UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Porovnání síly stisku v řecko-římském zápase u reprezentantů ČR

Diplomová práce

Vedoucí práce: Zpracoval:

PhDr. Adam Zdobinský **Bc. Ondřej Dadák**

Praha 2025

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré literární prameny, které byly v této práce použity. Zároveň souhlasím se zveřejnění této práce jak v tištěné, tak v elektronické podobě.

V Praze dne (4.7. 2025)

_____

Dadák Ondřej

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce PhDr. Adamovi Zdobinskému, za profesionální pomoc a rady při zpracování práce. Také chci poděkovat českým reprezentantů za pomoc a ochotu při získání naměřených údajů. Chtěl bych dále poděkovat celé své rodině za podporu během celého studia.

Abstrakt

Název: Porovnání síly stisku v řecko-římském zápase u reprezentantů ČR

Cíle: Cílem této diplomové práce je porovnat naměřené výsledky síly stisku ruky u reprezentantů ČR v zápase a zjistit, jak je tato hodnota predikována hmotnostní kategorií. Dále potom zjistit, zda existuje rozdíl mezi probandy, kteří aktivně trénují sílu stisku a těmi, kteří ji netrénují. V poslední řadě, jak velký rozdíl vykazují probandi v absolutní síle stisku ruky mezi dominantní a nedominantní rukou a jaký je tento rozdíl v porovnání s běžnou populací.

Metody: Syntéza poznatků v této práci byla zhotovena pomocí kritické narativní rešerše odborné literatury zabývající se tématem zápasu, síly stisku a závisti těchto dvou témat. K měření síly stisku byl použit digitální dynamometr značky Grip – D. Výsledky byly zpracovány lineárním regresním modelem, párovým t-testem a nezávislým t-testem.

Výsledky: Vztah mezi hmotnostní kategorií a výkonem v síle stisku je statisticky významný ($p = 0,008$) a váhová kategorie predikuje 42,1 % výkonu v síle stisku ($R^2 = 0,421$). Efekt tréninku síly stisku na výkon neprokázal statistickou významnost ($p = 0,269$), ale poukazuje na věcnou významnost (Cohenova $d = 0,481$). Laterální rozdíly jsou statisticky významné ($p = 0,013$) a rozdíl ve výkonu je v průměru 3,06 kg ve prospěch dominantní ruky.

Klíčová slova: zápas , síla, stisk, technika, hmotnost, kategorie, trénink, lateralita

Abstract

Title: Grip Strength Comparison of Czech national team Greco-Roman Wrestlers

Objectives: The aim of this thesis is to compare measured hand grip strength values among members of the Czech national wrestling team and to determine how this value is predicted by weight category. Furthermore, it aims to assess whether there is a difference between participants who actively train grip strength and those who do not. Lastly, it examines the extent of the difference in absolute grip strength between the dominant and non-dominant hand and how this difference compares to that of the general population.

Methods: The synthesis of findings in this thesis was conducted through a critical narrative review of scholarly literature focused on wrestling, grip strength, and the relationship between these two topics. Grip strength was measured using a Grip-D digital dynamometer. The results were analyzed using a linear regression model, paired t-test, and independent t-test.

Results: The relationship between weight category and grip strength performance is statistically significant (p = 0.008), with weight category predicting 42.1% of grip strength performance (R^2 = 0.421). The effect of grip strength training on performance was not statistically significant (p = 0.269), but indicates practical significance (Cohen's d = 0.481). Lateral differences are statistically significant (p = 0.013), with an average performance difference of 3.06 kg in favor of the dominant hand.

Keywords: wrestling, strength, technique, grip,weight, category, training, laterality

Obsah

1 Úvod 9

2 Teoretická část 10

2.1 Charakteristika a historie zápasu 10

2.2 Zápas v česku 11

2.3 Fyziologické a motorické nároky zápasu 12

2.3.1 Techniky 12

2.3.2 Význam silových schopností 14

2.4 Rozdělení zápasu 19

2.4.1 Řecko-římský X Volný styl 19

2.4.2 Váhové kategorie 21

2.5 Síla stisku 22

2.5.1 Co je to síla stisku 22

2.5.2 Význam síly stisku 23

2.5.3 Trénink síly stisku 25

2.5.4 Výzkumy na sílu stisku 30

2.5.5 Testování síly stisku 31

3 Cíle práce a hypotézy 34

3.1 Cíle práce 34

3.2 Výzkumné otázky 35

3.3 Hypotézy 35
4 Metody práce 36
4.1 Design studie 36
4.2 Proces sběru dat 37
4.3 Výzkumný soubor 38
4.4 Analýza dat 38
4.4.1 Uspořádání dat 38
4.4.2 Proměnné 39
4.4.3 Statistické metody 39
5 Výsledky 40
5.1 Vztah mezi váhovou kategorií a silou stisku 40
5.1.1 Lineární regrese (Linear Regression) 41
5.1.2 Obecný lineární model (General Linear Model) 43
5.2 Efekt trénink síly stisku na výkon v testu síly stisku 49
5.3 Laterální rozdíl v síle stisku ruky 51
5.3.1 Naměřené výsledky všech probandů 54
6 Diskuze 56
7 Závěr 60
8 Použitá literatura 62
9 Seznam obrázků 67
10 Seznam tabulek 68

11 Seznam grafů 70

12 Přílohy 71

12.1 Schválení etickou komisí 72

12.2 Informovaný souhlas 74

12.3 Poloha během měření 76

1 Úvod

Zápas je sport s dlouhou tradicí, který vyžaduje vysokou úroveň technické, taktické i fyzické připravenosti. Ačkoliv jeho popularita v České republice v posledních letech poněkud poklesla, zůstává i nadále jedním z nejstarších, nejnáročnějších a také nejkrásnějších sportů na mezinárodní úrovni, zejména v rámci olympijských her. Pro dosažení úspěchu v zápase je nezbytné nejen zvládnutí techniky a taktiky, ale také specifická fyzická připravenost odpovídající vysokým nárokům tohoto sportu. Zápasníci se řadí mezi jedny z nejvíce fyzicky připravených sportovců a to díky tomu, že úspěch v zápase vyžaduje vysokou úroveň síly, rychlosti, hbitosti, koordinace, prostorové orientace a flexibility.

Jedním z důležitých, avšak často opomíjených fyzických faktorů, je síla stisku. Ta hraje zásadní roli při udržení úchopů, kontrolování soupeře a provádění řady technik. V literatuře je síla stisku ve vztahu k zápasu zmiňována spíše okrajově, přestože její význam může být klíčový, a to zejména u nižších váhových kategorií, kde je zápas dynamičtější, rychlejší a častěji dochází k provádění vyššího počtu technik, než ve vyšších váhových kategoriích.

Tato diplomová práce se zaměřuje na zhodnocení významu síly stisku v zápasu napříč různými váhovými kategoriemi. Vychází se z hypotézy, že zápasníci v nižších váhových kategoriích vykazují na základě dosavadních výzkumů vyšší frekvenci úspěšných technik, což s sebou nese zvýšené nároky na relativní sílu stisku. Předpokládá se tedy, že v poměru ke své tělesné hmotnosti dosahují vyšších hodnot této silové schopnosti než závodníci z vyšších váhových kategorií.

Jedním z dalších cílů této práce je zjistit, jaký efekt má speciální trénink síly stisku na výkon v této silové schopnosti. V závěru se práce také soustředí na laterální rozdíly, které budou porovnány s naměřenými hodnotami běžné populace z předchozích studií.

Teoretická část práce se bude věnovat charakteristice zápasu z hlediska fyzických nároků, roli síly stisku ve sportovním výkonu, metodám měření síly stisku a přehledu dosavadních výzkumů v této oblasti. Praktická část následně představí výzkum, ve kterém porovnám sílu stisku váhových kategorií, význam tréninku a laterální rozdíly.

2 Teoretická část

2.1 Charakteristika a historie zápasu

Zápas je individuální úpolový sport, který provází lidstvo od počátku civilizace, a to ať už v rituálních či bojových formách (Pavelka, Stich, 2012), patří mezi nejstarší sportovní disciplíny vůbec. První historické zmínky o zápasnických formách pocházejí z dob starověkých civilizací, jako byla Mezopotámie, Egypt nebo Indie, kde se zápas využíval nejen jako forma fyzického cvičení, ale i jako prostředek vojenského výcviku. Důkazem této tradice jsou například staroegyptské fresky z Beni Hassan, které zobrazují různé chvaty a zápasnické techniky (Inovace SEBS a ASEBS, 2011).

Výrazným mezníkem v historii zápasu bylo jeho začlenění do starověkých olympijských her v Řecku v roce 708 př. n. l., kde byl zápas považován za vrcholovou disciplínu prověřující sílu, obratnost i taktické myšlení (Horswill, 1992). V antickém období existovalo více zápasnických forem, například řecko-římský styl nebo pankration, který kombinoval prvky zápasu a úderových bojových umění (Inovace SEBS a ASEBS, 2011).

S rozvojem moderního sportu v 19. století došlo k institucionalizaci zápasu jako sportovní disciplíny. Na prvních novodobých olympijských hrách v roce 1896 v Aténách byl zápas zařazen jako jedna z hlavních sportovních disciplín. Zpočátku se jednalo pouze o řecko-římský styl, volný styl byl přidán až na olympiádě v roce 1904 v St. Louis (UWW 2024).

V průběhu 20. století se zápas dále vyvíjel. Byly založeny národní i mezinárodní federace, došlo ke sjednocení pravidel a pořádání světových i kontinentálních šampionátů. V roce 2013 byla účast zápasu na olympijských hrách dočasně ohrožena, což vedlo k rozsáhlé reorganizaci Mezinárodní zápasnické federace (nyní United World Wrestling – UWW) a úpravě pravidel s cílem zvýšit atraktivitu sportu pro diváky i média. Tato historie odráží zápas jako sport s hlubokými kořeny, který se neustále vyvíjí a přizpůsobuje současným trendům. U zápasu se jedná o velmi komplexní sport s požadavky na všechny faktory výkonu, dva jsou ale hlavními, a proto se zápas řadí mezi sporty silově vytrvalostní. Z hlediska charakteristiky se jedná o acyklický pohyb za nepravidelného střídání svalového napětí a uvolnění (Inovace SEBS a ASEBS, 2011).

2.2 Zápas v česku

Zápas v České republice má dlouhou tradici, která sahá až do období první republiky. Prvním mezinárodním úspěchem československého zápasu bylo vítězství Gustava Frištenského na různých mezinárodních turnajích na počátku 20. století (Engel, 2010). V poválečné éře, zejména v 50. a 60. letech, dosahovali českoslovenští zápasníci výrazných úspěchů na evropských a světových soutěžích (Procházka, 2024).

V současnosti je zápas v České republice považován za menšinový sport s omezenou mediální pozorností i finanční podporou. I přes tyto překážky funguje v rámci Českého svazu zápasu síť klubů, která se věnuje jak mládeži, tak dospělým. Česká republika pravidelně vysílá své reprezentanty na mezinárodní turnaje včetně mistrovství Evropy, světa i olympijských her, avšak umístění na předních pozicích je spíše výjimečné (ČSZ, 2024).

Na základě rozhovorů s vysoce postavenými funkcionáři českého svazu zápasu a reprezentačními trenéry se domnívám, že problémem českého zápasu je především malá členská základna, omezené tréninkové možnosti, a s tím související odliv talentovaných sportovců do jiných, atraktivnějších disciplín. Srovnáme-li české zápasníky se světovou elitou, je patrný rozdíl zejména v oblasti fyzické připravenosti, včetně silových schopností. I to je jeden z důvodů, proč tato diplomová práce zkoumá právě roli síly stisku jako potenciálního faktoru sportovního výkonu. Navzdory těmto překážkám se v České republice nachází řada oddaných trenérů, funkcionářů i sportovců, kteří se snaží zápas udržet při životě a dále rozvíjet (Rozhovor s trenéry a funkcionáři, 2025).

2.3 Fyziologické a motorické nároky zápasu

2.3.1 Techniky

Pokud chceme zjistiti důležitost síly stisku pro provádění technik, musíme nejdříve sdělit důležitost provádění technik. Každá úspěšně provedená technika v zápase je ohodnocena body. Tyto body se sčítají a na konci utkání vítězí zápasník s vyšším počtem bodů. Techniky jsou hodnoceny jedním, dvěma, čtyřmi a pěti body. Pokud v průběhu zápasu navýší jeden ze zápasníků bodový rozdíl o 8 bodů a více (ve volném stylu o 10 a více), vítězí automaticky na bodovou převahu. Dále může zápasník zvítězit položením soupeře na lopatky. Pokud tedy chceme zvítězit, musíme provádět techniky (skórovat), nebo dostat soupeře na lopatky, taktéž pomocí techniky (Erawan, 2020).

Cieśliński (2021) tvrdí, že drtivá většina technik vyžaduje dobrý úchop, a to ať už se jedná o držení částí těla soupeře, jako u chvatů záruč, záhlavák, bočák, šnajdr, přítrh nebo podběh, nebo u vytváření úchopu vlastníma rukama, jako u chvatů kříž, zadní suple, přední suple ne při záběru hlava ruka. U všech těchto postojových technik je dobrý úchop jedním z rozhodujících faktorů. Ovšem nevyhnutelnou a v mnoha případech rozhodující částí zápasu je parter (boj na zemi), kde techniky jako koršun (otočení sooupeře), zved (zvednutí soupeře ze země a hození přes sebe) nebo kladivo (jako zved ale s obráceným úchopem) všechny spoléhají na udržení silného úchopu rukou (Dadák, 2022).

Obrázek 1: Přítrh (Dadák, 2022)

Obrázek 2: Záruč (Dadák, 2022)

Obrázek 3: Kříž (Dadák, 2022)

Obrázek 4: Přehození za hlavu (Dadák, 2022)

Obrázek 5: Koršun (Dadák, 2022)

Obrázek 6: Zved (Dadák, 2022)

Jak můžeme vidět na daných obrázcích, úchop se vyskytuje skoro u všech zápasnických technik a udržení daného úchopu je klíčové pro úspěšné provedení.

2.3.2 Význam silových schopností

Pro význam silových schopností bychom si nejdříve měli odpovědět na otázku, co to vlastně síla je? Perič (2010) ve své knize popisuje silové schopnosti jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí, neboli stahem svalu.

Dále potom ve své práci rozděluje silové schopnosti do několika kategorií podle typu svalové kontrakce, která závisí na změně délky svalu a na změně napětí ve svalu. Druhy těchto kontrakcí jsou izometrická (statická) a izotonická (dynamická), která se dále dělí na koncentrickou (sval se zkracuje, ale napětí se nemění) a na excentrickou (sval se protahuje, ale napětí se nemění. Díly těmto svalovým kontrakcím můžeme rozdělit silové schopnosti do několika druhů a těmi jsou:

Statická síla – Neprobíhá zde pohyb a ve většině případů se jedná o udržení břemene v určité poloze.

