

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

KATEDRA VOJENSKÉ TĚLOVÝCHOVY

**VLIV VÝSTROJE NA SÍLU PŘÍMÉHO ČELNÍHO
KOPU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce:

Mgr. Petr Majerčík

Vypracoval:

Vladan Oláh

Praha 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré literární prameny, které byly během této práce použity. Tato práce, ani její podstatná část, nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Vladan Oláh

Evidenční list

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

Jméno a příjmení: Fakulta/katedra: Datum vypůjčení Podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat kpt. Mgr. Petru Majerčíkovi za odborné vedení práce, za praktické rady a za možnost využít jeho zkušeností v této problematice.

ABSTRAKT

Název práce:

Vliv výstroje na sílu přímého čelního kopu

Cíl práce:

Cílem této práce bylo zjistit a porovnat sílu přímého čelního kopu provedeného v balistické vestě a sílu přímého čelního kopu provedeného bez ní. Dalším dílčím cílem bylo porovnat síly mezi přímým čelním kopem provedeným v zátěžové a balistické vestě.

Použité metody:

Jednalo se o empirickou práci observačního charakteru. Síla kopu byla měřena pomocí úderového siloměru. Výsledky měření byly statisticky porovnány pomocí párového t-testu.

Výsledky:

V první části výzkumu, kdy byla měřena a porovnávána síla přímého čelního kopu provedeného s použitím balistické vesty a bez ní, byl zjištěn pozitivní vliv použití balistické vesty. Síla kopu provedeného v balistické vestě byla vyšší než síla kopu provedeného bez ní. Toto tvrzení však platí při ideálních podmínkách, při kterých měření probíhalo a kdy probandi nebyli ovlivněni zejména fyzickým zatížením, které je při vykonávání bojové činnosti běžné.

V druhé části výzkumu, kdy byla měřena a porovnávána síla přímého čelního kopu provedeného s použitím balistické vesty a s použitím cvičné zátěžové vesty, nebyly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými kopy.

Klíčová slova:

Boj zblízka, výstroj, zátěžová vesta, balistická vesta, přímý čelní kop.

ABSTRAKT

Title:

The influence of body armour on a direct front kick strength

Aim:

The aim of the thesis was both to find out and compare the strength of a direct front kick made either with a ballistic vest or without it. Furthermore, the thesis focused on the strengths of a direct front kick made with a load-bearing vest compared to a ballistic vest.

The methods used:

The thesis can be characterised as an empiric work based on observation. The kick strength was measured by a dynamometer and the results have been statistically evaluated by a paired t-test.

Results:

The first part of the thesis, which was dealing with a direct front kick made with a ballistic vest or without it, resulted in the fact that there is a positive effect of using that kind of a vest. The kick strength was definitely more intensive using the ballistic vest. However, this can be claimed only in such ideal conditions which were available during the measurements. The probands were also not influenced by any physical strain, which is quite typical of martial activities.

The second part focused on the differences using a ballistic or a training load-bearing vest when performing a direct front kick. There were no significant differences between the kicks with these two vests.

Key words:

Close combat, body armour, load-bearing vest, ballistic vest, direct front kick.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	12
2.1	SPECIÁLNÍ TĚLESNÁ PŘÍPRAVA (STP).....	12
2.2	BOJ ZBLÍZKA	12
2.3	KOPY.....	13
2.3.1	<i>Postoj při provádění kopu</i>	13
2.3.2	<i>Destruktivní účinek kopu</i>	14
2.3.3	<i>Vzdálenost od soupeře při kopu</i>	14
2.3.4	<i>Síla a rychlost kopu</i>	15
2.3.5	<i>Rozdělení kopů</i>	15
2.3.6	<i>Zásady správného provedení kopu</i>	15
2.3.7	<i>Kopy v BZ</i>	17
2.3.8	<i>Přímý čelní kop</i>	17
2.3.9	<i>Úderové plochy</i>	18
2.4	MOTORICKÉ PŘEDPOKLADY	21
2.4.1	<i>Motorické schopnosti</i>	21
2.4.1.1	<i>Kondiční schopnosti</i>	22
2.4.1.2	<i>Smišené - hybridní schopnosti</i>	23
2.4.1.3	<i>Koordinační schopnosti</i>	24
2.4.2	<i>Motorické dovednosti</i>	25
2.4.3	<i>Motorické učení</i>	27
2.5	BIOMECHANIKA KOPU	28
2.5.1	<i>Kineziologická analýza kopu</i>	29
2.5.1.1	<i>Opěrná fáze – stojná noha</i>	29
2.5.1.2	<i>Švihová fáze – kopající noha</i>	29
2.6	REAKCE NA ZÁTĚŽ	30
2.6.1	<i>Fyziologické hledisko</i>	31
2.6.2	<i>Hledisko dynamiky</i>	31
3	CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY	32
3.1	CÍL PRÁCE	32
3.2	VÝZKUMNÉ OTÁZKY	32
3.3	HYPOTÉZA.....	32
4	VÝZKUMNÉ METODY A POSTUP ŘEŠENÍ	33
4.1	CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU	33
4.2	POUŽITÉ METODY	35

4.3	SBĚR DAT	35
4.3.1	<i>Přístroj na měření síly kopu</i>	35
4.3.2	<i>Organizace výzkumu</i>	36
4.3.3	<i>Výstroj</i>	37
4.4	ANALÝZA DAT	38
4.4.1	<i>Párový t-test</i>	39
4.4.2	<i>Vzorce pro výpočet</i>	39
5	VÝSLEDKY	43
5.1	KOMPARACE SÍLY KOPU PROVEDENÝM S BALISTICKOU VESTOU A BEZ NÍ	43
5.1.1	<i>Respondent č. 1</i>	43
5.1.2	<i>Respondent č. 2</i>	44
5.1.3	<i>Respondent č. 3</i>	45
5.1.4	<i>Respondent č. 4</i>	46
5.1.5	<i>Respondent č. 5</i>	47
5.2	KOMPARACE SÍLY KOPU PROVEDENÝCH SE ZÁTĚŽOVOU VESTOU A BALISTICKOU VESTOU	48
5.2.1	<i>Respondent č. 1</i>	48
5.2.2	<i>Respondent č. 2</i>	49
5.2.3	<i>Respondent č. 3</i>	50
5.2.4	<i>Respondent č. 4</i>	51
5.2.5	<i>Respondent č. 5</i>	52
6	DISKUZE	54
7	ZÁVĚR	57
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	58
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
10	SEZNAM TABULEK	61
11	SEZNAM GRAFŮ	62

Seznam použitých zkratk

ATP – CP	adenosintrifosfát - kreatinfosfát
AČR	Armáda České republiky
BZ	boj zblízka
ČR	Česká republika
cm	centimetr
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
MCS	Military Combat System
MMA	Mixed Martial Arts
STP	Speciální tělesná příprava
UK	Univerzita Karlova
VO	Vojenský obor

1 Úvod

Dnešní svět nám dává pocit relativního bezpečí a proto představa válečného konfliktu je nám velice vzdálená. Česká republika (dále jen „ČR“) je jedním z členů Severoatlantické aliance a Organizace spojených národů. Vzhledem k této skutečnosti vyplývají ČR určité závazky. Jedním ze závazků je účast Armády České republiky (dále jen „AČR“) na mírových a bojových operacích. Tyto operace probíhají v různých světových oblastech, přičemž každá oblast má své specifické prostředí k vedení jednotlivé mírové nebo bojové činnosti. Pro vedení jednotlivých činností je důležité, aby všichni příslušníci AČR měli stejný základ v bojové přípravě. Část bojové přípravy zahrnuje služební tělesnou výchovu. Služební tělesná výchova obsahuje vedle základní tělesné přípravy i speciální tělesnou přípravu, která spojuje řadu dovedností určených především pro vedení bojové činnosti.

Význam speciální tělesné přípravy si začíná uvědomovat stále více příslušníků AČR, ale i přesto výcvik nedosahuje ve všech oblastech potřebné úrovně. Jednou z oblastí speciální tělesné přípravy je boj zblízka, u kterého se navíc toto projevuje neznalostí potřeby boje zblízka v soudobém boji. U většiny vojáků vzniká představa, že v dnešní době vyspělých zbraní nedochází k boji zblízka. Ovšem pravdou je opak. V boji může velmi lehce dojít k boji zblízka a to v situacích, kdy voják nemůže použít svou zbraň z důvodu selhání, když svou zbraň ztratí, když mu dojde munice, nebo kvůli vnějšímu prostředí, tedy v úzkých uličkách, v domech, kdy se před vojákem náhle objeví v bezprostřední blízkosti nepřítel a voják je donucen bránit se jiným způsobem než pomocí své zbraně, jelikož nestíhá svou zbraň použít.

Boj zblízka je současně cvičen ve své základní podobě bez hlubších návazností. Dochází tak k opomíjení jeho situování do reálných podmínek, především cvičení boje zblízka ve výstroji. Ve své práci bych chtěl nastínit, jak může při boji zblízka člověk resp. vojáka ovlivnit použití výstroje, kterou představuje zejména balistická ochrana v podobě neprůstřelné vesty. Konkrétně se v práci budu zabývat vlivem použití výstroje na sílu přímého čelního kopu, což by mělo vést k rozšíření povědomí o potřebě vedení výcviku boje zblízka nejenom v jeho základní formě bez použití výstroje, ale rovněž ve výstroji.

Další dílčí otázkou, kterou se v této práci budu věnovat, je v rámci výcviku možnost nahrazení balistické vesty cvičnou zátěžovou vestou. V dnešní době je hlavním problémem v armádním prostředí to, že balistickou vestu nelze využívat pro výcvik boje zblízka zejména z důvodu jejího možného opotřebením event. zničení, což by vedlo k nutnosti následného obnovování této výstrojní součástky. Tento proces by byl finančně velmi nákladný a v současné době neustálého snižování finančních prostředků určených pro výcvik téměř nereálný. Z toho důvodu bych chtěl zjistit, jestli by jako náhrada finančně velmi nákladné balistické vesty mohla být pro potřeby výcviku boje zblízka využita „levnější“ zátěžová vesta. Komparace bude opět prováděna při provedení přímého čelního kopu. V případě dosahování podobných výsledků a v případě možnosti nahrazení balistické vesty při výcviku boje zblízka vestou zátěžovou by byla i větší možnost situovat výcvik do reálných podmínek.

2 Teoretická východiska

V této části shrnujeme teoretické podklady pro vysvětlení základních pojmů, které jsou důležitým základem pro teoretickou část zvoleného tématu práce. Dále se pokusíme na základě již provedených studií objasnit některé pojmy a souvislosti, které mohou pomoci při řešení výzkumného projektu.

2.1 Speciální tělesná příprava (STP)

„Speciální tělesná příprava je součástí služební tělesné výchovy Armády České republiky. Především se zaměřuje na cílevědomé vytváření tělesné a psychické připravenosti vojáků k plnění pohybově specializovaných úkolů.“ (Normativní výnos Ministerstva obrany č. 12/2011)

Výcvik v STP se celkem zahrnuje 8 témat. Patří sem boj zblízka, házení, překonávání překážek, přesuny, přežití, vojenské lezení, vojenské plavání a vojenské víceboje. Tato práce se zabývá jednou z částí STP, které se nazývá boj zblízka (dále jen „BZ“).

2.2 Boj zblízka

V armádě je sebeobrana nazývána termínem „boj zblízka“. V armádním prostředí totiž nejde vždy jen o to, abychom se ubránili, ale mohou také nastat situace, kdy je potřeba na nepřítele zaútočit takovým způsobem, který vede k jeho dočasné nebo úplné likvidaci, žádá-li si to provedení daného úkolu.

S ohledem na dnešní dobu a na pestrost různých bojových systémů je potřeba rozlišovat bojová umění, bojové sporty a BZ. Přestože je mezi uvedenými blízký vztah, nejsou tím samým. BZ je čistě užitkovou dovedností, která má za cíl rozvíjet individuální možnosti jedince, oproti tomu bojová umění jsou systémy, které mají za cíl rozvoj člověka k jeho samotné dokonalosti a bojové sporty jsou takové bojové systémy, které mají jasně stanovená pravidla a cíle. Chceme-li v BZ v co nejkratším čase naučit cvičence techniky, které s vysokou pravděpodobností povedou k úspěšnému zneškodnění útočníka, nemáme v tréninku prostor se soustředit na zvládnutí velkého množství technik, které by byly na vysoké nebo dokonalé motorické úrovni. V daném tréninku se právě soustředíme na nižší počet technických prostředků, než je tomu v

bojových uměních nebo sportech, a dále se zaměřujeme na přiměřenou technickou úroveň, ale s maximálním destruktivním či obranným účinkem. O BZ můžeme říct, že je to kombinovaný systém čerpající z různých zdrojů. Tento systém je velmi praktický z důvodu kombinování různých technických prostředků podle daného využití v boji, jako je boj v postoji a boj na zemi, ale je také praktický tím, že zdroje, z kterých tento systém čerpá, jsou důvěryhodné ve funkčnosti určitých technik, protože původní systémy již do značné míry ověřily funkčnost těchto technik a díky tomu je pak možné vybrané techniky převzít a upravit podle vlastních potřeb do BZ.

