně a střelivo mezi paragrafy*. Brno: Josef Tůma, 2003. ISBN 80-866-8703-1.
56. KONTTINEN, Niilo, Heikki LYYTINEN a Jukka VIITASALO. Preparatory heart rate patterns in competitive rifle shooting. *Journal of Sports Sciences* [online]. 1998, 16(3), 235-242 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/026404198366759.
57. KOTT, Otto. *Předpoklady pohybu*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2013. ISBN 978-80-261-0215-1.
58. KOVÁRNÍK, Libor a Milan MARTÍNEK. *Zákon číslo 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu: úplné znění zákona ke dni 1. února 2009*. Praha: Naše vojsko, 2009. ISBN 978-80-206-1012-6.
59. KRČMÁŘ, Jan. *MOA (minute Of Angle)* [online]. In: . [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <http://www.balistika.cz/moa.html>.
60. KRYL, Lubomír. *Fyziologie sportovní střelby*. Praha: ÚV SVAZARMU, 1979.
61. KRZEPOTA, Justyna, Teresa ZWIERKO, Lidia PUCHALSKA-NIEDBAŁ, Mikołaj MARKIEWICZ, Beata FLORKIEWICZ a Wojciech LUBIŃSKI. The Efficiency of a Visual Skills Training Program on Visual Search Performance. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2015, 46(1), 231-240 [cit. 2021-5-13]. ISSN 1899-7562. Dostupné z: doi:10.1515/hukin-2015-0051.

62. LANDERS, Daniel M., Wang Min QI a Patricia COURTET. Peripheral Narrowing among Experienced and Inexperienced Rifle Shooters under Low- and High-Stress Conditions. *Research Quarterly for Exercise and Sport* [online]. 1985, 56(2), 122-130 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0270-1367. Dostupné z: doi:10.1080/02701367.1985.10608446.
63. VAN DER LINDEN, Dimitri et al. Disrupted sensorimotor gating due to mental fatigue: Preliminary evidence. *International Journal of Psychophysiology*. 2006, 62(1), 168-174. ISSN 0167-8760.
64. LIŠKA, Přemysl, 1994. *Střelba z pistole a revolveru*. Dotisk 1. vyd. Praha: Magnet-Press. Magnet-Hobby. ISBN 978-80-85847-09-3.
65. LUKÁČ, Tomáš, Roman VÍTEK, Linh DO DUC a Vladimír HORÁK. Experimental mechanical device for recoil simulation. *Scientific research and education in the air force*. 2016, 18(1), 337-344. ISSN 22473173. Dostupné z: doi:10.19062/2247-3173.2016.18.1.46.
66. MAMAN, Paul, Shukla GAURANG a J. S. SANDHU. The effect of vision training on performance in tennis players. *Serbian Journal of Sports Sciences* [online]. 2011, 5(1), 11-16 [cit. 2021-5-13]. ISSN 18206301.
67. MEHLING, Wolf E. et al. Body awareness: construct and self-report measures. *PloS One*. 2009, 4(5), 5614. ISSN 1932-6203.
68. MONONEN, K., N. KONTTINEN, J. VIITASALO a P. ERA. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* [online]. 2006, [cit. 2021-5-25]. ISSN 0905-7188. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0838.2006.00549.x.
69. MORELLI, Frank, Jennifer M. NEUGEBAUER, Michael E. LAFIANDRA, Patricia BURCHAM a Caleb T. GORDON. Recoil Measurement, Mitigation Techniques, and Effects on Small Arms Weapon Design and Marksmanship Performance: a pilot study. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. 2014, 44(3), 422-428. ISSN 2168-2291. Dostupné z: doi:10.1109/THMS.2014.2301715.

