

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Rozdíl maximální síly obloukového kopu při volném výkonu a
reakci na vizuální podnět**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Radim Pavelka, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Tereza Cvingerová

Praha, 2024

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

V Praze, dne

.....

podpis studenta

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce PhDr. Radimu Pavelkovi, Ph.D. za pomoc a rady při zpracování práce. Také bych chtěla poděkovat rodině, která mě během celého studia podporovala.

Abstrakt

Název: Rozdíl maximální síly obloukového kopu při volném výkonu a reakci na vizuální podnět

Cíle: Porovnání maximální síly obloukového kopu provedeného v ideálních podmínkách a s důrazem na co nejrychlejší reakci na vizuální podnět.

Metody: Jedná se o neinvazivní experimentální studii s vnitro-subjektovým designem, ve které participanti po individuálním rozcvičení prováděli dvě série měření po pěti obloukových kopech dominantní končetinou do vodního pytle (Aqua training bag) s důrazem na maximální sílu v ideálních podmínkách, a sérii pěti obloukových kopů s důrazem na maximální sílu během reakce na vizuální podnět, přičemž pořadí měření bylo randomizováno.

Výsledky: Studie zahrnovala 42 účastníků (27 mužů a 15 žen). Výsledky ukázaly, že maximální síla kopu při reakci na vizuální podnět byla statisticky významně nižší než v ideálních podmínkách. Průměrná maximální síla kopu v ideálních podmínkách byla 611 N, zatímco při reakci na vizuální podnět byla 552 N. Tento rozdíl 59 N (9,7 %) byl statisticky významný ($p = 0,0001$). Studie také zjistila, že výkony žen byly konzistentnější než výkony mužů a to o 30,2 % (32,6 N). Dále výsledky ukázaly, že subjektivní vnímání úsilí se liší mezi podmínkami o 6 % a mezi pohlavími o 10,6 %, a že subjektivně vnímané úsilí ne vždy odpovídá skutečně vynaložené síle, zejména v podmínkách vyžadujících rychlou reakci na vizuální podněty.

Klíčová slova: bojové sporty, obloukový kop, maximální síla, vizuální reakce

Abstract

Title: The difference in maximum force of the roundhouse kick between free execution and reaction to a visual stimulus.

Objectives: Comparison of the maximum force of a roundhouse kick executed in ideal conditions versus with an emphasis on the fastest reaction to a visual stimulus.

Methods: This is a non-invasive experimental study with a within-subject design, in which participants performed two sets of measurements after individual warm-up. They executed two series of five roundhouse kicks using their dominant limb, one focussing on maximum force under ideal conditions and the other emphasising maximum force in response to a visual stimulus. The order of the measurements was randomised.

Results: The study included 42 participants (27 men and 15 women). The results showed that the maximum force of the kick in response to a visual stimulus was significantly lower than under ideal conditions. The average maximum force of the kick under ideal conditions was 611 N, while in response to a visual stimulus it was 552 N. This difference of 59 N (9.7%) was statistically significant ($p = 0.0001$). The study also found that women's performances were more consistent than men's by 30.2% (32.6 N). Furthermore, the results showed that the subjective perception of effort varied by 6% between conditions and by 10.6% between genders, and that the subjectively perceived effort did not always correspond to the actual exerted force, especially in conditions requiring a quick response to visual stimuli.

Keywords: martial arts, roundhouse kick, maximum force, visual reaction

Obsah

1	Úvod	7
1	Bojové sporty	9
1.1	<i>Vývoj bojových sportů.....</i>	9
1.2	<i>Výkon v bojových sportech</i>	10
1.3	<i>Plnokontaktní bojové sporty</i>	11
1.3.1	Kickbox.....	12
1.3.2	Thajský box.....	12
1.3.3	Taekwondo.....	12
1.3.4	MMA	13
2	Technické prostředky v plnokontaktních bojových sportech	14
2.1	<i>Kop.....</i>	14
2.1.1	Technika provedení obloukového kopu.....	16
2.1.2	Zapojované svaly při provedení obloukového kopu.....	17
2.1.3	Biomechanika obloukového kopu	18
3	Maximální síla kopu	21
3.1	<i>Metody měření maximální síly kopu</i>	21
4	Reakční rychlost.....	25
4.1	<i>Vizuální reakce v bojových sportech</i>	26
5	Cíl a výzkumné otázky	28
5.1	<i>Cíl.....</i>	28
5.2	<i>Výzkumné otázky.....</i>	28
6	Metody a výzkumný vzorek	29
6.1	<i>Charakteristika výzkumného vzorku</i>	29
6.2	<i>Design výzkumu</i>	29

6.3	<i>Průběh testování</i>	30
6.4	<i>Použité přístroje a vybavení</i>	32
6.4.1	<i>Přístroje</i>	32
6.5	<i>Statistická analýza</i>	34
7	Výsledky	36
7.1	<i>Participantí</i>	36
7.2	<i>Rozdíl síly kopy bez nutnosti reakce a na jednoduchou reakci</i>	36
7.3	<i>Konzistence výkonů při situaci bez reakce a na reakci</i>	40
7.4	<i>Vliv reakce na subjektivní vnímání úsilí a jeho shoda s reálným výkonem</i>	44
8	Diskuze	49
9	Závěr	54
10	Použitá literatura	56
11	Seznam obrázků, tabulek a grafů	61
12	Přílohy	63

1 Úvod

V posledních desetiletích dochází k rostoucí popularitě bojových sportů, což je trend, který je možné pozorovat nejen mezi profesionálními sportovci, ale i mezi širokou veřejností. Tato zvýšená obliba se promítá do různých aspektů společnosti. Bojové sporty jako taekwondo, kickbox, muay thai a smíšená bojová umění (MMA) jsou přitom stále častěji vnímány nejen jako forma fyzické přípravy, ale i jako nástroj pro rozvoj disciplíny, sebeovládání a psychické odolnosti.

Jedním z klíčových faktorů úspěchu v bojových sportech je síla a technika kopů, které jsou základními stavebními kameny pro úspěch v těchto disciplínách. Síla kopu může rozhodnout o výsledku zápasů, což motivuje trenéry a sportovce k hledání nejefektivnějších metod tréninku pro její maximalizaci. Vědecká společnost věnuje velkou pozornost studiu biomechaniky, fyziologie a dalších aspektů kopů v bojových uměních, což vede k publikování mnoha studií a výzkumů zaměřených na optimalizaci výkonu sportovců. Například Górski a Orysiak (2019) se zaměřili na antropometrické faktory a sílu dopadu kopů v taekwondu mezi dominantní a nedominantní končetinou, zatímco Gavagan a Sayers (2017) prováděli biomechanickou analýzu techniky roundhouse kicku v různých bojových uměních. Falco a kol. (2013) provedli také významnou studii, která zkoumala, jak vzdálenost cíle ovlivňuje biomechanické parametry roundhouse kicku v taekwondu.

Tato diplomová práce se specificky zaměřuje na obloukový kop na hlavu, což je jedna z nejdůležitějších a nejúčinnějších technik v plnokontaktních bojových sportech. Cílem práce je analyzovat a porovnat maximální sílu obloukového kopu vykonaného ve dvou různých podmínkách: volně a jako reakce na vizuální podnět. Studium reakčního času je zásadní, protože v bojových sportech často nejde jen o sílu, ale o schopnost rychle reagovat na protivníkovy pohyby. Porozumění tomu, jak reakce ovlivňuje sílu kopu, může přinést nové poznatky pro tréninkové metody zaměřené na zlepšení výkonu sportovců.

Předpokládá se, že zjištění z této práce poskytnou trenérům a sportovcům lepší pochopení o tom, jak trénovat a zdokonalovat techniky kopů v bojových sportech tak, aby bylo dosaženo nejen maximální síly, ale i optimální reakční schopnosti. Tato práce má ambici přispět k teoretickému i praktickému pochopení vztahů mezi fyzickou přípravou, technickým provedením a psychomotorickou reakcí v kontextu bojových sportů, což by mohlo vést k inovacím v tréninkových metodách a zlepšení výkonů sportovců.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

1 Bojové sporty

Bojové sporty jsou pohybové systémy, jejichž hlavním cílem je naučit jednotlivce bojové techniky v souladu s konkrétními pravidly a nařízeními, a to v rámci soutěže za účelem zlepšení osobního výkonu a dosažení vítězství nad soupeřem (Martínková, 2010). Kromě toho, že ovlivňují život praktikujících v soutěžním prostředí, mají také pozitivní dopad na zdravotní stav a fyzickou kondici. Nakonec přispívají k formování charakteru jednotlivce, což se projevuje například odvahou, sebevědomím, opatrností, vyrovnaností a sebekontrolou.

1.1 Vývoj bojových sportů

Za předchůdce bojových sportů lze považovat bojová umění, kde se spojoval boj s výchovnými cíli, jako jsou úcta a čest. Tato umění byla provázána s kultivací, rozvojem a systematizací bojových technik, někdy spojených s filozofickými a náboženskými systémy, etickými kódy a celkovým zdokonalováním jednotlivce. Bojová umění sloužila nejen k vojenskému výcviku, ale měla také hlubší filozofický a tradiční význam (Martínková, 2010).

Původ bojových umění lze vysledovat do Asie, kde se datuje až do doby 2600 př. n. l. V Japonsku byly znalosti bojových umění tradičně předávány skrze přímou učební metodu, kde otec předával své zkušenosti synovi a mistr své znalosti žákovi, který se později stal mistrem. Tímto způsobem každý učitel přispíval k filozofii a tradicím bojového umění. V období mezi lety 480–479 př. n. l. Peršané přinesli asijskou kulturu do Evropy, což ovlivnilo bojová umění (Pavelka a Stich, 2012).

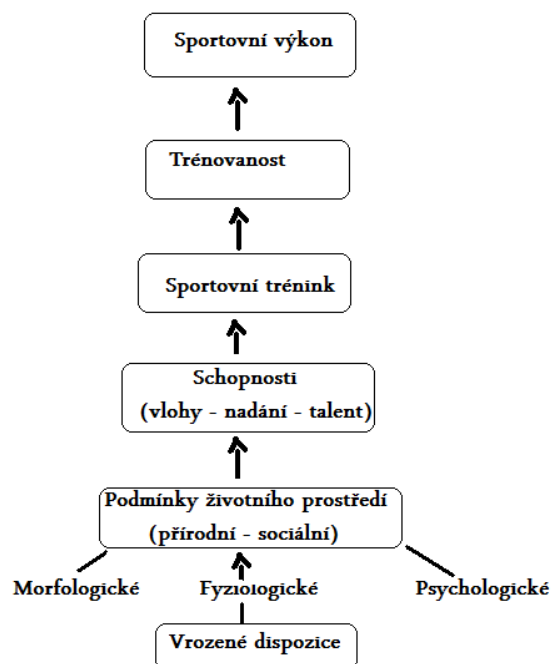
V Japonsku se od začátku 17. století začala systematicky vyučovat bojová umění, kdy se ustálil systém nazývaný heihó. Postupem času došlo k normalizaci vojenských technik a vzniku specializovaných škol bojových umění, které postupně zjemňovaly techniky a odstraňovaly ty, které byly nebezpečné. V 19. století došlo k útlumu bojových umění

v důsledku rozvoje vojenské technologie, což vedlo k vzniku nových forem boje, přizpůsobených tehdejším potřebám (Fojtík, 2001).

V 19. století se také začala formovat podoba moderního sportu, což bylo ovlivněno antickým Řeckem a později Anglií, která zdůrazňovala výchovné hodnoty a hodnoty slušného chování. Pierre de Coubertin hrál klíčovou roli ve světovém rozvoji sportu a mezinárodních soutěžích. Mezi bojové sporty, vedle řecko-římského zápasu a boxu, se začala zařazovat i některá asijská bojová umění. V 20. století byla bezpečnost v bojových sportech zvýšena pomocí ochranných prostředků, což umožnilo sportovcům zapojit se do zápasů s menším rizikem úrazů. Zápasení v bojových sportech nyní znamená soutěžení podle pravidel, na rozdíl od historického významu zápasení na život a na smrt (Martínková, 2010).

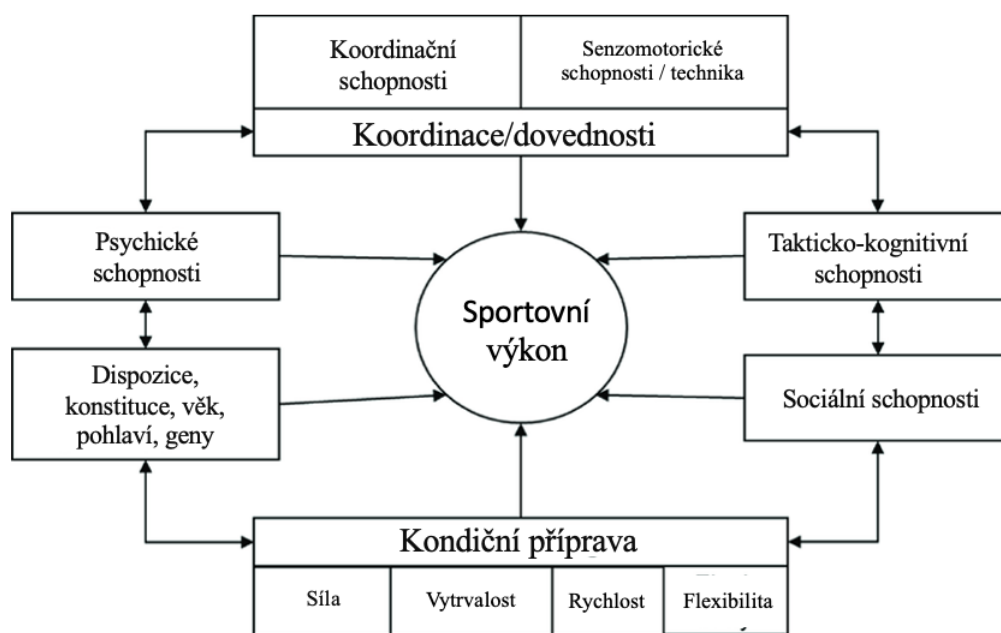
1.2 Výkon v bojových sportech

Výkon v jakémkoli sportu zahrnuje řadu faktorů, které se navzájem ovlivňují. To zahrnuje fyzické schopnosti jednotlivce, prostředí, kde sportovec trénuje a denně se pohybuje, a samozřejmě i trénink, jak ilustruje obrázek č. 1 (Dovalil, 2005).



Obrázek 1: Dlouhodobé formování sportovní výkonnosti (Dovalil, 2005)

V bojových sportech, především v plnokontaktních disciplínách, existuje celá řada faktorů, které ovlivňují výkonnost (viz obrázek 2). V tomto kontextu se výkon v bojových sportech definuje jako individuální schopnost překonat odpor soupeře během zápasu pomocí fyzické, technické a taktické převahy. Zápasník musí mít širokou škálu pohybových dovedností, které jsou často komplexní. Kromě toho jsou dalšími klíčovými faktory, ovlivňujícími výkon, aerobní vytrvalost, maximální síla, anaerobní kapacita, somatické předpoklady a psychická odolnost (Pavelka a spol., 2020).



Obrázek 2: Obecná struktura sportovního výkonu (Wiemeyer, 2016, upraveno)

1.3 Plnokontaktní bojové sporty

Postojové bojové sporty lze rozdělit podle způsobu provedení technik do dvou kategorií: polokontaktní a plnokontaktní disciplíny. V polokontaktních disciplínách je klíčové vést techniky s kontrolou a bez použití maximální síly. Naopak v plnokontaktních disciplínách je povoleno využívat maximální síly při úderech a kopech. Přičemž způsoby provedení technik a délka zápasu jsou specifikovány pravidly daného sportu. Při zápasu je vždy přítomen hlavní středový rozhodčí, který dohlíží na dodržování pravidel a bodoví rozhodčí, kteří mají na starost konečné bodové hodnocení. Kromě rozhodnutí na body může plnokontaktní zápas skončit KO (knock-out), když jeden zápasník není schopen

pokračovat po silném zásahu, TKO (technický knock-out) a také diskvalifikací za používání zakázaných technik. Zápas může ukončit i trenér, a to vhozením ručníku do ringu.