Dle Vágnera (2008) výcvik BZ v prostředí armády je nastaven především na praktické využití bojových technik. Z toho vyplývá, že pro armádní potřebu není důležitá duchovní stránka, pravidla, dodržování tradic, či výchova jedince, jež jsou součástí bojových umění, nebo bojových cest, ale i přes tuto skutečnost si své opodstatnění v BZ najdou. Po veřejné soutěži v roce 1993 byl vybrán systém BZ pro potřeby AČR a to MuSaDo Military Combat System.

Jeden z důležitých prvků BZ jsou kopy, jimiž se v této práci budeme podrobně zabývat.

2.3 Kopy

Část bojových stylů (systémů), jako je například džiu-džidsu, karate, thaibox či taekwondo, užívá k přežití nebo k vítězství v souboji právě převážně techniky kopů. Pokud bychom se pokusili porovnat kopy v jednotlivých bojových uměních či sportech, zjistili bychom jen velmi nepatrné rozdíly v jejich daném provedení. V následujícím textu se budeme zabývat technicko-taktickými principy vybrané techniky kopu a jejich biomechanickými účinky.

2.3.1 Postoj při provádění kopu

Postoje jsou nedílnou součástí všech technik. Zajišťují nám stabilitu a kvalitní provedení dané techniky. U kopů nám správný postoj dovolí kvalitní přenos hmotnosti kopu do nárazové plochy. Nejdůležitější prvkem postoje při kopu je stojná noha. Rebac (2006) uvádí, že „v thajském boxu zápasník stojí při kopu na špičce nohy.“ Naopak v ostatních bojových uměních by se měla stojná noha opírat o celé chodidlo. Dle

Strnada (2008) „má v karate velký význam pro účinnost kopu to, aby byl kontakt celé plochy chodidla s podlahou.“

Díky bojovému postoji můžeme kopy provádět z přední i zadní nohy. Rozdíl mezi kopem z přední a zadní nohy je ten, že kop veden ze zadní nohy je silnější, jelikož umožňuje delší náprah a lepší práci boků. Nevýhodou je však jeho rychlost. Kop ze zadní nohy, jak uvádí Novák a Špička (1983), je v průměru o 0,2 vteřiny pomalejší než kop z přední nohy.

2.3.2 Destruktivní účinek kopu

Ve většině odborných knih se kopy popisují jako techniky s největším destruktivním účinkem. Strnad (2008) uvádí, že využití kopu k útoku je předpokladem daleko většího destruktivního účinku, než je tomu u úderu. Nutné je zmínit skutečnost, že je potřeba mít velmi dobře osvojenou techniku kopů. Také dle Vágnera (2008) má kop větší destruktivní účinek oproti úderu.

Ve studii Schneidra a Nahuma (1972) byla naměřena síla úderu o hodnotě 2 [kN]. V porovnání se studií Kotase (2013), kde hodnota síly kopu dosahovala 4 [kN], je zřejmé, že techniky nohou jsou výrazně silnější oproti technikám úderů.

2.3.3 Vzdálenost od soupeře při kopu

Technické prostředky v sebeobraných situacích vyžadují vhodnou strategii a taktiku při své aplikaci. Provedení kopu vyžaduje určitou vzdálenost od soupeře pro jeho nejvýhodnější vykonání s maximálním destruktivním účinkem. Proto je tedy důležité pracovat s nejvýhodnější vzdáleností od soupeře v dané situaci.

Podle Wichmanna (2003) teprve až techniky nohou nám umožňují držet si od protivníka vzdálenost, která je důležitá pro úspěšnou obranu. Z čehož vyplývá, že udržení vzdálenosti protivníka od těla je také potřebné i pro sílu kopu.

Fojtík a Král (1993) popisují, že techniky vedené dolními končetinami jsou velmi účinné, protože mají o mnoho větší dosah než techniky prováděné pažemi.

2.3.4 Síla a rychlost kopu

Další neodmyslitelnou součástí kopu je jeho síla a rychlost. Rebac (2006) vysvětluje sílu kopu jako „energii kopu, kterou v krátkém časovém úseku přenášíme na soupeře. Síla neboli energie kopu závisí na dvou složkách. Na jedné straně je to množství energie, kterou jsme schopni „vyprodukovat“, na druhé straně je to doba trvání, po kterou je energie předávána na tělo soupeře.“

Z toho vyplývá, že bojovník, který chce zasadit účinný kop, nemusí být bezpodmínečně nijak moc silný. Pokud je kop veden dvakrát rychleji, bude mít stejnou kinetickou energii jako pomalejší kop dvakrát silnějšího člověka. Tuto skutečnost lze odvodit i ze vzorce pro výpočet kinetické energie $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, kde m je hmotnost bojovníka a v je rychlost provedení jeho kopu.

Tedy pokud máme správný start kopu, ke kterému přidáme dobrou práci boků a pánve, získáváme rychlý a silný kop.

2.3.5 Rozdělení kopů

Velké množství odborné literatury se zabývá problémem dělení kopů. Toto dělení se liší jen velmi málo, a to především v provádění technicky náročnějších kopů. Můžeme tedy říct, že například dle Nakayami (1997) kopy rozdělujeme na švihové (keage) a na nárazové (kekomi). Švihové kopy provádíme silným švihem, oproti tomu nárazové kopy provádíme prudkým napřímením končetiny v kolenně. Toto provedení kopů má stejnou výchozí pozici a to takovou, že se první zvedá koleno, tedy kopy se provádějí ze zdviženého kolene. Tyto kopy dále rozdělujeme na kop kolenem (hiza-geri), čelní kop (mae-geri), boční kop (yoko-geri), obloukový kop (mawashi-geri) a přímý kop dozadu (ushiro-geri kekomi). Jiné dělení uvádí Vágner (2008), který dělí kopy na přímé, kyvné a obloukové.

2.3.6 Zásady správného provedení kopu

Z praxe můžeme říct, že pro dosažení maximální vzdálenosti kopu je důležité provádět kop posunem boků vpřed neboli provádět kop celým tělem a nejen končetinou. Také proto je potřebné zvedat koleno vysoko, které nám pomáhá protlačit boky vpřed. Mít vysoko koleno je důležité také pro možnost provádět kopy v různých pásmech.

Významné je taky dobře kop načasovat a umístit ho na nekryté místo, jelikož je zbytečné kopat do míst, která si protivník chrání správným bojovým postojem nebo je zřejmé, že daný kop vykryje. Všechny takové kopy nám ubírají energii potřebnou k dalšímu boji.

Kop bychom měli provést co nejrychleji a také by měl být veden v uvolnění. Kontrakce svalstva není vhodná pro správné provedení dané techniky.

Zásady kvalitního provedení kopu v bojových sportech či uměních se můžou nepatrně lišit od jeho provedení v BZ, a to především vzhledem k používání výstroje a výzbroje. Podle Vágnera (2008) je důležité dodržet pro provádění kopů ve výstroji a výzbroji tyto zásady:

- využívat rotace boků a dodržovat zásady s tím spojené,
- používat kopy vzhledem k povrchu (pokud je povrch kluzký, pak je využití kopů značně omezené),
- z důvodů fyzické náročnosti, pohyblivosti, výstroje a výzbroje jsou více používány kopy využívající gravitační sílu země (provedení od kyčelního kloubu níže),
- účelně a přesně vést kopy na vitální a zranitelná místa na těle člověka.

Výstroj omezuje náš pohyb, při provádění kopů zhoršuje pohyblivost, tudíž nemůžeme kopat v plném rozsahu pohybu, dále se nám sníží rychlost pohybu a to nám může při provádění kopu snížit maximální sílu kopu. Na druhou stranu díky váze výstroje může v některých případech dojít ke zvýšení kinematické energie kopu a tudíž i k silnějšímu provedení daného kopu. To popisuje ve svém výzkumu Kotas (2013), který uvádí, že se kinematická energie kopu zvýší v souvislosti s provedením kopu ve vojenské polní obuvi v porovnání s provedením kopu ve sportovní obuvi, či provedením kopu bez obuvi.

2.3.7 Kopy v BZ

Jak popisuje Vágner (2008), kopy zastávají stejný účel jako údery. Použití kopů a úderů se ale v určitých případech odlišuje. Existují různé názory, teorie na porovnání kopů s údery z hlediska jejich využití.

Mezi nejčastěji uváděné výhody patří:

- kopy mají větší destruktivní účinky, tím pádem i větší sílu, než údery pěstí,
- při provádění kopů překonáme větší vzdálenost oproti úderu,
- kopy nám umožňují udržovat si protivníka od těla,
- kopy jsou schopny zasahovat většinu částí těla protivníka.

Vágner (2008) mezi výhody zařazuje i to, že mohou být použity i za stálého držení jakýkoliv zbraní. Kopy jsou prováděny v pevné obuvi, které představuje improvizovanou zbraň.

Mezi nejčastěji uváděné nevýhody patří:

- při kopu máme oporu jen na stojné noze, to znamená menší stabilitu a tím jednodušší vychýlení z rovnováhy od soupeře,
- provedení kopu je pomalejší než techniky úderů,
- nemají takovou přesnost zásahu jako údery,
- déle trvá jejich nácvik a správné osvojení.

2.3.8 Přímý čelní kop

Přímý čelní kop považujeme za jeden ze základních kopů v bojovém umění a sportech, který se učí začátečníci mezi prvními technikami, protože tento kop vychází z přirozených pohybových schopností každého člověka.

Podle Strnada (2008) se přímým čelním kopem zasahuje převážně koleno, solar plexus nebo brada.

Nakayama (1997) oproti Strnadovi přidává zásahy na hrudník či rozkrok.

Správné provedení přímého čelního kopu popisuje Vágner (2008). Výchozí pozicí je levý čelní postoj nebo pravý čelní postoj (výběr postoje závisí na cvičenci). Skrčením přednožmo povýš pravou se provede záklon trupu, pravým bokem vpřed a

trčením se přednoží pravá. Jako úderová plocha se využívá spodek, pata nebo špička chodidla. Při kopu by se měla nechat paže ve stejné poloze jako v čelním postoji. Pootočení pravého boku vpřed se současně provádí s pohybem pravé nohy. Po ukončení kopu se stáhne noha po stejné dráze jako při provedení kopu a zaujme čelní postoj.

Chyby vyskytující se při provádění daného kopu popisuje Strnad (2008) následovně:

- horní část těla není po celou dobu vedení kopu ve svislé poloze,
- stojná noha není na celém chodidle, ale je na špičce,
- koleno kopající nohy není ve výšce boků,
- stojná noha není propnutá při dokončení techniky,
- provedení kopu není v dostatečné rychlosti.

2.3.9 Úderové plochy

Ty části těla, které používáme k zasažení protivníka, nazýváme úderové plochy. Úderovou plochou se může stát jakákoliv část našeho těla, ale většinou to jsou místa pevnější a tvrdší oproti jiným částem těla a umožňují nám zasáhnout soupeře úderem či kopem rozloženým do malé plochy.

Zásady užití úderových ploch:

- použití dané úderové plochy by mělo být bezpečné,
- měly by mít co nejmenší plochu,
- měly by být dostatečně odolné a tvrdé,
- použití by mělo být co nejuniverzálnější.

Podle Vágnera (2008) jsou úderové plochy důležité pro zasažení soupeře. Hlavním požadavkem pro jejich využití je jejich dostatečné zpevnění při dokončení techniky.

Autor Náchodský (2006) také uvádí vzdálenost, kterou jsme schopní s danou úderovou plochou dosáhnout. Např. kop, který využívá koleno jako úderovou plochu, použijeme na protivníka, který je u nás podstatně blíže, oproti tomu na protivníka, který je od nás vzdálenostně dále použijeme kop, který využívá úderové plochy, které jsou na chodidle.

Podle Nováka a Špičky (1973) by měl zásah na zvolenou část soupeřova těla vést k jeho zneškodnění. Protivníka můžeme zneškodnit šokováním, poraněním nebo usmrcením.

Nedílnou součástí bojových umění či sportů je zpevňování úderových ploch. Čím více budeme mít úderové plochy zpevněny, tím méně nás budou bolet a předejdeme tím zraněním po dokončení útoku. K tomu slouží takzvané otužování, které se používá například v Thai boxu, Krav Mage, Taekwondu a karate (zejména Kyokushin karate) a znamená jejich postupné navykání na nárazy do tvrdých věcí. Mělo by jít o pomalý a postupný proces, protože jinak je možné si danou část těla špatným otužováním zranit ne-li zničit. Začíná se tedy velmi zlehka, dokud si otužované místo nezvykne, poté se snažíme přitvrzovat, ale opět přitvrzujeme velmi zlehka.

Úderové plochy kopu dělíme:

- bříška plosky nohy (koši),
- zevní strana chodidla (sokuto),
- koleno (hiza),
- zpevněná pata (kakato),
- zpevněný nárt (haisoku).