Dynamická síla – Projevuje se pohybem systému či jeho části proti odporu břemene. V závislosti na velikosti odporu či na rychlosti pohybu, můžeme dynamickou sílu dále rozdělit do těchto kategorií:

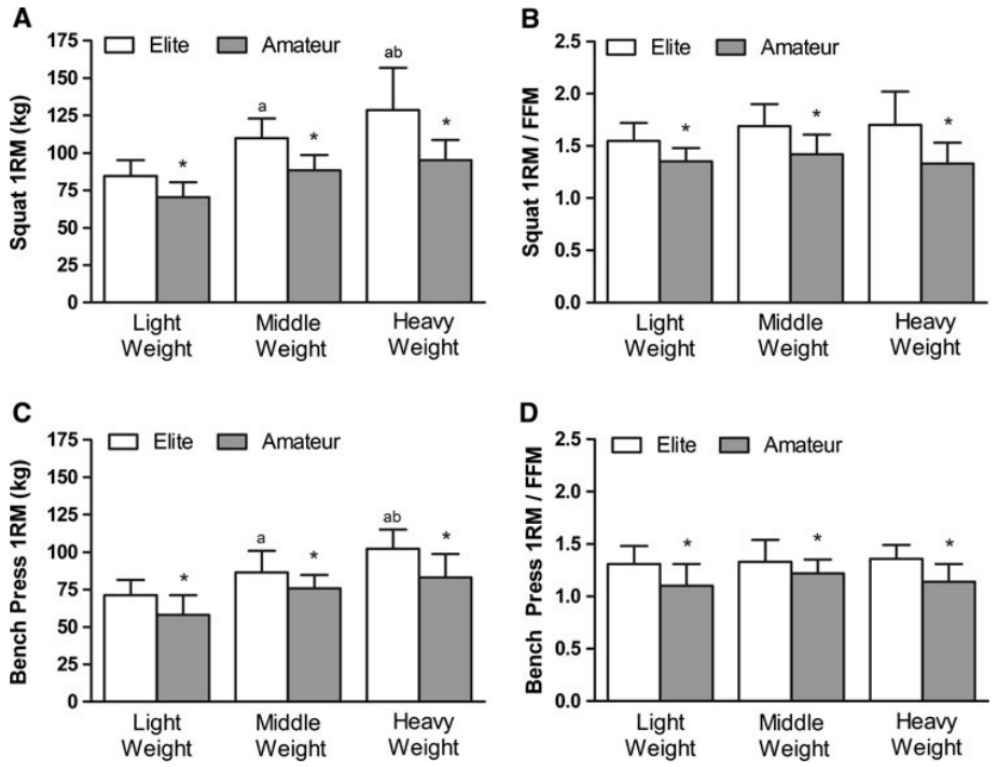
- Výbušná (explozivní) – Maximální zrychlení s nízkým odporem.
- Rychlá – Spočívá v nemaximálním zrychlení s nízkým odporem.
- Vytrvalostní – Spočívá v nevelkém odporu s nevelkou stálou rychlostí.
- Maximální – Překonání vysokého až hraničního odporu s pomalou rychlostí.

Další, pro tuto práci důležité, rozdělení silových schopností je na absolutní sílu (nejvyšší hmotnost vzepřeného břemene) a na relativní (absolutní síla dělená hmotností jedince).

Pokud se bavíme o zápase, tak silové schopnosti představují jeden z klíčových faktorů sportovní výkonnosti, a to v obou zápasnických stylech (řecko-římský a volný styl). Studie opakovaně prokázaly, že rozdíly mezi elitními a amatérskými zápasníky často nespočívají ve výšce, hmotnosti či flexibilitě, ale právě v úrovni silových schopností, jako jsou izometrická síla, maximální síla, explozivní síla a vytrvalostní síla. Tyto schopnosti umožňují efektivní provádění technik, odolávání silovému odporu soupeře a během několika utkání za den podávat intenzivní výkon během zápasu. (García-Pallarés, 2011)

Velice klíčovou silovou schopností se jeví být maximální síla, a to jak v dynamické, tak v statické podobě. Izometrická síla je při zápase důležitá z důvodu generovat vysoké napětí potřebné nejen při držení soupeře na lopatkách, či držení soupeře v jiných nebezpečných polohách, ale také při přetlačování soupeře během zápasu. (MCGUIGAN, 2006) Explozivní síla, je klíčová při provádění rychlých a dynamických technik. Nejedná se jen o chvaty z postoje, jako jsou záruč nebo záhlavák, ale také o techniky v parteru, kdy během provádění zvedu je rychlost vytažení soupeře od země jedním z indikátorů úspěšného provedení. (Chaabene, 2017)

V následujícím grafu od García-Pallarés (2011) se můžeme podívat na rozdíl ve výkonu mezi elitními a amatérskými zápasníky, kteří se podrobili maximálnímu výkonu v bench press a dřepu (squat). Zápasníci byli rozděleni do tří kategorií a to lehké váhy (light weight), střední váhy (middle weight) a těžké váhy (heavy weight). Každá váha je rovna jednomu maximálnímu opakování (1MR). Graf ukazuje nejen absolutní sílu, ale také relativní sílu, v tomto případě je to absolutní síla dělená hmotností bez tukové tkáně (FFM – fat free mass).



Graf 1: Rozdíl ve výkonu mezi elitními a amatérskými zápasníky (García-Pallarés, 2011)

Můžeme vidět čtyři grafy, přičemž graf A a C znázorňují absolutní sílu a grafy B a D znázorňují relativní sílu. Elitní zápasníci vykazují vyšší hodnoty než amatérští. Co se týče naměřených hodnot, tak relativní síla se zdá u všech váhových kategoriích na podobné úrovni. Je ale nutno dodat, že se jedná o hmotnost bez tukové hmotu, tudíž můžeme předpokládat, že nižší váhové kategorie budou mít daleko méně tukové hmoty, než vyšší váhové kategorie.

Co se týče rychlostně-silových schopností tak podle studie (Demirkan, 2015) by měly dosahovat alespoň těchto hodnot (tabulka). Při této studii byli juniorští elitní zápasníci rozděleni do tří váhových kategorií (lehká, střední a těžká váha). Autoři použili Wingate test, který hodnotí ATP-CP a LA systém a podle kterého dosahují elitní jedinci hodnot, které narůstají se zvyšující se váhovou kategorií. Maximální síla dolních končetin je průměrně 661 W u lehké váhy, 1026 W u střední váhy a 1191 W u těžké váhy. Horní končetiny mají průměrné hodnoty 487 W u lehké váhy, 717 W u střední váhy a 840 W u těžké váhy. Výzkum také ukazuje relativní sílu vzhledem k váze jednotlivých elitních jedinců.

Tabulka 1: Hodnoty silových schopností juniorských zápasníků (Demirkan, 2015)

	Lehká váha		Střední váha		Těžká váha	
	Elitní	Amatérští	Elitní	Amatérští	Elitní	Amatérští
Maximální síla DK (W)	661 +- 160	701 +- 100	1026 +- 79	890 +- 135	1191 +- 190	1141 +- 142
Relativní maximální síla DK (W/kg)	12.7 +- 2.3	13 +- 1.4	15.3 +- 1.2	13.4 +- 1.7	14 +- 1.5	12.8 +- 2.0
Průměrná síla DK (W)	345 +- 52	367 +- 53	518 +- 32	474 +- 55	619 +- 74	587 +- 55
Relativní průměrná síla DK (W/kg)	6.6 +- 0.6	6.8 +- 0.6	7.7 +- 0.3	7.2 +- 0.5	7.3 +- 0.7	6.6 +- 0.7
Maximální síla HK (W)	487 +- 146	476 +- 134	717 +- 121	638 +- 124	840 +- 217	821 +- 163
Relativní maximální síla HK (W/kg)	9.3 +- 2.1	8.8 +- 2.0	10.7 +- 1.7	9.6 +- 1.7	9.9 +- 2.3	9.3 +- 2.1
Průměrná síla HK (W)	241 +- 63	240 +- 60	367 +- 46	329 +- 58	444 +- 74	433 +- 41
Relativní průměrná síla HK (W/kg)	4.6 +- 1.0	4.4 +- 0.9	5.5 +- 0.5	5.0 +- 0.8	5.2 +- 0.9	4.9 +- 0.6

Na základě uvedených poznatků je zřejmé, že silové schopnosti jsou důležité, tudíž by měly být systematicky a cíleně rozvíjeny jako nedílná součást tréninkového procesu zápasníků. Trenéři by měli klást důraz především na rozvoj izometrické síly, maximální síly a výbušné síly. Monitorování těchto silových schopností může být cenným nástrojem pro trénink a predikci sportovní výkonnosti v zápase. (Victor, 2018)

2.4 Rozdělení zápasu

2.4.1 Řecko-římský X Volný styl

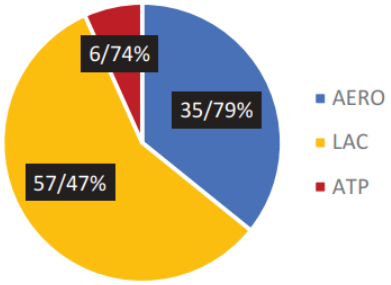
V první řadě dělíme zápas na dva styly, tím je zápas řecko-římský, ve kterém zápasíme výhradně horní polovinou těla, tedy žádné úchopy nohou, ani jakýkoli útok na spodní polovinu těla není povolen, tím se rozumí také podkopávání nebo hákování nohou. Druhým stylem je volný styl, ve které jsou útoky na spodní část těla povoleny, tedy zápasník může využít pro bodování celé soupeřovo tělo. (Rajabi, 2008)

Rozdíly v požadavcích na výkon mezi řecko-římským a volným stylem zápasu vyplývají především ze samotných pravidel obou disciplín, která ovlivňují jak technický repertoár, tak charakter fyzické zátěže.

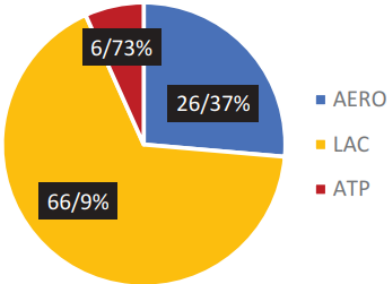
Je zajímavé, že zápasníci řecko-římského stylu, v některý výzkumech jako Demirkan (2014), vykazují vyšší úroveň maximální síly dolních končetin, a v jiných jako Basar (2014), mají relativní sílu dolních končetin lepší zápasníci volného stylu. Zápasníci řecko-římští mají ovšem lepší výsledky v síle trupu. Jejich styl zápasu je založen na přímém kontaktu, přetlačování, výhozech, udržení soupeře v postoji nebo v parteru a bodování v parteru, což klade vysoké nároky na výbušnou sílu, stabilitu a sílu stisku. Naproti tomu zápasníci volného stylu spoléhají na větší pohybovou variabilitu, rychlé změny pozice a časté přechody mezi úrovněmi (postoj – parter). To se projevuje vyšší flexibilitou, zejména v oblasti kyčlí a dolních končetin.

V oblasti rychlosti a obratnosti bývají řecko-římští zápasníci rychlejší a obratnější, ve smyslu s potřebou rychle reagovat na přímý tlak soupeře a manévrovat v těsném kontaktu, nebo zaskočit soupeře rychlým útokem v parteru. Vyšší repertoár technik volného stylu však vyžaduje jiný druh rychlosti – spíše rychlost reakce a pohybu celého těla při změně úrovně nebo při útoku na nohy. Co se týče koordinace, tak ve volném stylu se klade důraz spíše na dynamickou rovnováhu, zatímco řecko-římský styl se více soustředí na stabilitu v pevném postoji. (Basar, 2014)

Oba styly jsou výrazně anaerobní, s dominancí laktátového energetického systému. Studie ukazují, že u řecko-římského stylu může být tento podíl o něco vyšší, což odpovídá delším statickým fázím a výbušným technikám s vyšší intenzitou. Volný styl se častěji vyznačuje větším počtem bodových akcí, což může zvyšovat aerobní nároky během zápasu. (Mirzaei, 2017)



Graf 2: Graf Relativní podíl energetických systémů ve volné stylu (Mirzaei, 2017)



Graf 3: Graf Relativní podíl energetických systémů v zápase řecko-římském (Mirzaei, 2017)

Grafy ukazují podíl laktátového energetického systému 57,47% ve volném stylu a 66,9% v zápase řecko-římském. Dále potom 35,79% podíl aerobního systému ve volném stylu a 26,37% v řecko-římském. Zbývá nám APT – CP systém, který má v obou stylech skoro totožné pokrytí.

Studie Atan (2005), provedla analýzu mistrovství Světa, kde zjistili, že nejčastější prováděnou technikou ve volném stylu je útok na nohy a koršun a ve stylu řecko-římském zápasníci nejčastěji bodují pomocí koršunu a chvatu kříž. Všechny tyto techniky vyžadují kvalitní úchop. Útok na nohy se soustředí spíše na držení soupeřovy nohy a koršun a kříže spíše na držení vlastních rukou při obejmutí soupeře, nicméně dobrý úchop a síla stisku je důležitým faktorem všech těchto technik.

2.4.2 **Váhové kategorie**

Zápas se dělí do deseti váhových kategorií, těmi jsou 55, 60, 63, 67, 72, 77, 82, 87, 97 a 130 kilogramů. Z těchto deseti váhových kategorií je pouze 6 olympijských, tedy zápasí se v nich na olympijských hrách. Neolympijské váhové kategorie jsou 55, 63, 72 a 82 kilogramů.

Přestože zápas jako takový vyžaduje vysoké nároky ve všech oblastech fyzické připravenosti, je jisté, že některé aspekty jsou potřebné o něco málo více než jiné. To platí také u různých váhových kategorií, kde se požadavky na výkon mírně liší. Studie Öcal (2018) tvrdí, že zápasníci vyšších váhových kategorií se spíše řadí mezi endomorfní typy a zápasníci nižších váhových kategorií jsou vyvážené mezomorfní typy. Dalším rozdílným požadavkem na výkon je způsob zápasu v daných váhových kategoriích, ten je rozdílný v tom, že u nízkých vah je zápas rychlejší, obratnější a více technický, naproti tomu těžké váhy zápasí spíše staticky a silově.

Odpovídají tomu také výsledky studie Ohya (2015), kde si zápasníci nižších váhových kategorií vedli lépe v testech rychlosti, hbitosti, vytrvalosti a aerobní kapacitě, ale těžší váhové kategorie dominovaly v testech maximální síly. Střední váhové kategorie měli nejlepší výsledky v testech flexibility.

Jednotlivým rozdílům v požadavcích na výkon by měla odpovídat také příprava zápasníků. Zápas nízkých vah je velice technický a měli bychom zde klást důraz na trénink techniky, rychlosti, hbitosti a sílu stisku využijeme právě při tréninku technik, kde dobrý úchop může rozhodnou mezí tím jestli se soupeř vymaní a technice se ubrání, nebo chvatu podlehne. Naopak u těžkých vah bychom měli při tréninku klást důraz hlavně na sílu, a to jak statickou, tak dynamickou, vzhledem k přetlačování, které je které hraje velikou roli v zápase těžkých vah. Zde může mít dobrá síla stisku pozitivní dopad na udržení soupeře ve statické poloze, nebo během provádění technik na zemi.

2.5 Síla stisku

2.5.1 Co je to síla stisku

Síla stisku je míra, jakou silou dokáže člověk sevřít nebo stisknout předmět v dlani mezi prsty. Obvykle se měří v kilogramech nebo newtonech pomocí speciálních přístrojů, jako je dynamometr. Silná ruka se v klinické praxi stala více než jen ukazatelem svalové funkce – je považována za jeden z ukazatelů celkového zdravotního stavu. Klinické studie, jako například článek Normana (2011) a další práce, ukazují, že hodnota síly stisku koreluje s úrovní celkové vitality, nutričním stavem a dokonce i prognózou přežití. Snížené hodnoty síly stisku jsou spojeny s vyšším rizikem komplikací, delší hospitalizací i ztrátou soběstačnosti u starších pacientů.