Mezi nejoblíbenější plnokontaktní postojové bojové sporty patří kickbox, thajský box, taekwondo a MMA, a právě zástupci těchto sportů budou předmětem této práce.

1.3.1 Kickbox

Kickboxing, též nazývaný kickbox, je moderním bojovým sportem, jehož kořeny sahají do různých bojových umění (Svoboda, 2012). Tento sport vznikl v USA spojením úderů z boxu a technik kopů z japonských stylů karate, což mu dodává velkou atraktivitu (Miňovský, 2006). Kickbox se skládá celkem z 6 disciplín, 3 polokontaktní – pointfighting, light-contact a kicklight, a 3 plnokontaktních – fullcontact, low-kick a K1.

1.3.2 Thajský box

Thajský box nebo také Muay Thai, je plnokontaktní bojový sport, který se na první pohled může podobat kickboxu, zejména disciplíně K1. Liší se povolenými technikami, které zahrnují údery lokty, kopy kolenem, klinče a strhy (Myers, 2006). Profesionální zápasy zahrnují pět tříminutových kol s minutovou pauzou mezi koly, zatímco amatérské zápasy mají kola pouze tři. Profesionální zápasníci nosí pouze omezenou ochrannou výbavu, která zahrnuje boxerské rukavice, chránič zubů a suspensor, amatérští zápasníci mají povinnost nosit helmy, chrániče loktů a chrániče holenní. V amatérském sportu jsou závodníci identifikováni podle barvy výbavy a dresů; ty jsou buď modré, nebo červené podle rohu, ze kterého zápasníci soutěží v daném zápase (IFMA, 2023).

1.3.3 Taekwondo

Taekwondo představuje tradiční korejské bojové umění, jehož vývoj na tomto území trval po dobu dvou tisíciletí. Toto umění směřuje k celkovému rozvoji jednotlivce jak fyzicky, tak psychicky. Jestliže se podíváme na překlad jednotlivých částí slova „taekwondo“, získáme jeden z možných výkladů: „umění boje rukama a nohama“ (Hybrant, 2006; Lee, 2005). V současné době existuje taekwondo ve dvou formách pod kontrolou dvou

organizací. Mezinárodní federace Taekwonda – ITF, zastávající tradiční formu taekwonda a Světová federace Taekwonda WT, zaměřená na soutěže a výkonnost (Kinkorová, 2010). Zápasy podle pravidel WT se odehrávají na tatami a trvají tři kola po dvou minutách, s jednominutovou přestávkou mezi nimi. Pro obě typy organizací, WT a ITF, platí odlišná pravidla, týkající se povolených a zakázaných úderů a ochranných pomůcek. V Taekwondo WT jsou povoleny úderý nohou od pasu nahoru, úderý pěstmi na střed těla a úderý nohou do hlavy (World taekwondo, 2019). Podobně je tomu i v Taekwondo ITF, kde jsou kromě výše zmíněných plnokontaktních technik povoleny také úderý na hlavu.

1.3.4 MMA

MMA (Mixed Martial Arts) je moderní forma bojového sportu, která momentálně zažívá enormní nárůst popularity jak mezi diváky, tak mezi sportovci (Pavelka a Stich, 2012). Na rozdíl od výše zmíněných sportů, v zápasu MMA mohou bojovníci soutěžit, jak ve stoje, tak na zemi. Mají tedy možnost využít širokou škálu úderových a úchopových technik, páky, škrčení, strhy a přehozy. Hlavním cílem každého MMA zápasu je donutit soupeře ke vzdání nebo dosáhnout knockoutu. Pravidla omezují způsoby útoků a stanovují časový limit, který u amatérských zápasů trvá 3 kola po 3 minutách s jednominutovou pauzou mezi koly (IMMAF, 2017). Typické pro MMA je, že zápasy probíhají v osmistěnné kleci a zápasníci nosí malé rukavice.

2 Technické prostředky v plnokontaktních bojových sportech

V bojových sportech je technická dovednost klíčem k úspěchu, zahrnující širokou paletu technik od základního postavení a pohybu, které umožňuje efektivní útoky a obranu, přes údery jak rukama, tak nohama, až po obranné techniky, jako jsou bloky a úhyby. Ačkoliv existují techniky běžné pro většinu plnokontaktních bojových sportů, každý z nich má navíc své specifické techniky.

2.1 Kop

Kop v bojových sportech je úder provedený spodní částí nohy, přičemž cílem je zasáhnout soupeře. Existuje mnoho druhů kopů, ať už přímých či obloukových. V bojových sportech, které jsou výše zmíněné, jsou kopy často využívány k získání bodů nebo k dosažení vítězství KO. Ambrozy (2020) zkoumal efektivitu technik v kickboxu v souvislosti s vítězstvím v zápasech knockoutem. Zjistil, že neúčinnějšími technikami jsou háky a obloukové kopy na hlavu. Z celkových 188 případů, kdy kickboxeři vyhráli zápas knockoutem, 100 vítězství bylo dosaženo pomocí kopů, přičemž 41 z těchto knockoutů bylo zaznamenáno díky obloukovým kopům na hlavu.

Klíčovým prvkem všech kopů je správné postavení, které nejen zajišťuje stabilitu, ale také vhodnou pozici pro provedení efektivního kopu. Boj je ovšem o pohybu a akci. Pokud chce být zápasník úspěšný, musí se neustále pohybovat. Kopání na nepřítele, který se snaží uniknout, je náročné. Proto je klíčové naučit se kopat během pohybu. Je nezbytné být schopen zaútočit v každé situaci a dosáhnout rychlého, silného a pro soupeře obtížně viditelného kopu (Staněk, 1996).

Obloukový kop neboli roundhouse kick je jeden ze základních kopů a používá se ve všech již zmíněných bojových sportech. Dle Gavagana (2017) je tento kop nejčastěji používaným kopem v soutěžích a zároveň se provedení kopu napříč bojovými sporty příliš neliší. Na základě významu této techniky bylo provedeno mnoho různých studií, které se zaměřují na různé aspekty její biomechaniky a efektivitu. Rozmanitost a množství těchto studií ukazuje, že existuje mnoho aspektů, které lze zkoumat, aby se dosáhlo hlubšího porozumění této techniky.

Studie od Li a kol. (2005) prováděla biomechanickou analýzu obloukového kopu v taekwondu, se zaměřením na technické aspekty provedení. Zjistili, že optimální úhel nohy při kontaktu s cílem je klíčový pro maximální efektivitu kopu. Thibordee a Prasartwuth (2014) zkoumali efektivitu tohoto kopu u elitních taekwondo atletů, přičemž jejich výsledky ukázaly, že správná svalová koordinace výrazně ovlivňuje sílu a rychlost kopu.

Sant'Ana a kol. (2017) analyzovali vliv únavy na reakční čas, čas odpovědi, výkonnostní čas a dopad kopu v taekwondu. Zjistili, že únava významně zpomaluje reakční čas a snižuje sílu dopadu, což negativně ovlivňuje celkovou výkonnost. Quinzi a kol. (2016) se zaměřili na opakované kopy v karate a jejich vliv na technické provedení u elitních sportovců, přičemž zjistili, že opakované provedení kopu vede ke zhoršení technické přesnosti a snížení síly kopu.

Kong a kol. (2000) a Gavagan a Sayers (2017) porovnávali biomechanické rozdíly mezi obloukovým kopem v různých bojových uměních. Zjistili, že technické provedení kopu se liší mezi disciplínami, přičemž taekwondo vykazovalo vyšší rychlost a menší kontaktní plochu nohy, což vedlo k vyšší síle dopadu.

Górski a Orysiak (2019) zkoumali rozdíly v antropometrických ukazatelích a síle dopadu kopu mezi dominantní a nedominantní nohou. Výsledky ukázaly, že kopy provedené dominantní nohou jsou silnější a rychlejší než ty nedominantní. Kim a kol. (2010) se soustředili na vliv vzdálenosti cíle na kinematiku kopu a zjistili, že správná vzdálenost cíle je klíčová pro optimální provedení a sílu kopu.

Falco a kol. (2013) analyzovali vliv vzdálenosti cíle na biomechanické parametry kopu. Potvrdili, že kratší vzdálenost mezi útočníkem a cílem vede k vyšší rychlosti a síle kopu. Další studie od Falco a kol. (2009) se zabývala vlivem vzdálenosti na čas provedení a sílu dopadu kopu, což rovněž ukázalo, že kratší vzdálenost zlepšuje výkonnostní parametry, jako jsou rychlost kopu a maximální síla dopadu.

Estevan a kol. (2013, 2011) srovnávali kopy do hrudi a do hlavy v závislosti na vzdálenosti a vlivu váhové kategorie. Zjistili, že kopy do hlavy jsou silnější než kopy do

hrudi, a že lehčí váhové kategorie vykazují vyšší rychlost kopu, zatímco těžší váhové kategorie dosahují větší síly dopadu.

Tyto studie poskytují komplexní pohled na biomechanické a výkonnostní aspekty obloukového kopu, zdůrazňují význam techniky, vzdálenosti a fyziologických faktorů na efektivitu a provedení tohoto klíčového prvku bojových sportů. Rozmanitost výzkumu ukazuje, že obloukový kop je složitá technika, která vyžaduje důkladné studium a analýzu z různých perspektiv.

2.1.1 Technika provedení obloukového kopu

Obloukový kop (viz obrázek č. 3) je prováděn takto: vychází se ze základního postoje, ruce jsou u brady, váha těla by měla být uprostřed a přenáší se na přední nebo zadní nohu podle toho, která noha bude kopat. Pokrčená noha v kolenní se zvedá bočně vzhůru. Zároveň se vytáčí stojná noha na břišku chodidla. Spodní část kopající nohy provádí extenzi v kolenním kloubu do kopu. V momentě impaktu je kopající noha téměř v maximální extenzi v kolenním kloubu. Následně se opět pokrčí v kolenní, a vrací se zpět do základního postoje. Spolu s ní zaujímá výchozí pozici chodidlo stojné nohy. Úderovou plochou je propnutý nárt, ale může jí být i holeň. Technické provedení kopu významně ovlivňuje přesnost, preciznost a schopnost efektivně zasáhnout cíl, což se také váže na úroveň dovedností provedení. V důsledku toho může být technická úroveň zásadním faktorem ovlivňujícím sílu a rychlost kopu (Vágner, 2023).

Nejčastější chyby:

- absence vytočení boků
- koleno kopající nohy je příliš nízko
- stojná noha na patě
- ruce padají dolů
- vychýlení těla z osy kopu



Obrázek 3: Roundhouse kick (vlastní zdroj)

2.1.2 Zapojované svaly při provedení obloukového kopu

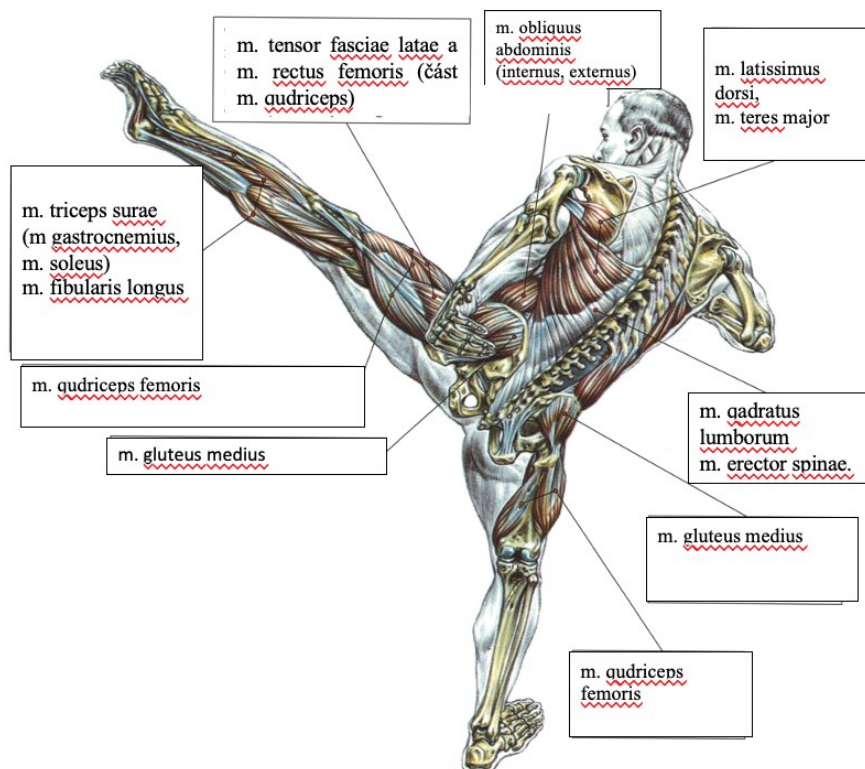
Svaly, které jsou aktivně zapojené do provedení pohybu:

- m. obliquus internus et externus abdominis
- m. gluteus medius
- m. tensor fasciae latae
- m. quadriceps femoris

Svaly zajišťující stabilitu a podporu během provedení obloukového kopu:

- m. pectoralis major
- m. rectus abdominis
- m. quadriceps femoris (stojné nohy)
- m. triceps surae
- m. gluteus medius (stojné nohy)
- m. erector spinae

Primární kinetické řetězce, které jsou aktivovány při provádění obloukového kopu, zahrnují zadní postranní natočení kyčlí, natočení ramen a extenzi dolních končetin (Chou, 2016).



Obrázek 4: Zapojené svaly při obloukovém kopu (Delavier's, 2013, upraveno)

2.1.3 Biomechanika obloukového kopu

Biomechanika je vědní obor, který studuje pohyb a sílu lidského těla za použití principů mechaniky. V kontextu bojových umění se biomechanika zaměřuje na optimalizaci a efektivitu zejména úderů a kopů. Kop je jedním ze základních prvků mnoha bojových umění a je důležité pochopit jeho biomechanické principy pro zlepšení výkonu a minimalizaci rizika zranění. Biomechanika kopu lze rozdělit do několika klíčových oblastí: pozice těla, moment síly, kinetický řetězec a přenos síly.

Klíčové faktory efektivity

- Rotace a moment síly

Rotace těla, zejména boků, je klíčová pro generování síly v obloukovém kopu. Čím větší je rychlost nohy, úhel kolene, a rotace kyčle, tím větší je moment síly a následně i síla dopadu (Najafian, 2023).

- **Flexibilita a rozsah pohybu**
Větší flexibilita umožňuje sportovci nejen dosáhnout větší amplitudy pohybu (tj. většího úhlového rozsahu, přes který se končetina pohybuje), ale také může přispět k rychlejšímu provedení tohoto pohybu. To vše se pak může projevit jako efektivnější a silnější kop (Pieter, 2009).
- **Rychlost a síla**
Pohyb kyčelního kloubu v opěrné noze je významně spojen s přenosem mechanické energie do pánve, což ukazuje na jeho klíčovou roli v dynamice kopu. Efektivní přenos energie přes opěrnou nohu zahrnuje nejen extenzi, ale také vnější rotaci v kyčelním kloubu, které připravují pánev pro silný kop. To zdůrazňuje význam role opěrné nohy v biomechanice kopu (Kinoshita, 2014).

Fáze pohybu

Obloukový kop je dynamický pohyb, který lze rozdělit do čtyř hlavních fází, z nichž každá fáze má své biomechanické vlastnosti, které jsou klíčové pro účinnost a sílu kopu.

Startovní fáze

Začátek obloukového kopu spočívá ve správném postavení a přípravě. Kopající se musí ujistit, že jeho tělo je správně umístěné a připravené na akci. Tělo by mělo být mírně natočené bokem k cíli, což umožňuje větší rotaci boků a zároveň nabízí menší cílovou plochu pro soupeře. Kolena by měla být mírně pokrčená, což poskytuje lepší reakční schopnosti a zároveň umožňuje rychlejší zapojení svalů potřebných pro rozmach a kop. Důležitá je také stabilita; váha by měla být rovnoměrně rozložena mezi obě nohy, což umožňuje rychlé a efektivní pohyby (Vágner, 2023).

Fáze provedení

V této fázi se tělo, konkrétně boky a trup, začíná otáčet, což umožňuje kopající noze získat na rychlosti. Boky vedou pohyb a jsou zdrojem síly; jejich rotace musí být rychlá a silná. Kolenní kloub kopající nohy by měl být v tuto chvíli extendován. Kotník, kolenní kloub a kyčelní kloub této nohy by měly fungovat synchronně, aby se vytvořila pevná, ale flexibilní řetězová reakce, která přenáší sílu od země přes tělo až do kopající nohy. (Smith, 2019).