Pro přímý čelní kop využíváme jako úderovou plochu bříšky chodidla (koši) - nárt je v extenzi, prsty ve flexi. Rovněž je možno využít plochy celého chodidla (soketei) nebo patu (kakato).

Kopy v BZ jsou prováděny v obuvi, proto jako úderovou plochu uvádíme podrážku obuvi. Využíváme patu podrážky nebo celou podrážku (obr. 1), dále je možné použití špičky obuvi (obr. 2).



Obrázek 1: Úderová plocha - podrážka a pata obuvi vzor 2000 (Vágner, 2008)



Obrázek 2: Úderová plocha špička obuvi vzor 2000 (Vágner, 2008)

2.4 Motorické předpoklady

V této části se budeme věnovat motorickým předpokladům, neboli motorickým schopnostem a dovednostem, které hrají významnou roli při provádění kopů. Z hlediska motorických schopností se budeme věnovat kondičním, hybridním a koordinačním schopnostem. U kondičních schopností se budeme zabývat konkrétně silovými schopnostmi. Při popisu hybridních schopností se budeme zabývat zejména rychlostní schopností. Nakonec popíšeme koordinační schopnost, a to hlavně rovnovážnou schopnost, diferenční schopnost a schopnost přestavby. Pro účinný kop je nezbytná správná rychlost, která současně se silou vyústí v rychlý a silný kop. Je tedy potřeba tělesné síly, protože ani seberyhlejší kop bez potřebné síly nebude mít dostatečné destruktivní účinky. Dále je nutná koordinace pro dobré zvládnutí stability, bez které bychom nebyli schopni provést správnou techniku kopu. Vytrvalostní schopnost není pro samostatný kop důležitá, tedy v této práci nebude zmíněna.

2.4.1 Motorické schopnosti

Motorické schopnosti jsou souborem vnitřních biologických předpokladů pro určitou motorickou činnost. Podle Blahuše a Měkoty (1983) „mohou být motorické schopnosti obecně vymezeny jako soubor předpokladů pro (úspěšné) pohybové činnosti.“ Perič a Dovalil (2010) popisují motorické schopnosti jako „relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti, v níž se také projevují.“

Podle Měkoty a Novosada (2005) můžeme motorické schopnosti popsat jako všeobecnou výkonnost jednotlivce, která se demonstruje ve výsledcích pohybové činnosti, v opačném případě jsou latentní.

Pohybové schopnosti na rozdíl od dovedností jsou převážně dány geneticky. Toto tvrzení však neznamená, že by se úroveň schopností nedala ovlivnit. Např. geneticky získaná vysoká úroveň vytrvalostních schopností dává svému nositeli jen potenciální možnost stát se vynikajícím vytrvalcem, to ale nijak nezaručuje, že se jím opravdu stane.

V současné době můžeme pohybové schopnosti rozdělit do tří skupin na: kondiční, koordinační a na tzv. hybridní kondičně – koordinační.

2.4.1.1 Kondiční schopnosti

Tyto schopnosti můžeme popsat jako procesy, které jsou metabolicky podmíněny a dominantně souvisejí se získáním a přenosem energie pro vykonání pohybu. Kondiční schopnosti zahrnují sílu a vytrvalost. Vliv vytrvalostních schopností jsou pro účely naší studie zanedbatelné respektive téměř žádné, z toho důvodu se budeme zabývat pouze schopnostmi silovými.

- **Silové schopnosti**

Síla kopu je důležitá pro jeho destruktivní účinek. Sílu ovlivňuje počet zapojených motorických jednotek, protože čím více zapojených motorických jednotek bude, tím bude větší napětí v daném svalu a zvětší se frekvence dráždicích impulzů za jednu sekundu. Významnou roli hraje i správné zvládnutí techniky.

Podle druhu kontrakce zapojených svalových skupin, tedy podle převládajícího způsobu činnosti, lze provést základní dělení síly na sílu izometrickou (statickou) a izotonickou (dynamickou).

Schopností izometrické síly je vyvinout sílu ve statické kontrakci, tedy délka svalu se nemění, tím pádem nezpůsobuje pohyb, ale zvyšuje se napětí daného svalu. Naopak izotonická síla má schopnost projevit se pohybem těla, tedy mění se délka svalu, jehož podstatou je koncentrická svalová kontrakce, kdy se sval zkracuje nebo na excentrickou svalovou kontrakci, kdy se sval protahuje, z čehož vyplývá, že při kopu se projevuje koncentrická svalová kontrakce.

Izotonická síla je rozdělena podle Periče a Dovalila (2010) na maximální, vytrvalostní, rychlou a výbušnou sílu. Pro silný a dostatečně tvrdý kop se musí projevit především výbušná a rychlá síla.

a) Výbušná síla

Podle Periče a Dovalila (2010) je výbušná síla charakterizována jako pohyb s maximálním zrychlením a nízkým odporem. Měkota a Novosad (2005) uvádí, že díky výbušné síle dosahujeme největšího zrychlení v konečné fázi kopu.

Tedy při provedení kopu nám zajišťuje jeho nejrychlejší vykonání při zachování maximálního destruktivního účinku.

b) Rychlá síla

Většina autorů se shoduje, že rychlá síla je schopnost provést pohyb s nízkým vnějším odporem, a to co nejrychleji za pomoci silového impulsu.

Podle Měkoty a Novosada (2005) je rychlá síla jeden z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje správně a efektivně zvládnout techniky u mnoha sportovních i bojových činností. Jde o to spojit komponenty rychlosti a velikosti svalové síly.

Z toho vyplývá, že jde o nejvýhodnější kombinaci zvolené rychlosti a užití síly pro maximální destruktivní účinek.

2.4.1.2 Smíšené - hybridní schopnosti

„Smíšené – hybridní schopnosti můžeme popsat, jako procesy související jak s procesy metabolickými tak i s procesy regulování a řízení pohybu centrální nervové soustavy (dále CNS). Zde patří především rychlost, kterou můžeme po rozlišení na akční a reakční rychlost přiřadit ke kondičním a koordinačním schopnostem.“ (Měkota Novosad, 2005)

- **Rychlostní schopnosti**

„Rychlostní schopnosti jsou definovány jako schopnost vyvíjet činnost s maximální intenzitou. Chápeme je jako schopnost konat krátkodobou pohybovou činnost (do 20 s), a to bez odporu nebo jen s malým odporem (přibližně 20-25 % maxima). Je charakteristická převážným zapojením ATP-CP zóny.“ (Perič a Dovalil 2010)

Rychlostní schopnost při kopu určuje nejvíce jeho destruktivní účinek, omezuje možnosti protivníka při volbě obraných technik a vytváří prostor pro navazování následujících technik.

Kop je pohybem acyklickým, tedy využívá i acyklickou rychlost. Tuto rychlost popisuje Měkota a Novosad (2005) jako „jednorázové provedení daného pohybu s maximální rychlostí proti danému odporu.“

Dle Měkoty a Novosada (2005) existuje mezi acyklickou rychlostí a akční silou velice úzký vztah.

Akční (realizační) síla u pohybů prováděných acyklickou rychlostí představuje právě tu sílu, která určuje úroveň provedení sledovaného pohybu. Při startu jde o sílu, která „vystřelí“ sprintera z bloku vpřed, při kopu je to síla, která vytrčí kopající nohu požadovaným směrem. Čím je „akční síla větší, tím bude časový interval sledovaného pohybu kratší a výsledný efekt vyšší (kratší doba startu a vyšší destruktivní účinek).

2.4.1.3 Koordinační schopnosti

Tyto schopnosti souvisejí především s regulací a řízením pohybu v CNS a s konáním časoprostorových pohybových vzorců organismu. Perič a Dovalil (2010) řadí pod koordinační schopnosti osm různých schopností (rovnováhovou, diferenciací, rytmickou, reakční, orientační, učlivosti a docility, schopnost sdružování a schopnost přestavby). My se v následujícím textu budeme zabývat zejména rovnovážnou, diferenciací schopností a schopností přestavby, jelikož tyto schopnosti jsou důležitými aspekty pro provedení kvalitního kopu.

a) Rovnovážná schopnost

„Rovnováha je důležitou schopností hlavně pro udržení těla v určité poloze. Tuto schopnost ve velké míře ovlivňuje úroveň činnosti vestibulárního analyzátoru.“ (Perič a Dovalil, 2010)

Měkota a Novosad (2005) popisují rovnováhu jako důležitou schopnost pro udržení celého těla ve stavu rovnovážném, tedy udržuje rovnováhu i při napjatých rovnovážných situacích a při různých vnějších podmínkách.“

Perič a Dovalil (2010) dělí rovnováhu na statickou (na místě) a dynamickou (za pohybu). Z daného textu vyplývá, že pro kop je potřebná především dynamická rovnováha, která se uplatňuje po celou dráhu probíhajícího kopu.

b) Diferenciační schopnost

Diferenciační schopnost vysvětlují Měkota a Novosad (2005) jako „schopnost jemně rozlišovat a nastavovat silové, prostorové a časové parametry pohybového průběhu.“ Tato schopnost nám tím pádem umožňuje zvládnout perfektně techniku přímého čelního kopu, protože jemně vyladí jednotlivé fáze kopu z hlediska síly, prostoru a času dovolí nám přesně, plynule a ekonomicky tento kop provést.

c) Schopnost přestavby

„Schopnost přestavby můžeme formulovat jako schopnost, která nám pomáhá přebudovat pohybovou činnost podle měnících se podmínek, které mohou mít vnitřní i vnější charakter. Člověk tyto podmínky vnímá nebo předjímá a dokáže přestavovat pohybovou činnost podle měnícího se zadání.“ (Měkota a Novosad, 2005)

2.4.2 Motorické dovednosti

Čelikovský (1989) popisuje motorickou dovednost, jako učením získaný specifický předpoklad k určité motorické činnosti. Osvojíme-li si určitou dovednost, tak jsme schopní řešit daný pohybový úkol správnou metodou a na určité úrovni, tedy správně, dostatečně rychle a ekonomicky.

Podle Měkoty a Blahuše (1983) jsme schopni si osvojit díky motorické dovednosti jeden pohybový úkol nebo celou skupinu úkolů. Rozdíl mezi pohybovými schopnostmi a dovednostmi je ten, že dovednosti nedělíme na tak přesné skupiny jako schopnosti. Názvy motorických dovedností jsou odvozovány od konkrétních činností.

Čelikovský (1975) uvádí vztah mezi schopnostmi a dovednostmi jako oboustranný. Předpokladem kvality pohybové dovednosti je vysoká úroveň určité pohybové schopnosti.

Motorické dovednosti nejsou geneticky podmíněné, ale jsou získané pomocí motorického učení.

Měkota a Cuberek (2007) rozdělují pohybové dovednosti za pomoci různých klasifikačních dělítek na dovednosti:

- jemná x hrubá (podle rozsahu zapojení svalových skupin),

Jemné pohybové dovednosti zahrnují větší počet svalových skupin, pohyby jsou zpravidla menšího rozsahu, avšak provedením přesné (pohyby s míčem, střelba). Oproti tomu hrubé pohybové dovednosti se uskutečňují za účasti velkých svalových skupin, za účasti všech částí těla (horolezectví, lyžování). Při kopu zapojujeme větší svalové skupiny, proto se kop řadí mezi hrubé pohybové dovednosti.

- otevřená x uzavřená (podle podmínek vnějšího prostředí),

Otevřená dovednost je taková dovednost, která se odehrává ve vnějším prostředí, kde na nás působí výrazné rušivé vlivy, proto je pro úspěšné provedení pohybových dovedností potřeba značná míra její variability tj. regulace pohybu ve smyslu reakce na změny v čase a prostoru, reagujeme na soupeře nebo měnící se podmínky (úpoly, sportovní hry). Uzavřená dovednost je taková dovednost, která se odehrává ve vnějším prostředí, kde na nás nepůsobí rušivé vnější vlivy, proto si sami určujeme začátek a konec (sportovní gymnastika, skoky do vody). Z daného textu kop řadíme mezi otevřenou dovednost, protože kop neprovádíme ve stálém prostředí.

- diskrétní x sériové x kontinuální (podle časového průběhu).

Diskrétní (jednoduché) pohyby jsou takové, v nichž je patrný začátek a konec, jsou zpravidla krátkodobé a acyklické (smeč, golfový úder). Sériové (kombinované) jsou pohyby představující řetěz navazujících dovedností různého typu (acyklických i cyklických), např. skok daleký, akrobatická sestava ve sportovní gymnastice. Kontinuální pohyby jsou charakteristické rytmickou návazností opakujících se cyklů (chůze, běh, jízda na kole, plavání) Z hlediska uvedeného textu můžeme říct, že kop je dovedností diskrétní, jelikož máme daný začátek a konec pohybové dovednosti

2.4.3 Motorické učení

Pro co největší destruktivní účinek přímého čelního kopu je nutné mít perfektně zvládnutou jeho techniku. Proces zvládnutí samotné techniky je vázán na motorické učení. Podle Blahutkové (2003) je motorické učení procesem, při kterém dochází k upevňování motorických schopností v centrální nervové soustavě prostřednictvím synapsí. V rámci motorického učení každý cvičenec prochází jednotlivými fázemi.