V oblasti měření síly stisku jsou zdůrazňovány jak technické aspekty, tak metodická omezení, která mohou ovlivnit výsledky. Studie jako Kim (2014) zdůrazňují, že pokles síly stisku o určitou hodnotu (v tomto případě 6,5 kg nebo 19,5 %) představuje minimální klinicky významnou změnu, kterou pacienti vnímají jako zásadní. Kromě přímé evaluace svalové funkce slouží metody, jako je dynamometrie, nejen k diagnostice podvýživy a dalších onemocnění, ale také jako výstupní proměnná v řadě intervenčních studií. Podobné závěry uvádějí i další zdroje, jako například práce Bohannon (2019) nebo Sayer (2006), kde potvrzují, že měření síly stisku je nenáročný, rychlý a nenákladný nástroj, který má potenciál zlepšit hodnocení zdravotního stavu pacientů a efektivitu lékařských intervencí.

Mimo klinický kontext nachází měření síly stisku uplatnění i ve sportovním prostředí, kde představuje důležitý faktor ovlivňující výkonnost a úspěch. Sportovci, zejména v disciplínách, kde je nutná maximální úchopová síla jako například v sportovní lezení, vzpírání nebo bojové sporty využívají specifické tréninkové metody zaměřené na posílení předloktí a zlepšení síly stisku. Studie jako Cronin (2017) a Baláš (2012) shrnují, že síla stisku koreluje nejen s výkonností, ale i s celkovou koordinací a vytrvalostí sportovců. Takové poznatky přispívají k optimalizaci tréninkových režimů a mohou sloužit jako preventivní nástroj při identifikaci rizika zranění. Díky své univerzálnosti a snadné měřitelnosti se síla stisku stává integrální součástí hodnocení jak zdravotního stavu, tak výkonu a potenciálu úspěchu u sportovců.

2.5.2 **Význam síly stisku**

Je zřejmé, že síla stisku hraje významnou roli v mnoha sportovních odvětvích, zejména v těch, kde je zapojení horních končetin klíčové. Síla stisku je nejen ukazatelem celkové síly horní části těla, ale také ukazatelem sportovního výkonu, zejména tam, kde je potřeba efektivní uchopení, kontrola nad soupeřem či manipulace s náčiním. Studie z různých sportovních oblastí potvrzují, že vyšší hodnota síly stisku může být výhodou v silových i technických disciplínách.

Ve sportech, jako je vzpírání, síla stisku přispívá k efektivnímu přenosu síly během vzpěračských pohybů a umožňuje sportovcům udržet činku bez předčasného selhání úchopu. Výzkum Huebnera (2023) uvádí, že mezi soutěžícími vzpěrači byla síla stisku významně korelovaná s výkony v trhu i přemístění, které se pohybově podobají například zápasnickým zvedům, přičemž starší závodníci vykazovali nižší absolutní hodnoty síly stisku, ale jejich relativní výkonnost zůstávala stabilní. Studie také převedla naměřené absolutní hodnoty na relativní k váze. Tabulka (2) ukazuje rozdíly mezi výkonnostními skupinami:

Tabulka 2: Průměrná síla stisku u master vzpěračů podle výkonnosti (Huebner, 2023)

Skupina (věk/výkon)	Průměrná síla stisku (kg)	Relativní síla stisku (kg/kg tělesné hmotnosti)
Muži 35–44 – elitní	53,2 ± 6,4	0,63 ± 0,08
Muži 45–54 – elitní	49,8 ± 5,7	0,61 ± 0,07
Ženy 35–44 – elitní	36,7 ± 4,9	0,55 ± 0,09

Zajímavý pohled přináší i studie od Podrihala (2020) zaměřená na zápasníky v armwrestlingu (páce), která rozdělila probandy na skupinu elitních a neelitních a dále zjistila, na základě lepších výsledků elitní skupiny závodníků, že úroveň dovedností a dobrého výkonu v tomto sportu silně koreluje s úrovní síly stisku, zejména v dominantní ruce. Ukazuje se, že u technicky náročných sportů, kde se využívá síla prstů a zápěstí, jako je i zápas, je kvalitní stisk rozhodujícím parametrem.

V bojových sportech je význam síly stisku ještě výraznější. V judu, zápasu či brazilském jiu-jitsu slouží silný stisk nejen k držení soupeře, ale také k zahájení technik, kontrole pozice nebo vyvolání reakce soupeře. Studie Bonitch Góngora (2013) měřila maximální sílu stisku a osm úseků o 10ti sekundách, ve kterých se měřila průměrná síla stisku. Studie zjistila, že elitní judisté vykazují vyšší maximální sílu i vytrvalost stisku než jejich neelitní protějšky. Z toho vyplývá, že síla a vytrvalost stisku může být klíčovým faktorem pro úspěch na soutěžní úrovni ve sportech jako je Judo.

Tabulka 3: Rozdíly mezi elitními a neelitními judisty ve stisku (Bonitch Góngora 2013)

Skupina	Maximální síla stisku (N)	Pokles síly po 8. kontrakci (%)
Elitní muži	460,7 ± 92,3 N	24,2 ± 9,1 %
Neelitní muži	415,1 ± 70,9 N	26,8 ± 11,2 %

Význam síly stisku se ovšem liší mezi sporty. Ve sportech jako je gymnastika, horolezectví, veslování nebo silový trojboj je síla stisku základní podmínkou výkonu. V běžeckých disciplínách či plavání naopak nehraje téměř žádnou roli. V bojových sportech síla stisku plní jak technickou, tak i psychologickou funkci. Podle zjištění ve výzkumu Iermakov (2016), který vycházel z konceptů neuropsychologie, sportovní psychologie a psychologické reakce soupeřů, sledované pomocí dotazníků, behaviorálních testů a někdy i fyziologických ukazatelů stresu, pevný úchop může soupeře destabilizovat nebo znejistit. Podle všeho existuje pozitivní korelace mezi sílou stisku a úspěšností zápasníků napříč různými disciplínami bojových sportů.

2.5.3 **Trénink síly stisku**

Vzhledem k předchozím výzkumům hraje síla stisku důležitou roli v bojových sportech, zejména v zápase. Velkou otázkou ovšem zůstává, zda je dobrý úchop zapříčiněn pouze tréninkem daného sportu, nebo je důležitým faktorem také speciální trénink, který je zaměřený na zlepšení síly stisku. Má tedy význam začlenit specifický trénink síly stisku do přípravného procesu sportovce, nebo jsou obyčejné tréninky daného sportu dostačující pro adekvátní sílu úchopu? Nedávné studie potvrzují, že specializovaný trénink zaměřený na posílení síly stisku může výrazně zlepšit výkon sportovců.

Studie Karatrantoua (2020) zkoumala účinnost čtyřměsíčního specializovaného tréninku síly stisku u mladých zápasníků ve věku 8–15 let. Účastníci byli rozděleni do tréninkové a kontrolní skupiny. Tréninková skupina absolvovala dvakrát týdně cvičení zaměřená na zlepšení síly stisku. Výsledky ukázaly, že po čtyřech měsících měla tréninková skupina významně vyšší hodnoty maximální síly stisku než kontrolní skupina, bez ohledu na věk nebo preferovanou ruku.

Tabulka 4: Změny v maximální síle stisku po 4 měsících tréninku (Karatrantou, 2020)

Věková skupina	Skupina	Dominantní ruka (PH)	Nedominantní ruka (NPH)
Děti (8–10 let)	Tréninková skupina	+7,9 kg	+5,9 kg
	Kontrolní skupina	+2,8 kg	+2,2 kg
Adolescenti (13–15 let)	Tréninková skupina	+8,8 kg	+8,0 kg
	Kontrolní skupina	+2,7 kg	+1,8 kg

Podobně studie Aydın a Bas (2023) sledovala vliv osmi týdenního specializovaného tréninku na sílu stisku u mladých zápasníků ve věku 13–17 let. Experimentální skupina, která kromě běžného tréninku absolvovala speciální cvičení na posílení stisku, zaznamenala statisticky významné zlepšení síly stisku v pravé i levé ruce ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tabulka 5: Změny v síle stisku po 8 týdnech tréninku (Aydin a Bas, 2023)

Skupina	Dominantní ruka (PH)	Nedominantní ruka (NPH)
Experimentální skupina	+3,46 kg	+2,92 kg
Kontrolní skupina	+0,58 kg	+0,85 kg

Tyto studie tedy nevyvrací, že začlenění specializovaného tréninku síly stisku do běžného tréninkového plánu může vést k významnému zlepšení této schopnosti, která je klíčová pro úspěch v bojových sportech. Trenéři by měli zvážit integraci tréninku síly stisku do tréninkových programů.

V následující tabulce vidíte jednotlivé cvičení, které byly během studie Aydin a Bas (2023) zařazeny do tréninku jedinců. Lze vidět jak často během týdne cvičení prováděli a kolik sérií a opakování udělali.

Tabulka 6: Speciální program pro zlepšení síly stisku (Aydin a Bas, 2023)

Den v týdnu	Cvik 1: Crush Grip (4×15)	Cvik 2: Pinch Grip (4×30 s)	Cvik 3: Support Grip (4×30 s)	Cvik 4: Wrist Roller (4×15)	Cvik 5: Towel Curl (4×15)
Pondělí	✔	✔	✔	✔	✔
Středa	✔	✔	✔	✔	✔
Pátek	✔	✔	✔	✔	✔

Popis daných cvičení:

- Crush grip – Je mačkání posilovacího míčku nebo ručního posilovače. Nejspíše nejpoužívanější metoda posilování stisku. Výhodou je to, že jej můžeme cvičit v podstatě kdykoli a kdekoli.

Obrázek 7: Crush grip (Vytvořeno AI)

❖ Pinch grip – Je uchopení dvou kotoučových závaží (např. dva kotouče) mezi palec a prsty, bez použití dlaně. V zápase a judu velmi časté cvičení.

Obrázek 8: Pinch grip (Vytvořeno AI)

❖ Support grip – Je vis na hrazdě, případně držení těžkých činek v rukou. Výhodou může být to, že stisk cvičíme i při jiných posilovacích cvičeních jako jsou přítahy.

Obrázek 9: Support grip (Vytvořeno AI)

❖ Wrist roller – Je držení tyče s připevněným lanem a závažím na konci, které se navíjí a odvíjí otáčením zápěstí. Rovněž jedna z metod využívaná v zápase, judu nebo BJJ.

Obrázek 10: Wrist roller (Vytvořeno AI)

❖ Towel curl – Ručník se omotá kolem činky nebo jiného závaží a uchopí se na druhém konci, poté se provádí bicepsový zdvih, nebo se ručník uchopí prsty a provádí se stočení prstů a zápěstí směrem k předloktí. Stočení se dá rovněž provádět s osou.

Obrázek 11: Towel curl (Vytvořeno AI)

2.5.4 Výzkumy na sílu stisku

V dosavadní vědecké literatuře existuje řada studií, které se zabývaly významem síly stisku ve sportovním výkonu, zejména v bojových sportech, jako je zápas. Většina těchto výzkumů se však zaměřovala především na porovnávání zápasníků se sportovci jiných disciplín nebo s běžnou populací, případně porovnávala výkonnost elitních a neelitních zápasníků. Takové přístupy sice přinášejí důležité poznatky o obecném významu síly stisku, ale zároveň zůstávají na relativně obecné úrovni a neposkytují hlubší vztahy mezi silou stisku a jednotlivými kategoriemi v rámci samotného zápasu. (Sowmyashree, 2020; Demirkan, 2015)

Další skupina studií se zaměřila na samotné měření síly stisku, případně sledovala její změny v důsledku cíleného tréninkového zásahu. I zde však zůstává určitým omezením, že výzkumy většinou nahlížejí na zápasníky jako na homogenní skupinu, případně je rozdělují pouze do tří širokých váhových kategorií (např. lehká, střední a těžká váha). Takový přístup neumožňuje detailnější analýzu specifik jednotlivých váhových tříd, která by mohla odhalit odlišnosti v nárocích na úchopovou sílu a její potenciální souvislost s používanými technikami. (Karatrantou, 2020; Ohya, 2015)

Na tento nedostatek navazuje můj výzkum, který si klade za cíl rozdělit zápasníky podle všech oficiálních váhových kategorií a porovnat mezi nimi naměřené hodnoty síly stisku. Tímto způsobem bude možné nejen přesněji vyhodnotit, zda je síla stisku ve vztahu k tělesné hmotnosti v jednotlivých kategoriích adekvátní, ale také zjistit, zda existuje korelace mezi silou stisku a četností prováděných, specifických, zápasnických technik v dané váze. Tento přístup by mohl přispět k lepšímu porozumění fyziologickým požadavkům na zápasníky napříč váhovými kategoriemi a umožnit individualizaci tréninkových doporučení.

Další z výzkumů jako Incel (2002), který měřil rozdíly mezi silou stisku v dominantní a nedominantní ruce přišel na to, že u praváků se rozdíl pohybuje okolo 8,2 % a u leváků okolo 3,2 %. V této oblasti výzkumy je také známe pravidlo 10 %, které potvrzují studie jako Armstrong (1999) nebo Gedela (2008). Gedela (2008) ve své práci také přišel s poznatkem, že v dané testované skupině naměřilo 15 % probandů lepší výsledky ve své nedominantní ruce.

Tabulka 7: Shrnutí dat pro praváky a leváky (Gedela, 2008)

Dominance	Pohlaví (muž/žena)	Ruka (pravá/levá)	Maximální stisk (kg)	Minimální stisk (kg)	Průměrný stisk (kg)	Průměrný % rozdíl
Praváci (n = 33)	Muži (n = 23)	Pravá	69,2	27,3	42,0	11,8
		Levá	68,6	24,0	37,0	
	Ženy (n = 10)	Pravá	63,4	41,8	52,7	7,4
		Levá	63,0	38,2	48,8	
	Celkem (n = 33)	Pravá	69,2	27,3	45,3	10,3
		Levá	68,6	24,0	40,5	
Leváci (n = 7)	Muži (n = 5)	Pravá	66,4	29,2	41,6	6,5
		Levá	68,6	31,2	39,0	
	Ženy (n = 2)	Pravá	39,3	36,3	37,8	12,2
		Levá	47,6	38,6	43,1	
	Celkem (n = 7)	Pravá	66,4	29,2	40,5	8,0
		Levá	68,6	31,2	42,1	
Celá skupina (n = 40)	–	Pravá	69,2	27,3	45,1	10,2
		Levá	68,6	24,0	40,5	

2.5.5 Testování síly stisku

Měření síly stisku je široce využívanou metodou pro hodnocení svalové síly horních končetin, celkové tělesné zdatnosti i zdravotního stavu. V oblasti sportovní vědy, rehabilitace a klinické diagnostiky slouží test síly stisku nejen k detekci poklesu funkce, ale také k monitorování účinku terapeutických nebo tréninkových intervencí. Jedná se o snadno proveditelnou, časově nenáročnou a relativně levnou metodu s velkou škálou využití. Její spolehlivost a validita však závisí na správném výběru přístroje, dodržení podmínek měření a zohlednění různých ovlivňujících faktorů (Waldo, 1996).

Existuje několik typů přístrojů určených k měření síly stisku. Mezi nejčastěji používané patří mechanické, hydraulické a elektronické (digitální) dynamometry. Jedním z nejrozšířenějších nástrojů je mechanický Jamar dynamometr, který je dlouhodobě považován za „zlatý standard“ v oblasti klinického měření síly stisku. Studie ukazují, že

při správném použití nabízí vysokou úroveň spolehlivosti (test–retest i mezi posuzovateli) a koreluje s celkovou svalovou silou (Richards & Palmiter-Thomas, 1996). Elektronický dynamometr, jako je např. Takei nebo Grip-D, který je použit v této práci, poskytuje přesnější záznamy, možnost digitalizace dat a někdy i zaznamenání průběhu síly v čase. Hydraulické dynamometry bývají robustní a snadno použitelné, ale obecně méně přesné než digitální nástroje.