Fáze dopadu

Dopad je moment, kdy se všechna generovaná síla a rychlost přenáší na cíl. Svaly nohy a trupu by měly být v tomto okamžiku v maximální kontrakci, aby se zajistilo, že veškerá energie je efektivně přenesena. Je důležité, aby kopající udržel kontakt s podložkou prostřednictvím opěrné nohy, což umožňuje lepší přenos síly a zabraňuje ztrátě rovnováhy (Lee, 2020).

Fáze návratu do výchozí pozice

Po úderu je důležité, aby se kopající rychle vrátil do výchozí pozice. To umožňuje rychlou reakci na další pohyby soupeře a přípravu na další útoky. Návrat do výchozí pozice vyžaduje kontrolu a koordinaci svalů, stejně jako udržení rovnováhy (Miller, 2018).

3 Maximální síla kopu

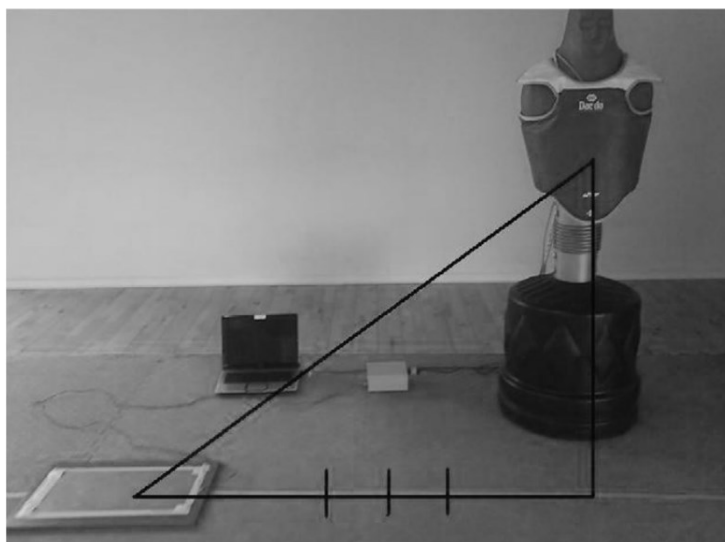
Maximální síla je definována jako nejvyšší síla, kterou může jedinec vyvinout během jednoho maximálního úsilí. Tato schopnost je klíčová pro mnoho sportovních a fyzických aktivit, protože ovlivňuje celkový výkon. Podle Zatsiorskyho a Kraemera (2006) se maximální síla odvíjí od několika faktorů, včetně typu svalových vláken jedince, nervového aktivačního vzorce a anatomických vlastností, jako jsou velikost svalu a jeho průřezová plocha. Síla kopu závisí nejen na maximální síle svalů, ale také na schopnosti rychle ji využít, což je známo jako svalová výbušnost. Enoka (2008) zdůrazňuje význam rychlého svalového zkrácení a rychlé neuromuskulární aktivace pro maximální výkon kopu.

Existují různé tréninkové metody pro zvyšování maximální síly, které zahrnují vysoce odporový trénink, plyometrii a specifické techniky zaměřené na zlepšení neuromuskulární koordinace.

3.1 Metody měření maximální síly kopu

Existuje několik metod měření síly kopu. Zde jsou některé běžné metody používané ve studiích:

1. Volně stojící figurína se zabudovanou silovou deskou v trupu (obr. 5): Tato metoda patří mezi nejpoužívanější v dostupných studiích zabývajících se silou kopu (Falco a kol., 2009 a 2013; Falco, 2009; Estevan a kol., 2012; Estevan a Falco, 2011 a 2013). Zmíněná metoda umožňuje měření síly kopů v bojových uměních z různých úhlů a výšek.



Obrázek 5: Figurína se zabudovanou silovou deskou (Falco a kol., 2019)

2. Boxerský pytel s vestavěným akcelerometrem (obr. 6) či s připevněným akcelerometrem: Zařízení obsahuje akcelerometr, což je senzor schopný měřit zrychlení. V tomto případě jsou akcelerometry použity k detekci a měření zrychlení, které vzniká v důsledku dopadu kopu na pytel. Akcelerometry jsou umístěny na obou koncích vnitřního válce pytle, což umožňuje přesné zaznamenání síly dopadu. Síla dopadu kopu je vypočítána z dat zrychlení získaných akcelerometry pomocí speciálního softwaru. Tento přístroj využili ve svých studiích například Buško a kol. (2016) či Górski & Orysiak (2019). Sinnett a kol. (2018) využili ve své studii taktéž akcelerometr, ale připevnili ho na zadní stranu pytle.



Obrázek 6: Boxerský pytel se zabudovaným akcelerometrem (Buško a kol., 2016)

3. PowerKube (obr. 7): Jedná se o komerční zařízení vyvinuté pro měření síly úderů a kopů v bojových uměních a dalších bojových sportech. Avšak tento přístroj se hodí spíše na měření přímých kopů. Přístroj byl vyhodnocen jako reliabilní za určitých podmínek. A to, pokud byl úder či kop veden přímo a rovně, reliabilita klesala při úderech směřovaných mimo střed, nebo pod úhlem. Relativní technická chyba měření (TEM%) se pohybovala mezi 0,8 % a 3,6 % v různých podmínkách (Del Vecchio a kol., 2022).



Obrázek 7: PowerKube (Del Vecchio a kol., 2022)

4. Aqua bag (obr. 8): Mezi další komerční zařízení se řadí vodou naplněný boxerský pytel Aqua Training Bag, který je vybaven integrovaným senzorem (obr. 9). Senzor je umístěn a připevněn do strany vodou plněného boxovacího pytle. Toto umístění umožňuje senzoru zaznamenávat tlakové změny v pytlích způsobené externími silami, jako jsou údery nebo kopy. Když sportovec kopne do pytle nebo do něj udeří, dopad způsobí rychlou změnu tlaku vody uvnitř pytle. Změna tlaku je detekována tlakovým senzorem. Voda funguje jako médium, které přenáší tlakovou vlnu z místa dopadu k senzoru. Senzor převede zaznamenané tlakové změny na digitální signál, který reprezentuje sílu dopadu. Tento proces zahrnuje konverzi fyzikálních tlakových změn na elektrický signál, který může být čten elektronikou senzoru. Data o síle dopadu jsou odeslána bezdrátově (prostřednictvím Bluetooth) do mobilní aplikace nebo jiného zobrazovacího zařízení, kde může uživatel vidět okamžitě výsledky. Diewaldem a kol. (2022) zkoumali spolehlivost a validitu měření silových úderů na tomto zařízení. Studie ukázala, že senzor vykazuje vysokou míru validity, s velmi

silnou korelací ($r = 0.96$) mezi měřenou silou a teoreticky očekávanými hodnotami, a vynikající spolehlivost s téměř dokonalou konzistencí ($ICC = 0.995-0.999$) a typickou chybou $\leq 5\%$. Toto činí Aqua Training Bag užitečným nástrojem pro trenéry a sportovce v bojových sportech, nabízejícím přesné a spolehlivé měření úderové síly při relativně nízkých nákladech na jeho pořízení oproti ostatním metodám.



Obrázek 9: Aqua training bag (vlastní zdroj)



Obrázek 8: zabudovaný senzor (vlastní zdroj)

4 Reakční rychlost

Jedná se o fyzickou dovednost úzce spojenou s lidským výkonem a představuje úroveň neuromuskulární koordinace, při které tělo dekoduje například vizuální, sluchové a dotykové podněty, které cestují aferentními (dostředivými) drahami v reflexním oblouku nervové soustavy a v mozku jsou zpracovávány jako smyslové podněty (Shelton a Kumar, 2010).

Reakční rychlost je klíčovým faktorem v mnoha sportovních disciplínách a lze ji rozdělit na dvě hlavní kategorie: jednoduchou reakci a výběrovou (komplexní) reakci. Jednoduchá reakce, jejíž rychlost je do značné míry určena genetickými predispozicemi jedince (dle Periče (2006) až 85 %), zahrnuje odpověď na specifický, neměnný signál, který vyvolává předem definovanou motorickou odpověď. Tento typ reakce je typický pro situace, kdy sportovec reaguje na startovní výstřel v disciplínách jako atletika, cyklistika nebo plavání (Měkota a Novosad, 2005; Perič, 2006). Hodnoty pro jednoduchou reakční dobu se v literatuře různí, ale obecně se předpokládá, že sportovci mají kratší reakční čas než nespportovci, rozdíl se pohybuje od 0,25 do 0,10 s (Měkota a Novosad, 2005).

Komplexní reakce neboli výběrová reakce, se na druhou stranu aktivuje v situacích, které vyžadují odpověď na neočekávaný nebo variabilní podnět. Tato reakce zahrnuje rozhodovací proces, při kterém jedinec musí vybrat vhodnou motorickou odpověď z několika možností na základě rychlé analýzy situace. Nejjednodušší variantou tohoto druhu rychlosti reakce je jeden podnět a několik málo možností odpovědí na něj. Např. v zápasu. Zápasník má jen jeden podnět – moment útoku soupeře, možných reakcí je několik – zabránit útoku, provést kontra techniku, reagovat pohybem (ústup), snažit se udržet postoj apod.

Anticipace neboli schopnost předvídat další vývoj akce nebo pohybu na základě prvních náznaků a předchozích zkušeností, hraje při komplexní reakci klíčovou roli. Anticipace umožňuje sportovci efektivněji reagovat na pohyby protivníka nebo trajektorii míče, čímž zlepšuje sportovní výkon. Měkota a Novosad (2005) definují anticipaci jako psychický proces, který umožňuje odhadnout budoucí průběh a výsledek pohybu na základě jeho začátku a počátečních znaků dané situace.

4.1 Vizuální reakce v bojových sportech

V bojových sportech jsou vizuální reakční schopnosti klíčové, protože rychlost a přesnost reakce na pohyby soupeře mohou rozhodnout o výsledku zápasu (Williams a Elliott, 1999). Vizuální podněty, jako jsou pohyb soupeře, změna jeho postoje nebo směr úderu, vyžadují okamžitou a přesnou reakci. Tyto sporty často zahrnují rychlé a nepředvídatelné pohyby, které sportovci musí okamžitě analyzovat a na ně reagovat. Je nezbytné sledovat nejen pohyby rukou a nohou soupeře, ale také jeho postavení a pohyby očima, aby mohli předpovědět a efektivně reagovat na přicházející úder (Ripoll a kol., 1995). Schopnost rychlé vizuální reakce tak může znamenat rozdíl mezi úspěšným blokováním úderu a jeho zásahem.

Trénink vizuálních reakčních schopností může zahrnovat různé metody, od tradičních technik až po moderní technologické nástroje. Klasické metody zahrnují cvičení s rychlými změnami pohybů nebo vizuální stimulace, kde sportovci reagují na různé vizuální podněty (Abernethy, 1996). V poslední době se také používají pokročilé technologie, jako jsou virtuální realita a simulace, které poskytují realistické a přizpůsobené tréninkové podmínky (Hüttermann a kol., 2014). Tyto technologie umožňují sportovcům trénovat vizuální reakce v prostředí, které věrně simuluje reálné zápasové situace, což může vést k efektivnějšímu zlepšení jejich reakčních schopností.

Další stále více uznávanou metodou pro zlepšování reakčních schopností je neurologický trénink, který se zaměřuje na zlepšení funkce mozku a nervového systému za účelem zvýšení rychlosti a přesnosti reakcí. Neurologický trénink zahrnuje cvičení zaměřená na koordinaci, rovnováhu, motorickou kontrolu a kognitivní funkce. Může obsahovat různé aktivity, jako je práce s balančními pomůckami, reakčními světly a dalšími nástroji stimulujícími nervový systém (Clark a kol., 2015). V bojových sportech se může tento trénink skládat ze specifických cvičení zaměřených na zlepšení vizuální percepce, rychlosti rozhodování a motorické reakce. Právě použití interaktivních tréninkových systémů, které kombinují vizuální a motorické úkoly, může vést ke zlepšení celkové reakční doby a přesnosti reakcí (Mangine a kol., 2014).

Výzkumy ukazují, že sportovci, kteří pravidelně zařazují neurologický trénink do své přípravy, mohou dosáhnout lepší koordinace a rychlosti reakcí, což se pozitivně odráží na jejich výkonu v zápasech (Bejjani a kol., 2016).

Výzkumy ukazují, že vizuální reakční schopnosti mohou být významně zlepšeny specifickým tréninkem. Studie provedená s boxery ukázala, že trénink zaměřený na vizuální podněty vede ke zlepšení reakční doby a přesnosti úderů (Mori a kol., 2002). Podobně výzkum v judu a taekwondu potvrdil, že vizuální trénink může zlepšit schopnost sportovců rychle a přesně reagovat na pohyby soupeře (Gutiérrez-Dávila a kol., 2013).

Praktická část

5 Cíl a výzkumné otázky

5.1 Cíl

Cílem této diplomové práce je porovnat maximální sílu obloukového kopu provedeného v ideálních podmínkách a při reakci na vizuální podnět. Práce se zaměřuje na analýzu rozdílů mezi těmito dvěma situacemi, konkrétně na následující aspekty:

První klíčovou otázkou je, jaký vliv má vizuální reakce podnět na sílu obloukového kopu ve srovnání s volným provedením. Tento aspekt práce zkoumá, zda je maximální síla kopu ovlivněna nutností rychle reagovat na vizuální stimul, což je často klíčové v reálných situacích bojových sportů, kde rychlost reakce může být rozhodujícím faktorem.

Druhou otázkou je, zda jsou výkony kopů provedených bez nutnosti reakce konzistentnější než výkony při reakci na vizuální podnět. Tato analýza má za cíl zjistit, zda podmínky bez reakce vedou k rovnoměrnějším výkonům.

Poslední otázkou je, jak se liší subjektivní vnímání úsilí při provedení kopu v obou situacích a jak toto vnímání koreluje s objektivně měřenou silou kopu. Zde je cílem zjistit, jak účastníci vnímali úsilí při provádění kopů v obou podmínkách a zda jejich subjektivní vnímání odpovídá skutečným fyzickým výstupům.

Tato studie předpokládá, že síla obloukového kopu bude nižší při reakci na vizuální podnět ve srovnání s volným provedením kopu bez reakce. Dále se očekává, že výkony kopů bez reakce budou konzistentnější než výkony při reakci na vizuální podnět.

5.2 Výzkumné otázky

1. Jaký vliv má jednoduchá reakce na sílu kopu ve srovnání s kopem provedeným volným výkonem?
2. Jsou výkony bez nutnosti reakce konzistentnější než výkony na reakci?
3. Jak se lišilo subjektivní vnímání úsilí v obou podmínkách a jak se shodovalo subjektivní vnímání úsilí s reálnou silou kopu?

6 Metody a výzkumný vzorek

6.1 Charakteristika výzkumného vzorku

Pro výběr účastníků výzkumu byla stanovena následující kritéria. Výzkumu se mohli účastnit fyzicky zdraví muži i ženy ve věkovém rozhraní 18–40 let, kteří aktivně trénují plnokontaktní bojové sporty (taekwondo, thajský box, kickbox, MMA apod.) alespoň dva roky a mají platnou zdravotní prohlídku. Doba dvou let praktických zkušeností s daným bojovým sportem nám dává předpoklad k tomu, že je participant po technické stránce dostatečně vospělý k provedení vybraného kopu a kvalita provedení samotného kopu nebude zkreslovat získaná data, anebo zvyšovat možné riziko zranění. Nábor probíhal pomocí sociálních sítí (Facebook, Instagram), osobního pozvání a prezentace výzkumu ve vybraných sportovních svazech (ČAK, ČSMMA) a v tělocvičnách bojových sportů. Použitý leták můžete najít v příloze 5. Účast na výzkumu byla zcela dobrovolná a bez nároků na finanční nebo jinou odměnu.

Výzkumu se účastnilo celkem 42 participantů (27 mužů, 15 žen) splňující výběrová kritéria.