Motorické učení Perič a Dovalil (2010) dělí na čtyři fáze, mezi které patří seznámení, zdokonalení, automatizace a tvořivá asociace. V první fázi se cvičenci seznamují s pohybovou dovedností a prvními pokusy se snaží o praktické provedení. Na to navazuje fáze zdokonalení, kdy cvičenec utváří danou dovednost, odhaluje chyby a hledá způsoby, jak pohyb nejlépe zvládnout. Ve fázi automatizace cvičenec zdokonaluje získanou dovednost, pohyb se automatizuje, je přesný, koordinovaný, plynulý a rytmický. Fáze tvořivé asociace je fáze konečného osvojení a zautomatizování dovednosti, kde je typické utvoření si speciální techniky.

Náš testovaný vzorek tvoří respondenti, kteří mají techniku zvládnutou na úrovni fáze automatizace, popřípadě fáze tvořivé asociace. To znamená, že daná technika je plně osvojená a může se na ni spolehnout, respektive je kop osvojen natolik, že i při vysoké resp. maximální intenzitě pohybu je kop proveden správně.

2.5 Biomechanika kopu

„Z biomechanického hlediska kopem rozumíme jakékoliv provedení akce nohou, při které dochází ke změně kinetické energie nohy jeho zastavením se o cíl, který jsme chtěli zasáhnout, na jeho deformující práci.“ (Novák a Špička, 1973)

Nakayama (1989) shrnuje 5 faktorů, které nejvíc ovlivňují sílu nárazu v karate. Mezi tyto faktory patří velikost síly, směr síly, rychlost, rozsah pohybu a stabilita. Všechny musí fungovat současně, aby pomohly maximalizovat sílu.

1. Velikost síly – závisí na průřezu svalu a počtu zapojených svalových vláken.

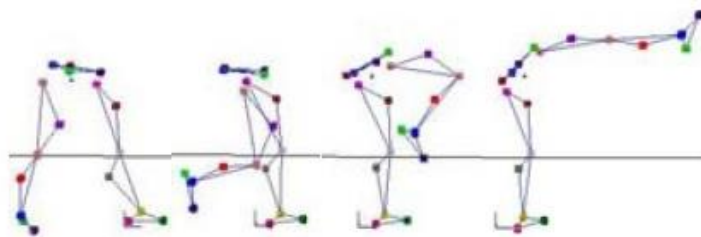
2. Směr síly – kop bychom měli směřovat kolmo k povrchu cíle.

3. Rychlost – čím větší je rychlost, tím větší je i síla. Jestliže se zvětší hmotnost segmentu nebo rychlost, zvětší se i hybnost. Čím je tato hybnost větší, tím je větší i síla nárazu.

4. Rozsah pohybu – síla je přímo úměrná vzdálenosti, ze které se noha přibližuje k cíli. S větší vzdáleností roste dráha, po které může noha zrychlovat a dosáhnout větší rychlosti a tedy i síly.

5. Stabilita – stabilní postoj a správné držení těla je důležité pro účinné použití síly.

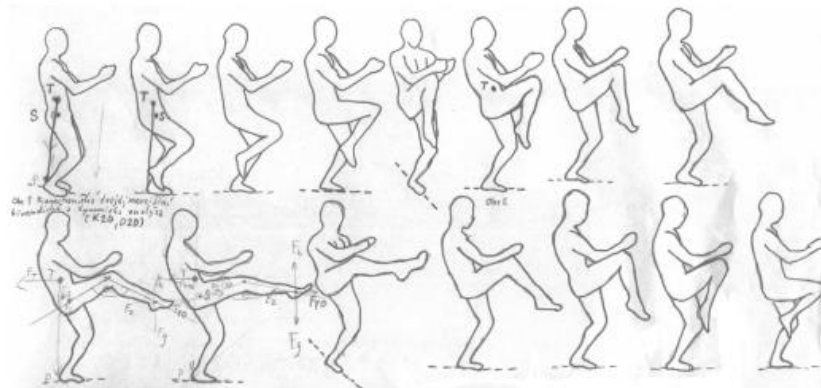
Přímý čelní kop se dělí do tří hlavních fází (iniciační, akcelerační, finální). Iniciační fáze začíná flexí kolene a flexí v kyčelním kloubu. V momentu, kdy koleno dosáhne svého maxima v dopředné ose, se zahajuje akcelerační fáze, dochází k postupné extenzi končetiny. Dráha kopu je ukončena v momentu zpětného pohybu kotníku, to označujeme za finální fázi. Dané provedení přímého čelního kopu můžeme vidět na obr. č. 3.



Obrázek 3: Profil průběhu přímého čelního kopu (Kim a kol, (2006)

2.5.1 Kineziologická analýza kopu

Kineziologie studuje funkční a anatomické zákonitosti pohybového systému při vykonávání pohybu (Balatka, 2002). Kineziologickou analýzou přímého čelního kopu se ve své bakalářské práci zabývá Vašatová (2011), kde přímý čelní kop rozdělila na fázi opěrnou a fázi švihovou. Průběh těchto fází můžeme vidět na obrázku č. 4.



Obrázek 4: Kinogram přímého čelního kopu (Vašatová, 2011)

2.5.1.1 Opěrná fáze – stojná noha

U této fáze je stojná noha stále v kontaktu s podložkou a podle správného provedení kopu by se pata neměla zvedat. Noha, která provádí kop je ve flexi v kolenním kloubu a také v hlezenním kloubu. Zapojuje se zde hýžděový sval, dvouhlavý sval stehenní, pološlašitý sval, poloblanitý sval, čtyřhlavý sval stehenní a trojhlavý sval lýtkový.

2.5.1.2 Švihová fáze – kopající noha

V této fázi kop prochází následujícími uzlovými body:

a) Nástup kyvadla pánve vpřed

Zde probíhá jako první flexe v kyčelním kloubu, na kterou přirozeně navazuje flexe v kolenním kloubu a dorzální flexe v kloubu hlezenním. Zapojuje se zde bedrokyčelní sval, přímý sval stehenní, hřebenový sval, čtyřhlavý sval stehenní, pološlašitý sval, poloblanitý sval, krejčovský sval, štíhlý sval, přední sval holenní.

b) Dokončení kyvadla se setrvačností dolní končetiny

V další fázi probíhá na prvním místě extenze v kolenním kloubu, flexe plantární a flexe v kloubu hlezenním a zmínit musíme i extenzi prstů. Zde se zapojuje bedrokyčelní sval, přímý sval stehenní, hřebenový sval, povrchový sval na zadní straně trojhlavého svalu lýtkového, dlouhý natahovač prstů.

c) Návrat kyvadla setrvačností dolní končetiny

Závěrečný pohyb začíná od flexe kloubu kyčelního a kolenního dále následuje extenze v kyčelním kloubu společně s významným působením gravitace až do doby položení chodidla na podložku. Zapojuje se zde přímý sval stehenní, krejčovský sval, dlouhý přitahovač, povrchový sval na zadní straně trojhlavého svalu lýtkového, bedrokyčelní sval, trojhlavý sval lýtkový.

2.6 Reakce na zátěž

V této práci měříme sílu přímého čelního kopu s výstrojí, která ovlivňuje přímý čelní kop v různých oblastech. Z prací, které se zabývaly měřením s různou výstrojí, můžeme odvodit, jak nás tyto faktory nejspíše ovlivní.

Podle Kotase (2013) použití výstroje sice fakticky zvýší sílu přímého čelního kopu, avšak toto zvýšení není statisticky signifikantní, tudíž nemá zásadní vliv na sílu přímého čelního kopu. Z tohoto výzkumu můžeme tedy odvodit, že by nám výstroj bez balistické a zátěžové vesty neměla výrazně ovlivnit sílu přímého čelního kopu.

Studie, kterou provedli H. Park et al. (2013), poukazuje na vliv balistické vesty na rovnováhu těla a funkci nohy svalů. Testování bylo provedeno na sedmi příslušnících vojenské školy ve výstrojových kompletech s různými váhovými rozdíly od 9 kg. Výsledky byly zhodnocovány analyzováním vrcholem elektrografické amplitudy, dále rozložením váhy na chodidle za pomoci tlakové podložky. Výsledky ukazují na negativní dopady na rovnováhu a funkci svalů nohou se zvýšenou zátěží výstroje. Už výstroj nad 9 kg narušuje rovnováhu těla, a to zvýšenou kolísavostí těžiště chodidlového tlaku a asymetrií rozložení váhy na chodidle. V souvislosti s tímto výzkumem lze vyvodit, že by balistická vesta mohla mít negativní dopad na rovnováhu těla a funkci svalů nohy, potažmo na sílu přímého čelního kopu.

2.6.1 Fyziologické hledisko

Vnitřní prostředí organismu se snaží být neustále v rovnováze, má stabilní hodnoty pH, osmotické poměry, objemy, iontové složení a průtok tekutin. Pokud na nás působí vnější vlivy, které mohou být jak fyzické tak i psychické, nastává vychýlení rovnováhy vnitřního prostředí.

U měření nevychýlíme vnitřní rovnováhu vzhledem k tomu, že u respondentů nedojde k deletrvající fyzické zátěži, které by se následně projevila zvýšenou únavou, mající vliv na udržení vnitřní rovnováhy při kopu.

2.6.2 Hledisko dynamiky

Dynamika se zabývá dvěma otázkami, a to proč a za jakých podmínek se tělesa pohybují. Síla je hlavním faktorem při hledání příčin změn pohybového stavu těles. Tato fyzikální veličina popisuje vzájemné působení těles. Projevuje se při vzájemném dotyku těles (nárázem, třením, tlakem, tahem) nebo prostřednictvím silového pole (gravitační pole). Síla tedy může být mechanickou příčinou pohybu těles a jejich změn, např. uvedení tělesa z klidu do pohybu nebo naopak.

Při aplikování zátěžové či balistické vesty u sledovaného kopu můžeme předpokládat následující změny:

- zvýšení hmotnosti pohybové soustavy (o m balistiky),
- zvýšení potřebné akční síly,
- snížení celkové rychlosti pohybu,
- zvýšení dynamické síly,
- snížení reakční rychlosti,
- zvýšení destruktivního účinku kopu.

3 Cíle a úkoly práce, hypotézy

3.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce bude zjistit a porovnat sílu přímého čelního kopu bez použití a s použitím výstroje. Dalším dílčím cílem bude porovnat síly mezi přímým čelním kopem provedeným v zátěžové a balistické vestě.

3.2 Výzkumné otázky

Jaká bude síla kopu provedená bez použití výstroje?

Jaká bude síla kopu provedená s použitím výstroje, resp. s balistickou vestou?

Jaký bude rozdíl sil mezi kopem provedeným bez použití výstroje a kopem provedeným s balistickou vestou?

Jaká bude síla kopu provedená se zátěžovou vestou?

Jaký bude rozdíl sil mezi kopem provedeným s balistickou vestou a kopem provedeným se zátěžovou vestou?

3.3 Hypotéza

„Síla přímého čelního kopu provedeného s výstrojí bude nižší než síla daného kopu provedeného bez výstroje.“

„Předpokládám, že vzhledem k velmi podobné konstrukci a relativně stejné hmotnosti balistické a zátěžové vesty nebude rozdíl v jejich vlivu na sílu přímého čelního kopu.“

4 Výzkumné metody a postup řešení

V této části práce postupně popíšeme využití výzkumné metody, které byly použity při provádění výzkumu a dále popíšeme způsob sbírání dat a jejich následné statistické zpracování.

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 5 studentů z Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (dále jen „VO při FTVS UK“). Průměrný věk respondentů byl $22,2 \pm 1,5$ let. Respondenti měli různé zkušenosti s bojovými sporty, ale s ohledem na výcvik BZ v rámci výcviku AČR bylo základním předpokladem dostatečného zvládnutí techniky přímého čelního kopu. Průměrná hmotnost respondentů byla $78,8 \pm 5,8$ kg a průměrná výška byla $180,6 \pm 4,8$ cm. Žádný z respondentů neměl žádné zdravotní potíže během měření.

- **Respondent č. 1**

Věk: 25

Váha [kg]: 78

Výška [cm]: 179

Student VO při FTVS UK. Od tří let hrál tenis, který od svých devíti let kombinoval s ledním hokej. S oběma těmito sporty skončil v patnácti letech, protože se začal věnovat golfu, s kterým skončil při nástupu na VO při FTVS UK. S bojovými aktivitami poprvé přišel do styku až vysoké škole. V současné době se věnuje převážně střelectví.

- **Respondent č. 2**

Věk: 21

Váha [kg]: 72

Výška [cm]: 178

Student VO při FTVS UK. V mládí se amatérsky věnoval judu, vzpírání a boxu. Po nástupu na střední policejní školu v Holešově začal trénovat thajský box, kterému se věnoval do osmnácti let. V posledních dvou letech se nejvíce věnuje fitness.

- **Respondent č. 3**

Věk: 22

Váha [kg]: 73

Výška [cm]: 174

Student VO při FTVS UK. Od útlého věku se věnoval florbalu, s kterým skončil nástupem na vojenskou střední školu v Moravské Třebové, kde se začal věnovat boji zblízka. Další bojové zkušenosti sbíral od osmnácti let v kickboxu, kterému se věnuje stále.