Obrázek 12: Hydraulický dynamometr JAMAR

Obrázek 13: Elektronický (digitální) dynamometr Tekei

Pro zajištění přesnosti a reprodukovatelnosti výsledků je zásadní standardizace testovacího postupu. Innes (1999) tvrdí, že American Society of Hand Therapists (ASHT) uvádějí podmínky měření takto: testovaný by měl sedět se vzpřímeným trupem, loket v 90° flexi, předloktí v neutrální poloze a zápěstí v mírném extenzním postavení. Stejně důležitý je také počet pokusů (nejčastěji 3) a způsob zaznamenávání výsledku (např. průměr či nejlepší pokus). Další podmínky měření popsány ve studiích jako Waldo (1996) nebo El-sais (2014) popisují další polohy děla a paží, jako je například poloha použita v této práci. Jedná se o polohu, která více odpovídá funkčním podmínkám daného sportu a odpovídá tedy přesnějšímu využití síly stisku při sportovním výkonu. Pokud během testování nejsou podmínky měření dodrženy pro všechny participanty stejně, může dojít k výrazným odchylkám v naměřených hodnotách (Innes, 1999).

Měření síly stisku ovlivňuje celá řada proměnných. Mezi nejvýznamnější patří věk, pohlaví, tělesná hmotnost, úroveň trénovanosti, motivace a zdravotní stav. Dále může výsledky zkreslit například únava, bolest, poruchy nervového systému či podvýživa. Studie z oblasti neurotoxikologie navíc ukazují, že i parametry samotného testování jako je například typ zařízení, úhel tahu nebo frekvence snímání – mohou mít zásadní dopad na výsledek (Maurissen, 2003).

V odborné literatuře se stále častěji objevuje doporučení k používání termínu „výkon stisku“ (grip performance) namísto tradičně užívaného „síla stisku“ (grip strength). Tento posun reflektuje skutečnost, že výsledky měření nejsou ovlivňovány pouze silou samotného svalového aparátu, ale také neurologickými, psychologickými a technickými faktory. Přes tuto skutečnost zůstává test síly stisku jedním z nejpoužívanějších a nejspolehlivějších nástrojů funkčního hodnocení, zejména pokud jsou dodrženy standardizované podmínky měření a interpretace probíhá s ohledem na individuální kontext testovaného jedince (Maurissen, 2003).

3 Cíle práce a hypotézy

Technicko-taktické analýzy zápasů na vrcholných mezinárodních soutěžích, jako jsou mistrovství světa, opakovaně ukazují na specifické rozdíly mezi zápasníky v různých váhových kategoriích. Studie Tünnemanna (2016) zaměřená na mistrovství světa v zápase roku 2015 odhalila vysoký podíl bodovaných technik prováděných v parteru, zejména přetáčení a přehozy, což klade vysoké nároky na schopnost udržení úchopu. Studie z roku Dokmanaca (2023) rozšiřuje poznatky o variabilitě technik napříč kategoriemi a styly a potvrzuje, že lehčí váhové kategorie mají vyšší technickou aktivitu a větší množství úspěšně prováděných technik.

Síla stisku představuje zásadní motorický předpoklad pro efektivní kontrolu soupeře, především při provádění technik vyžadujících držení, fixaci nebo manipulaci se soupeřovým tělem. Její význam je zvýrazněn zejména v řecko-římském stylu, kde nejsou povoleny úchopy nohou a kde je tedy kontrola trupu a horní části těla klíčová (Kraemer 2001, 2004).

3.1 Cíle práce

Cílem práce je zjistit maximální sílu stisku u vrcholových zápasníků ČR ve všech váhových kategoriích a následně ji přepočítat na její relativní hodnotu, dále mezi váhovými kategoriemi porovnat zjištěné výsledky. Z porovnání výsledků následně vyvodit, zda existuje významný trend vyšší relativní síly v nižších vahách. Dále práce zkoumá vztah mezi zařazeným tréninkem gripu a výkonem v měření síly stisku ruky. V poslední řadě také rozdíly ve výkonu mezi dominantní a nedominantní rukou.

3.2 Výzkumné otázky

Na základě všech zjištění v rešeršní části této práce byly stanoveny následující výzkumné otázky:

- V1: Existuje vztah mezi váhovou kategorií a relativní silou stisku u zápasníků?
- V2: Existuje rozdíl mezi probandy, kteří trénují sílu stisku oproti probandům, kteří netrénují sílu stisku?
- V3: Jak velký rozdíl vykazují probandi v absolutní síle stisku ruky mezi dominantní a nedominantní rukou.

3.3 Hypotézy

Přestože můžeme předpokládat, že síla stisku je důležitým faktorem v zápase, dosud nebylo jednoznačně kvantifikováno, jak její relativní hodnota koreluje s technickými požadavky v různých váhových kategoriích. Pokud je síla stisku klíčová pro provádění technik, a pokud se v lehčích kategoriích vykonává více technik, pak lze očekávat, že právě zápasníci v těchto kategoriích budou mít vyšší relativní sílu stisku.

Na základě tohoto úsudku byla stanovena hypotéza:

- H1: Zápasníci v nižších váhových kategoriích mají vyšší relativní sílu stisku než zápasníci ve vyšších váhových kategoriích.

Z předchozích výzkumů si můžeme povšimnout, že speciální trénink síly stisku má pozitivní vliv na výkon, přestože se dané výzkumy nevěnovali elitním sportovcům, u kterých je síla stisku trénována samotným sportem, můžeme z těchto poznatků předpokládat, že zařazení takového tréninku bude znamenat vyšší výkon.

Na základě tohoto úsudku byla stanovena hypotéza:

- H2: Zařazování specializovaného tréninku na sílu stisku predikuje vyšší relativní výkon v testu síly stisku.

V neposlední řadě výzkumy ukazují na rozdíly mezi dominantní a nedominantní rukou, které se ve většině výzkumů na běžné populaci pohybují mezi 8-10 % ve prospěch dominantní ruky. Lze tedy předpokládat, že u laterálně vyváženého sportu jako je zápas budou tyto laterální rozdíly u elitních zápasníků menší než u běžné populace.

Na základě tohoto úsudku byla stanovena hypotéza:

- H3: Zápasníci budou mít menší rozdíl ve výkonu mezi dominantní a nedominantní rukou, než je rozdíl u běžné populace.

4 Metody práce

Provedený výzkum bych schválen etickou komisí FTVS UK pod číslem jednacím EK 75/2025.

4.1 Design studie

Práce má teoreticko-empirický charakter. Teoretický východiska byla tvořena metodou kritické narativní rešerše. K vyhledávání zdrojů byl použit vyhledávač Google Scholar a ResearchRabbit. Dále byla využita databáze PubMed. Na zmíněných platformách byla zadávána klíčová slova wrestling (zápas), grip (stisk), strength (síla), combat (boj), sport, profile (profil), wrestlers (zápasníci), testing (testování). Kritériem pro zahrnutí bylo účast na MČR nebo začlenění do České reprezentace. Naopak kritériem pro nezařazení do výzkumu bylo nedosažení osmnácti let a neplatná zdravotní prohlídka.

Empirická část práce má charakter průřezové kvantitativní studie, kde byl zjišťován výkon v síle stisku ruky pomocí níže popsaného instrumentu.

4.2 Proces sběru dat

K měření síly stisku byl použit digitální dynamometr Grip – D od společnosti TAKEI zapůjčený od FTVS UK.

Sběr dat probíhal před tréninkem probandů na daném sportovišti, a to v měsíci červen roku 2025.

Nejprve byly zaznamenány maximální hodnoty síly stisku obou rukou u každého testovaného sportovce. Každý účastník absolvoval tři měření pro každou ruku, přičemž do analýzy byla zahrnuta nejvyšší naměřená hodnota. Tento přístup byl zvolen v souladu s doporučením literatury. (Haidar 2004)

Dále byly zaznamenány doplňující údaje: lateralita, váhová kategorie, výška, počet tréninkových jednotek týdně, zařazení specifického tréninku síly stisku a dosažené sportovní výsledky (např. medaile z vrcholných soutěží).

Zápasníci stáli rovně s mírně rozkročenýma nohama, úhel v rameni byl o velikosti 0 stupňů a úhel v loktu byl veliký 90 stupňů (Waldo 1996, Hamilton 1994, El-sais 2014). Každý participant měl jedno zkušební stisknutí pravou i levou rukou, aby se seznámil a daným dynamometrem. Poté následovaly tři maximální stisky pravé a levé ruky. Mezi každým pokusem mět zápasník 60 sekund na odpočinek (Waldo 1996). Maximální naměřená hodnota byla použita místo průměrné hodnoty z několika důvodů, například aby se předešlo problémům, které by mohly vzniknout v důsledku únavy svalu (Haidar 2004). Zápasníci byli také dotázáni kolika tréninkových jednotek se účastní během jednoho týdne a na lateralitu (jaká je jejich dominantní ruka). Dále jestli provádí speciální trénink na sílu stisku, který podle studií Karatrantou (2020) a Aydın a Bas (2023) zlepšuje sílů stisku. Změřena byla také jejich výška. Zjištěn byl jejich momentální světový ranking a to podle oficiálních stránek UWW (United world wrestling), které tento ranking udávají. Zároveň bylo také zjištěno, zda daný zápasník má nebo nemá medaili z mistrovství Evropy, Světa nebo Olympijských her. S poslední jmenovanou proměnnou se však v analýze nepočítalo, protože medailista by pouze jeden proband.

4.3 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořili zápasníci, kteří se účastnili MČR roku 2025 nebo jsou aktivními členy České reprezentace. Kritérium pro zařazení do výzkumného souboru bylo dovršení plnoletosti, platná zdravotní prohlídka a podepsání informovaného souhlasu s participací. Počet testovaných účastníků je 25 a věk účastníků je v rozmezí 18 – 36 let s průměrem 23 ± 5 let. Účastníci mají platnou zdravotní prohlídku. Zápasníci, kteří se účastnili tohoto výzkumu patří mezi českou zápasnickou špičku. Zápas se dělí do deseti váhových kategorií, proto se výzkumu účastnilo několik participantů z každé váhové kategorie (55, 60, 63, 67, 72, 77, 82, 87, 97 a 130 kg). Práce jako Singh (2016) a Sowmyashree (2020) již rozdělili zápasníky a jiné participanty do váhových kategorií, ale nikoli do všech oficiálních váhových kategorií a v tomto směru bych chtěl navázat. Všichni zápasníci jsou starší 18 let a jsou tedy ve věkové kategorii senioři. Do projektu nemohl být zařazen proband, který má zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

4.4 Analýza dat

4.4.1 Uspořádání dat

Nasbíraná data byla přepsána z papírových formulářů do programu Microsoft Excel a zde byla uspořádána pro následující operace. Výsledky pro zodpovězení výzkumné otázky a testování stanovených hypotéz byly zpracovány pomocí programu Jamovi 2.6.44.0.

Pro účely objektivního porovnání mezi jednotlivci z různých váhových kategorií byla naměřená síla stisku převedena na relativní hodnotu. Relativní síla stisku byla vypočtena jako podíl:

$$\text{Relativní síla stisku} = \frac{\text{maximální síla stisku (kg)}}{\text{tělesná hmotnost (kg)}}$$

Obrázek 14: Vzorec pro výpočet relativní síly stisku (Vytvořeno AI)

Tento přepočet umožňuje porovnat výkonnost sportovců v odlišných váhových kategoriích a je běžně využíván ve sportovní vědě (Demirkan 2015, Huebner 2023).

4.4.2 Proměnné

Jako závislá proměnná byla pro statistickou analýzu zvolena relativní síla stisku dominantní ruky přepočtená vzorcem uvedeným na obrázku č. 14. Proměnná má spojitý charakter. Jako nezávislá proměnná byla pro účely této práce zvolena váhová kategorie zápasníka, která má kategoriální ordinální charakter. Další výzkumná proměnná byla zastoupena specifickým tréninkem síly stisku ruky, který zápasníci přiznávali během rozhovoru s výzkumníkem. Proměnná nabývá pouze dvou hodnot (ano/ne). Jako poslední výzkumné proměnné pro testování H3 byly použity absolutní hodnoty síly stisku dominantní i nedominantní ruky, kde se jedná o spojité proměnné.

4.4.3 Statistické metody

Pro úvodní orientaci v datech byla provedena základní popisná statistika závislé proměnné, zejména průměr a jeho standardní chyba, medián, rozsah intervalů spolehlivosi (95 %), směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnota. U hmotnostních kategorií byla vyjádřena četnost probandů v jednotlivých kategoriích. V rámci testování hypotézy č.1 byla dále provedená analýza normality dat závislé proměnné pomocí Shapiro-Wilk testu. Pro analýzu vztahu byl zvolen lineární regresní model proto, že nás zajímá, do jaké míry nezávislá proměnná predikuje závislou proměnnou s celkovým trendem v celých datech a tato závislá proměnná je binární. Od tohoto modelu by se upustilo, kdyby závislá proměnná vykazovala narušení normálního rozdělení dat, nebo kdyby hodnoty reziduálů vykazovaly nenormální rozdělení. V rámci analýzy za účelem otestování hypotézy č. 2 byl použitý nezávislý dvou výběrový Welschův t-test, který je rezistentní vůči rozdílu objemu dat a rozdílu ve variabilitě dvou porovnávaných výběrů.

5 Výsledky

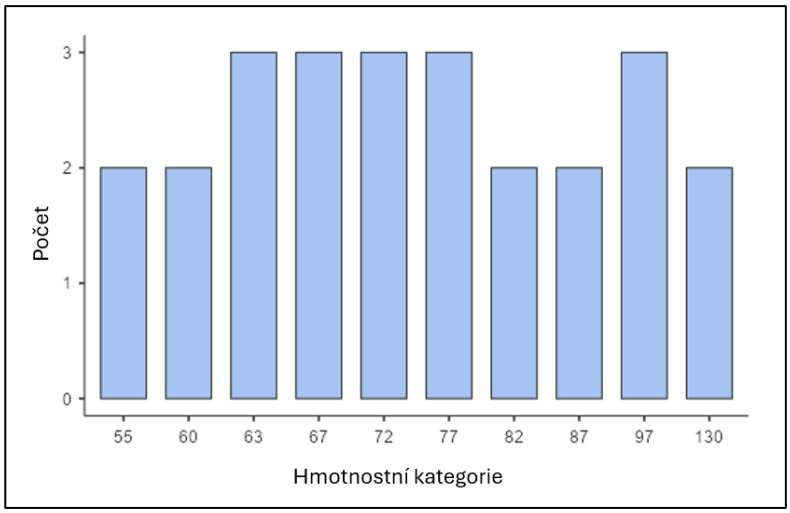
5.1 Vztah mezi váhovou kategorií a silou stisku

Analýza provedená pro testování H1 využívala v první fázi lineární regresi (Linear Regression), při neúspěchu této analýzy byla provedena analýza obecným lineárním modelem (General Linear Model). Výsledky analýzy jsou zobrazeny v následujících tabulkách.