70. MORELLI, Frank, Jennifer M. NEUGEBAUER, Courtney A. HAYNES, Thomas C. FRY, Samson V. ORTEGA, Douglas J. STRUVE, Michael E. LAFIANDRA a Gabriella B. LARKIN. Shooter–System Performance Variability as a Function of Recoil Dynamics: a pilot study. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2017, 59(6), 973-985. ISSN 0018-7208. Dostupné z: doi:10.1177/0018720817700537.
71. MYSLIVEČEK, Jaromír a Stanislav TROJAN. *Fyziologie do kapsy: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2004. Levou zadní. ISBN 80-725-4497-7.
72. NARDONE, Antonio, Jessica TARANTOLA, Andrea GIORDANO a Marco SCHIEPPATI. Fatigue effects on body balance: A review. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control* [online]. 1997, 105(4), 309-320 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0924980X. Dostupné z: doi:10.1016/S0924-980X(97)00040-4.
73. NIEUWENHUYS, Arne a Raoul R.D. OUDEJANS. Anxiety and perceptual-motor performance: toward an integrated model of concepts, mechanisms, and processes. *Psychological Research*. [online]. 2012, 76, 747-759 [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00426-011-0384-x>.
74. NINDL, BRADLEY C., CARA D. LEONE, WILLIAM J. THARION, RICHARD F. JOHNSON, JOHN W. CASTELLANI, JOHN F. PATTON a SCOTT J. MONTAIN. Physical performance responses during 72 h of military operational stress [online]. 2002, 34(11), 1814-1822 [cit. 2021-5-12]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-200211000-00019.
75. NINDL, BRADLEY C., BRIAN R. BARNES, JOSEPH A. ALEMANY, PETER N. FRYKMAN, RONALD L. SHIPPEE a KARL E. FRIEDL. Physiological Consequences of U.S. Army Ranger Training [online]. 2007, 39(8), 1380-1387 [cit. 2021-5-12]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0b013e318067e2f7.
76. NOVOHRADSKÁ, Hana, OSTRAVSKÁ UNIVERZITA a KATEDRA SPECIÁLNÍ PEDAGOGIKY, 2009. *Vybrané kapitoly z oftalmopedie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7368-731-1.
77. NOVOTNÝ, Miloš et al. *Závratě: diagnostika a léčba*. Stuttgart: Aesopus, 1997. ISBN 3-7773-1744-6.

78. OJANEN, Tommi, Heikki KYRÖLÄINEN, Mikael IGENDIA a Keijo HÄKKINEN. Effect of Prolonged Military Field Training on Neuromuscular and Hormonal Responses and Shooting Performance in Warfighters: a pilot study. *Military Medicine*. 2018, 183(11-12), e705-e712. ISSN 0026-4075. Dostupné z: doi:10.1093/milmed/usy122.
79. OLSON, Melissa. *Historie výzkumu laserových zbraní*. Naval surface warfare centered dahlgren division. 2012.
80. PAILLARD, Thierry, Heikki LYYTINEN a Jukka VIITASALO. Effects of general and local fatigue on postural control: A review. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2012, 36(1), 162-176 [cit. 2021-5-6]. ISSN 01497634. Dostupné z: doi:10.1016/j.neubiorev.2011.05.009.
81. PIRAS, Alessandro, Roberto LOBIETTI a Salvatore SQUATRITO. Response Time, Visual Search Strategy, and Anticipatory Skills in Volleyball Players. *Journal of Ophthalmology* [online]. 2014, 1, 1-10 [cit. 2021-5-13]. ISSN 2090-004X. Dostupné z: doi:10.1155/2014/189268.
82. Pub-70.00.02, *Metodika střelecké přípravy*. Praha. Armáda České republiky, 2008.
83. RAISBECK, Louisa D. a Jed A. DIEKFUSS. Fine and gross motor skills: The effects on skill-focused dual-tasks. *Human Movement Science*. 2015, 43, 146-154. ISSN 0167-9457.
84. RAMACHANDRAN, Arun K., Karl S. ROSENGREN, Yang YANG a Elizabeth T. HSIAO-WECKSLER. Effect of Tai Chi on gait and obstacle crossing behaviors in middle-aged adults: implications for afferent control of lateral sway. *The Journal of Physiology* [online]. 2007, 26(2), 248-255 [cit. 2021-5-13]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2006.09.005.
85. REDFERN, Mark S et al. Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait & Posture*. 2001, 14(3), 211-216. ISSN 0966-6362.
86. REZAEI, Meysam, GHASEMI, Abdollah, MOMENI, Mariam. Visual and athletic skills training enhance sport performance. *Euro J Exp Bio*. 2012, 2(6), 2243–2250.
87. RUSSELL, Kevin. A rifle operating group for small arms recoil reduction. *Recent Patents on Mechanical Engineering* [online]. 2013, 6(3), 194–199.
88. SCHWAB, Sebastian, MEMMERT, Daniel. The Impact of a Sports Vision Training Program in Youth Field Hockey Players. *J Sports Sci Med* [online]. 2012, 11(4), 624-631 [cit. 2021-5-12]. PMID 24150071.