- **Respondent č. 4**

Věk: 21

Váha [kg]: 86

Výška [cm]: 187

Student VO při FTVS UK. Mezi svým desátým až třináctým rokem se věnoval Jiu jitsu a od osmnácti do dvaceti thajskému boxu. V posledním roce se převážně věnuje lezení, fitness, plavání a fotbalu.

- **Respondent č. 5**

Věk: 22

Váha [kg]: 85

Výška [cm]: 185

Student VO při FTVS UK. Se sportem začal v deseti letech, kdy až do svých sedmnácti hrál basketbal. Jeden rok se věnoval MMA (mixed martial arts), poté začal s desetibojem, se kterým skončil nástupem na vysokou školu. V dnešní době se věnuje fitness.

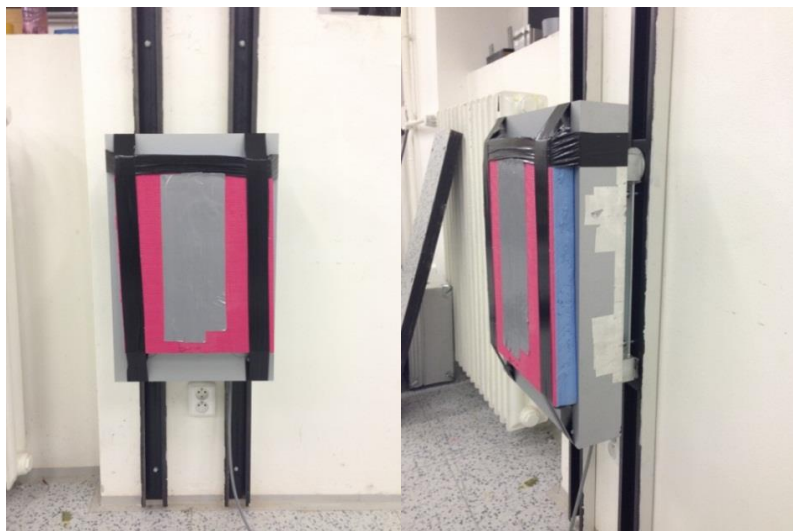
4.2 Použité metody

Metody, které byly využity pro tuto práci, jsou: popisná analýza, měření a intrapersonální komparace. Popisná analýza se využila při sběru informací o dané problematice, která posloužila k teoretické části práce. Měření bylo provedeno pomocí siloměru, který zjistil sílu přímého čelního kopu. Interpersonální komparace byla použita k vyhodnocení a srovnání naměřených hodnot.

4.3 Sběr dat

4.3.1 Přístroj na měření síly kopu

Pro získání dat byla použita siloměrná deska Kistler, která se nachází v biomechanické laboratoři na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze (dále jen „FTVS UK“). Její hlavní výhoda spočívá v možnosti nastavení její výšky, kterou je možno nastavit až do výšky 2 metrů. Při měření byl spodní okraj siloměru nastaven ve výšce 30 cm nad zemí, protože pro naše potřeby není důležité kopat vysoko, ale spíše do oblasti kolen nebo genitálií. Cílová plocha byla tedy nastavena ve výšce 30 – 60 cm. Na siloměr jsme připevnili odřezek z tatami od výrobce Merco. Připevnění tatami bylo důležité z hlediska poškození siloměru a také možné zranění testovaných osob. Tatami bylo přichyceno pomocí oboustranné a univerzální lepicí pásky. Nevýhoda použití tatami o rozměrech cca 30 x 20 x 8 cm je to, že poměrně zkreslí hodnoty kopu, jelikož pohltí velké množství kinetické energie kopu. Za dané situace můžeme říct, že naměřené hodnoty by dosahovaly vyšších hodnot bez ochrany siloměru. Avšak vzhledem k tomu, že všechny kopy byly měřeny ve stejných podmínkách, můžeme tedy říci, že výsledky výzkumu by to nemělo zkreslit.



Obrázek 5: Siloměrná deska Kistler a uchycení tatami

4.3.2 Organizace výzkumu

Měření proběhlo dne 25. února 2014 v laboratoři biomechaniky na FTVS UK. Respondentům bylo vysvětleno, jak bude měření probíhat a co by měli dělat. Každý respondent provedl šest kopů bez měření, aby si vyzkoušel dané kop v balistické vestě a zvykl na siloměr, na kterém následně proběhlo samotné testování. Všichni respondenti provedli nejprve sérii šesti přímých čelních kopů bez zátěžové a balistické vesty, poté následovala série šesti přímých čelních kopů v zátěžové vestě a poslední měření proběhlo s balistickou vestou, kdy respondenti provedli rovněž sérii šesti kopů. Délka přestávků mezi jednotlivými kopy v sériích byla individuální dle potřeb každého respondenta tak, aby došlo k maximální koncentraci na provedení daného kopu, aby provedení jednotlivých kopů nebylo ničím ovlivněno a aby kopy byly provedeny maximální možnou silou bez jakýchkoliv rušivých faktorů. Každá série šesti kopů nepřesahovala u žádného respondenta délku trvání 30 sekund. Přestávka mezi jednotlivými sériemi kopů byla minimálně 6 minut. Minimální délka pauzy mezi jednotlivými sériemi byla nastavena tak, aby jednotlivé kopy resp. série kopů nemohly být ovlivněny únavou v důsledku vyčerpání energetických zdrojů a nedostatečné přestávky pro jejich obnovu.

4.3.3 Výstroj

Testované osoby byly oblečeny do oděvu vzor 95, jako obuv byla použita vojenská polní obuv vzor 2000. Dále byla využita 12kg balistická vesta a zátěžová vesta Piran o hmotnosti 12 kg obr. č. 7. Balistickou vestu o hmotnosti 12 kg obr. č. 6 jsme využili z toho důvodu, že většina balistických vest s nejvyšším stupněm balistické odolnosti váží v rozmezí 11,5 – 12,5 kg (viz vesta Petris P2017 o hmotnosti 12 kg, vesta Global Armour o hmotností 11,8 kg, vesta Eagle o hmotnosti 12,1 kg). Zátěžová vesta o hmotnosti 12 kg byla využita z důvodu stejné resp. velmi podobné váhy mezi ní a balistickými vestami s nejvyšším stupněm balistické odolnosti.



Obrázek 6: Balistická vesta



Obrázek 7: Zátěžová vesta Piran

4.4 Analýza dat

Naměřená data byla shromážděna a podrobena statistické analýze v programu Microsoft Office Excel, kde byly provedeny výpočty a vytvořeny tabulky a grafy. Pro vyhodnocení naměřených dat byl použit párový t-test. Párový t-test byl použit, protože porovnává data, která tvoří „spárované variační řady“, tzn., že pocházejí ze subjektů, které byly podrobeny dvěma měřeními. V testu vycházíme z rozdílů naměřených párových hodnot u srovnávaných variačních řad. Pro párový t-test je nezbytné znát výběrový průměr neboli výběrový protějšek střední hodnoty, dále výběrový rozptyl, tedy výběrový protějšek rozptylu a výběrovou směrodatnou odchylku.

V této práci je testovaná hypotéza, že rozdíl středních hodnot mezi alternativní hypotézou [H_1] a nulovou hypotézou [H_0] je nulový proti té, že je nenulový. V rámci t-testu je testována hypotéza:

- a) která udává rozdíl středních hodnot mezi kopem **v balistické vestě a bez ní**.

$$H_0: \mu = (\mu_{v \text{ balistické vestě}} - \mu_{\text{bez zátěže}}) = 0$$

$$H_1: \mu = (\mu_{v \text{ balistické vestě}} - \mu_{\text{bez zátěže}}) \neq 0$$

Cílem této hypotézy je dokázat, že existuje rozdíl mezi silou kopu v balistické vestě a bez ní. Pokud tedy zamítneme hypotézu H_0 , jedná se o silnější důkaz, než když hypotézu H_0 nezamítneme.

- b) která udává rozdíl středních hodnot mezi kopem **v zátěžové vestě a kopem v balistické vestě**.

$$H_0: \mu = (\mu_{v \text{ zátěžové vestě}} - \mu_{v \text{ balistické vestě}}) = 0$$

$$H_1: \mu = (\mu_{v \text{ zátěžové vestě}} - \mu_{v \text{ balistické vestě}}) \neq 0$$

Cílem této hypotézy je dokázat, že neexistuje rozdíl mezi silou kopu v zátěžové vestě a v balistické vestě. Pokud tedy zamítneme hypotézu H_1 , jedná se o silnější důkaz, než když hypotézu H_1 nezamítneme.

4.4.1 Párový t-test

Podle Bed'áňové (2005) je studentův t-test nejčastěji využívaným parametrickým testem, jelikož se využívá pro testování rozdílu dvou středních hodnot μ . Dle statistické významnosti testovaného rozdílu středních hodnot usuzujeme na účinnost daného testu ve sledovaném experimentu.

Chrástka (2007) udává, že párový t-test je jedním ze statistických testů významnosti. Tento test je možné využít, když se dvakrát a vícekrát měří u stejné skupiny respondentů určitá schopnost nebo dovednost a chceme zjistit, jsou-li výsledky tohoto měření statisticky významné rozdíly, či nikoliv. Důležité je, aby všichni respondenti prováděli měření za stejných podmínek, protože za nejednotných podmínek by se mohlo stát, že zjištěná změna bude výsledkem faktorů, které nejsou pod svou kontrolou.

4.4.2 Vzorce pro výpočet

- výběrový průměr (m)

Jde o výběrový protějšek střední hodnoty. Jedná se v podstatě o aritmetický průměr z výběrového souboru. Výpočet aritmetického průměru provedeme tak, že sečteme všechny hodnoty a tyto hodnoty vydělíme počtem hodnot v souboru.

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

kde n představuje počet pozorování (kopů) a $\sum_{i=1}^n x_i$ je symbol pro sumu, který označuje součet posloupnosti x_i , samostatné x_i je rozdíl v jednotlivých pozorováních (v balistické vestě – bez výstroje, v zátěžové vestě - v balistické vestě).

- výběrový rozptyl (s^2)

Jde o výběrový protějšek rozptylu. Rozptyl je průměrná čtvercová odchylka od průměru, vystihuje rozptýlení jednotlivých hodnot souboru kolem aritmetického průměru. Provedli jsme prozkoumání vlastnosti souboru obsahující všechny jednotky prostřednictvím souboru dat, které jsme získali statistickým šetřením. Na tomto základě provedeme zevšeobecňující úsudek týkající se celého souboru.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2, \quad (2)$$

kde n představuje počet pozorování (kopů), $\sum_{i=1}^n x_i$ je symbol pro sumu, který označuje součet posloupnosti x_i , samostatné x_i je rozdíl v jednotlivých pozorováních (v balistické vestě – bez výstroje, v zátěžové vestě - v balistické vestě) a m výběrový průměr.

- výběrová směrodatná odchylka (s)

Jde o odmocninu z výběrového rozptylu.

$$s = \sqrt{s^2}, \quad (3)$$

kde s^2 je výběrový rozptyl.

- testové kritérium (t_0)

Testové kritérium je náhodná statistika, jejíž rozdělení pravděpodobnosti za předpokladu platnosti nulové hypotézy je známo. Jsou tedy známy i jeho kvantily, resp. pravděpodobnosti, že se testové kritérium odchýlí od své předpokládané hodnoty o více, než je nějaká předem známá hodnota. Obor hodnot testového kritéria, do kterého při platnosti nulové hypotézy a zvolené hladině významnosti α padá testové kritérium

prakticky jistě tj. s pravděpodobností $1 - \alpha$ — nazýváme oborem „přijetí“ (správněji nezamítnutí) testované hypotézy.

$$t_0 = \frac{m - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \quad (4)$$

kde μ představuje střední hodnotu, m je výběrový průměr, s směrodatná odchylka a n představuje počet pozorování (kopů).

- kritické hodnoty rozdělení (t_1)

$$t_{\frac{\alpha}{2}}(n - 1) = -t_{1 - \frac{\alpha}{2}}(n - 1) \quad (5)$$

$$t_{1 - \frac{\alpha}{2}}(n - 1), \quad (6)$$

kde $\alpha = 0,05$ představuje hladinu významnosti, n počet pozorování (kopů).

- kritický obor (W)

$$W = \left(-\infty; -t_{1 - \frac{\alpha}{2}}(n - 1) \right) \cup \left(t_{1 - \frac{\alpha}{2}}(n - 1); \infty \right), \quad (7)$$

kde ∞ představuje nekonečno, \cup znamená sjednocení, t_1 kritickou hodnotu rozdělení, $\alpha = 0,05$ představuje hladinu významnosti a n představuje počet pozorování (kopů).