6.2 Design výzkumu

Jedná se o neinvazivní experimentální studii s vnitro-subjektovým designem, ve které budou participanté po rozcvičení provádět dvě série měření po pěti obloukových kopech dominantní končetinou do vodního pytle (Aqua training bag) s důrazem na maximální sílu v ideálních podmínkách, a sérii pěti obloukových kopů s důrazem na maximální sílu během reakce na vizuální podnět, přičemž pořadí měření jednotlivých situací bude randomizováno.

Tato práce byla schválena etickou komisí UK FTVS (příloha 1)

6.3 Průběh testování

Testování probíhalo v úpolové tělocvičně na FTVS UK, které bylo posouzeno jako vhodné a bezpečné prostředí pro provádění úpolových aktivit. Na začátku již převlečení účastníci obdrželi informovaný souhlas (příloha 2), informace o průběhu studie a účelový dotazník (příloha 3), ve kterém byly zjišťovány jejich základní údaje (výška, hmotnost, věk, pohlaví, bojový sport, doba věnování se bojovým sportům, úroveň výkonnosti, počet zápasů a zápasová statistika). Následně byli účastníci seznámeni s tzv. Borgovou škálou subjektivně vnímaného úsilí (příloha 4) a uskutečnilo se 15 minut individuálního rozcvičení. Každý účastník se rozvíčoval sám, dle vlastních potřeb a preferencí, po dobu 15 minut. Vzhledem k podmínce minimální dvouleté zkušenosti s tréninkem bojových sportů se předpokládalo, že účastníci byli schopni provést individuální rozvíčení efektivně.

Po rozvíčení následovala familiarizace s kopy do vodního pytle. Účastníci měli možnost provést 3–6 kopů v obou testovacích situacích a po každém kopu sdělili číslo definující subjektivní míru úsilí dle Borgovy škály (příloha 4). Výška zásahové plochy pytle byla nastavena na úroveň brady individuálně pro každého účastníka (obr. 10).



Obrázek 10: Nastavení výšky pytle (vlastní zdroj)

V rámci familiarizace si vzdálenost od pytle určil každý účastník sám tak, aby mu vyhovovala pro provedení obloukového kopu na hlavu maximální silou. Tato vzdálenost byla vyznačena na podlaze lepicí páskou a účastník ji během provádění pokusů nesměl překročit, ani přední (nekopající) nohou, ani zadní (kopající) nohou (obr. 11).



Obrázek 11: Určení vzdálenosti od pytle (vlastní zdroj)

Následovalo měření maximální síly kopu v obou výše zmíněných podmínkách, jejichž pořadí bylo randomizované (obr. 12). Testování kopů bez reakce proběhlo tak, že se participant postavil do vyznačené vzdálenosti a provedl 5 kopů maximální silou s 10 sekundami odpočinku mezi jednotlivými pokusy, během kterých participant sděloval číslo definující subjektivní míru vnímaného úsilí dle Borgovy škály. Testování maximální síly kopů na vizuální podnět proběhlo tak, že se participant postavil do vyznačené vzdálenosti a vyčkával na vizuální signál (přístroj BlazePod připevněný na tyči pod vodním pytlem). Po rozsvícení vizuálního signálu provedl kop maximální silou. Celkem provedl 5 kopů s 10 sekundami odpočinku mezi pokusy, ve kterých opět sděloval číslo definující subjektivní míru vnímaného úsilí dle Borgovy škály. Vizuální signály se zobrazovaly randomizovaně v rozpětí 2–10 sekund.



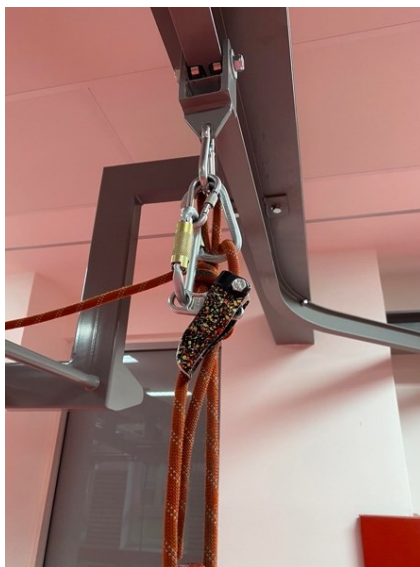
Obrázek 12: Provedení kopu (vlastní zdroj)

6.4 Použité přístroje a vybavení

6.4.1 Přístroje

1. Aqua training bag

Pro měření síly kopu byl použit vodní pytel se zabudovaným senzorem reagující na změnu tlaku vody uvnitř pytle, viz kapitola 4.1. Tento přístroj byl zvolen na základě studie od Diewaldema a spol. (2022) prokazující jeho vysokou validitu a reliabilitu. Byla použita velikost pytle o průměru 18 palců a váze 120 liber. Jelikož byla potřeba upravovat výšku pytle, byla použita kladka na uchycení, viz obr. 13.



Obrázek 13: Kladka (vlastní zdroj)

2. BlazePods

BlazePods jsou moderní tréninkové nástroje využívané pro zlepšení reakční rychlosti, koordinace a celkové tělesné kondice. Tento systém se skládá z malých, barevných, světelných podložek, které lze umístit téměř kamkoli, v našem případě byl jeden BlazePod připevněn na tyč pod pytle (obr. 14). Tato zařízení jsou ovládána pomocí aplikace, která umožňuje uživatelům nastavit různé parametry. Tento přístroj byl použit při variantě testování maximální síly kopu na vizuální podnět, kde se BlazePod rozsvěcel zelenou barvou randomizovaně v rozpětí 2–10 s.



Obrázek 14: BlazePod upevněn na tyči (vlastní zdroj)

3. Chrániče nohou

Jelikož je Aqua training bag vyroben z extrémně odolného PVC, bylo z bezpečnostních důvodů pro všechny účastníky povinné použití chráničů nohou skládajících se z holenního chrániče a tzv. botičky zakrývající prsy (obr. 15). Tyto chrániče měli účastníci k dispozici na půjčení v různých velikostech.



Obrázek 15: Chrániče nohou (vlastní zdroj)

6.5 Statistická analýza

Ke statistické analýze všech pořízených dat jsme použili program Jamovi verze 2.3.28.0 (Jamovi, 2022) a JASP verze 0.18.3. (JASP team, 2024). Jelikož přístroj měřil sílu v librách, nejprve jsme převedli výkony na newtony ($1 \text{ lbf} = 4,4482 \text{ N}$). Následně jsme provedli základní deskriptivní statistiku pro všechny výkony, jako velikost vzorku, průměr se směrodatnou odchylkou, minimum a maximum. U těchto hodnot jsme ověřili, zda splňují předpoklady normality rozložení pomocí Shapiro-Wilk testu a vizuální inspekci Q-Q grafů. Přestože průměrné síly kopu bez reakce splňují předpoklad normality rozložení dat. Průměrné síly kopu na reakci nikoliv ($p = 0,028$). Proto byly v následné analýze použity neparametrické testy.

Dále jsme ověřili reliabilitu měření výkonu v rámci všech pokusů v obou podmínkách pomocí vnitro třídních korelačních koeficientů (ICC 3,1). Výsledné ICC jsme uvedli včetně 95 % konfidenčního intervalu (CI) a za dostatečnou hranici shody jsme považovali hodnotu $\text{ICC} \geq 0,7$.

K tomu, abychom zjistili sílu vztahu mezi silou kopu bez reakce a na reakci, jsme provedli korelační analýzu, kde jsme použili Spearmanův korelační koeficient. Tento druh korelační analýzy se používá pro měření vztahu mezi dvěma proměnnými, které nemusejí mít normální rozložení.

K získání odpovědi na 1. výzkumnou otázku, zda existuje statisticky rozlišitelný rozdíl mezi silami v situaci bez reakce a v situaci na reakci jsme použili párový Wilcoxonův test.

Abychom zjistili, zda existuje statisticky rozlišitelný rozdíl nejen mezi podmínkami, ale i mezi pohlavím, jsme použili jednocestnou analýzu rozptylu s opakovaným měřením (one-way RM ANOVA). Byly definovány dva opakované měřicí faktory: „Bez reakce“ a „Na reakci“, které reprezentují dvě různé podmínky měření síly kopu. Tyto faktory byly přiřazeny do sekce „Repeated Measures Factors“. Jako mezi-subjektový faktor bylo pohlaví, aby bylo možné zkoumat rozdíly mezi muži a ženami. Kromě hlavního efektu (celkového rozdílu mezi RM faktory) jsme provedli post-hoc porovnání rozdílů mezi RM faktory a pohlavím, Post-hoc porovnání jsme provedli s Bonferroni korekcí.

Abychom zjistili, jak se lišila konzistence výkonů kopů bez reakce a na reakci, vypočítali jsme směrodatnou odchylku pěti pokusů u obou podmínek a pokračovali jsme obdobně, jako je uvedeno výše. Nejprve byla provedena deskriptivní statistika a ověření normálního rozložení dat. Následovala korelační analýza, kde jsme korelovali SD síly bez reakce a SD síly na reakci, Wilcoxonův test a opakované měření ANOVA s následným post-hoc testem.

Pro zjištění rozdílu vnímaného úsilí a jeho shody s reálným výkonem jsme opět provedli deskriptivní statistiku se Shapiro-Wilk testem. Dále celkem tři korelační analýzy, nejprve jsme korelovali RPE kopu bez reakce a RPE kopu na reakci. Následně jsme zjišťovali vztah mezi RPE kopu bez reakce a silou kopu bez reakce a totéž i u RPE kopu na reakci a silou kopu na reakci. Potom byl proveden ještě Wilcoxonův test, opakované měření

Soubor s daty byl vložen do elektronických příloh práce.

7 Výsledky

7.1 Participantů

Celkem se této studii zúčastnilo 42 účastníků, z toho 27 mužů a 15 žen (věk muži: 26,7 let, ženy: 29,9 let). Všichni účastníci splňovali podmínku minimální doby (dvou let) trénování bojových sportů. Popisná statistika vzorku se nachází v Tabulce 1. Další informace o účastnících z dotazníků budou přiloženy jako elektronická příloha této práce.

Tabulka 1: Popisná statistika účastníků

	Pohlaví	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum
Výška (cm)	M	27	179,7	7,05	166	191
	Ž	15	167,7	7,71	158	182
	celkem	42	175,5	9,26	158	191
Hmotnost (kg)	M	27	80,7	10,44	60	105
	Ž	15	63,5	10,93	48	85
	celkem	42	74,5	13,4	48	105
Věk (roky)	M	27	26,7	5,50	19	39
	Ž	15	29,9	7,47	19	40
	celkem	42	27,9	6,37	19	40
Délka trénování (roky)	M	27	12,8	7,07	2	25
	Ž	15	9,7	4,95	2,5	20
	celkem	42	11,7	6,51	2	25

7.2 Rozdíl síly kopu bez nutnosti reakce a na jednoduchou reakci

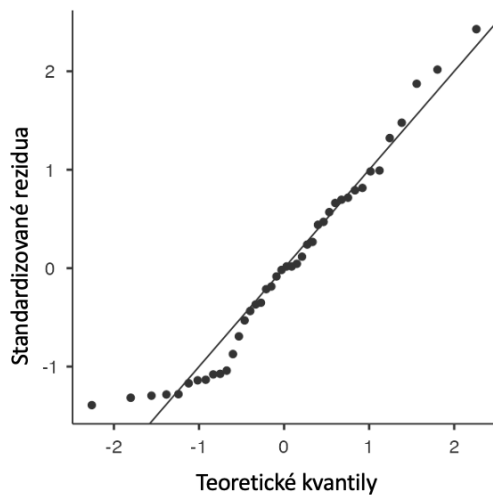
Účastníci prováděli celkem pět opakování kopu na hlavu v obou podmínkách měření, tudíž jsme prvně ověřili pro každou jejich konzistenci pomocí koeficientu vnitřní korelace (ICC3,1). Hodnota tohoto koeficientu byla 0,847 [0,775, 0,905] pro sílu kopu bez reakce a 0,799 [0,710, 0,873] pro sílu kopu na reakci. Tyto výsledky ukazují dostatečnou konzistenci ($\geq 0,7$). Díky tomu bychom mohli použít pro další analýzu jakékoliv měření, ale my pro zlepšení odhadu použijeme průměr těchto pěti pokusů. Poté jsme provedli popisnou statistiku pro obě měření síly kopu (průměr, SD, min a max), která se nachází v Tabulce 2. Následně jsme ověřili, zda data splňují předpoklady

normality rozložení pomocí Shapiro-Wilk testu (Tabulka 2) a vizuální inspekci Q-Q grafů (Graf 1,2). Přestože průměrné síly kopu bez reakce splňují předpoklad normality rozložení dat ($p = 0,069$), průměrné síly kopu na reakci nikoliv ($p = 0,028$).

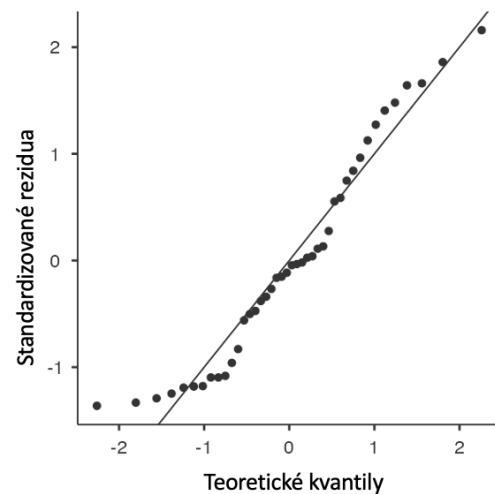
Tabulka 2: Popisná statistika síly kopu

	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
					W	p
Síla bez reakce (N)	611	297	198	1332	0,951	0,069
Síla na reakci (N)	552	241	223	1072	0,94	0,028

Graf 2: Síla kopu bez reakce Q-Q graf



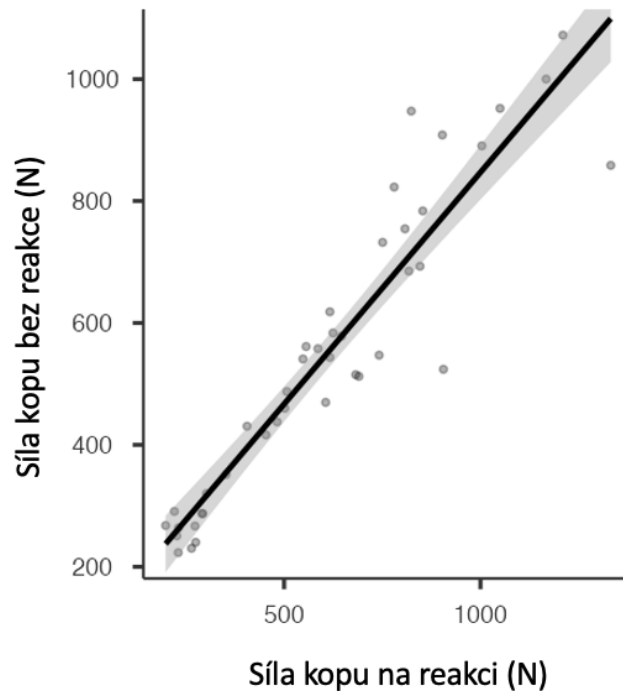
Graf 1: Síla kopu na reakci Q-Q graf



Pozn: černá kolečka = standardizovaná rezidua jednotlivých pokusů, přímka = perfektní shoda s normálním rozložením

Dále jsme u síly kopu bez reakce a síly kopu na reakci provedli korelační analýzu síly asociace mezi výkony, k čemuž jsme z důvodu nenormálního rozložení použili Spearmanovo rho. Výkony ve všech stavech silně pozitivně a statisticky signifikantně korelovaly ($\rho = 0,933$, $p < 0,001$, Graf 3).