89. SINGER, Robert N., James H. CAURAUGH, Dapeng CHEN, Gregg M. STEINBERG a Shane G. FREHLICH. Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology* [online]. 1996, 8(1), 9-26 [cit. 2021-5-13]. ISSN 1041-3200. Dostupné z: doi:10.1080/10413209608406305.
90. SKANAKER, Ragnar, Laslo ANTAL. *Střelba z pistole*. ČSS, 1985.
91. SKANAKER, Ragnar, Laslo ANTAL, 2007. *Sportovní střelba z pistole*. ISBN 978-80-206-0841-3.
92. SKOMOROVSKY, Alla a Sonya STEVENS. Testing a Resilience Model Among Canadian Forces Recruits. *Military Medicine* [online]. 2013, 178(8), 829-837 [cit. 2021-5-12]. ISSN 0026-4075. Dostupné z: doi:10.7205/MILMED-D-12-00389.
93. SLEPIČKA, Pavel, Václav HOŠEK a Běla HÁTLOVÁ. *Psychologie sportu*. Vyd. 2. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1602-5.
94. SOLBERG, E E, K A BERGLUND, O ENGEN, O EKEBERG a M LOEB. The effect of meditation on shooting performance. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 1996, 30(4), 342-346 [cit. 2021-5-15]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.30.4.342.
95. SPANCKEN, Sina, Hannah STEINGREBE, Thorsten STEIN a Yih-Kuen JAN. Factors that influence performance in Olympic air-rifle and small-bore shooting: *A systematic review*. Plos one [online]. 2021, 16(3) [cit. 2021-5-12]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0247353.
96. SPORIŠ, Goran, Drazen HARASIN, Daniel BOK, Dario MATIKA a Dinko VULETA. Effects of a Training Program for Special Operations Battalion on Soldiers' Fitness Characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2012, 26(10), 2872-2882 [cit. 2021-5-12]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e318242966c.
97. SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.

98. THOMPSON, Andrew G., David P. SWAIN, J. David BRANCH, Robert J. SPINA a Carmine R. GRIECO. Autonomic Response to Tactical Pistol Performance Measured by Heart Rate Variability: a pilot study. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015, 29(4), 926-933. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000000615.
99. VAVERKA, František. *Vliv vybraných faktorů na přesnost jednoduchého pohybu: lateralita, rychlost, zraková kontrola, zátěž, rozsah pohybu*. 2. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta, 2011. ISBN 978-80-7464-018-6.
100. Vševojsk-4-2, *Osnovy střelby z ručních zbraní a zbraní bojových vozidel*. Ministerstvo obrany. 2010.
101. Zákon č. 119/2002 Sb. o střelných zbraních a střelivu.
102. Zákona č. 219/1999 Sb. o ozbrojených silách České republiky.
103. Zákon č. 221/1999 Sb. o vojácích z povolání.
104. ZWIERKO, Teresa. Differences in Peripheral Perception between Athletes and Nonathletes. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2008, 19(2008), 53-62 [cit. 2021-5-13]. ISSN 1899-7562. Dostupné z: doi:10.2478/v10078-008-0004-z.

10 Seznam grafické dokumentace

10.1 Obrázky

Obrázek 1 Složení oka (Kohlíková 2004).	20
Obrázek 2 Postoj Isosceles	29
Obrázek 3 Postoj Weaver	30
Obrázek 4 Držení zbraně v pozici pro střelbu	32
Obrázek 5 Zamíření oběma a jedním okem	36
Obrázek 6 Správná technika spouštění (Brych, 2008)	39
Obrázek 7 Pneumatický pohon (Fedaravičius a kol., 2011).....	43
Obrázek 8 Haptech electromagnetic recoil simulation system.....	44