Tabulka kvantilů t – rozdělení

stupeň volnosti	90%	95%	97,50%	99%	99,50%
1	3,07769	6,31375	12,7062	31,821	63,6559
2	1,88562	2,91999	4,30266	6,96455	9,92499
3	1,63775	2,35336	3,18245	4,54071	5,84085
4	1,53321	2,13185	2,77645	3,74694	4,60408
5	1,47589	2,01505	2,57058	3,36493	4,03212
6	1,43976	1,94318	2,44691	3,14267	3,70743
7	1,41492	1,89458	2,36462	2,99795	3,49948
8	1,39682	1,85955	2,30601	2,89647	3,35538
9	1,38303	1,83311	2,26216	2,82143	3,24984
10	1,37218	1,81246	2,22814	2,76377	3,16926

Tabulka 1: Rozdělení kvantilů - t

Tabulka 1 uvádí kvantily, které odpovídají kritickým hodnotám pro některé hladiny významnosti. V tomto t-testu používáme 97,5% kvantil, který odpovídá 5% hladině významnosti. Výběr stupně volnosti spočívá v počtu provedených kopů v jedné sérii minus jedna, proto je pro nás důležitá hodnota 2,57058, s níž nadále pracujeme. Na základě toho stanovujeme kritický obor $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

5 Výsledky

5.1 Komparace síly kopu provedeným s balistickou vestou a bez ní

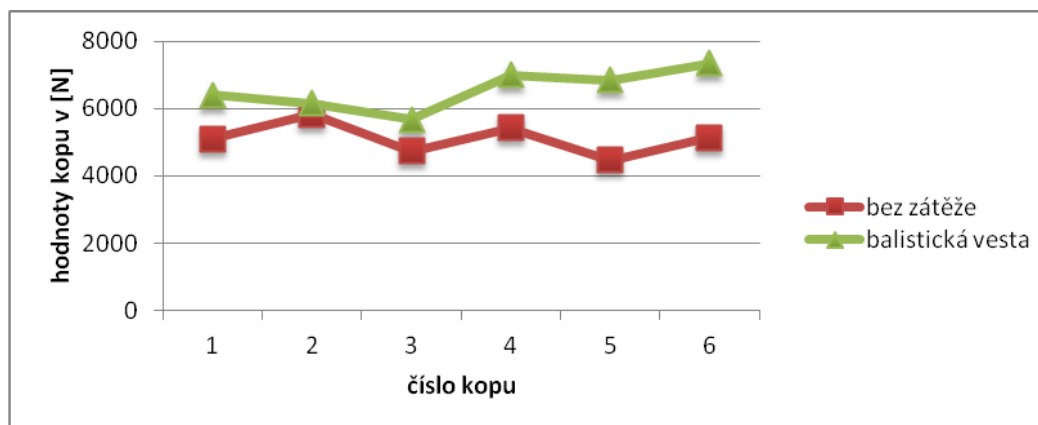
V této části budeme postupně popisovat získané výsledky resp. naměřené hodnoty sil provedených kopů jednotlivých respondentů a provedeme srovnání mezi kopem provedeným v balistické vestě a kopem provedeným bez ní.

5.1.1 Respondent č. 1

Respondent č. 1 docílil bez přidané zátěže síly kopu v průměru 5111,7 N. V balistické vestě dosáhl síly v průměru 6571,7 N, tedy hodnoty síly kopu v balistické vestě byly naměřeny v průměru o 1460 N vyšší. Důvodem vyšší průměrné síly může být zvýšená akční síla, které je způsobena vyšší hmotností pohybové soustavy.

měření 1.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
bez zátěže [N]	5090	5820	4730	5420	4470	5140
balistická vesta [N]	6400	6150	5680	7000	6850	7350

Tabulka 2: Dosažené hodnoty kopů 1. respondentem



Graf 1: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 735,0559$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 3,648962$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

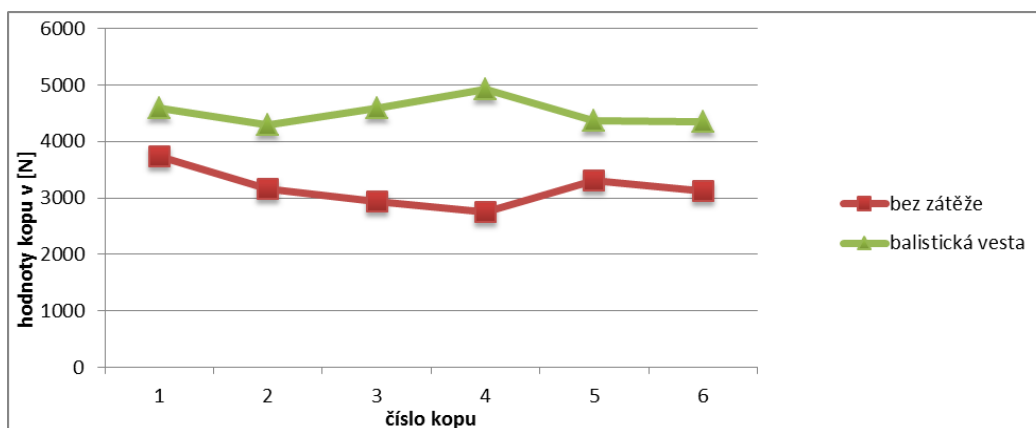
$t_0 \in W \rightarrow t_0$ je prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že zamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Pravděpodobně platí alternativní hypotéza H_1 , která předpokládá, že rozdíl mezi silou kopu v balistické vestě a bez ní je v tomto případě statisticky významný.

5.1.2 Respondent č. 2

Respondent č. 2 docílil bez přidané zátěže síly kopu v průměru 3165 N. V balistické vestě dosáhl síly v průměru 4518,4 N, tedy hodnoty kopu v balistické vestě byly naměřeny v průměru o 1353,5 N vyšší síly. Důvodem vyšší průměrné síly může být zvýšená akční síla, které je způsobena vyšší hmotností pohybové soustavy.

měření 1.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
bez zátěže [N]	3730	3150	2940	2750	3300	3120
balistická vesta [N]	4600	4290	4590	4920	4360	4350

Tabulka 3: Dosažené hodnoty kopů 2. respondentem



Graf 2: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 510,203$, díky které jsme do počítali testové kritérium $t_0 = 4,873025$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

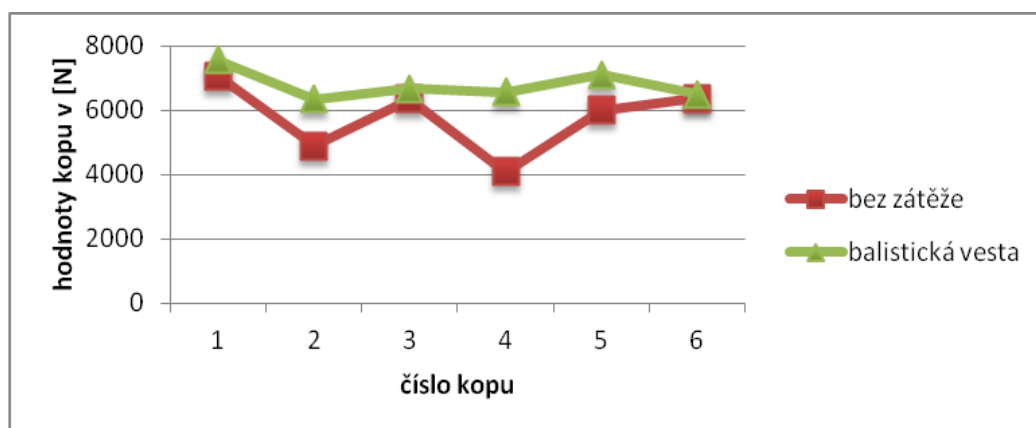
$t_0 \in W \rightarrow t_0$ je prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že zamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Pravděpodobně platí alternativní hypotéza H_1 , která předpokládá, že rozdíl mezi silou kopu v balistické vestě a bez ní je v tomto případě statisticky významný.

5.1.3 Respondent č. 3

Respondent č. 3 docílil bez přidané zátěže síly kopu v průměru 5789 N. V balistické vestě dosáhl síly v průměru 6786,7 N, tedy hodnoty kopu v balistické vestě byly naměřeny v průměru o 997,7 N vyšší síly. Důvodem vyšší průměrné síly může být zvýšená akční síla, které je způsobena vyšší hmotností pohybové soustavy.

měření 1.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
bez zátěže [N]	7065	4880	6340	4090	6000	6360
balistická vesta [N]	7550	6350	6660	6560	7100	6500

Tabulka 4: Dosažené hodnoty kopů 3. respondentem



Graf 3: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 784,851$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 2,312258$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

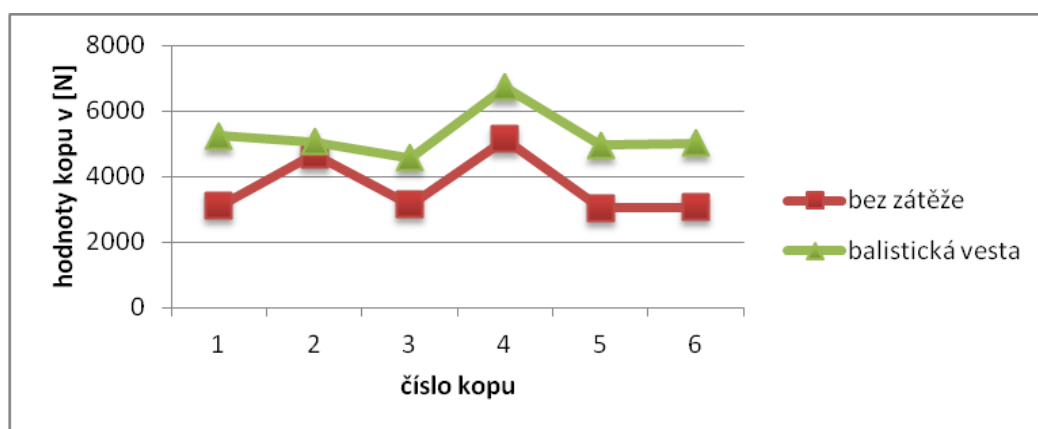
$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v balistické vestě a bez ní je v tomto případě statisticky nevýznamný.

5.1.4 Respondent č. 4

Respondent č. 4 docílil bez přidané zátěže síly kopu v průměru 3698,4 N. V balistické vestě dosáhl síly v průměru 5258,4 N, tedy hodnoty kopu v balistické vestě byly naměřeny v průměru o 1560 N vyšší síly. Důvodem vyšší průměrné síly může být zvýšená akční síla, které je způsobena vyšší hmotností pohybové soustavy.

měření 1.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
bez zátěže [N]	3110	4680	3140	5150	3040	3070
balistická vesta [N]	5250	5050	4560	6730	4950	5010

Tabulka 5: Dosažené hodnoty kopů 4. Respondentem



Graf 4: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 649,3953$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 4,413187$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

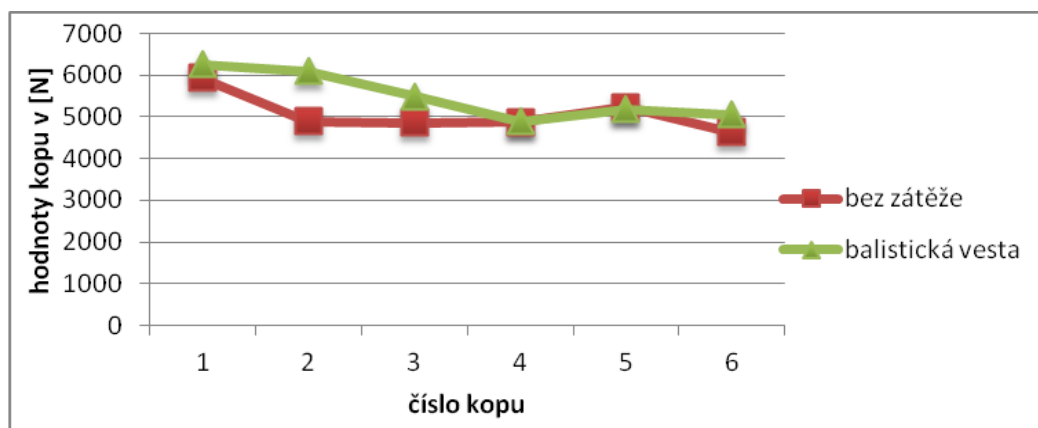
$t_0 \in W \rightarrow t_0$ je prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že zamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Pravděpodobně platí alternativní hypotéza H_1 , která předpokládá, že rozdíl mezi silou kopu v balistické vestě a bez ní je v tomto případě statisticky významný.

5.1.5 Respondent č. 5

Respondent č. 5 docílil bez přidané zátěže síly kopu v průměru 5068,4 N. V balistické vestě dosáhl síly v průměru 5495 N, tedy hodnoty kopu v balistické vestě byly naměřeny v průměru o 426,6 N vyšší síly. Důvodem vyšší průměrné síly může být zvýšená akční síla, které je způsobena vyšší hmotností pohybové soustavy.

měření 1.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
bez zátěže [N]	5930	4890	4860	4870	5230	4630
balistická vesta [N]	6250	6100	5500	4890	5180	5050

Tabulka 6: Dosažené hodnoty kopů 5. respondentem



Graf 5: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 402,0306$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 1,949694$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v balistické vestě a bez ní je v tomto případě statisticky nevýznamný.