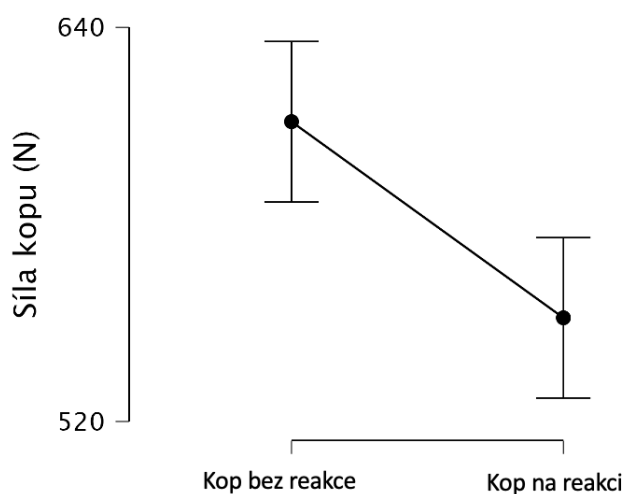
Graf 3: Korelace síly kopu bez reakce a síly kopu na reakci



Pozn.: šedá kolečka = pár měření síly kopu pro jednoho účastníka (jeden bez reakce a jeden na reakci), černá přímka = regresní linie, šedá zóna = konfidenční interval

Wilcoxonův párový test byl proveden k porovnání měření síly kopu bez reakce síly kopu na reakci s cílem zjistit, zda mezi nimi existuje statisticky rozlišitelný rozdíl. Výsledky ukázaly, že rozdíl mezi oběma měřeními je statisticky významný ($W = 729$, $z = 3,47$, $p < 0,001$). Rozdíl průměrů měření síly kopu bez reakce a síly kopu na reakci je 59 N, viz Graf 4.

Graf 4: Rozdíl mezi silou kopu bez reakce a na reakci



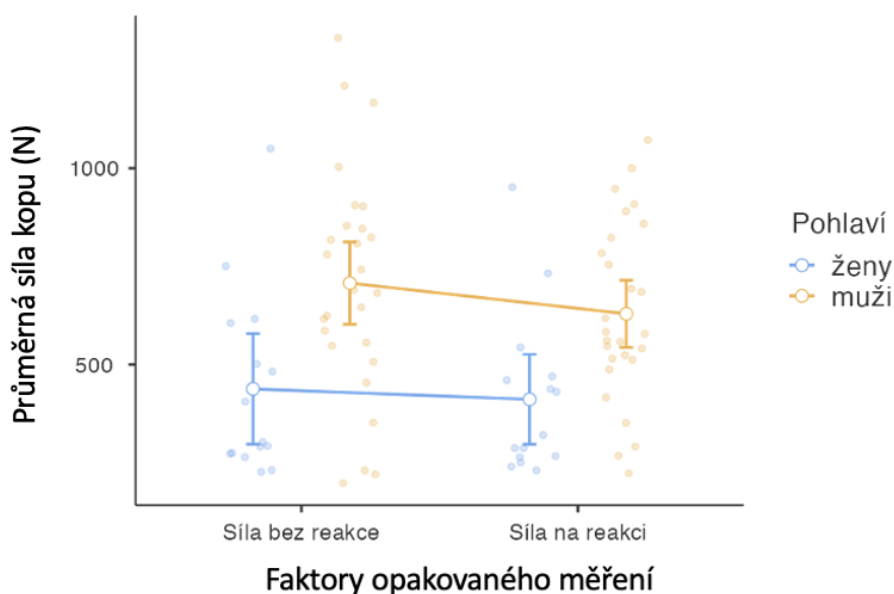
Pozn.: černá kolečka = průměrné síly kopu, chybové úsečky = 95 % konfidenční intervaly

Kvůli tomu, že se výzkumu účastnili participanti jak mužského, tak ženského pohlaví, tak jsme použili ještě jednocestnou analýzu rozptylu s opakovaným měřením (one-way RM ANOVA), kde jsme zjišťovali rozdíl nejen mezi podmínkami, ale i mezi pohlavím. Výsledky ukazují statisticky rozlišitelný rozdíl pro sílu kopu bez reakce a sílu kopu na reakci ($F_{1, 40} = 8,824$, $p = 0,005$, $\eta^2 = 0,009$). Výsledky analýzy pro faktor „Pohlaví“ ($F_{1, 40} = 9,967$, $p = 0,003$, $\eta^2 = 0,189$), ukazují, že pohlaví má statisticky rozlišitelný vliv na sílu kopu. Pro interakci faktorů opakovaných měření a pohlaví nebyla nalezena statistická rozlišitelnost ($F_{1, 40} = 2,166$, $p = 0,149$, $\eta^2 = 0,002$) Graf 5. V Tabulce 3 můžete vidět popisnou statistiku výkonů u pohlaví v obou podmínkách.

Tabulka 3: Popisná statistika výkonů

Podmínka	Pohlaví	N	Průměr	SD	SE	Koeficient variace
Síla bez reakce (N)	muži	27	707,56	287	55,2	0,405
	ženy	15	437,94	235	60,62	0,536
Síla na reakci (N)	muži	27	629,34	227	43,64	0,36
	ženy	15	411,55	205,01	52,95	0,498

Graf 5: Průměry sil kopů bez reakce a na reakci



Pozn.: bílá kolečka = průměry všech participantů daného pohlaví, chybové úsečky = 95 % konfidenční intervaly, barevná kolečka = průměry výkonů jednotlivých participantů

Výsledky post-hoc testu (Tabulka 4) pro srovnání síly kopu v podmínce bez reakce a podmínce na reakci ukazují, že existují statisticky rozlišitelné rozdíly v síle kopu ($p_{\text{bonf}} = 0,005$). Taktéž tomu bylo i u srovnání síly kopů mužů a žen kopu ($p_{\text{bonf}} = 0,003$).

Tabulka 4: Post-hoc test síla kopu * pohlaví

		Rozdíl průměrů (N)	SE	t	p_{bonf}
síla kopu bez reakce	síla kopu na reakci	52,31	17,61	2,97	0,005
muži	ženy	243,71	77,2	3,16	0,003

7.3 Konzistence výkonů při situaci bez reakce a na reakci

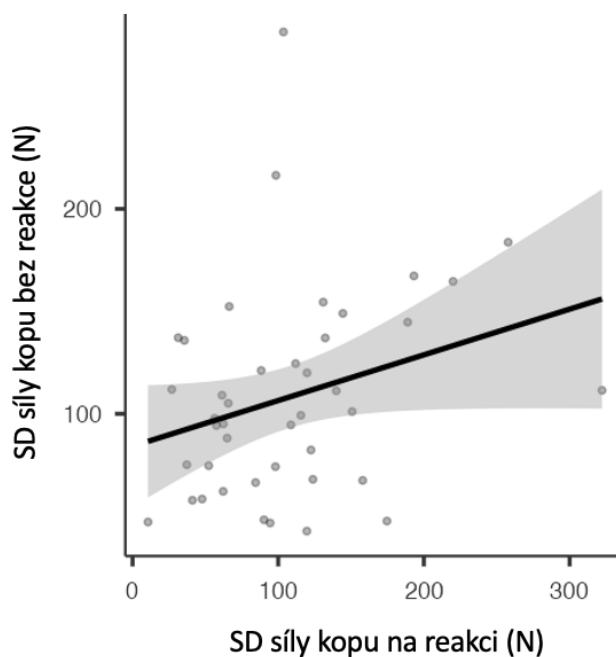
Pro zjištění konzistence výkonů jsme nejprve vypočítali směrodatné odchylky pěti pokusů v obou situacích a provedli základní popisnou statistiku, která se nachází v Tabulce 6. Následně jsme zjišťovali, zda data splňují předpoklady normality rozložení dat pomocí Shapiro-Wilk testu (Tabulka 5), který ukazuje, že data normálně rozložena nejsou.

Tabulka 5: Popisná statistika směrodatných odchylek

	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
					W	p
SD síly bez reakce (N)	106,5	64,3	10,6	322,3	0,917	0,005
SD síly na reakci (N)	107,9	50	42,7	286,3	0,911	0,003

K vyhodnocení síly asociace mezi výkony jsme z důvodu nenormálního rozložení použili Spearmanovo rho (Graf 6). Výsledky naznačují, že i když existuje určitá pozitivní asociace mezi směrodatnými odchylkami síly kopu bez reakce a síly kopu na reakci, není tato asociace statisticky rozlišitelná ($\rho = 0,287$, $p = 0,065$).

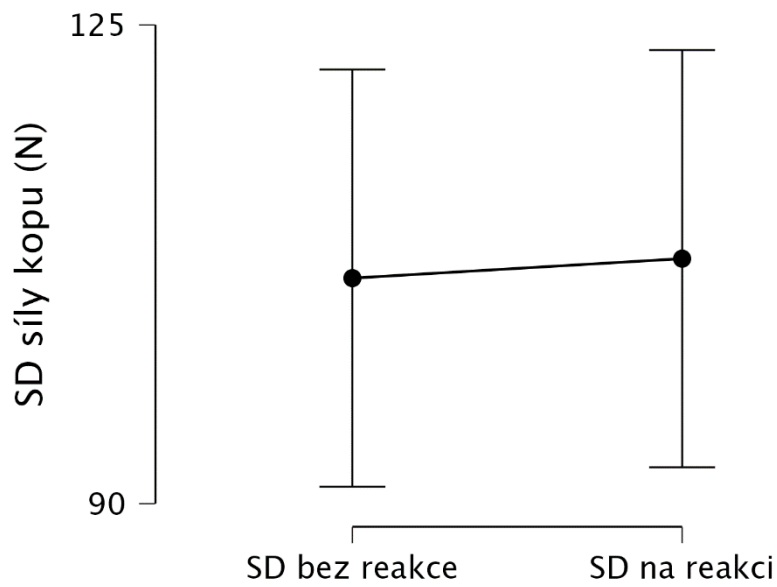
Graf 6: Korelace SD síly bez reakce a SD síly na reakci



Pozn: šedá kolečka = pár měření SD síly kopu pro jednoho účastníka (jeden bez reakce a jeden na reakci), černá přímka = regresní linie, šedá zóna = konfidenční interval

K porovnání SD síly kopu bez reakce a SD síly kopu na reakci s cílem zjistit, zda mezi nimi existuje statisticky významný rozdíl, byl proveden Wilcoxonův párový test. Výsledky ukázaly, že rozdíl mezi oběma měřeními není statisticky rozlišitelný ($W = 446$, $z = -0,07$, $p = 0,95$) přičemž rozdíl průměrů SD byl 1,4 N (Graf 7).

Graf 7: Rozdíl mezi SD síly kopu bez reakce a na reakci



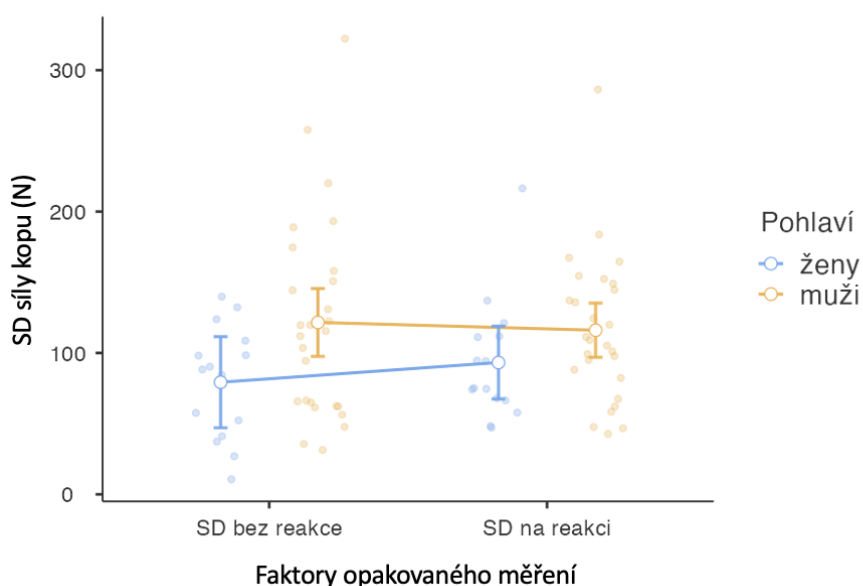
Pozn.: černá kolečka = průměrné SD síly kopu, chybové úsečky = 95 % konfidenční intervaly

Jelikož se výzkumu účastnili muži i ženy, použili jsme i jednocestnou analýzu rozptylu s opakovaným měřením (one-way RM ANOVA), kde jsme zjišťovali rozdíl nejen mezi podmínkami, ale i mezi pohlavím (Graf 8). Výsledky ukazují, že pro faktory opakovaných měření (SD bez reakce a SD na reakci) nebyl zjištěn statisticky rozlišitelný rozdíl ($F_{1,40} = 0,140$, $p = 0,710$, $\eta^2 = 0,001$). Rovněž interakce mezi faktory opakovaných měření a pohlavím neprokázala statisticky rozlišitelný efekt ($F_{1,40} = 0,749$, $p = 0,392$, $\eta^2 = 0,007$). Naopak, analýza pro faktor „Pohlaví“ ukázala, že pohlaví má statisticky rozlišitelný vliv na sledovaný výkon ($F_{1,40} = 5,330$, $p = 0,026$, $\eta^2 = 0,075$). V Tabulce 6 můžete vidět popisnou statistiku SD výkonů u pohlaví v obou podmínkách.

Tabulka 6: Popisná statistika SD výkonů

Podmínka	Pohlaví	N	Průměr	SD	SE	Koeficient variace
SD bez reakce (N)	muži	27	121,57	70,78	13,62	0,582
	ženy	15	79,34	39,77	10,27	0,501
SD na reakci (N)	muži	27	116,08	52,26	10,06	0,45
	ženy	15	93,21	43,36	11,2	0,465

Graf 8: Průměry SD kopů bez reakce a na reakci



Pozn.: bílá kolečka = průměry všech participantů daného pohlaví, chybové úsečky = 95 % konfidenční intervaly, barevná kolečka = průměry výkonů jednotlivých participantů

Výsledky post-hoc testu ukazují, že jediný existující statisticky rozlišitelný rozdíl ve směrodatných odchylkách sil kopu je mezi muži a ženami, 32,55 N ($p = 0,026$). Srovnání mezi podmínkami bez reakce a na reakci nevykazují statisticky rozlišitelné rozdíly ve směrodatných odchylkách sil kopu (Tabulka 7).

Tabulka 7: Post-hoc test SD síly kopu * pohlaví

		Rozdíl průměrů (N)	SE	t	p _{bonf}
SD síly kopu bez reakce muži	SD síly kopu na reakci ženy	-4,19	11,18	-0,38	0,71
		32,55	14,1	2,31	0,03

7.4 Vliv reakce na subjektivní vnímání úsilí a jeho shoda s reálným výkonem

Jak již bylo zmíněno, participanti prováděli celkem pět opakování kopu na hlavu v obou podmínkách měření, kde po každém kopu uváděli míru subjektivně vnímaného úsilí (RPE) na škále 1–10 (příloha 4). Prvně jsme tedy ověřili pro každou podmínku konzistenci těchto hodnot pomocí koeficientu vnitro třídní korelace (ICC_{3,1}). Velikost tohoto koeficientu byla 0,498 [0,358, 0,645] pro RPE kopu bez reakce a 0,630 [0,502, 0,751] pro RPE kopu na reakci. Tyto výsledky ukazují nedostatečnou konzistenci, proto pro další analýzy použijeme průměr těchto hodnot z pěti pokusů. Po ověření reliability mezi jednotlivými podmínkami jsme provedli popisnou statistiku pro obě měření RPE kopu, která se nachází v Tabulce 8. Následně jsme ověřili, zda data splňují předpoklady normality rozložení pomocí Shapiro-Wilk testu (Tabulka 8) a vizuální inspekci Q-Q grafů (el. příloha). Podmínkám normálního rozložení dat odpovídá pouze situace bez reakce, proto budeme dále používat neparametrické testy.