Tabulka 8: Popisná statistika relativní síly stisku (závislá proměnná)

	Hodnota
Počet pozorování (N)	25
Průměr (Mean)	0,712
Standardní chyba průměru (SE)	0,022
95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI)	0,666
95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI)	0,757
Medián	0,718
Směrodatná odchylka (SD)	0,110
Minimum	0,453
Maximum	0,978
Shapiro-Wilk W	0,971
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,665

Relativní síla stisku dominantní ruky je v průměru 0,712. Medián (0,718) je hodnotou velmi blízko průměru, což znamená, že data jsou symetricky rozložena bez výrazné šikmosti. Výkony jsou rozptýleny v hodnotách od 0,453 do 0,978, což je poměrně široký rozsah. Interval spolehlivosti nabírá rozsahu od 0,666 do 0,757, což znamená, že s 95% pravděpodobností se skutečná průměrná relativní síla ve zkoumané populaci nachází v tomto intervalu. Interval je poměrně úzký, což značí přesný odhad průměru (díky relativně nízké standardní chybě SE = 0,0219). Test normality (Shapiro-Wilk) nabírá hodnoty p = 0,665, data se tedy neliší od normálního rozdělení a umožňují aplikaci parametrických testů.



Graf 4: Distribuce pozorování v hmotnostních kategoriích (nezávislá proměnná)

Míra zastoupení probandů v jednotlivých váhových kategoriích se pohybuje od 2 do 3. Nízký počet probandů zahrnutých do studie je způsoben přísnými kritérii výběru pro zařazení. Celkový počet tedy zůstává významnou slabinou práce.

5.1.1 Lineární regrese (Linear Regression)

Tabulka 9: Míra kvality modelu lineární regrese

	R	R^2
Model 1	0,645	0,415

Hodnota R = 0,645 říká, že korelace mezi prediktorem (hmotnostní kategorie) a výstupem (relativní síla dominantní ruky) je středně silná až silná, kladná. Hodnota R^2 = 0,415 znamená, že 41,5 % variability v relativní síle dominantní ruky lze vysvětlit hmotnostní kategorií.

Tabulka 10: Koeficienty lineárního regresního modelu

	Odhad (Estimate)	Standardní chyba (SE)	t-hodnota	p-hodnota
Konstanta (Intercept)	0,98883	0,0707	13,99	< 0,001
Hmotnostní kategorie	−0,00354	0,000877	−4,04	< 0,001

Záporný koeficient (−0,00354) u hmotnostní kategorie signalizuje, že čím vyšší hmotnostní kategorie, tím nižší je predikce hodnoty relativní síly stisku dominantní ruky. Každé zvýšení hmotnostní kategorie o 1 jednotku je spojeno s poklesem relativní síly dominantní ruky o 0,00354. Tento vztah je statisticky vysoce významný ($p < 0,001$) s pravděpodobností omylu menší než 1:1000.

Tabulka 11: Ověření předpokladů – Normalita reziduí

	W	p-hodnota
Shapiro-Wilk	0,911	0,032

Shapiro-Wilk test zpochybnil normalitu rozložení reziduí, což je znamení, že provedená analýza nebyla vhodně zvolena. Pro nápravu situace byla navržena analýza podle obecného lineárního modelu (General Linear Model). Níže jsou uvedeny výsledky této analýzy.

5.1.2 Obecný lineární model (General Linear Model)

Tabulka 12: Informace o modelu (General Linear Model)

Typ modelu	Lineární model; OLS Model pro spojitou závislou proměnnou
Model	Relativní síla dominantní ruky ~ 1 + Hmotnostní kategorie + (Hmotnostní kategorie)^2 + (Hmotnostní kategorie)^3
Distribuce	Normální (Gaussovo) rozdělení reziduálů
Omnibus Tests	F
N	25
Konvergence	Ano
Transformace závislé proměnné	Ne
Výpočet intervalů spolehlivosti	Wald
Porovnání modelů	Vnořený (nested) model
Poznámky	Proměnná „Hmotnostní kategorie“ byla převedena na číselnou; Všechny kovariáty jsou ve své původní škále

Tabulka 13: Výsledky modelu (General Linear Model)

Model	R^2	Upravené R^2	df	df reziduí	F	p
Plný model (Full)	0,421	0,338	3	21	5,0882	0,008
Zjednodušený model (Nested)	0,415	0,390	1	23	16,3447	<0,001
Rozdíl mezi modely (ΔR^2)	0,005	−0,052	2	21	0,0997	0,906

Plný model vysvětluje cca 42,1 % variability (R^2 = 0,421) v relativní síle dominantní ruky. Nezávislé proměnné tedy predikují závislou proměnnou ze 42,1 %. Upravené R^2 je nižší (0,338), což je způsobeno vyšším počtem prediktorů. Plný model je celkově statisticky významný (p = 0,008). Porovnání se zjednodušeným modelem (nested), který obsahuje pouze lineární člen „Hmotnostní kategorie“, ukazuje, že přidání kvadratického a kubického členu model nevylepšilo (ΔR^2 p = 0,906). Kvadratický a kubický člen zvýšil vysvětlenou variabilitu pouze o 0,6 %. Zjednodušený model (pouze lineární člen, tedy síla ~ hmotnostní kategorie) vysvětluje 41,5 % variability a je statisticky významný (p < 0,001).

Tabulka 14: ANOVA Omnibus test

	SS	df	F	p	η^2p
Model	0,121	3	5,088	0,008	0,421
Hmotnostní kategorie	0,000	1	0,017	0,897	0,001
Hmotnostní kategorie²	0,000	1	0,009	0,925	0,000
Hmotnostní kategorie³	0,000	1	0,014	0,906	0,001
Zbytková variabilita (Residuals)	0,167	21			
Celkem	0,288	24			

ANOVA Omnibus test odhalil, že model jako celek je statisticky významný ($p = 0,008$) a hodnota $\eta^2p = 0,421$, což ukazuje vedle statistické významnosti i významnost věcnou. Tedy existuje vztah mezi hmotnostní kategorií a relativní silou stisku dominantní ruky. Jednotlivé členy nezávislé proměnné v této části testu (lineární, kvadratický i kubický) samostatně nejsou významné (vše $p > 0,8$).

Tabulka 15: Odhady parametrů testu

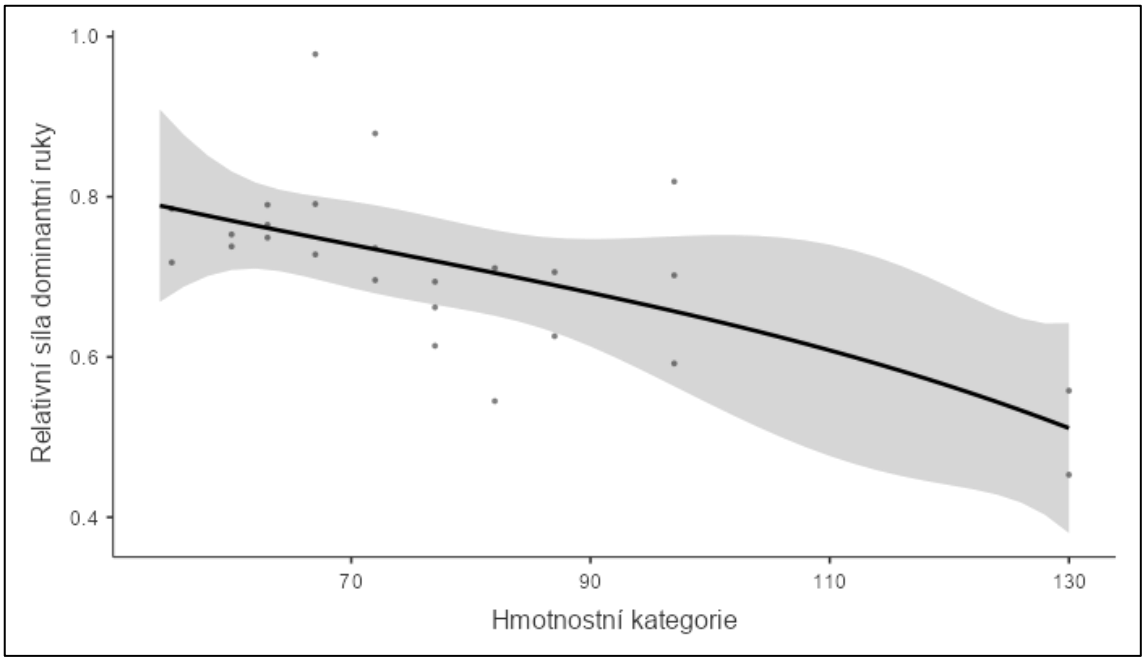
	Průsečík (Intercept)	**Hmotnostní kategorie**	**Hmotnostní kategorie²**	**Hmotnostní kategorie³**
Odhad (Estimate)	1,053	−0,007	0,000	−0,000
Standardní chyba (SE)	1,588	0,056	0,001	0,000
95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI)	−2,250	−0,125	−0,001	−0,000
95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI)	4,355	0,110	0,001	0,000
Standardizovaný β	0,042	−0,538	−0,017	−0,020
β 95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI)	−0,450	−1,286	−0,771	−0,372
β 95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI)	0,534	0,210	0,736	0,331
df	21	21	21	21
t	0,663	−0,131	0,095	−0,120
p	0,515	0,897	0,925	0,906

Odhad parametrů zjistil, že žádný z koeficientů není statisticky významný (všechna $p > 0,5$). Intervaly spolehlivosti vždy zahrnují nulu, což rovněž poukazuje na nevýznamný vliv. Odhad parametrů říká, že jednotlivé složky modelu samostatně nevysvětlují změny v relativní síle dominantní ruky.

Tabulka 16: Odhad marginálních průměrů

Hmotnostní kategorie	Průměr (Mean)	Standardní chyba (SE)	df	95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI)	95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI)
Průměr - 1·SD	0,775	0,035	21	0,703	0,848
Průměr	0,716	0,026	21	0,662	0,770
Průměr + 1·SD	0,653	0,047	21	0,555	0,751

Tabulka ukazuje predikované hodnoty relativní síly dominantní ruky v závislosti na různých hodnotách hmotnostní kategorie standardizované jako střední hodnota ± 1 směrodatná odchylka. Při snížené hmotnostní kategorii o 1 SD je odhad síly 0,775, při průměrné hmotnostní kategorii je odhad síly 0,716 a při zvýšené hmotnostní kategorii o 1 SD je odhad síly 0,653. S rostoucí hmotnostní kategorií se mírně snižuje odhadovaná relativní síla dominantní ruky, rozdíly však nejsou výrazné a spadají do překrývajících se intervalů spolehlivosti.



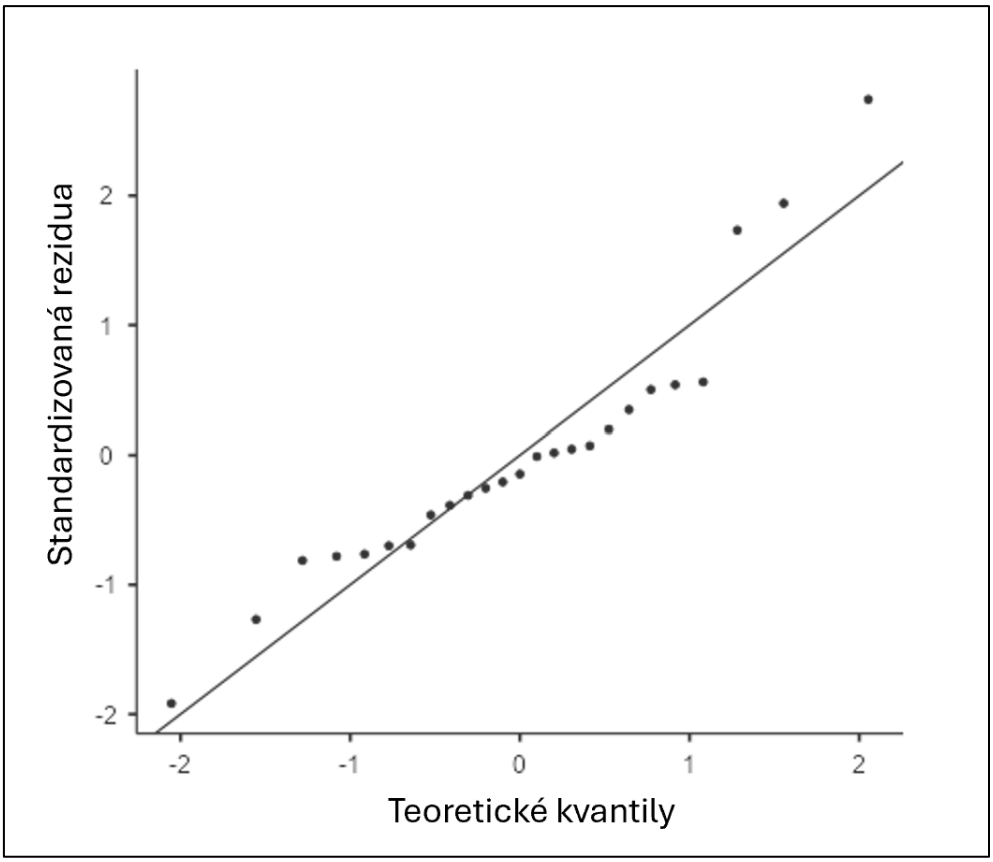
Graf 5: Vztah mezi Hmotnostní kategorií a Relativní silou dominantní ruky

Černá linie představuje odhadovaný regresní vztah mezi proměnnými. Šedé pásmo kolem znázorňuje interval spolehlivosti (95 %), který vyjadřuje nejistotu odhadu v různých hodnotách hmotnostní kategorie. Body představují jednotlivá pozorování, která byla použita v analýze. S rostoucí hmotnostní kategorií se relativní síla dominantní ruky mírně snižuje z hodnot kolem 0,8 u kategorie do 55 kg směrem k přibližně 0,5 u kategorie do 130 kg. Rozptyl hodnot relativní síly je relativně větší v oblasti vyšších hmotnostních kategorií (širší interval spolehlivosti). To znamená, že v této oblasti je větší nejistota v odhadu.

Tabulka 17: Test normality reziduí

	Statistika	**p**
Kolmogorov-Smirnov	0,168	0,436
Shapiro-Wilk	0,917	0,044

Tyto dva provedené testy ověřují, zda rezidua modelu mají normální rozložení. Porušení této podmínky může ovlivnit spolehlivost testování významnosti a intervalů spolehlivosti. Kolmogorov–Smirnov test svými výsledky signalizuje normalitu rozložení reziduí ($p = 0,436$). Shapiro–Wilk test, které je citlivý při malých vzorcích těsně zamítá normalitu ($p = 0,044$). Je tedy třeba věnovat pozornost vizuální kontrole QQ–grafu rozložení reziduí.



Graf 6: QQ–graf reziduí v regresním modelu

Body představují skutečná rezidua z dat v regresním modelu. Linie představuje ideální průběh normálního rozložení. Ve střední části body sledují linii poměrně přesně. Odchylky jsou však patrné na obou koncích, tedy v krajních hodnotách, což signalizuje rovněž odchýlení od normálního rozložení. V kontextu předchozího výsledku Shapiro-Wilkova testu můžeme usoudit, že porušení normality není zásadní, ale existuje mírné zkreslení na okrajích. Tato mírná odchylka může mít malý, ale nezanedbatelný dopad na výsledky analýzy.

Tabulka 18: Statistika kolinearity

	VIF	Tolerance
Hmotnostní kategorie	3813	2,62e-4
Hmotnostní kategorie²	16742	5,97e-5
Hmotnostní kategorie³	4751	2,10e-4

Velmi vysoké hodnoty VIF (Variance Inflation Factor), které nabírají hodnot > 10, znamenají silnou multikolinearitu mezi prediktory, což je typické, když jsou zahrnuty mocninné členy téže proměnné (lineární, kvadratický a kubický člen).