5.2 Komparace síly kopu provedených se zátěžovou vestou a balistickou vestou

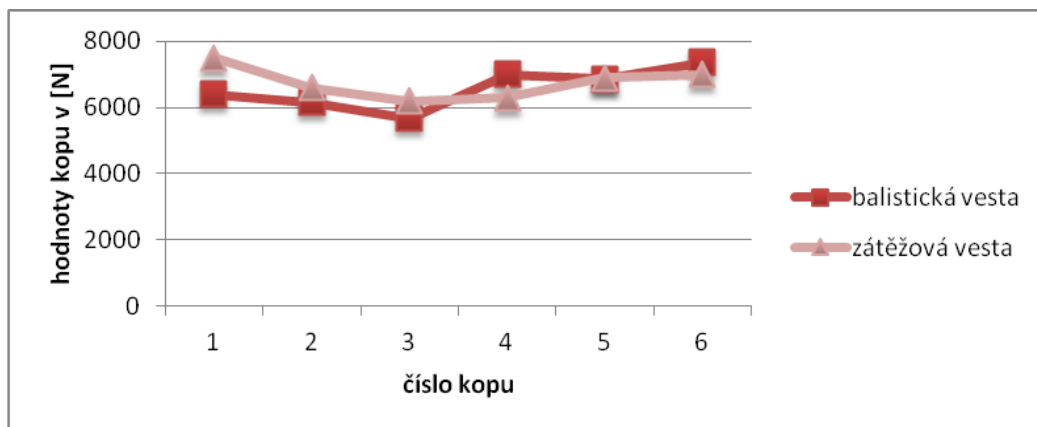
V této části budeme postupně popisovat získané výsledky resp. naměřené hodnoty jednotlivých respondentů a provedeme srovnání mezi kopem provedeným v zátěžové vestě a kopem provedeným v balistické vestě.

5.2.1 Respondent č. 1

Při použití zátěžové vesty docílil v průměru síly 6750 N. V porovnání síly kopu dosáhl o 178,3 N vyšší sílu s balistickou vestou. Důvodem vyšší průměrné síly může být lepší pohyblivost v zátěžové vestě, které je fixovaná co nejvíce na těle.

měření 2.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
zátěžová vesta [N]	6400	6150	5680	7000	6850	7350
balistická vesta [N]	7500	6600	6200	6300	6900	7000

Tabulka 7: Dosažené hodnoty kopů 1. respondentem



Graf 6: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 553,0355$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 0,609011$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

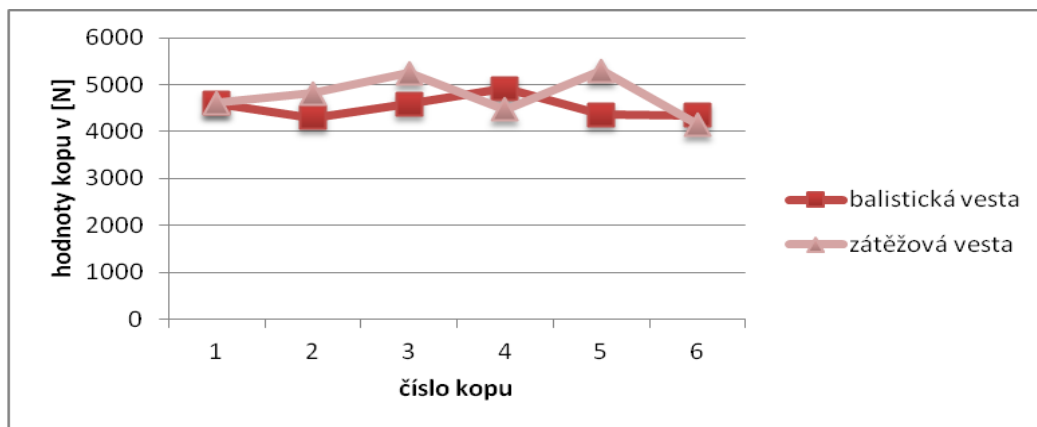
$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v zátěžové vestě a v balistické vestě je v tomto případě statisticky nevýznamný.

5.2.2 Respondent č. 2

Dále při použití zátěžové vesty dosáhl v průměru síly 4766,7 N. V porovnání síly kopu docílil o 248,3 N vyšší sílu než s balistickou vestou. Důvodem vyšší průměrné síly může být lepší pohyblivost v zátěžové vestě, které je fixovaná co nejvíce na těle.

měření 2.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
zátěžová vesta [N]	4600	4290	4590	4920	4360	4350
balistická vesta [N]	4610	4820	5250	4470	5300	4150

Tabulka 8: Dosažené hodnoty kopů 2. respondentem



Graf 7: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 462,263$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 0,986922$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

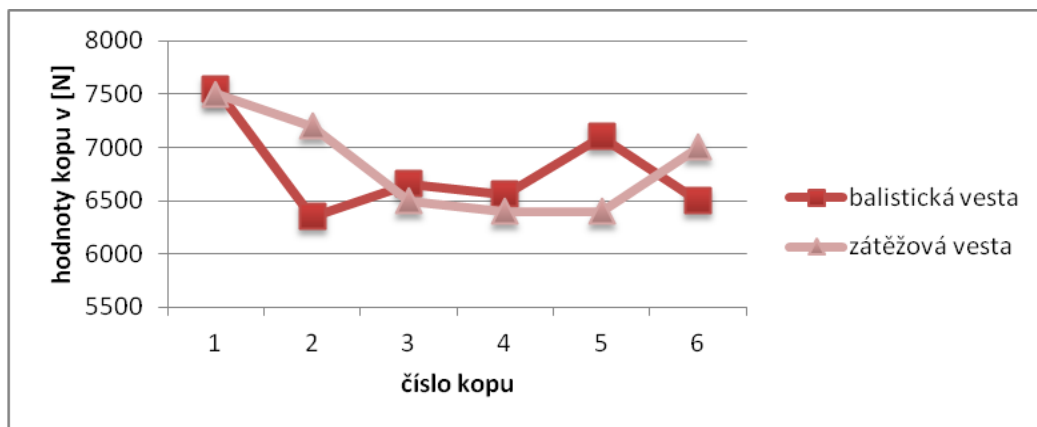
$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v zátěžové vestě a v balistické vestě je v tomto případě statisticky nevýznamný.

5.2.3 Respondent č. 3

Při použití zátěžové vesty dosáhl v průměru síly 6833,4 N. V porovnání síly kopu docílil o 46,7 N vyšší sílu než s balistickou vestou. Důvodem vyšší průměrné síly může být lepší pohyblivost v zátěžové vestě, které je fixovaná co nejvíce na těle.

měření 2.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
zátěžová vesta [N]	7550	6350	6660	6560	7100	6500
balistická vesta [N]	7500	7200	6500	6400	6400	7000

Tabulka 9: Dosažené hodnoty kopů 3. respondentem



Graf 8: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 463,5191$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 0,184959$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

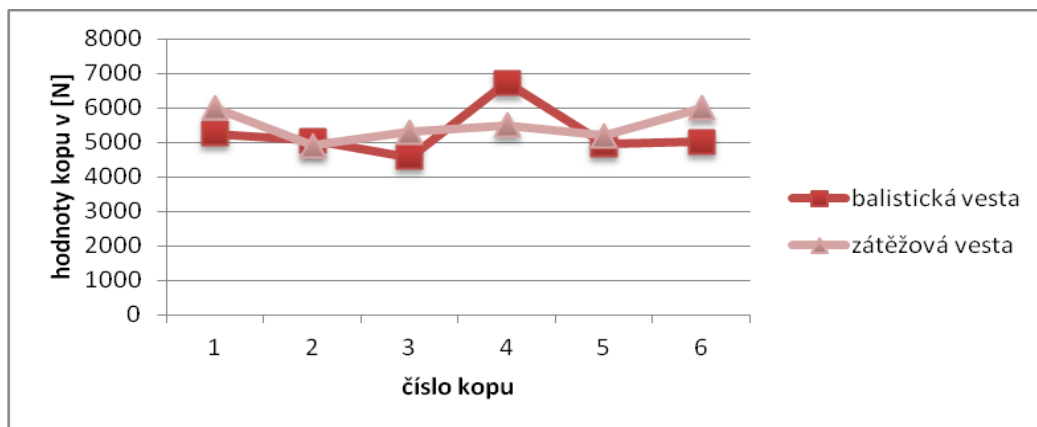
$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v zátěžové vestě a v balistické vestě je v tomto případě statisticky nevýznamný.

5.2.4 Respondent č. 4

Při použití zátěžové vesty dosáhl v průměru síly 5483,4 N. V porovnání síly kopu docílil o 225 N vyšší sílu než s balistickou vestou. Důvodem vyšší průměrné síly může být lepší pohyblivost v zátěžové vestě, které je fixovaná co nejvíce na těle.

měření 2.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
zátěžová vesta [N]	5250	5050	4560	6730	4950	5010
balistická vesta [N]	6000	4900	5300	5500	5200	6000

Tabulka 10: Dosažené hodnoty kopů 4. respondentem



Graf 9: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 697,4949$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = 0,593501$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

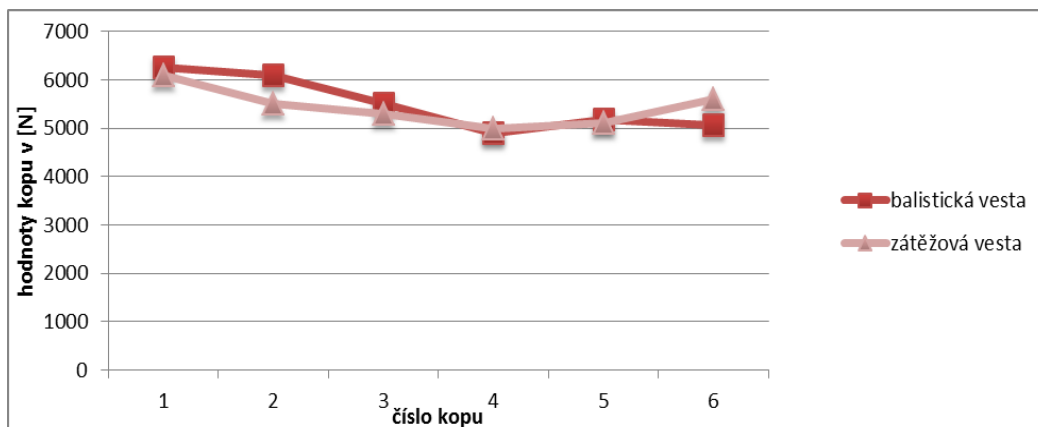
$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v zátěžové vestě a v balistické vestě je v tomto případě statisticky nevýznamný.

5.2.5 Respondent č. 5

Dále při použití zátěžové vesty dosáhl v průměru síly 5433,4 N. V porovnání síly kopu docílil o 61,5 N nižší sílu než s balistickou vestou. Rozdíl sil mezi zátěžovou a balistickou vestou je minimální.

měření 2.	1. kop	2. kop	3. kop	4. kop	5. kop	6. kop
zátěžová vesta [N]	6250	6100	5500	4890	5180	5050
balistická vesta [N]	6100	5500	5300	5000	5100	5600

Tabulka 11: Dosažené hodnoty kopů 5. respondentem



Graf 10: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.

Z naměřených dat jsme vypočítali směrodatnou odchylku $s = 321,1829$, díky které jsme dopočítali testové kritérium $t_0 = -0,35272$. Díky testovému kritériu se určil konečný výsledek z kritického oboru $W = (-\infty; -2,5706) \cup (2,5706; \infty)$.

$t_0 \notin W \rightarrow t_0$ není prvkem kritického oboru. Z toho vyplývá, že nezamítáme nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot. Rozdíl mezi silou kopu v zátěžové vestě a v balistické vestě je v tomto případě statisticky nevýznamný.

6 Diskuze

Cílem této studie bylo zjistit a porovnat sílu přímého čelního kopu provedeného v balistické vestě a sílu přímého čelního kopu provedeného bez ní, dále porovnat síly mezi přímým čelním kopem provedeným v zátěžové a balistické vestě.

V této práci jsem zjišťoval rozdíly mezi jednotlivými měřeními. Při statistickém vyhodnocování rozdílů mezi jednotlivými kopy jsem využil statistického zpracování dat pomocí t-testu, kdy test vyloučil vliv chyby měření s 5 % tolerancí chyby, tedy z 95 % spolehlivostí.

Výzkum byl proveden na studentech Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, kteří měli zkušenosti s bojem zblízka. Vzhledem k tomu, že boj zblízka je náplní studia na této škole, daní respondenti měli osvojenou techniku přímého čelního kopu a z toho důvodu byli pro tento výzkum vhodní. Pokud by respondenty tvořily osoby, které by neměly zvládnutou techniku přímého čelního kopu, výsledky výzkumu by mohly být zkresleny a negativně ovlivněny.