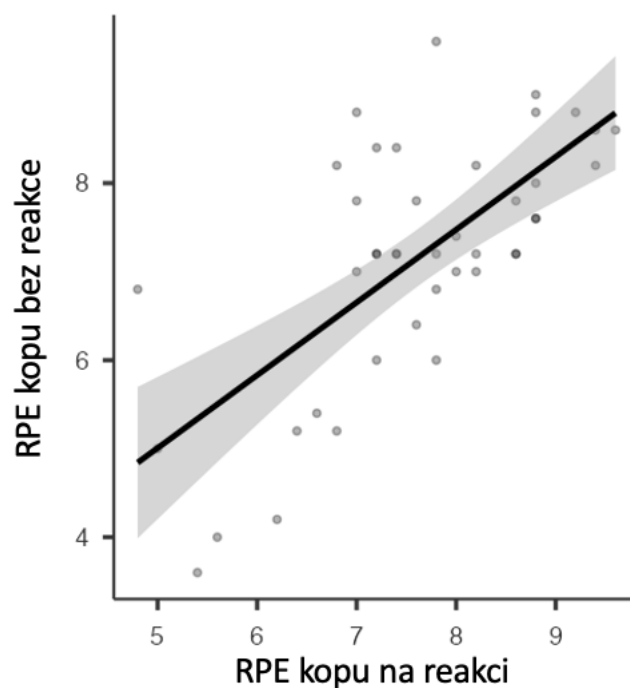
Tabulka 8: Deskriptivní statistika – RPE kopu bez reakce a na reakci

	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
					W	p
RPE bez reakce	7,6	1,2	4,8	9,6	0,965	0,214
RPE na reakci	7,2	1,4	3,6	9,6	0,935	0,02

Dále jsme provedli analýzu korelace nejprve mezi subjektivně vnímaným úsilím v podmínkách bez reakce a na reakci, poté RPE bez reakce a silou kopu bez reakce, a nakonec RPE na reakci a silou kopu na reakci.

Výsledky síly vztahu mezi průměrným RPE bez reakce a průměrným RPE na reakci ukázaly pozitivní, statisticky vysoce rozlišitelnou korelaci ($\rho = 0,621$, $p < 0,001$), což indikuje, že vyšší subjektivní vnímané úsilí bez reakce souvisí s vyšším subjektivním vnímaným úsilím na reakci (Graf 9).

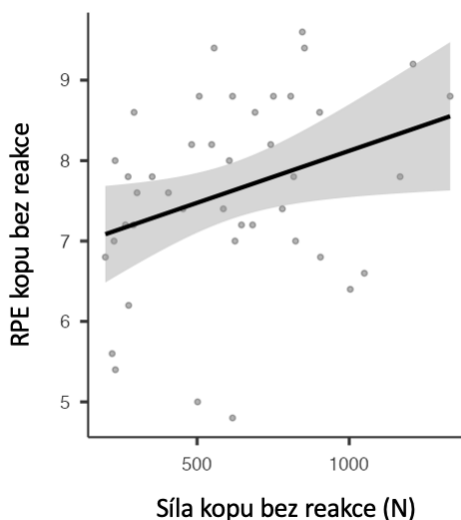
Graf 9: Korelace RPE bez reakce a RPE na reakci



Pozn.: šedá kolečka = pár měření RPE kopu pro jednoho účastníka (jeden bez reakce a jeden na reakci), černá přímka = regresní linie, šedá zóna = konfidenční interval

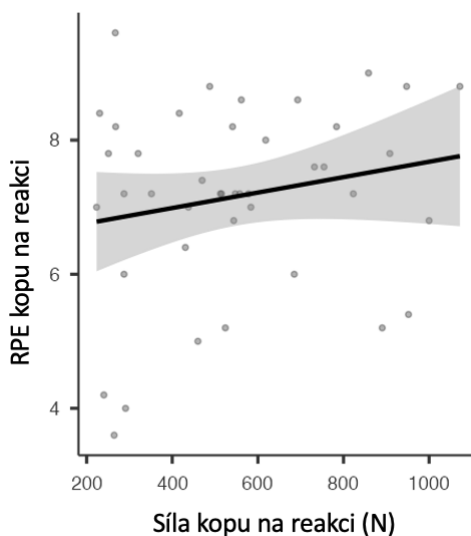
U vztahu mezi průměrným RPE bez reakce a průměrnou silou kopu bez reakce výsledky ukázaly mírně pozitivní, statisticky rozlišitelnou korelaci ($\rho = 0,325$, $p = 0,036$), (Graf 10). Korelace mezi průměrným RPE na reakci a průměrnou silou kopu na reakci nebyla statisticky rozlišitelná ($\rho = 0,172$, $p = 0,277$), což naznačuje, že zde neexistuje významná asociace mezi těmito dvěma proměnnými (Graf 11).

Graf 10: Korelace RPE kopu bez reakce a silou kopu bez reakce



Pozn.: šedá kolečka = pár měření RPE kopu a skutečné síly kopu pro jednoho účastníka (jeden bez reakce a jeden na reakci), černá přímka = regresní linie, šedá zóna = konfidenční interval

Graf 11: Korelace RPE kopu na reakci a silou kopu na reakci

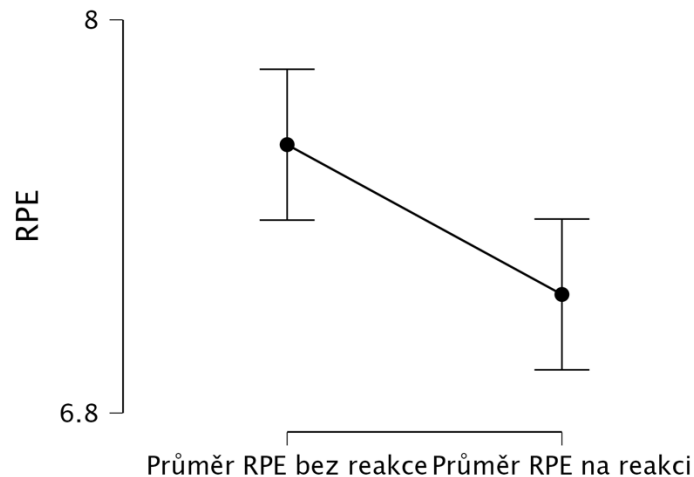


Pozn.: šedá kolečka = pár měření RPE kopu a skutečné síly kopu pro jednoho účastníka (jeden bez reakce a jeden na reakci), černá přímka = regresní linie, šedá zóna = konfidenční interval

Wilcoxonův párový test byl použit k porovnání subjektivně vnímaného úsilí bez reakce a na reakci s cílem zjistit, zda mezi nimi existuje statisticky rozlišitelný rozdíl. Výsledky ukázaly, že rozdíl mezi oběma měřeními je statisticky rozlišitelný ($W = 490$, $z = 2,47$,

$p = 0,014$). Rozdíl průměrů mezi měřeními subjektivně vnímaného úsilí bez reakce a na reakci je 0,46, což indikuje mírný nárůst v subjektivním vnímaném úsilí při reakci (Graf 12).

Graf 12: Rozdíl mezi RPE kopu bez reakce a na reakci



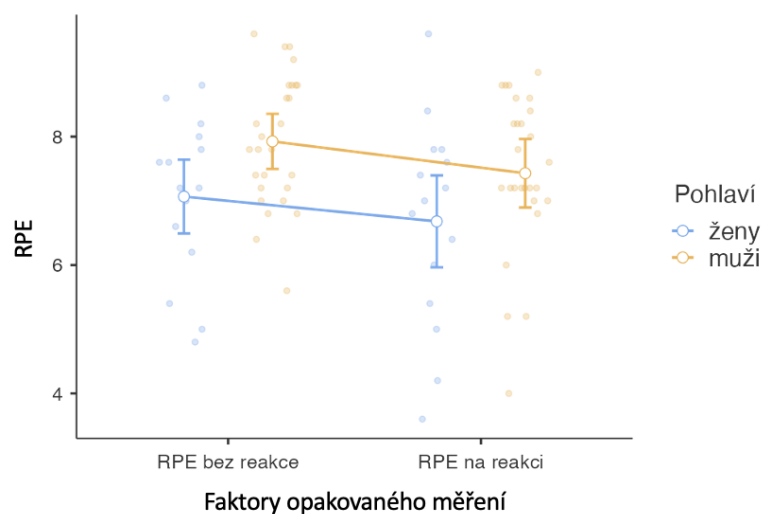
Pozn.: černá kolečka = průměrné RPE kopu, chybové úsečky = 95 % konfidenční intervaly

Jelikož se výzkumu účastnili muži i ženy, použili jsme i jednocestnou analýzu rozptylu s opakovaným měřením (one-way RM ANOVA), kde jsme zjišťovali rozdíl nejen mezi podmínkami, ale i mezi pohlavím. Výsledky ukazují, že pro faktory opakovaných měření (RPE bez reakce a RPE na reakci) byl zjištěn statisticky rozlišitelný rozdíl ($F_{1, 40} = 6,738$, $p = 0,013$ $\eta^2 = 0,027$). Analýza pro faktor „Pohlaví“ ukázala, že pohlaví má statisticky rozlišitelný vliv na sledovaný výkon ($F_{1, 40} = 4,912$, $p = 0,032$ $\eta^2 = 0,089$). Tyto výsledky naznačují, že existují významné rozdíly v subjektivně vnímaném úsilí mezi podmínkami, ale i napříč pohlavím (Graf 13). V Tabulce 9 můžete vidět popisnou statistiku RPE výkonů u pohlaví v obou podmínkách.

Tabulka 9: Popisná statistika RPE výkonů

Podmínka	Pohlaví	N	Průměr	SD	SE	Koeficient variace
RPE bez reakce	muži	27	7,93	1,02	0,2	0,128
	ženy	15	7,07	1,25	0,32	0,177
RPE na reakci	muži	27	7,43	1,22	0,24	0,165
	ženy	15	6,68	1,61	0,42	0,241

Graf 13: Průměry RPE bez reakce a na reakci



Pozn.: bílá kolečka = průměry všech participantů daného pohlaví, chybové úsečky = 95 % konfidenční intervaly, barevná kolečka = průměry výkonů jednotlivých participantů

Na závěr jsme provedli post-hoc testy k určení rozdílů v subjektivně vnímaném úsilí (RPE) mezi různými skupinami a podmínkami. Výsledky v Tabulce 15 ukázaly, že existuje statisticky významný rozdíl v RPE mezi podmínkami bez reakce a na reakci (rozdíl průměrů = 0,44, $p_{\text{bonf}} = 0,013$). Podobně tomu bylo i v porovnání mezi ženami a muži, kteří také vykazovali statisticky rozlišitelný rozdíl v RPE (rozdíl průměrů = 0,48, $p_{\text{bonf}} = 0,032$).

Tabulka 10: Post-hoc test RPE kopu * pohlaví

		Rozdíl průměrů (N)	SE	t	p_{bonf}
RPE kopu bez reakce	RPE kopu na reakci	0,44	0,17	2,6	0,013
muži	ženy	0,8	0,36	2,22	0,03

8 Diskuze

Diplomová práce se věnovala vlivu vizuální reakce na sílu obloukového kopu, přičemž jsme se zabývali třemi výzkumnými otázkami. Jaký vliv má jednoduchá reakce na sílu kopu ve srovnání s kopem provedeným volným výkonem? Jsou výkony bez nutnosti reakce konzistentnější než výkony na reakci? Jak se lišilo subjektivní vnímání úsilí v obou podmínkách a jak se shodovalo subjektivní vnímání úsilí s reálnou silou kopu?

Po rozsáhlém sběru dat u 42 participantů, což je oproti ostatním studiím, zabývajícím se obloukovým kopem, poměrně velký vzorek. Van a kol. (2005) ve své studii, zabývajícím se biomechanikou kopu, kde měřil i sílu kopu, měl 15 participantů. Studii zabývajícím se efektivitou obloukového kopu u taekwondistů se účastnilo 16 participantů (Thibordee a Prasartwuth, 2014). Další studie od Górskiho a Orysiaka (2019), zabývajícím se měřením síly kopů a úderů napříč bojovými sporty, se účastnilo pouze 6 participantů. Gavaganova a Sayersova (2017) studie, zabývajícím se biomechanickou analýzou techniky obloukového kopu u různých bojových sportů, se účastnilo 24 participantů (8 taekwondo, 8 muaythai, 8 karate). Falco a kol. (2013) měli jako jediní více participantů ve své studii, zabývajícím se efektem vzdálenosti cíle na vybrané parametry výkonu, a to 49 (35 mužů a 14 žen). Tento autor provedl podobnou studii už v roce 2009, které se účastnilo 31 participantů. Efekt pozice postoje na výkon kopu zkoumali Estevan a kol. (2013) s pouze 9 participanty (5 mužů, 4 ženy). Estevan a kol. (2012) také provedli studii, kde zkoumali vliv váhových kategorií na výkon u obloukového kopu, které se účastnilo 36 účastníků mužského pohlaví. Jednou z dalších studií, kterou Estevan a kol. (2009) provedli, bylo mechanické porovnání mezi obloukovým kopem na hlavu a na úroveň hrudníku, která čítala 23 participantů.

Zmiňovaný počet účastníků výrazně přispěl k celkové kvalitě a důvěryhodnosti našich výsledků. Umožnil nám zvýšit statistickou sílu naší analýzy, čímž jsme mohli spolehlivěji detekovat skutečné efekty a snížit pravděpodobnost falešně negativních výsledků.

Nejprve jsme se zaměřili na změnu síly kopu bez nutnosti reakce a na sílu kopu na vizuální podnět. Na základě vlastních bohatých zkušeností jsem předpokládala, že síla kopu na reakci bude výrazně nižší než bez reakce. Před začátkem statistické analýzy jsme

ověřili reliabilitu měření v obou podmínkách. Hodnota koeficientu byla 0,847 [0,775, 0,905] pro sílu kopu bez reakce a 0,799 [0,710, 0,873] pro sílu kopu na reakci. Tyto výsledky ukazují dostatečnou konzistenci ($\geq 0,7$). Díky tomu jsme mohli použít pro další analýzu jakékoliv měření, ale my pro zlepšení odhadu jsme použili aritmetický průměr všech pěti pokusů. Pomocí Shapiro-Wilk testu jsme ověřovali předpoklad normálnosti rozložení dat. Data ukázala, že síla kopu bez reakce splňovala podmínky normálního rozložení ($p = 0,069$), zatímco síla kopu na reakci nikoliv ($p = 0,028$). Příčinu nenormálního rozložení těchto dat můžeme přisuzovat faktu, že účastník mohl být pod větším tlakem či stresem, což mohlo ovlivnit jeho výkon a způsobit variabilitu v síle kopu. Jedinci mohli být také nervózní, když museli rychle reagovat na vizuální podnět. Následně jsme pomocí korelační analýzy zjistili, že vztah mezi silou kopu bez reakce a silou kopu na reakci je statisticky signifikantní ($\rho = 0,933$, $p < 0,001$, Graf 3). To znamená, že čím vyšší je síla bez reakce, tím vyšší je síla na reakci. Abychom zjistili, zda existuje statisticky rozlišitelný rozdíl mezi silami v obou podmínkách, jsme použili Wilcoxonův párový test, který nám potvrdil naši predikci, a to, že síla kopu na reakci je o 59 N nižší a existuje zde statisticky rozlišitelný rozdíl ($p < 0,001$), což činí pokles výkonu o 9,7 %, který je patrný z grafu č. 4. Z důvodu účasti mužů i žen jsme použili i jednocestnou analýzu rozptylu s opakovaným měřením (one-way RM ANOVA), kde jsme zjistili, že existuje statisticky rozlišitelný rozdíl nejen mezi podmínkami, ale i mezi pohlavími. Muži mají o 38,1 % vyšší sílu kopu bez reakce a o 34,6 % vyšší sílu kopu na reakci než ženy. Dále jsme zjistili, že mužské výkony se v obou podmínkách liší o 11,1 %, což je statisticky rozlišitelné ($p = 0,004$), zatímco ženy se liší pouze o 6 %, což je statisticky zanedbatelné ($p = 1$). Toto zjištění je patrné z grafu 5. Jeden z možných důvodů, proč tomu tak je, může být fakt, že ženy jsou schopné lépe zvládat stres nebo tlak související s reakcí a mohou udržet stejnou úroveň koncentrace a výkonů bez ohledu na to, zda musejí reagovat, či ne. Existuje zde také možnost, že menší velikost vzorku oproti mužům (27 mužů, 15 žen) mohla snížit schopnost detekovat statisticky významné rozdíly.