Ačkoliv regresní model jako celek byl statisticky významný, $F(3, 21) = 5.09$, $p = .008$, a vysvětloval 42,1 % rozptylu ($\eta^2p = 0,421$), žádný z jednotlivých prediktorů (hmotnostní kategorie, kvadratická či kubická složka) nebyl sám o sobě statisticky významný ($p > 0,89$). Odhadované marginální průměry ukázaly slabý klesající trend relativní síly dominantní ruky s rostoucí hmotnostní kategorií, avšak rozdíly byly malé a statisticky nevýznamné. Rozložení reziduí vykazuje mírné odchylky od normality podle Shapiro–Wilka. Celkově výsledky naznačují existenci vztahu, který však není dostatečně silný nebo konzistentní, aby byl potvrzen jednotlivými parametry modelu. Možným vysvětlením může být malý výběrový soubor, nelinearita jiného typu nebo vliv dalších neuvažovaných proměnných.

5.2 Efekt trénink síly stisku na výkon v testu síly stisku

Analýza pro testování H2 využívá dvouvýběrový nezávislý t-test. Kvůli nestejné velikosti vzorků byl využit Welchův t-test.

Tabulka 19: Výsledky Welchova t-testu

	Hodnota
Welchovo t (statistic)	−1,15
Stupně volnosti (df)	15,5
p-hodnota (p)	0,269
Rozdíl průměrů	−0,0513
Standardní chyba rozdílu	0,0447
95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI)	−0,146
95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI)	0,0437
Velikost účinku (Cohenovo d):	−0,481

Welchův t = −1,15 ukazuje, jak velký je rozdíl mezi průměry dvou skupin v poměru k variabilitě dat. P-hodnota = 0,269 a je větší než 0,05, takže nemáme dostatek důkazů na zamítnutí nulové hypotézy. Jinými slovy, rozdíl mezi skupinami není statisticky významný, ikdyž skupina aplikující trénink stisku ruky o cca 0,0513 větší průměr naměřených hodnot než skupina neaplikující tento trénink. 95% interval spolehlivosti rozdílu: od −0,146 do 0,0437 obsahuje nulu, což potvrzuje, že rozdíl není statisticky významný, protože rozdíl nulový (žádný rozdíl) je v rámci tohoto intervalu možný. Hodnota Cohenova d = −0,481 nám však signalizuje mírný až střední efekt. Výsledky tedy nemůžeme považovat za statisticky významné, ale za věcně významné ano.

Tabulka 20: Test normality (Shapiro-Wilk)

	W	p
Relativní síla dominantní ruky	0,954	0,312

Výsledná p-hodnota (0,312) značí, že normalita dat není porušena.

Tabulka 21: Test homogenity rozptylů (Leveneův test)

	F	df1	df2	p
Relativní síla dominantní ruky	0,0422	1	23	0,839

Výsledná p-hodnota > 0,05, takže předpoklad o stejných rozptylech mezi skupinami není porušen.

5.3 Laterální rozdíl v síle stisku ruky

Zde je provedena analýza pro testování H3: Zápasníci budou mít menší rozdíl ve výkonu mezi dominantní a nedominantní rukou, než je rozdíl u běžné populace.

Tabulka 22: Popis dat laterálního rozdílu v síle stisku ruky

	Nedominantní ruka	Dominantní ruka
Počet pozorování (N)	25	25
Průměr	51,3	54,3
Standardní chyba průměru (SE)	1,64	1,95
95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI)	47,9	50,3
95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI)	54,7	58,4
Medián	50,7	53,0
Směrodatná odchylka (SD)	8,20	9,77
Minimum	39,8	39,5
Maximum	69,4	79,4
Shapiro-Wilk W	0,950	0,942
Shapiro-Wilk p-hodnota	0,246	0,168

Průměrný výkon dominantní ruky (54,3) je vyšší než výkon nedominantní (51,3). Standardní chyba je u dominantní ruky vyšší (1,95) než u nedominantní (1,64), což odpovídá větší rozptýlenosti v datech. Interval spolehlivosti průměru (CI) říká, že s 95% pravděpodobností leží skutečný průměr populace v tomto rozmezí: Nedominantní ruka: 47,9 – 54,7 a Dominantní ruka: 50,3 – 58,4. Shapiro-Wilk test na normalitu rozdělení určuje p-hodnotu pro obě skupiny > 0,05, což znamená, že nelze odmítnout normalitu a je proto možno použít parametrické testy. Směrodatná odchylka je větší u dominantní ruky (9,77 vs. 8,20), což signalizuje větší variabilitu.

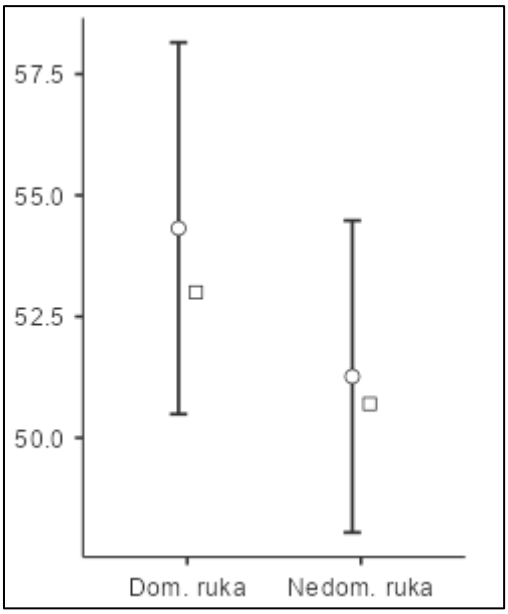
Tabulka 23: Výsledky Studentova párového t-testu

	Hodnota
t-hodnota (statistic)	2,68
Stupně volnosti (df)	24
p-hodnota (p)	0,013
Průměrný rozdíl	3,06
Standardní chyba rozdílu	1,14
95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI) rozdílu	0,699
95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI) rozdílu	5,41
Velikost účinku (Cohenovo d):	0,535
95% dolní mez intervalu spolehlivosti (CI) účinku	0,111
95% horní mez intervalu spolehlivosti (CI) účinku	0,950

Tabulka 24: Test normality (Shapiro-Wilk test)

	W	p-hodnota
Dominantní ruka - Nedominantní ruka	0,952	0,272

Test rozdílu odhalil hodnotu t(24) = 2,68 a hodnotu p = 0,013. P-hodnota je menší než 0,05, což znamená, že rozdíl mezi dominantní a nedominantní rukou je statisticky významný. Průměrný rozdíl je 3,06 kg, přičemž dominantní ruka nabírá vyšší hodnotu. 95% interval spolehlivosti rozdílu (0,70 až 5,41) neobsahuje nulu a tedy potvrzuje významnost. Síla účinku vyjádřená pomocí Cohenovo d = 0,535 znamená podle běžných kritérií střední efekt. Rozdíl je statisticky i věcně významný. Test normality výsledků rozdílu nabral hodnotu p = 0,272, což signalizuje, že data jsou normálně rozložena.



Graf 7: Vizualizace rozdílu dominantní a nedominantní ruky

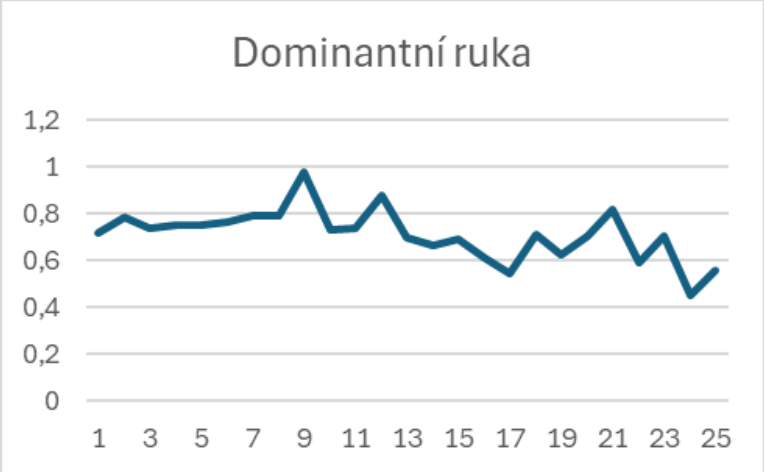
5.3.1 Naměřené výsledky všech probandů

První tabulka můžeme vidět naměřené výsledky a získané data od všech probandů, kteří se výzkumu účastnili.

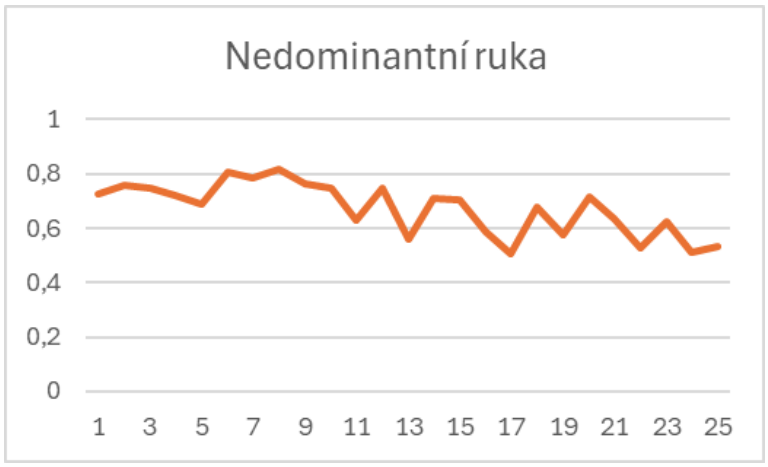
Tabulka 25: Získané data všech probandů

Sportovec	Dominantní ruka	Váhová kategorie (kg)	Výška (cm)	Medal/Elite	Grip training	Počet TJ (týden)	Dominantní ruka (kg)	Nedominantní ruka (kg)
1	Pravá	55	165	Elite	Ne	8	39,5	39,8
2	Pravá	55	165	Elite	Ano	8	43,2	41,7
3	Pravá	60	170	Elite	Ne	7	44,3	44,7
4	Levá	60	168	Elite	Ne	6	45,2	43,3
5	Levá	63	172	Elite	Ne	7	47,2	43,4
6	Pravá	63	171	Elite	Ne	7	48,2	50,7
7	Levá	63	171	Elite	Ano	8	49,8	49,5
8	Levá	67	170	Elite	Ne	6	53	54,8
9	Pravá	67	170	Elite	Ne	7	65,5	51,3
10	Pravá	67	175	Eliite	Ne	7	48,8	50,2
11	Pravá	72	177	Elite	Ano	7	53	45,3
12	Pravá	72	170	Elite	Ano	6	63,3	53,9
13	Levá	72	177	Elite	Ne	7	50,1	40,3
14	Pravá	77	176	Elite	Ne	7	51	54,8
15	Pravá	77	180	Elite	Ne	6	53,4	54,4
16	Pravá	77	178	Elite	Ne	8	47,3	45,1
17	Pravá	82	182	Elite	Ano	7	44,7	41,3
18	Pravá	82	178	Elite	Ano	6	58,3	55,7
19	Pravá	87	180	Elite	Ne	7	54,5	50,2
20	Pravá	87	183	Elite	Ano	7	61,4	62,3
21	Pravá	97	186	Medal	Ano	9	79,4	61,4
22	Pravá	97	184	Elite	Ne	7	57,4	51,3
23	Pravá	97	189	Elite	Ne	8	68,1	60,6
24	Pravá	130	180	Elite	Ne	9	58,9	66,2
25	Pravá	130	192	Elite	Ne	7	72,5	69,4

Následující dvě tabulky zobrazují relativní hodnoty každého probanda napříč váhovými kategoriemi. Jedná se o hodnoty dominantní a nedominantní ruky.

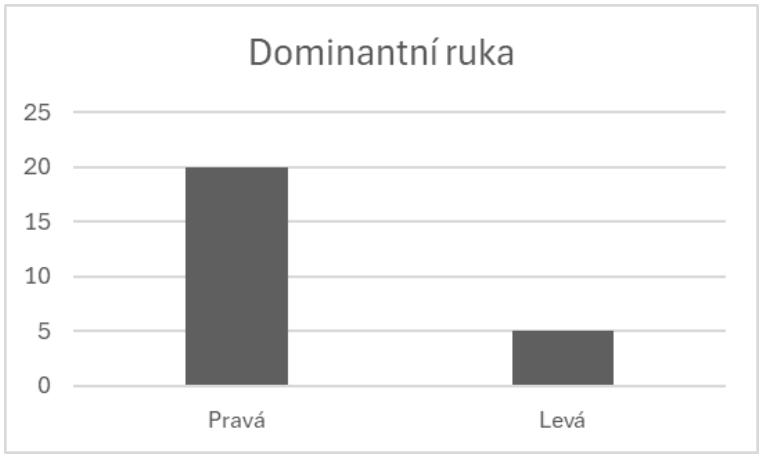


Graf 8: Relativní naměřené hodnoty všech participantů (dominantní ruka)



Graf 9: Relativní naměřené hodnoty všech participantů (nedominantní ruka)

Ze všech naměřených českých zápasníků jsme zjistili, že 80 % má dominantní pravou ruku a 20 % má dominantní tuku levou.



Graf 10: Lateralita probandů

6 Diskuze

Výsledky měření odhalily několik důležitých souvislostí. Nejvýraznějším zjištěním je skutečnost, že zápasníci v nižších váhových kategoriích vykazovali vyšší relativní sílu stisku než jejich těžší kolegové. Tento trend byl konzistentní, až na výjimku ve váhové kategorii do 97 kg, kde se zápasníci nejvíce přiblížili lehkým vahám. Tento trend sestupnosti tedy podporuje výchozí předpoklad, že relativní síla hraje klíčovou roli zejména tam, kde je zápas dynamičtější a náročnější na technické prvky. Nižší váhové kategorie vyžadují časté změny pozice, přechody mezi postojem a parterem a především schopnost udržet pevný a rychlý úchop. Právě v těchto situacích se relativní síla stisku projevuje jako limitující faktor výkonnosti.

Výsledky této studie ukázaly statisticky významný vztah mezi váhovou kategorií a relativní silou stisku dominantní ruky ($p = 0{,}008$). Studie rovněž odhalila, že váhová kategorie je jedním z hlavních predikujících faktorů pro výkon v síle stisku. Váhová kategorie predikuje 42,1 % výkonu v síle stisku($R^2 = 0{,}421$). Zbylých 57,9 % náleží dalším faktorům jako pohlaví, věk, trénovanost a dalším faktorům, jejíž identifikace jsou nad rámec této práce.

Co se týče efektu tréninku síly stisku na samotný výkon, tak studie ukazuje zajímavé, byť statisticky ne zcela průkazné výsledky. Welchův t-test ukázal hodnotu $t = -1{,}15$ a p-hodnotu 0,269, což znamená, že rozdíl mezi skupinou sportovců, kteří trénují stisk, a skupinou, která tento trénink nezařazuje, nebyl statisticky významný ($p > 0{,}05$). Průměrný rozdíl mezi skupinami činil −0,0513 jednotek relativní síly, přičemž 95% interval spolehlivosti (−0,146 až 0,0437) zahrnoval i nulu, což potvrzuje statistickou nevýznamnost. Data jsou tedy pozitivní, ale rozdíl není dostatečně velký, aby byl považován za statisticky významný.

Jako jeden z faktorů, který můžeme zařadit do tohoto výsledku je fakt, že jsme netestovali intervenci tréninku, ale pouze hodnoty, které naměřili jedinci v daný den. V tomto případě mohl jedinec, který netrénuje, mít dobrý stisk od přírody, ale nezlepšil se za poslední dva roky a jedinec, který měl horší stisk, mohl rok trénovat, během kterého se zlepšil o několik kilo.

V teoretické části jsou zmíněny studie, které potvrzují kladný efekt tréninku síly stisku, ale nevíme, zda jsou dané výsledky dostatečně signifikantní, aby obhájili zařazení tréninku síly stisku do programu. Tato studie neprokázala statistickou významnost, ale poukazuje na potenciální věcnou významnost vyjádřenou hodnotou Cohenova d = 0,481 což si můžeme vyložit jako střední velikost účinku.