Ve studii jsem testoval dvě hypotézy. U první hypotézy jsem předpokládal, že síla přímého čelního kopu provedeného s výstrojí bude nižší než síla daného kopu provedeného bez výstroje, a to zejména z důvodu negativního vlivu hmotnosti balistické vesty na rovnováhu respondentů. Rovnováha resp. stabilita je dle Periče a Dovalila (2010) nezbytnou schopností pro udržení těla v určité poloze. Nakayama (1989) zahrnul rovnováhu mezi jeden z hlavních faktorů ovlivňujících sílu jakéhokoliv nárazu. Udržení rovnováhy je tedy základním předpokladem pro správné a účinné provedení přímého čelního kopu. Pokud bychom neudrželi stojnou nohu ve stabilní poloze, mohlo by to mít negativní dopad na sílu kopu. Negativní vliv balistické vesty na rovnováhu cvičence byl rovněž potvrzen studií H. Park et al. (2013). Dalším aspektem, který nás vedl ke stanovení této hypotézy, bylo omezení rozsahu pohybu z důvodu omezení pohybu v balistické vestě jako takového. Nakayama (1989) uvádí rozsah pohybu jako jeden z základních faktorů souvisejících s maximalizací síly kopu.

Na základě naměřených výsledků se však námi stanovená hypotéza nepotvrdila. U všech pěti respondentů došlo ke zvýšení síly přímého čelního kopu provedeného

v balistické vestě, z toho u tří probandů bylo pozitivní ovlivnění přímého čelního kopu v důsledku použití balistické vesty potvrzeno na základě provedeného t-testu i statisticky. Hlavním důvodem bylo pravděpodobně zvýšení celkové hmotnosti respondenta spojené s aplikací balistické vesty na jeho tělo, čímž byla při provedení samotného kopu zvýšena celková kinetická energie a což vedlo právě ke zvýšení síly daného kopu. Dalším důvodem mohlo být rovněž i to, že probandi měli techniku přímého čelního kopu dobře osvojenou a mohli se daleko lépe adaptovat na provádění kopu s přidanou zátěží ve formě balistické vesty. Jako adaptace na provedení daného kopu v balistické vestě mohly postačit zkušební kopy, které byly provedeny před samotným měřením. Díky těmto zkušebním kopům si mohli respondenti uvědomit, jak mají provedení techniky kopu upravit, aby jejich stabilita nebyla výrazně ovlivněna a mohli využít váhy balistické vesty ještě k silnějšímu provedení přímého čelního kopu.

I přes zjištění, že nám použití balistické vesty zvýší sílu kopu, stále se domnívám, že by výcvik měl být situován více do reálných podmínek, a to i např. s použitím výstroje v podobě balistické vesty. Tento výzkum byl proveden za ideálních podmínek, respondenti byli zdraví a nebyli psychicky ani fyzicky unavení. V reálných podmínkách (např. při plnění bojového úkolu v misi) ale voják nebude mít na provedení jakékoliv techniky boje zblízka vždy ideální podmínky, jako tomu bylo v rámci tohoto výzkumu. Dříve, než se voják dostane do situace, kdy pro něj bude nezbytností použití technik boje zblízka, plní řadu činností (např. patrolling) a stráví v balistické vestě mnoho času. Z tohoto hlediska je možné konstatovat, že bude unavený jak psychicky, tak i fyzicky, což může negativně ovlivnit stabilitu a koordinaci, které se následně projeví nejenom při síle přímého čelního kopu.

Výcvik, který by byl veden v balistické vestě, rozvíjí vojáka jak po stránce psychické, tak především i po stránce fyzické – zlepšuje jeho fyzickou zdatnost. Tento výcvik zlepší jeho stabilitu v různých situacích a dále může zdokonalit celkovou koordinaci ve výstroji. Voják, který bude provádět výcvik v balistické vestě, bude mít rovněž lepší adaptaci na přidanou zátěž.

U druhé hypotézy jsem se domníval, že mezi silou přímého čelního kopu provedeným v balistické vestě a silou stejného kopu provedeným v zátěžové vestě nebude významný rozdíl a to z toho důvodu, že vesty jsou si svou konstrukcí a hmotností velmi podobné. Hlavním důvodem provedení této studie byla myšlenka

vedoucí k možnosti nahrazení finančně nákladné balistické vesty „levnější“ cvičnou zátěžovou vestou, samozřejmě pouze pro potřeby výcviku.

Na základě získaných výsledků byla tato hypotéza potvrzena. U všech respondentů došlo k minimálním rozdílům v porovnání kopů provedených v balistické vestě a kopů provedených v zátěžové vestě. Výsledky provedených kopů byly velmi podobné, což bylo následně potvrzeno i statistickým vyhodnocením pomocí t-testu, kdy nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi jednotlivými měřeními. Z výsledků lze tedy vyvodit, že není rozdíl v síle přímého čelního kopu, který je proveden se zátěžovou nebo balistickou vestou. Na základě těchto výsledků je možné se i nadále zabývat myšlenkou vedoucí k provádění výcviku boje zblízka se zátěžovou vestou, protože její použití bude mít na cvičence stejný vliv, jako při výcviku ve vestě balistické. Zátěžová vesta by tedy mohla být při výcviku obdobou resp. náhradou vesty balistické.

Celkové výsledné hodnoty síly jednotlivých kopů byly zkresleny použitím odřezku tatami, který byl připevněn na siloměru jako jeho ochrana a který částečně pohlcoval energii, čímž došlo ke snížení síly jednotlivých kopů. Podmínky měření však byly pro všechny respondenty stejné, u všech měření se s připevněným odřezkem nijak nemanipulovalo a na základě této skutečnosti můžeme konstatovat, že výsledky výzkumu nebyly nijak ovlivněny.

7 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjistit a porovnat sílu přímého čelního kopu provedeným bez použití a s použitím výstroje resp. zjistit a porovnat sílu přímého čelního kopu provedeného v balistické vestě a sílu přímého čelního kopu provedeného bez ní.

Na základě naměřených údajů na studentech Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze a následného statistického zhodnocení dat pomocí t-testu jsem vyvodil následující závěry.

U všech respondentů kopy provedené s balistickou vestou dosahovaly vyšších hodnot než provedené kopy bez výstroje, tato skutečnost byla u třech respondentů potvrzena i statisticky. Použití balistické vesty má tedy vliv na sílu přímého čelního kopu a při jejím použití se zvýší síla daného kopu. Toto tvrzení však platí při ideálních podmínkách, při kterých probíhalo měření a kdy voják nebyl ovlivněn zejména fyzickým zatížením, které je při vykonávání bojové činnosti běžné.

Dalším dílčím cílem bylo porovnat síly mezi přímým čelním kopem provedeným v zátěžové a balistické vestě. Z výsledků můžu konstatovat, že síly dosažené při provedení přímého čelního kopu v balistické a v zátěžové vestě byly velmi podobné a jejich rozdíl nebyl významný. Díky této skutečnosti lze vyvodit, že není rozdíl v síle přímého čelního kopu, který je proveden se zátěžovou nebo balistickou vestou. Z toho důvodu lze uvažovat o zátěžové vestě jako o vhodné náhradě balistické vesty pro potřeby výcviku.

Počet respondentů byl v této práci poměrně nízký a z tohoto důvodu nelze výsledky zcela zobecnit. Pro další pokračování výzkumu bych doporučil provést měření na větším vzorku respondentů. Rovněž by měla být pozornost soustředěna na testování v plné výstroji, tedy s veškerými přídatnými pouzdry, které jsou umístěny na balistické vestě, batohem a dalších součástech nezbytně nutných k provádění bojové činnosti. Také by bylo vhodné provést testování s držení dlouhé střelné zbraně, která je nezbytnou součástí výzbroje vojáka.

8 Seznam použité literatury

1. BLAHUTKOVÁ, M., *Psychomotorika*. 1. vyd., 1. dotisk. Brno: Masarykova univerzita, 2007, 92 s. ISBN 80-210-3067-4.
2. BALATKA, J., *Kineziologie pro posluchače tělesné výchovy I*. Vyd. 1. Gaudeamus, 2002. ISBN 978-807-0419-281.
3. ČELIKOVSKÝ, S., *Teorie pohybových schopností*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova, 280 s.
4. ČELIKOVSKÝ, S., ET AL., *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*, 3. vyd. Praha : SPN, 1989.
5. HENDL, J., *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005, 265 s. ISBN 80-736-7040-2
6. HENDL, J., *Kvalitativní výzkum: analýza a metaanalýza dat*. Vyd. 2., opr. Praha: Portál, 2006, 583 s. ISBN 80-736-7123-9.
7. FOJTÍK, I., KRÁL, P., a KRÁL, P., *Karatedó*. Vyd. 1. Praha: Olympia, 1993, 134 s. ISBN 80-703-3246-8.
8. CHRÁSKA, M., *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vydání 1. Praha: Grada Publishing, 2007, 265 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
9. KOTAS, J., *Vliv obuvi na sílu přímého čelního kopu*. Praha, 2013. Bakalářská práce. Karlova univerzita, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
10. MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN, 1983.
11. MĚKOTA, K., CUBEREK R., *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 163 s. ISBN 978-802-4417-288.
12. MĚKOTA, K., NOVOSAD J., *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005, 175 s. ISBN 80-244-0981-X.
13. NÁCHODSKÝ, Z., *Učebnice sebeobrany pro každého*. 1. vyd. Praha: Futura, 1992. ISBN 80-85523-01-09.
14. NAKAYAMA, M. *Comprehensive*. Kodansha Amer Inc, 2012. ISBN 978-156-8364-636.
15. NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY Č. 12/2011: *Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany*
16. NOVÁK, J. a ŠPIČKA, I. *Úvod do teorie úderů*. Ústí nad Labem: Kontakt, 1973.

17. NOVÁK, J. a ŠPIČKA, I. *Tvrký úder v sebeobraně MS - 1. II. Díl.*, Praha: TJ Elektrofakulta, 1983.
18. PERIČ, T., DOVALIL, J., *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 157 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-802-4721-187.
19. REBAC, Zoran. *Thajský box: plnokontaktní bojový sport z Asie*. Vyd. 1. Praha: Naše vojsko, 1994, 122 s. ISBN 80-206-0444-8.
20. STRNAD, K., *Karate: cesta k prvnímu danu : Shotokan ryu : techniky, sestavy, zápas, příprava na zkoušky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 189 s. ISBN 978-802-4719-320.
21. VÁGNER, M., *Boj zblízka v Armádě České republiky- 1. stupeň multimediální učebnice*. Praha: Vojenský obor při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy 2008
22. VÁGNER, M., *K teorii boje zblízka*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2008, 177 s. ISBN 978-80-246-1476-2.
23. VAŠATOVÁ, M., *Svalová zkrácení u mae geri v Karatedo a návrhy kompenzace*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií.
24. WICHMANN, W., *Karate*. České Budějovice: Kopp, 2003. ISBN 80-723-2197-8.

Internetové zdroje

25. BEĎÁŇOVÁ, I.: Biostatika – Multimediální výukový text pro studenty VFU Brno.[online]. C2005 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/stat/index.htm>
26. PARK, H., BRANSON, D., KIM, S., WARREN, A., JACOBSON, B., PETROVA, A., PEKSOZ, S., KAMENIDIS, P., Effect of armor and carrying load on body balance and leg muscle function. *Gait & Posture* [online]. 2014, vol. 39, issue 1, s. 430-435 [cit. 2014-04-16].

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Úderová plocha - podrážka a pata obuvi vzor 2000 (Vágner, 2008).....	20
Obrázek 2: Úderová plocha špička obuvi vzor 2000 (Vágner, 2008)	20
Obrázek 3: Profil průběhu přímého čelního kopu (Kim a kol, (2006).....	28
Obrázek 4: Kinogram přímého čelního kopu (Vašatová, 2011).....	29
Obrázek 5: Siloměrná deska Kistler a uchycení tatami.....	36
Obrázek 6: Balistická vesta	37
Obrázek 7: Zátěžová vesta Piran	37

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení kvantilů - t	42
Tabulka 2: Dosažené hodnoty kopů 1. respondentem	43
Tabulka 3: Dosažené hodnoty kopů 2. respondentem	44
Tabulka 4: Dosažené hodnoty kopů 3. respondentem	45
Tabulka 5: Dosažené hodnoty kopů 4. Respondentem	46
Tabulka 6: Dosažené hodnoty kopů 5. respondentem	47
Tabulka 7: Dosažené hodnoty kopů 1. respondentem	48
Tabulka 8: Dosažené hodnoty kopů 2. respondentem	49
Tabulka 9: Dosažené hodnoty kopů 3. respondentem	50
Tabulka 10: Dosažené hodnoty kopů 4. respondentem	51
Tabulka 11: Dosažené hodnoty kopů 5. respondentem	52

11 Seznam grafů

Graf 1: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.	43
Graf 2: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou	44
Graf 3: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.	45
Graf 4: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.	46
Graf 5: Porovnání hodnot sil kopu bez zátěže a s balistickou vestou.	47
Graf 6: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.	49
Graf 7: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.	50
Graf 8: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.	51
Graf 9: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.	52
Graf 10: Porovnání hodnot sil kopu s balistickou vestou a se zátěžovou vestou.	53