Dalším předpokladem bylo, že kopy bez reakce budou konzistentnější než kopy na reakci. Tento předpoklad je založen na tom, že v situaci na reakci je přítomen stresový faktor, zatímco v situaci bez reakci nikoliv. Pro zjištění konzistence kopů v obou podmínkách jsme vypočítali směrodatné odchylky pěti pokusů v obou podmínkách. SD kopu bez

reakce byla 106,5 N a SD kopu na reakci 107,9 N. K vyhodnocení síly asociace mezi SD kopu bez reakce a na reakci jsme použili korelační analýzu, která není statisticky rozlišitelná ($p = 0,065$). Pomocí Wilcoxonova testu jsme hledali, zda existuje statisticky rozlišitelný rozdíl mezi těmito směrodatnými odchylkami. Rozdíl činí 1,4 N, což je statisticky zanedbatelný rozdíl. Jediný statisticky rozlišitelný rozdíl můžeme najít mezi směrodatnou odchylkou mužů a žen, a to 32,6 N (30,2 %). To poukazuje na to, že konzistence kopů bez reakce a na reakci se neliší, avšak ženy byly ve svých výkonech konzistentnější než muži. Lepší konzistenci kopů u žen mohlo zapříčinit to, že ženy mají často vyšší úroveň flexibility než muži, což může přispět k lepší technice kopů a tím tak i k menší variabilitě v jejich síle.

Posledním předpokladem bylo, že účastníci nebudou schopni objektivně hodnotit míru úsilí shodovaného s reálnou silou kopu. Opět jsme před začátkem statistické analýzy ověřili reliabilitu měření v obou podmínkách. Hodnota koeficientu byla 0,498 [0,358, 0,645] pro RPE kopu bez reakce a 0,630 [0,502, 0,751] pro RPE kopu na reakci. Jelikož hodnoty nedosahovaly dostatečné konzistence, byli jsme nuceni vypočítat aritmetický průměr, s kterým jsme dále pracovali. Nízká reliabilita mohla být způsobena dvěma faktory, a to nízkým či příliš vysokým sebevědomím, které může zapříčinit, že jedinec podhodnocuje, nebo naopak nadhodnocuje vnímané úsilí u provedeného kopu. Dalším faktorem může být to, že účastníci nejsou zvyklí a schopni objektivně hodnotit míru úsilí při provedení kopu. Stejně jako v předchozí analýze jsme ověřovali předpoklad normálnosti rozložení dat pomocí Shapiro-Wilk testu. Opět data v situaci na reakci nesplňovala předpoklad normálního rozložení ($p = 0,02$), zatímco data v situaci bez reakce ano ($p = 0,214$). Následně jsme provedli celkem 3 korelační analýzy, a to mezi RPE bez reakce a RPE na reakci, která je statisticky rozlišitelná ($\rho = 0,621$, $p < 0,001$), což indikuje, že vyšší subjektivní vnímané úsilí bez reakce souvisí s vyšším subjektivním vnímaným úsilím na reakci (Graf 9). Další korelační analýza byla mezi RPE a silou kopu. U vztahu mezi průměrným RPE bez reakce a průměrnou silou kopu bez reakce výsledky ukázaly statisticky rozlišitelnou korelaci ($\rho = 0,325$, $p = 0,036$), (Graf 10). Korelace mezi průměrným RPE na reakci a průměrnou silou kopu na reakci nebyla statisticky rozlišitelná ($\rho = 0,172$, $p = 0,277$), což naznačuje, že zde neexistuje významná asociace mezi těmito dvěma proměnnými (Graf 11). Tyto výsledky ukazují, že účastníci dokázali úspěšně odhadnout míru úsilí s reálnou silou kopu pouze v situaci bez reakce, avšak

velikost korelace nebyla nikterak vysoká, ale statisticky rozlišitelná. V případě kopu na reakci účastníci nebyli schopni shodně hodnotit své úsilí v porovnání s reálnou silou kopu. Rozdíl mezi RPE v obou situacích jsme zjišťovali pomocí Wilcoxonova testu. Výsledky ukázaly, že zde existuje statisticky rozlišitelný rozdíl ($p = 0,014$), a to 0,46 (6 %). Díky analýze rozptylu pomocí one-way RM ANOVA jsme našli rozlišitelný rozdíl mezi pohlavími ($p = 0,032$), který činí 10,6 % (0,804). Tento rozdíl si můžeme vysvětlit tím, že ženy mohou mít nižší sebevědomí než muži, a mohou se tak podhodnocovat.

Naše diplomová práce má několik limitací. První z nich je využití Aqua Training Bagu, který je vybaven integrovaným senzorem, který zaznamenává tlakovou změnu v pytli po nárazu. Diewaldem a spol. (2022) zkoumali spolehlivost a validitu měření silových úderů na tomto zařízení. Studie ukázala, že senzor vykazuje vysokou míru validity, s velmi silnou korelací ($r = 0.96$) mezi měřenou silou a teoreticky očekávanými hodnotami, a vynikající spolehlivost s téměř dokonalou konzistencí ($ICC = 0.995-0.999$) a typickou chybou ≤ 5 %. Tato studie však byla provedena v ideálních podmínkách, kde náraz byl vždy do stejného místa. V našem případě, přestože účastníci byli instruováni kopat na tuto rysku, dopad a nárazová plocha nemusel být vždy ideální, což mohlo ovlivnit naměřenou sílu kopu. A zároveň tento fakt mohl ovlivnit nejen konzistenci kopů, ale i subjektivní vnímání úsilí, protože si účastník mohl myslet, že kopl velmi silný kop, ale dopad nemusel být optimální, tudíž naměřená síla nekorelovala s uvedeným RPE. Míru subjektivního vnímání úsilí mohlo však ovlivnit i to, že účastníci nemuseli v minulosti být nuceni zhodnocovat své výkony. Další nevýhodou tohoto přístroje je, že materiál, z kterého je vyroben (extrémně odolné PVC), nedovoloval provádění bez ochranných pomůcek. Proto jsme byli nuceni z bezpečnostních důvodů použít chrániče nohou, skládající se z holenního chrániče a tzv. botičky zakrývající prsy (obr. 15). Na tento typ chráničů však nemuseli být všichni účastníci zvyklí, což mohlo ovlivnit jejich výkony.

Mezi silné stránky této práce řadíme velikost zkoumaného vzorku ($N = 42$), díky kterému jsme měli větší šanci zachytit pozorované efekty. Dalším pozitivem je samotný design studie, který zajišťoval, že podmínky byly pro všechny stejné. V neposlední řadě měření bylo randomizováno, což předcházelo, že by únava, učení nebo adaptace na testovací prostředí ovlivnily výsledky druhého měření a zároveň zvyšuje vnitřní validitu studie.

Další výzkum by měl zkoumat různé typy vizuálních podnětů a jejich vliv na výkon či měřit rychlost reakce na tyto podněty. Rovněž by bylo užitečné zkoumat dlouhodobé účinky tréninkových programů zaměřených na zlepšení reakčních schopností a jejich dopad na výkon v reálných soutěžních podmínkách. Tento výzkum by mohl zahrnovat pokročilé metody, jako je virtuální realita, pro simulaci reálných zápasových situací.

9 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala rozdílem v maximální síle obloukového kopu při volném výkonu a reakci na vizuální podnět. Výzkum zahrnoval experimentální studii, do které se zapojilo 42 účastníků, z nichž 27 byli muži a 15 ženy. Každý participant prováděl dvě série měření po pěti obloukových kopech, jednou v ideálních podmínkách a jednou při reakci na vizuální podnět. Na základě dosažených výsledků této diplomové práce lze konstatovat, že stanovený cíl byl úspěšně splněn.

Porovnání maximální síly obloukového kopu ve dvou různých podmínkách ukázalo, že maximální síla kopu, provedeného jako reakce na vizuální podnět, je statisticky významně nižší než síla kopu, provedeného v ideálních podmínkách. Průměrná maximální síla kopu v ideálních podmínkách byla 611 N, zatímco při reakci na vizuální podnět byla průměrná maximální síla 552 N. Tento rozdíl 59 N (9,7 %) je statisticky rozlišitelný s hodnotou $p = 0,001$, což potvrzuje hypotézu, že reakce na vizuální podnět má vliv na výkon kopu.

Další důležitý poznatek se týká konzistence výkonů, kde rozdíl mezi konzistencí kopů bez reakce a na reakci nebyl statisticky rozlišitelný. Jediný statisticky rozlišitelný rozdíl jsme našli u mužů a žen, a to 32,6 N (30,2 %), což naznačuje, že výkony žen byly konzistentnější než výkony mužů.

Studie dále zjistila, že subjektivní vnímání úsilí se liší mezi podmínkami o 6 % a mezi pohlavími dokonce o 10,6 % . Druhý poznatek byl, že subjektivně vnímané úsilí ne vždy odpovídá skutečně vynaložené síle, zejména v podmínkách vyžadujících rychlou reakci na vizuální podněty.

Zjištění této studie mohou mít dopad na tréninkové metody v bojových sportech. Doporučujeme se zaměřit na zlepšení reakce na vizuální podněty při zachování maximální síly kopu a integraci cvičení, zaměřených na stabilizaci výkonů při reakci na podněty, čímž se zvýší konzistence a efektivita kopů.

Tento výzkum otevírá prostor pro další studie, které by mohly prozkoumat různé aspekty vlivu vizuálních podnětů na výkon a rozšířit naše znalosti v této oblasti.

10 Použitá literatura

1. Abernethy, B. (1996). Training the visual-perceptual skills of athletes: Insights from the study of motor expertise. *American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 104–117.
2. Ambroży, T., Rydzik, Ł., Kędra, A., Ambroży, D., Niewczas, M., Sobiło, E., & Czarny, W. (2020). The effectiveness of kickboxing techniques and its relation to fights won by knockout. *Archives of Budo*.
3. Bejjani, F. J., Kaye, G. M., & Benham, M. (2016). Neurological training for enhanced performance in combat sports. *Journal of Combat Sports Science*, 2(1), 45–59.
4. Buško, K., Zbigniew, S., Szark–Eckardt, M., Nikolaidis, P. T., Mazur-Różycka, J., Łach, P., Michalski, R., Gajewski, J., & Górski, M. (2016). Measuring the force of punches and kicks among combat sport athletes using a modified punching bag with an embedded accelerometer. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*; 01/2016; ISSN 1509-409X. <https://doi.org/10.5277/ABB-00304-2015-02>
5. Chou, L., & Norman, L. (2016). *Bojová umění – anatomie*. Albatros Media
6. Clark, J. F., Ellis, J. K., Bench, J., Khoury, J., & Graman, P. (2015). High-performance vision training improves batting statistics for University of Cincinnati baseball players. *PLoS ONE*, 10(11), e0142419.
7. Delavier, F., & Gundill, M. (2013). *Delavier's Mixed Martial Arts Anatomy*. Human Kinetics.
8. Del Vecchio, L., Whitting, J., Hollier, J., Keene, A., & Climstein, M. (2022). Reliability and Practical Use of a Commercial Device for Measuring Punch and Kick Impact *Kinetics*. *Sports*, <https://doi.org/10.3390/sports10120206>
9. Diewald, S. N., Cross, M. R., Neville, J., & Cronin, J. B. (2022). Validity and reliability of impact forces from a commercially instrumented water-filled punching bag. *Sports Engineering*, 25(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s12283-022-00368-3>
10. Dovalil, J. (2005). *Výkon a trénink ve sportu* (2. vyd.). Olympia.
11. Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Human Kinetics.

12. Estevan, I., & Falco, C. (2013). Mechanical analysis of the roundhouse kick according to height and distance in Taekwondo. *Biology of Sport*, 30(4), 275–279. <https://doi.org/10.5604/20831862.1077553>
13. Estevan, I., Álvarez, O., Falco, C., Molina-García, J., & Castillo, I. (2011). Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in Taekwondo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2851–2856. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318207ef72>
14. Estevan, I., Falco, C., Álvarez, O., & Molina-García, J. (2012). Effect of Olympic weight category on performance in the roundhouse kick to the head in Taekwondo. *Journal of Human Kinetics*, 31, 37–43. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0004-x>
15. Estevan, I., Falco, C., Alvarez, O., Mugarra, F., & Iradi, A. (2009). Mechanical comparison between roundhouse kick to the chest and to the head in function of execution distance in taekwondo. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
16. Falco, C., Alvarez, O., Castillo, I., Estevan, I., Martos, J., Mugarra, F., & Iradi, A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, 42(3), 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.10.041>
17. Falco, C., Molina-García, J., Álvarez, O., & Estevan, I. (2013). Effects of target distance on select biomechanical parameters in taekwondo roundhouse kick. *Sports Biomechanics*, 12(4). <https://doi.org/10.1080/14763141.2013.776626>
18. Fojtík, I. (2001). *Budó: Moderní japonská bojová umění*. Naše vojsko.
19. Gavagan, C. J., & Sayers, M. G. L. (2017). A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182645>
20. Górski, M., & Orysiak, J. (2019). Differences between anthropometric indicators and the impact force of taekwondo kicks performed with the dominant and non-dominant limb. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1), 193–197. <https://doi.org/10.2478/bhk-2019-0027>
21. Gutiérrez-Dávila, M., Rojas, F. J., & Antonio, C. M. (2013). Reaction response and response time in karate. *Journal of Human Kinetics*, 36, 107–116.

22. Hüttermann, S., Memmert, D., & Simons, D. J. (2014). The size and shape of the attentional „spotlight” varies with differences in sports expertise. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 20(2), 147–158.
23. Hybrant, B., & Hulinský, P. (2006). *Taekwondo WTF: metodika nácviku technik žákovských stupňů: příprava na zkoušky 9. -1. Kyu*. Taekwondo Agency.
24. JASP Team (2024). *JASP* (Version 0.18.3) [počítačový software].
25. Kim, J.-W., Kwon, M.-S., Yenuga, S. S., & Kwon, Y.-H. (2010). The effects of target distance on pivot hip, trunk, pelvis, and kicking leg kinematics in Taekwondo roundhouse kicks. *Sports Biomechanics*, 9(2), 98–114. <https://doi.org/10.1080/14763141003799459>
26. Kinkorová, I., Heller, J., & Vodička, P. (2009). *Kineziologický a funkční profil zápasníků a zápasnic taekwondo wtf*. *Česká kinantropologie*, 13(3), 129–136.
27. Kinoshita, M., & Fujii, N. (2014). Biomechanical analysis of Taekwondo roundhouse kick focused on phase before toe off. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
28. Kong, P.-W., Luk, T.-C., & Hong, Y. (2000). Difference between Taekwondo roundhouse kick executed by the. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*
29. Lee, H., & Kim, Y. (2020). Kinematic analysis of the roundhouse kick in Taekwondo. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(4), 543–554.
30. Lee, K. M. (2005). *Taekwondo*. Kopp.
31. Li, Y., et al. (2005). Biomechanical analysis on roundhouse kick in taekwondo. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*.
32. Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., & Jajtner, A. R. (2014). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2787–2798.
33. Martínková, I. (2010). *Terminologické vymezení bojových aktivit v oblasti kinantropologie*. *Česká kinantropologie*, 14, 29–38.
34. Mezinárodní federace Muaythai asociací. (2023). *Pravidla a regulace IFMA*. Získáno z <https://muaythai.sport/wp-content/uploads/2023/04/IFMA-Rules-and-Regulations-v2.04-1.pdf>

35. Mezinárodní federace MMA. (2017). *Dokument o pravidlech IMMAF*. Získáno z <https://immaf.org/wp-content/uploads/2021/02/IMMAF-Rules-Document-as-of-Jan-2021.pdf>
36. Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Univerzita Palackého.
37. Miller, T., & Brown, R. (2018). The role of postural stability in the execution of the roundhouse kick. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2456-2462.
38. Miňovský, F. (2006). *Box: vybavení, technika úderů, trénink, psychologická příprava*. Grada.
39. Mori, S., Ohtani, Y., & Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science*, 21(2), 213–230.
40. Myers, T. D., et al. (2006). Evidence of nationalistic bias in muaythai. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(CSSI), 21.
41. Najafian Razavi, M., & Rezaei, M. (2023). Comparison of Biomechanical Models for Roundhouse Kicking in Skilled Martial Arts Students of Taekwondo and Wushu (Sanda). *Journal of Sport Biomechanics*, 9(3), 220–232.
42. Pavelka, R., et al. (2020). Acute fatigue affects reaction times and reaction consistency in Mixed Martial Arts fighters. *PLoS ONE*, 15(1), e0226928.
43. Pavelka, R., & Stich, J. (2014). *Multimediální učebnice úpolových sportů*. Univerzita Karlova v Praze. Získáno z <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-883.html>
44. Perič, T. (2006). *Výběr sportovních talentů*. Grada.
45. Pieter, W. (2009). *Taekwondo*. *Combat sports medicine*, 263–286.
46. Quinzi, F., Camomilla, V., Di Mario, A., Felici, F., & Sbriccoli, P. (2016). Repeated Kicking Actions in Karate: Effect on Technical Execution in Elite Practitioners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 363–369. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0162>
47. Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J. F., & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science*, 14(3), 325–349.
48. Sant'Ana, J., Franchini, E., Da Silva, V., & Diefenthaler, F. (2017). Effect of fatigue on reaction time, response time, performance time, and kick impact in taekwondo roundhouse kick. *Sports Biomechanics*, 16(2), 201–209. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1217347>