Další neznámou je také samotný trénink zápasu, který může pomoci ve zlepšení síly stisku, ale zda více či méně je neznámo. Každopádně trénink síly stisku se neprokazuje jako negativní efekt a časová náročnost je nízká. Nevíme tedy, zda má cenu zařadit trénink síly stisku, nebo je lepší věnovat se pouze zápasnickému tréninku. Ovšem pokud je trénink síly stisku pouze doplňkem a nezasahuje do hlavního tréninkového procesu, není důvod jej nezařadit.

Co se týče laterality, tak výsledky testování potvrdily, že rozdíl mezi dominantní a nedominantní rukou byl u sledovaného vzorku statisticky významný – hodnota t(24) = 2,68, p = 0,013, což ukazuje na rozdíl ve výkonu o průměrných 3,06 kg ve prospěch dominantní ruky. Tento rozdíl je navíc věcně významný, jak dokládá hodnota Cohenova d = 0,535, což značí střední efekt velikosti.

Z pohledu běžné populace poskytuje důležité srovnání např. Incel (2002), který udává laterální rozdíl u praváků v průměru 8,2 % a u leváků 3,2 %. Další autoři, jako Armstrong (1999) a Gedela (2008), uvádějí tzv. „pravidlo 10 %“, podle kterého je u zdravé populace běžné, že dominantní ruka má zhruba o 10 % vyšší sílu než nedominantní.

Ve výzkumném vzorku zápasníků byl však průměrný rozdíl přibližně 5,6 %, což představuje výrazně menší laterální asymetrii oproti běžné populaci. Tento výsledek podporuje hypotézu H3 a lze jej interpretovat jako důkaz toho, že symetrické zatížení horních končetin v rámci zápasnického tréninku má pozitivní vliv na vyrovnanost silových schopností mezi oběma pažemi.

Další zajímavý poznatek přinesla studie Gedely (2008), podle níž až 15 % testovaných jedinců dosáhlo vyššího výsledku v nedominantní ruce. V analyzovaném vzorku se vyskytli jedinci, kteří dosáhli lepšího výkonu v nedominantní ruce, ale nikoli v tomto rozsahu, nicméně několik jedinců mělo velmi malý rozdíl nebo téměř shodné hodnoty, což může potvrzovat trend větší symetrie u sportovců se specifickou tréninkovou zátěží

Závěrem lze říci, že výsledky výzkumu nevyvrátili hypotézu H3. Rozdíl mezi silou stisku dominantní a nedominantní ruky byl statisticky i věcně významný, avšak výrazně nižší než běžně uváděný laterální rozdíl v nesportovní populaci. Tento nález podtrhuje význam funkčně vyváženého zatížení v rámci sportovního tréninku a poukazuje na potenciální benefit zápasu ve vyrovnávání síly mezi oběma horními končetinami.

Jako limitující faktor můžeme určit nedostatek probandů v jednotlivých kategoriích. Přestože předchozí výzkumy jako Sowmyashree (2020), Demirkan (2015), Karantrantou (2020) nebo Ohya (2015) měli větší množství probandů, tak v jejich výzkumu testovali nejen elitu, ale také zápasníky, kteří byli na neelitní úrovni nebo testovali nezletilé jedince, kterých je daleko větší množství. Také testovali trendy jako porovnání zápasníků s téměř běžnou populací nebo efekt tréninku síly stisku na výkon, při kterém je kritérium na výběr probandů daleko širší. Jelikož v současnosti česká seniorská reprezentace obsahuje pouze malou hrstku jedinců a v některých váhových kategoriích se na MČR účastnili pouze dva závodníci, je těžké sehnat dostatek probandů, kteří by zapadali do kritéria výzkumu, abychom mohli s jistotou otestovat daný trend. V některých váhových kategoriích se tak sice účastnilo více závodníků, ale mnoho z nich již aktivní netrénuje, ale trénují spíše okrajově, nemůžeme je tedy považovat za českou zápasnickou elitu. Také z důvodu nedostatečného počtu probandů, kteří měli přidělený světový ranking, byla tato proměnná z výzkumu vyřazena.

Metodika testování a hlavně pozice zvolena pro testování byla vybrána na základě funkčního využití při utkání. Přestože se většina výzkumů drží modelové pozice v sedě s devadesáti stupňovým úhlem v lokti, pro tuto práci byla zvolena předloha z výzkumů, které navrhují pozice ve stoje. Hlavním důvodem pro tuto změnu byl fakt, že zápas se odehrává především v postoji a pokud bude zápasník využívat sílu stisku k držení soupeře, bude jeho úchop začínat právě v testované pozici, tudíž tato pozice nejvíce odpovídá reálnému využití při utkání.

Na základě zjištěných údajů lze říci, že relativní síla stisku je významným ukazatelem fyzické připravenosti zápasníka, zejména v kategoriích, kde rozhoduje technika, rychlost a schopnost reagovat na změnu pozice. Výsledky této práce potvrzují, že vyšší relativní síla stisku je typická pro lehčí váhové kategorie, a proto je doporučeno, aby závodníci těchto kategorií dosahovali vyšších výsledků v testech relativní síly stisku.

Díky poznatkům této práce se také přišlo na další faktory, které mohou mít vliv na sílu stisku. Další výzkumy se tedy mohou soustředit právě na tyto proměnné. Jedním z hlavních témat může být to, jaký efekt má samotný zápasnický trénink na sílu stisku a jestli je speciální trénink na sílu stisku nutný, a nebo jestli je samotný zápasnický trénink dostačující na adekvátní výkon v síle stisku. Další návrh na výzkum může být to, zda trendy tohoto výzkumu pltí pouze pro elitní zápasníky, nebo se podobné výsledky ukáží i v jiných sportech, popřípadě u nesportovní populace. Jiné porovnání, ale v tomto případě se bude soustředit na styl zápasu těžších vah, může nabídnou výzkum navržený například na sílu v bechpressu, který bude odrážet sílu tlaku směrem vpřed, který je daleko více přítomen v těžších váhových kategoriích.

7 Závěr

Tato diplomová práce si kladla za cíl porovnat relativní sílu stisku mezi elitou Českého, řecko-římského zápasu napříč váhovými kategoriemi, posoudit vliv zařezení specifického tréninku síly stisku na její výkon a analyzovat laterální rozdíly mezi dominantní a nedominantní rukou. Výzkum byl realizován na vzorku 25 elitních zápasníků s využitím digitálního dynamometru Grip-D a statistické analýzy zahrnovaly regresní modely i t-testy.

Výsledky prokázaly, že vztah mezi váhovou kategorií a relativní silou stisku je statisticky významný, přičemž zápasníci z nižších váhových kategorií vykazovali vyšší hodnoty relativní síly. To podporuje výchozí hypotézu (H1) a současně nevyvrací předpoklad, že technická náročnost a častější provádění úchopových technik v těchto kategoriích vyžadují vyšší sílu stisku v poměru k tělesné hmotnosti.

Data z druhé hypotézy (H2), která předpokládala vyšší relativní výkon v testu u zápasníků, kteří zařazují specifický trénink síly stisku, nebyla statisticky významná, ačkoliv byla zaznamenána potencionální věcná významnost. Tento výsledek naznačuje potenciální efekt tréninku, který by mohl být při větším výzkumném vzorku nebo delší době sledování významnější.

Třetí hypotéza (H3) se týkala rozdílu mezi dominantní a nedominantní rukou. Byla potvrzena statisticky významná odchylka ve prospěch dominantní ruky s průměrným rozdílem 3,06 kg. Tento rozdíl je však menší než u běžné populace uváděný v literatuře, což naznačuje, že zápasníci dosahují větší bilaterální rovnováhy v důsledku dlouhodobé oboustranné zátěže a specifického charakteru sportu.

Z metodologického hlediska byla práce postavena na důkladné rešerši odborné literatury a využila přesný měřicí nástroj s ověřenou spolehlivostí. Výsledky tak poskytují cenný vhled do fyzických charakteristik českých zápasníků a otevírají prostor pro další výzkum, který by mohl zahrnovat větší vzorek, delší sledování nebo kombinaci s analýzou technicko-taktického výkonu.

Z praktického hlediska lze doporučit, aby trenéři zápasníků v nižších váhových kategoriích kladli větší důraz na rozvoj, udržení a kontrolu relativní síly stisku. Zjištění o laterální rovnováze mohou být využita při tvorbě preventivních programů proti jednostrannému přetížení. Dále se jeví vhodné systematicky měřit sílu stisku jako součást diagnostiky silových schopností v přípravě zápasníků. V tomto případě se jedná o jednoduchou a časově nenáročnou metodu, které může být v některých případech cennější než náročné zátěžové testy, u kterých polovina cvičení pohybově nesouvisí se zápasem.

Závěrem lze konstatovat, že práce naplnila stanovené cíle, přinesla relevantní odpovědi na výzkumné otázky a přispěla k hlubšímu porozumění významu síly stisku v kontextu řecko-římského zápasu. Výsledky mohou být inspirací pro trenérskou praxi i výchozím bodem pro další odborná zkoumání, jako testování dalších proměnných, zvětšení výzkumného vzorku nebo testování podobných, pro zápas důležitých schopností.

8 Použitá literatura

1. ARMSTRONG, C.A. a OLDHAM, J.A. A comparison of dominant and nondominant hand strengths. Journal of Hand Surgery. British and European Volume, 1999, 24(4), 421–425.
2. ATAN, Tülin; İMAMOĞLU, Osman. Competition analysis of World Greco-Roman and World free-style wrestling championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2005, 5.1: 31-40.
3. AYDIN, İlker; BAS, Orhan. The Effects of Specialized Grip Strength Training on Hand-Grip Performance of Male Wrestlers Aged 13-17. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 2023, 7.1: 39-47.
4. BALÁŠ, Jiří, et al. Hand–arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European journal of sport science*, 2012, 12.1: 16-25.
5. BASAR, Selda, et al. Differences in strength, flexibility and stability in freestyle and Greco-Roman wrestlers. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 2014, 27.3: 321-330.
6. BOHANNON, Richard W. Grip strength: an indispensable biomarker for older adults. *Clinical interventions in aging*, 2019, 1681-1691.
7. BONITCH GÓNGORA, Juan Germán, et al. Maximal isometric handgrip strength and endurance differences between elite and non-elite young judo athletes. 2013.
8. CIEŚLIŃSKI, Igor; GIERCZUK, Dariusz; SADOWSKI, Jerzy. Identification of success factors in elite wrestlers—An exploratory study. *PloS one*, 2021, 16.3: e0247565.
9. CRONIN, John, et al. A brief review of handgrip strength and sport performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017, 31.11: 3187-3217.
10. Český svaz zápasu. (2024). *Oficiální web*. Dostupné z: https://www.czechwrestling.cz
11. DADÁK, Ondřej. *Metodika chvatů k vybraným situacím v řecko-římském zápase*. Bakalářská práce, vedoucí Zdobinský, Adam. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Technické a úpolové sporty, 2022.

12. DEMIRKAN, E., et al. Comparison of physical and physiological profiles in elite and amateur young wrestlers. the Journal of Strength & conditioning research, 2015, 29.7: 1876-1883.
13. DEMIRKAN, Erkan, et al. Physical fitness differences between freestyle and Greco-Roman junior wrestlers. *Journal of human kinetics*, 2014, 41: 245.
14. DOKMANAC, M. (2023). Qualitative statistical analysis of senior world wrestling championship 2022 - Belgrade (SRB). International Journal of Wrestling Science, 13 (1), 2-15.
15. EL-SAIS, Walaa M.; MOHAMMAD, Walaa S. Influence of different testing postures on hand grip strength. *European Scientific Journal*, 2014, 10.36.
16. ENGEL, K. (2010). *Sto let českého zápasu*. Praha: Český svaz zápasu.
17. ERAWAN, B., et al. The Digitalization of Wrestling Basic Techniques for Learning. In: 4th International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2019). Atlantis Press, 2020. p. 178-182.
18. GARCÍA-PALLARÉS, Jesús, et al. Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. *European journal of applied physiology*, 2011, 111: 1747-1758.
19. GEDELA, Rama Krishna, et al. Does the dominant hand possess 10% greater grip strength than the non-dominant hand. Indian Journal of physiotherapy, 2008, 45.2: 116.
20. HAIDAR, S.G., KUMAR, D., BASSI, R.S. a DESHMUKH, S.C. Average versus maximum grip strength: Which is more consistent? *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*, 2004, roč. 29, č. 1, s. 82–84.
21. HAMILTON, Ann; BALNAVE, Ron; ADAMS, Roger. Grip strength testing reliability. *Journal of Hand Therapy*, 1994, 7.3: 163-170.
22. HORSWILL, C. A. Applied physiology of amateur wrestling. Sports Medicine, 1992, 14.2: 114-143.
23. HUEBNER, Marianne; RIEMANN, Bryan; HATCHETT, Andrew. Grip strength and sports performance in competitive master weightlifters. *International journal of environmental research and public health*, 2023, 20.3: 2033.

24. CHAABENE, Helmi, et al. Physical and physiological attributes of wrestlers: an update. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017, 31.5: 1411-1442.
25. IERMAKOV, Sergii; PODRIGALO, Leonid Vladimirovich; JAGIEŁŁO, Władysław. Hand-grip strength as an indicator for predicting the success in martial arts athletes. 2016.
26. INCEL, Nurgul Arinci, et al. Grip strength: effect of hand dominance. Singapore medical journal, 2002, 43.5: 234-237.
27. INNES, E. V. Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal*, 1999, 46.3: 120-140.
28. KARATRANTOU, Konstantina, et al. Strength training induces greater increase in handgrip strength than wrestling training per se. *International Journal of Sports Medicine*, 2020, 41.08: 533-538.
29. KIM, Jae Kwang; PARK, Min Gyue; SHIN, Sung Joon. What is the minimum clinically important difference in grip strength?. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 2014, 472: 2536-2541.
30. KRAEMER, W.J., A.C. Fry, M.R. Rubin, et al. Physiological and performance responses to tournament wrestling. Med. Sci. Sports Exerc. 33(8):1367–1378, 2001. PubMed doi:10.1097/00005768-200108000-00019
31. KRAEMER, W.J., J.D. Vescovi, and P. Dixon. The physiological basis of wrestling: Implications for conditioning programs. Strength Condit. J. 26(2):10–15, 2004.
32. MALÁT. (2011). Získáno 13. duben 2025, z Inovace SEBS a ASEBS: http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/zapas/zapas
33. MAURISSEN, Jacques PJ, et al. Factors affecting grip strength testing. *Neurotoxicology and teratology*, 2003, 25.5: 543-553.
34. MCGUIGAN, Michael R.; WINCHESTER, Jason B.; ERICKSON, Travis. The importance of isometric maximum strength in college wrestlers. *Journal of sports science & medicine*, 2006, 5.CSSI: 108.
35. MIRZAEI, Bahman; GHAHREMANI MOGHADDAM, Mahdi; ALIZAEE YOUSEF ABADI, Heydar. Analysis of energy systems in Greco-Roman and freestyle wrestlers who participated in the 2015 and 2016 world

championships. *International Journal of Wrestling Science*, 2017, 7.1-2: 35-40.