49. Sinnett, S., Maglinti, C., & Kingstone, A. (2018). Grunting's competitive advantage: Considerations of force and distraction. *PLOS ONE*, 13(2), e0192939. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192939>
50. Shelton, J., & Kumar, G. P. (2010). Comparison between auditory and visual simple reaction times. *Neuroscience and Medicine*, 1(01), 30–32. <https://doi.org/10.4236/nm.2010.11004>
51. Smith, J., & Johnson, L. (2019). Biomechanical analysis of the roundhouse kick in Muay Thai. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(2), 312–320.
52. Staněk, O. (1996). *Kickbox*. Naše vojsko.
53. Svoboda, S., & Česká unie bojových umění. (2012). *Encyklopedie bojových umění a sportů*. Česká unie bojových umění.
54. The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [počítačový software].
55. Thibordee, S., & Prasartwuth, O. (2014). Effectiveness of roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(3), 353–358. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014>
56. Vágner, M., Cleather, D. J., Olah, V., Vacek, J., & Stastny, P. (2023). A Systematic Review of Dynamic Forces and Kinematic Indicators in the Front and Roundhouse Kicks Across Varied Conditions and Participant Experience. *Biology and Life Sciences*. <https://doi.org/10.20944/preprints202306.1519.v1>
57. Li, Y., Yan, F., Zeng, Y., & Wang, G. (2005). Biomechanical analysis on roundhouse kick in taekwondo. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
58. Wiemeyer, J., Kickmeier-Rust, M., & Steiner, C. M. (2016). Performance assessment in serious games. In R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg, & J. Wiemeyer (Eds.), *Springer International Publishing*.
59. Williams, A. M., & Elliott, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21(4), 362–375.
60. World Taekwondo. (2019). *Competition Rules*. Získáno z <http://www.worldtaekwondo.org/wp-content/uploads/2019/08/WT-Competition-Rules-Interpretation-Manchester-May-15-2019.pdf>.
61. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

11 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1: Dlouhodobé formování sportovní výkonnosti (Dovalil, 2005).....	10
Obrázek 2: Obecná struktura sportovního výkonu (Wiemeyer, 2016, upraveno)	11
Obrázek 3: Roundhouse kick (vlastní zdroj)	17
Obrázek 4: Zapojené svaly při obloukovém kopu (Delavier's, 2013, upraveno).....	18
Obrázek 5: Figurína se zabudovanou silovou deskou (Falco a kol., 2019)	22
Obrázek 6: Boxerský pytel se zabudovaným akcelerometrem (Buško a kol., 2016)	22
Obrázek 7: PowerKube (Del Vecchio a kol., 2022)	23
Obrázek 8: zabudovaný senzor (vlastní zdroj)	24
Obrázek 9: Aqua training bag (vlastní zdroj)	24
Obrázek 10: Nastavení výšky pytle (vlastní zdroj).....	30
Obrázek 11: Určení vzdálenosti od pytle (vlastní zdroj)	31
Obrázek 12: Provedení kopu (vlastní zdroj)	31
Obrázek 13: Kladka (vlastní zdroj).....	32
Obrázek 14: BlazePod upevněn na tyči (vlastní zdroj).....	33
Obrázek 15: Chrániče nohou (vlastní zdroj).....	33
Tabulka 1: Popisná statistika participantů	36
Tabulka 2: Popisná statistika síly kopu.....	37
Tabulka 3: Popisná statistika výkonů	39
Tabulka 4: Post-hoc test síla kopu * pohlaví.....	40
Tabulka 5: Popisná statistika směrodatných odchylek	41
Tabulka 6: Popisná statistika SD výkonů	43
Tabulka 7: Post-hoc test SD síly kopu * pohlaví	44
Tabulka 8: Deskriptivní statistika – RPE kopu bez reakce a na reakci	44
Tabulka 9: Popisná statistika RPE výkonů	47
Tabulka 10: Post-hoc test RPE kopu * pohlaví.....	48
Graf 2: Síla kopu na reakci Q-Q graf.....	37
Graf 1: Síla kopu bez reakce Q-Q graf	37

Graf 3: Korelace síly kopu bez reakce a síly kopu na reakci.....	38
Graf 4: Rozdíl mezi silou kopu bez reakce a na reakci	39
Graf 5: Průměry sil kopů bez reakce a na reakci	40
Graf 6: Korelace SD síly bez reakce a SD síly na reakci	41
Graf 7: Rozdíl mezi SD síly kopu bez reakce a na reakci	42
Graf 8: Průměry SD kopů bez reakce a na reakci.....	43
Graf 9: Korelace RPE bez reakce a RPE na reakci.....	45
Graf 10: Korelace RPE kopu bez reakce a silou kopu bez reakce.....	46
Graf 11: Korelace RPE kopu na reakci a silou kopu na reakci.....	46
Graf 12: Rozdíl mezi RPE kopu bez reakce a na reakci	47
Graf 13: Průměry RPE bez reakce a na reakci.....	48

12 Přílohy

1. Návrh ke schválení etické komisi UK FTVS

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
José Martího 31, 162 52 Prague 6-Vešelavín

Application for Approval by UK FTVS Ethics Committee

of a research project, thesis, dissertation, or seminar work involving human subjects

The title of a project: The Difference in Maximum Force of the Roundhouse Kick between Free Execution and Response to a Visual Stimulus

Project form: Master's Thesis

Period of realization of the project: 1/2024–04/2024

Applicant: Bc. Tereza Cvingerová (Department of Gymnastics and Combat Sports, Faculty of Physical Education and Sports, Charles University)

Main researcher: Bc. Tereza Cvingerová (Department of Gymnastics and Combat Sports, Faculty of Physical Education and Sports, Charles University)

Workplace: Combat sports GymUK FTVS

Thesis Supervisor (in the case of a student's thesis): PhDr. Radim Pavelka, Ph.D. (Department of Gymnastics and Combat Sports, Faculty of Physical Education and Sport, Charles University)

Co-Supervisor(s): Mgr. Vít Třebický, Ph.D.

Financial support: no financial support

Project description: The roundhouse kick is one of the techniques used in combat sports, and its proper execution is defined by the rules of the respective sport discipline. It is used to strike the opponent, primarily targeting the head, ribs, and, in some cases, the legs, with the goal of gaining a scoring advantage during the match or even knocking out the opponent.

Athletes in a match or sparring encounter constantly changing conditions, and thus, they must react correctly and execute striking techniques or kicks even in nonideal positions or while in motion. This can affect the force of the kick, leading to ineffective execution.

The force of the kick and other techniques is commonly measured, but measurements often take place in a laboratory and under optimal conditions to achieve maximum performance.

Aims of the research:

Comparison of the maximum force of a roundhouse kick executed under ideal conditions versus with an emphasis on the fastest reaction to a visual stimulus.

Materials and Methods:

This is a non-invasive experimental study with a within-subject design, in which participants will perform two sets of measurements after individual warm-up. They will execute two series of five roundhouse kicks using their dominant limb, one focussing on maximum force under ideal conditions and the other emphasising maximum force in response to a visual stimulus. The order of the measurements will be randomised.

Procedure:

The tests will take place in the combat sports classroom at the Faculty of Physical Education and Sport, Charles University. This location provides a suitable and safe environment for combat sport activities. At the beginning, participants, who will already be dressed for the occasion, will receive informed consent, information about study procedures, and a purpose questionnaire in which we will collect their basic information (height, weight, age, sex, combat sport, duration of participation in combat sports, performance level, number of matches, and match statistics). Participants will then be introduced to the Rating of Perceived Exertion scale (RPE), followed by 15 minutes of individual warm-up.

Each participant will warm up individually, according to his own needs and preferences, for a duration of 15 minutes. Since 2 years of experience in combat sports training is a requirement for participation in this study, it is assumed that participants will be able to perform individual warm-up exercises.

After warming up, participants will undergo familiarization with kicks into a water bag. Participants will have the opportunity to perform 3-6 kicks under both testing conditions, and after each kick, they will report a number that defines the subjective level of effort according to the Borg scale. The target height of the bag will be adjusted individually to chin level for each participant. Each participant will determine the distance from the bag themselves during familiarization, so that it suits them for executing a roundhouse kick to the head with maximum force.

Capturing Photographs/Videos/Audio Recordings of Participants: No photographs, audio recordings, or video recordings will be taken during the research.

I will take all possible measures to ensure that the acquired data are not misused.

Text of informed consent (IS): Informed consent is attached to this application.

It is the duty of **all members of the research team** to protect life, health, dignity, integrity, the right to self-determination, privacy, and protection of the personal data of all research subjects, and to take all possible precautions. Responsibility for the protection of all research subjects lies with the researcher(s) and not with the research subjects themselves, even if they gave their consent to participate in the research. All participants in the research must take into consideration ethical, legal and regulative norms and standards of research involving human subjects that are applicable not only in the Czech Republic but also internationally. I confirm that this project description corresponds to the plan of the project and, in case of any change, especially of the methods used in the project, I will inform the UK FTVS Ethics Committee, which may require a re-submission of the application form.

In Prague, 10 / 01 / 2024

Applicant's signature:



Approval of UK FTVS Ethics Committee

The Committee: Chair: Doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
Members: Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc. Prof. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D. MUDr. Simona Majorová


The research project was approved by UK FTVS Ethics Committee under the registration number: 131/2023

Date of approval: 16.1.2023

UK FTVS Ethics Committee reviewed the submitted research project and **found no contradictions** with valid principles, regulations, and international guidelines for carrying out research involving human subjects.

The applicant has met the necessary requirements for receiving approval of the UK FTVS Ethics Committee.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Stamp of UK FTVS
José Martího 31, 162 52, Praha 6
- 20 -


Signature of the Chair of
UK FTVS Ethics Committee

2. Informovaný souhlas k žádosti 231/2023

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
Josef Martího 31, 162 52 Prague 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 231/2023

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na Fakultě Tělesné Výchovy a Sportu Univerzity Karlovy v rámci diplomové práce s názvem **Rozdíl maximální síly obloukového kopu při volném výkonu a reakci na vizuální podnět** prováděné na Katedře gymnastiky a úpolových sportů, FTVS UK.

Cílem výzkumu je porovnání maximální síly obloukového kopu provedeného v ideálních podmínkách a s důrazem na co nejrychlejší reakci na vizuální podnět.

Výzkumný projekt probíhá v období 1/2024–04/2024. Projekt není žádným způsobem financován.

Jedná se o neinvazivní experimentální studii s vnitro-subjektovým designem, ve které budou účastníci po standardizovaném rozcvičení provádět sérii pěti obloukových kopů dominantní končetinou do vodního pytle v ideálních podmínkách a s důrazem na co nejrychlejší reakci na vizuální podnět, přičemž pořadí testů bude randomizováno. Měření síly kopu budete provádět do vodního pytle (Aqua training bag).

Před testováním dostanete účelový dotazník, ve kterém vyplníte své základní údaje (výška, hmotnost, věk, pohlaví, bojový sport, doba, po kterou se věnujete bojovému sportu, úroveň výkonnosti, počet zápasů a zápasová statistika). Následně proběhne individuální rozcvičení. Rozcvičovat se bude každý účastník sám, dle vlastních potřeb a preferencí, a to po dobu 15 minut. Po rozcvičení bude následovat familiarizace s kopy do vodního pytle. Účastníci budou mít možnost provést 3–6 kopů v obou testovacích situacích a po každém kopu sdělí číslo definující subjektivní míru úsilí dle Borgovy škály. Výška zásahové plochy pytle bude nastavena na úroveň brady individuálně pro každého účastníka. Vzdálenost od pytle si každý účastník určí sám v rámci familiarizace tak, aby mu vyhovovala pro provedení obloukového kopu na hlavu maximální silou. Tuto vzdálenost (vyznačenou na podlaze lepicí páskou) nesmíte během provádění pokusů překročit, jak přední (nekopající) nohou, tak ani zadní (kopající) nohou. Následně bude probíhat měření maximální síly kopu v obou výše zmíněných podmínkách, jejichž pořadí bude randomizované. Testování kopů bez reakce, bude probíhat, tak že se účastník postaví do vyznačené vzdálenosti a provede 5 kopů maximální silou s 10 s odpočinku mezi jednotlivými pokusy, ve kterých účastník sdělí číslo definující subjektivní míru úsilí dle Borgovy škály. Testování maximální síly kopů na vizuální podnět bude probíhat, tak že se postavíte do vyznačené vzdálenosti, a bude vyčkávat na vizuální signál (přístroj BlazePod připevněný na tyči pod vodním pytle). Po rozsvícení vizuálního signálu provedete kop maximální silou. Celkem provede 5 kopů s 10 s odpočinku mezi pokusy, ve kterých opět sdělíte číslo definující subjektivní míru úsilí dle Borgovy škály. Vizuální signály se budou zobrazovat randomizovaně v rozpětí 2–10 s.

Budou zajištěny adekvátní podmínky daného prostředí a adekvátní příprava probandů k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Na testování si přinesete vhodný sportovní oděv. chránič holení a nártů bude Vám na místě zapůjčen. PhDr. Radim Pavelka, PhD., Mgr. Vít Třebický, PhD a hlavní řešitel a budou dohlížet na správné provedení kopů. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Rizika spojená s testováním nepřesáhnou rizika očekávaná u běžného tréninku a cvičení, které jsou testování zvyklí vykonávat pravidelně v rámci běžného tréninku.

Testování je jednorázové. Časová náročnost testování se předpokládá 40 min.

Do projektu budete zařazen/a pokud aktivně trénujete plnokontaktní bojový sport (taekwondo, thajský box, kick box, MMA) alespoň dva roky a je Vám 18–40 let. Do projektu nemůže být zařazen účastník, který bude

mít zranění či akutní onemocnění nebo participant s jakýmkoliv omezením pohybového aparátu, kardiovaskulárním onemocněním či v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. Odměnou za účast ve výzkumu Vám budou na vyžádání poskytnuty výsledky měření Vaší síly kopu.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mail adrese: t.cvingerova@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: výška, hmotnost, věk, pohlaví, bojový sport, doba, po kterou se věnujete bojovým sportům, úroveň trénovanosti, počet zápasů a zápasová statistika a data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Nebudete nikde evidován/a pod vlastním jménem, ale pod číselným označením. Všechny data budou prezentována pouze anonymně a v souhrnné formě.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, případně v úložištích dat, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Tereza Cvingerová
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Tereza Cvingerová Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum
Jméno a příjmení účastníka Podpis:

3. Dotazník – profil účastníka

Profil účastníka

Číslo účastníka:

Výška:

Hmotnost:

Věk:

Pohlaví:

Bojový sport:

Délka doby trénování bojových sportů:

Úroveň výkonnosti (zakroužkovat):

Hobby Pokročilý / amatérský zápasník Reprezentant / profi zápasník

Délka doby zápasení na soutěžích:

Počet zápasů:

Statistika (výhry/prohry):

4. Borgova škála vnímaného úsilí

Stupeň	Intenzita (subjektivně)
1	téměř žádná
2	velmi slabá
3	slabá
4	lehká
5	střední
6	silná
7	
8	velmi silná
9	
10	maximální

5. Plakát



! **Děláš plnokontaktní sport alespoň 2 roky?**

Účastni se výzkumu a zjisti svou maximální sílu highkicku na hlavu.

Maximální síla kopu

Muži i ženy 18 - 40 let
Sportovní oblečení s sebou!

Přihlaš se
Naskenuj a vyber si svůj termín

 UK FTVS, José Martího 31, Praha 6
TBO-1 (blok H)

 t.cvingerova@seznam.cz

 [@terezcvingerova](https://www.instagram.com/terezcvingerova)