36. ÖCAL KAPLAN, DEFNE; YILDIRAN, Ibrahim. Comparison of somatotype characteristics and anthropometric proportional relations of elite wrestlers between styles and weights. *Journal of Education and Training Studies*, 2018, 6.6.
37. OHYA, Toshiyuki, et al. Physical fitness profile and differences between light, middle, and heavy weight-class groups of Japanese elite male wrestlers. *International Journal of Wrestling Science*, 2015, 5.1: 42-46.
38. PAVELKA, R.; STICH J. Vývoj bojových sportu. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-1018-3
39. PERIČ, T.; DOVALIL, J. Sportovní trénink. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
40. PODRIHALO, Olha O., et al. The analysis of handgrip strength and somatotype features in arm wrestling athletes with different skill levels. *Physical education of students*, 2020, 24.2: 120-126.
41. PROCHÁZKA, K. (2004). *Historie zápasu v českých zemích*. Praha: FTVS UK.
42. RAJABI, Reza, et al. Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic participants. *British journal of sports medicine*, 2008, 42.3: 229-232.
43. RICHARDS, Lorie; PALMITER-THOMAS, Pamela. Grip strength measurement: a critical review of tools, methods, and clinical utility. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine*, 1996, 8.1-2.
44. Rozhovor s trenéry a funkcionáři na zápasnickém turnaji v roce 2025.
45. SAYER, Avan Aihie, et al. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age and ageing*, 2006, 35.4: 409-415.
46. SINGH, Parwinder; KUMAR, Ashok. A Study on Body Composition and Hand Grip Strength of Junior Free Style Wrestlers. *Journal of Exercise Science & Physiotherapy*, 2016, 12.2.
47. SOWMYASHREE; MADHU, G. R. a RADHAKRISHNA, H. B. THE STUDY ON HAND GRIP STRENGTH BETWEEN WRESTLERS AND

WEIGHT LIFTERS: A COMPARATIVE INVESTIGATION. Online. *INTERNATIONAL JOURNAL FOR INNOVATIVE RESEARCH IN MULTIDISCIPLINARY FIELD*. 2020, roč. 6, č. 11, s. 5. Dostupné z: https://www.ijirmf.com/wp-content/uploads/IJIRMF202011006.pdf.

48. TÜNNEMANN, Harold. Scoring analysis of the 2015 World wrestling championships. *International journal of wrestling science*, 2016, 6.1: 39-52.
49. United World Wrestling. (2024). *About Wrestling*. Dostupné z: https://uww.org/
50. VICTOR, Manolachi. Specifics of the development of strength abilities in modern wrestling. *Медичні, біологічні науки, фізичне виховання і спорт*, 2018, 4.326: 378.
51. WALDO, Brain R. Grip strength testing. *Strength & Conditioning Journal*, 1996, 18.5: 32-35.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Přítrh (Dadák, 2022) 12

Obrázek 2: Záruč (Dadák, 2022) 13

Obrázek 3: Kříž (Dadák, 2022) 13

Obrázek 4: Přehození za hlavu (Dadák, 2022) 13

Obrázek 5: Koršun (Dadák, 2022) 14

Obrázek 6: Zved (Dadák, 2022) 14

Obrázek 7: Crush grip (Vytvořeno AI) 27

Obrázek 8: Pinch grip (Vytvořeno AI) 28

Obrázek 9: Support grip (Vytvořeno AI) 28

Obrázek 10: Wrist roller (Vytvořeno AI) 29

Obrázek 11: Towel curl (Vytvořeno AI) 29

Obrázek 12: Hydraulický dynamometr JAMAR 32

Obrázek 13: Elektronický (digitální) dynamometr Tekei 32

Obrázek 14: Vzorec pro výpočet relativní síly stisku (Vytvořeno AI) 38

Obrázek 15: Poloha měření (Vytvořeno AI) 76

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnoty silových schopností juniorských zápasníků (Demirkan, 2015) 18

Tabulka 2: Průměrná síla stisku u master vzpěračů podle výkonnosti (Huebner, 2023) 24

Tabulka 3: Rozdíly mezi elitními a neelitními judisty ve stisku (Bonitch Góngora 2013) 24

Tabulka 4: Změny v maximální síle stisku po 4 měsících tréninku (Karatrantou, 2020) 26

Tabulka 5: Změny v síle stisku po 8 týdnech tréninku (Aydin a Bas, 2023)..... 26

Tabulka 6: Speciální program pro zlepšení síly stisku (Aydin a Bas, 2023)..... 27

Tabulka 7: Shrnutí dat pro praváky a leváky (Gedela, 2008)..... 31

Tabulka 8: Popisná statistika relativní síly stisku (závislá proměnná) 40

Tabulka 9: Míra kvality modelu lineární regrese..... 41

Tabulka 10: Koeficienty lineárního regresního modelu 42

Tabulka 11: Ověření předpokladů – Normalita reziduí 42

Tabulka 12: Informace o modelu (General Linear Model)..... 43

Tabulka 13: Výsledky modelu (General Linear Model)..... 43

Tabulka 14: ANOVA Omnibus test..... 44

Tabulka 15: Odhady parametrů testu..... 45

Tabulka 16: Odhad marginálních průměrů..... 46

Tabulka 17: Test normality reziduí..... 47

Tabulka 18: Statistika kolinearity..... 48

Tabulka 19: Výsledky Welchova t-testu..... 49

Tabulka 20: Test normality (Shapiro-Wilk) 50

Tabulka 21: Test homogenity rozptylů (Leveneův test) 50

Tabulka 22: Popis dat laterálního rozdílu v síle stisku ruky 51

Tabulka 23: Výsledky Studentova párového t-testu 52

Tabulka 24: Test normality (Shapiro-Wilk test) 52

Tabulka : Získané data všech probandů 54

11 Seznam grafů

Graf 1: Rozdíl ve výkonu mezi elitními a amatérskými zápasníky (García-Pallarés, 2011) 16

Graf 2: Graf Relativní podíl energetických systémů ve volné stylu (Mirzaei, 2017)..... 20

Graf 3: Graf Relativní podíl energetických systémů v zápase řecko-římském (Mirzaei, 2017) 20

Graf 4: Distribuce pozorování v hmotnostních kategoriích (nezávislá proměnná) 41

Graf 5: Vztah mezi Hmotnostní kategorií a Relativní silou dominantní ruky..... 46

Graf 6: QQ–graf reziduí v regresním modelu..... 48

Graf 7: Vizualizace rozdílu dominantní a nedominantní ruky 53

Graf : Relativní naměřené hodnoty všech participantů (dominantní ruka) 54

Graf : Relativní naměřené hodnoty všech participantů (nedominantní ruka)..... 55

Graf : Lateralita probandů..... 55

12 Přílohy

Seznam příloh

- Příloha č. 1: Schválení etickou komisí
- Příloha č. 2: Informovaný souhlas
- Příloha č. 3: Poloha během měření

12.1 Schválení etickou komisí

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu výzkum. Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek proškoleným studentem Bc. Ondřejem Dadákem dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem - zajistí ji Bc. Ondřej Dadák, proškolen PhDr. Adamem Zdobinským, vedoucím diplomové práce. Metodika vychází z odborné literatury citované výše.

Etické aspekty výzkumu:

Potenciální střet zájmů: Autor práce se účastní tréninků na pracovišti Olymp, zároveň je také členem reprezentace pod svazem zápasu České republiky. Autor se nenachází ve střetu zájmů. Autor si není vědom skutečnosti, která by mohla ovlivnit objektivitu a integritu výzkumu. Výsledky výzkumu nebudou porovnány mezi kluby.

Ochrana osobních Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, věk, fotografický záznam a data získaná výše uvedenými metodami - které budou do druhého dne zaslepeny a bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. 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, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Žádné fotografie, nahrávky ani videa nebudou použita během výzkumu.
Text informovaného souhlasu (IS): přiložen

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

V Praze dne: Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc. Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
prof. PhDr. Pavel Slepička, DrSc. Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 075/2025

dne: 30. 5. 2025

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

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

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

– 20 –

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Význam síly stisku v zápase: porovnání české reprezentace

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: květen 2025 - červenec 2025

Předkladatel: Bc. Ondřej Dadák

Hlavní řešitel: Bc. Ondřej Dadák

Místo výzkumu (pracoviště): Centrum sportu Olymp Praha (Anonymizovat)

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Adam Zdobinský

Popis projektu: Projekt se zaměřuje na měření síly stisku elitních zápasníků. Cílem projektu je zjistit význam síly stisku pro úspěšnosti v zápase. Účastníci budou vybráni na zápasnickém tréninku v místě výzkumu na základě výsledků z mistrovství České republiky. K měření bude použit dynamometr. Samotná metoda je založená na odborné literatuře popsané níže, kde Zápasníci budou stát rovně s mírně rozkročenýma nohama, úhel v rameni bude o velikosti 0 stupňů a úhel v loktu bude veliký 90 stupňů. Každý participant bude mít jedno zkušební stisknutí pravou i levou rukou, aby se seznámil a daným dynamometrem. Poté budou následovat tři maximální stisky pravé a levé ruky. Mezi každým pokusem bude mít zápasník 60 sekund na odpočinek. Maximální naměřená hodnota bude použita. Zápasníci budou také dotázáni kolika tréninkových jednotek se účastní během jednoho týdne, jaká je jejich dominantní ruka a jestli provádí speciální trénink na sílu stisku. Změřena bude také jejich výška. Zjištěn bude jejich momentální světový ranking a to podle oficiálních stránek UWW (United world wrestling), které tento ranking udávají. Zároveň bude také zjištěno, zda daný zápasník má nebo nemá medaili z mistrovství Evropy, Světa nebo Olympijských her.

Význam práce: Zápas je jedním z nejnáročnějších sportů z hlediska fyzické kondice a vyžaduje vysokou úroveň síly horní poloviny těla, hlavně síly úchopu, která je důležitým prvkem při provádění zápasnických technik, protože různé útočné i obranné techniky se spoléhají na pevný úchop (Kraemer 2001, 2004). Chtěl bych tedy zjistit, jaká je síla stisku české špičky v zápase, jak moc ovlivňuje kvalitu technik a porovnat ji poté mezi jednotlivými váhovými kategoriemi. A zjistit, zda je síla stisku jedním z faktorů, proč v posledních letech česká republika neprodukuje medailisty na evropských a světových šampionátech.

Metody: K měření síly stisku bude použit digitální dynamometr Grip – D od společnosti TAKEI zapůjčený od univerzity Karlovy. Zápasníci budou stát rovně s mírně rozkročenýma nohama, úhel v rameni bude o velikosti 0 stupňů a úhel v loktu bude veliký 90 stupňů (Waldo 1996, Hamilton 1994, El-sais 2014). Každý participant bude mít jedno zkušební stisknutí pravou i levou rukou, aby se seznámil a daným dynamometrem. Poté budou následovat tři maximální stisky pravé a levé ruky. Mezi každým pokusem bude mít zápasník 60 sekund na odpočinek (Waldo 1996). Maximální naměřená hodnota bude použita místo průměrné hodnoty z několika důvodů, například aby se předešlo problémům, které by mohly vzniknout v důsledku únavy svalu (Haidar 2004). Zápasníci budou také dotázáni kolika tréninkových jednotek se účastní během jednoho týdne, jaká je jejich dominantní ruka a jestli provádí speciální trénink na sílu stisku. Změřena bude také jejich výška. Zjištěn bude jejich momentální světový ranking a to podle oficiálních stránek UWW (United world wrestling), které tento ranking udávají. Zároveň bude také zjištěno, zda daný zápasník má nebo nemá medaili z mistrovství Evropy, Světa nebo Olympijských her.

Účastníky výzkumu budu vybírat na zápasnickém tréninku na Olympu, a to na základě výsledků z mistrovství České republiky a jejich trénink nebude faktorem při výběru do výzkumu, budou ovšem dotázáni kolika tréninkových jednotek se účastní za týden.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků je 20 a přibližný věk účastníků bude 23 let, účastníci mají platnou zdravotní prohlídku. Zápasníci, kteří se budou účastnit tohoto výzkumu, patří mezi českou zápasnickou špičku. Zápas se dělí do deseti váhových kategorií, proto se výzkumu bude účastnit několik participantů z každé váhové kategorie (55, 60, 63, 67, 72, 77, 82, 87, 97 a 130 kg). Práce jako (Singh 2016 a Sowmyashree 2020) již rozdělili zápasníky a jiné participanty do váhových kategorií, ale nikoli do všech oficiálních váhových kategorií a v tomto směru bych chtěl navázat. Všichni zápasníci budou starší 18ti let a budou tedy ve věkové kategorii senioři. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

12.2 Informovaný souhlas

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 75/2025

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 UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem Význam síly stisku v zápase: porovnání české reprezentace, prováděné ve sportovní hale Centrum sportu Olymp Praha.

Projekt bude probíhat v období od květen 2025 do červenec 2025
Projekt není financován.

Cílem výzkumného projektu je zjistit korelaci mezi sílou stisku a úspěchem v zápase a porovnat výsledky světové špičky s českými zápasníky.
Způsob zásahu bude neinvazivní. Jako účastník budete muset zmáčknout dynamometr co největší silou pravou i levou rukou.

Budete stát rovně s mírně rozkročenýma nohama, úhel v rameni bude o velikosti 0 stupňů a úhel v loktu bude veliký 90 stupňů (Waldo 1996, Hamilton 1994, El-sais 2014). Budete mít jedno zkušební stisknutí pravou i levou rukou, aby jste se seznámil a daným dynamometrem. Poté budou následovat tři maximální stisky pravé a levé ruky. Mezi každým pokusem budete mít 60 sekund na odpočinek (Waldo 1996). Maximální naměřená hodnota bude použita místo průměrné hodnoty z několika důvodů, například aby se předešlo problémům, které by mohly vzniknout v důsledku únavy svalu (Haidar 2004). Budete také dotázáni kolika tréninkových jednotek se účastníte během jednoho týdne, jaká je vaše dominantní ruka a jestli provádíte speciální trénink na sílu stisku. Změřena bude také vaše výška. Zjištěn bude váš momentální světový ranking a to podle oficiálních stránek UWW (United World Wrestling), které tento ranking udávají. Zároveň bude také zjištěno, zda máte nebo nemáte medaili z mistrovství Evropy, Světa nebo Olympijských her.

Testování je jednorázové. Celková doba testování bude trvat maximálně 5 minut.
Výzkumný projekt pro vás nepředstavuje žádná zvýšená rizika ani nepohodlí.

Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek proškoleným studentem Bc. Ondřejem Dadákem dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávána rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem, zajistí ji Bc. Ondřej Dadák, proškolen PhDr. Adamem Zdobinským, vedoucím diplomové práce. Metodika vychází z odborné literatury citované výše.

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

Projektu se nemohou účastnit nezletilé osoby a osoby, které nejsou zařazeny do reprezentačního týmu.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude zjištění vlastní síly stisku a zda je potřeba ji zlepšit. Pokud se budete zajímat o výsledky výzkumu, přinesou vám povědomí o tom, jak síla stisku souvisí s vaší výkonností na soutěži a zda je vaše síla stisku jedním z aspektů, které mohou vaši výkonnost zlepšit. Výsledky obdržíte na požádání hned po měření. Později to nebude možné, protože data budou anonymizována.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v bakalářské práci v studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mail adrese: ondrej.dadak460@student.cuni.cz

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje jméno, příjmení, věk, fotografický záznam, data získaná výše uvedenými metodami - které budou do druhého dne zaslepeny a které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. 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, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

V průběhu budou pořizovány fotografie pouze za účelem dokumentace a prokázání autenticity výzkumu, následně budou fotografie anonymizovány, nahrávky ani videa nebudou pořizovány.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na dadyno@centrum.cz

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Ondřej Dadák
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Ondřej Dadák Podpis……

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

Místo, datum .....
Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

12.3 Poloha během měření

Obrázek 15: Poloha měření (Vytvořeno AI)