

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vliv silového tréninku na rychlost střelby v házené u hráčů ve
věku od 11 do 13 let**

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jan Petružela

Vypracoval:

Bc. Erik Jelínek

Praha, květen 2024

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

V Praze, dne 18. 5. 2024

.....

podpis

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Mgr. Janu Petruželovi za vstřícnost, ochotu, cenné informace a připomínky při zpracování této práce. Děkuji také panu docentu Musálkovi za odborné konzultace. Dále bych rád poděkoval trenérům TJ Dukla Praha za umožnění a pomoc při aplikaci intervenčního programu a testování. Děkuji také FTVS UK za poskytnuté prostředky, které mi umožnily zrealizovat tento výzkum.

Abstrakt

Název: Vliv silového tréninku na rychlost střelby v házené u hráčů ve věku 11-13 let.

Cíle: Cílem této práce je posoudit vliv silového tréninku na střelbu na bránu u hráčů házené.

Metody: Jedná se o experimentální studii, která využívá metody měření, intervence a komparace mezi dvěma skupinami – kontrolní a experimentální. Bylo provedeno měření rychlosti střelby na bránu pomocí radarového zařízení a výšky vertikálního výskoku pomocí zařízení Optojump. Celkově proběhly 2 měření. První měření obou skupin proběhlo před intervencí, kterou absolvovala pouze experimentální skupina. Druhé měření obou skupin proběhlo po ukončení intervence, která trvala 1x týdně po dobu 8 týdnů. Výsledná data byla na závěr zpracována a vyhodnocena pomocí T-testu a velikosti efektu.

Výsledky: Experimentální skupina vykazala významné zlepšení v rychlosti střelby na bránu, zatímco kontrolní skupina nezaznamenala žádné významné změny.

Klíčová slova: Házená, silový trénink, odporový trénink, izometrický silový trénink, posilování s vlastní hmotností, děti, mládež, rychlost hodů, starší školní věk, základní pohybové vzory.

Abstract

Title: The impact of strength training on throwing speed in handball players aged 11-13 years.

Objectives: The aim of this thesis is to assess the impact of strength training on goal shooting in handball players.

Methods: This is an experimental study that utilizes methods of measurement, intervention, and comparison between two groups – control and experimental. The speed of shots at the goal was measured using radar equipment, and the height of vertical jumps using the Optojump device. In total, two measurements were taken. The first measurement of both groups was conducted before the intervention, which was undertaken only by the experimental group. The second measurement of both groups took place after the completion of the intervention, which lasted once a week for 8 weeks. The resulting data were finally processed and evaluated using the T-test and effect size.

Results: The experimental group showed significant improvement in shooting speed on goal, the control group did not exhibit any significant changes.

Keywords: Handball, strength training, resistance training, isometric strength training, bodyweight strength training, throwing velocity, youth, children, fundamental movement patterns.

Seznam zkratek

CNS – centrální nervová soustava

1RM – 1 maximální opakování

ST – silový trénink

RFD – rate of force development (rychlost rozvoje/ produkce síly)

ST – silový trénink

DK – dolní končetiny

HK – horní končetiny

TUT – time under tension (čas pod napětím)

ITK – izotonická kontrakce

IMK – izometrická kontrakce

SO – pomalá oxidační vlákna

FO – rychlá oxidační vlákna

FG – rychlá glykolytická vlákna

NSCA – Národní asociace pro sílu a kondici

CMJ – výskok s protipohybem bez použití paží

CMJ FA – výskok s protipohybem s využitím paží

3STEP-SHOT – střelba na bránu s 3krokovým náběhem

JUMP-SHOT – střelba na bránu z výskoku

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Teoretická východiska práce	11
2.1	Házená	11
2.2	Diagnostika herního výkonu v házené.....	12
2.3	Silové schopnosti	16
2.3.1	Definice, charakteristika a principy	16
2.3.2	Struktura svalu, typy svalových kontrakcí a vláken	17
2.3.3	Izotonická kontrakce (ITK)	19
2.3.4	Izometrická kontrakce (IMK)	19
2.3.5	Izokinetická kontrakce (IKK)	20
2.3.6	Pomalá oxidační vlákna (SO)	21
2.3.7	Rychlá oxidační vlákna (FO).....	21
2.3.8	Rychlá glykolytická vlákna (FG).....	21
2.3.9	Parametry zatížení.....	21
2.4	Metody silového tréninku	23
2.4.1	Metoda vytrvalostní	23
2.4.2	Metoda opakovaného úsilí	23
2.4.3	Metoda maximálního úsilí	24
2.4.4	Metoda dynamického úsilí.....	24
2.5	Periodizace silového tréninku	27
2.6	Význam silového tréninku v házené	30
2.7	Silový trénink dětí a mládeže.....	32
2.7.1	Vliv silového tréninku na děti a mládež	32
2.7.2	Počátky silového tréninku.....	32
2.7.3	Průběh silového tréninku	34
2.8	Střelba na bránu	34
3	Cíle a úkoly práce	36
3.1	Cíle práce	36
3.2	Úkoly práce.....	36
3.3	Hypotézy	36
4	Metodika práce	37
4.1	Charakteristika výzkumného souboru	37
4.2	Intervenční program.....	38
4.3	Metody získání dat.....	40

4.4	Metody zpracování dat.....	43
5	Výsledky	44
6	Diskuze	47
6.1	Potvrzení hypotéz	49
7	Závěry	50
8	Limitace	51
9	Reference	52
10	Přílohy.....	67
10.1	Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh	67

1 Úvod

V současné době je silový trénink u dětí a mládeže do 18 let stále kontroverzním tématem zejména z důvodu množství mýtů, které stále převládají, jak v širší veřejnosti, tak ve specifických skupinách, které se zabývají touto tematikou. Jedním z nejčastějších argumentů bývají rizika spojená s poškozením zdraví, zpomalením celkového růstu nebo s omezením rozsahu pohybu. Všechna tato tvrzení byla však mnohokrát vyvrácena, a naopak již víme, že silový trénink může působit příznivě (Ramsay et al., 1990; R. M. Malina, 2006; McCambridge & Stricker, 2008). To však platí pouze za určitých podmínek, kdy dochází například k: dodržení správné techniky provedení, vhodné zvolení cviků a progresu zatížení, vzdělanost trenéra atd. (Faigenbaum et al., 2009). Dle obrovského množství výsledků předchozích výzkumů na vliv silového tréninku na výkonnost ve sportu, lze usoudit, že silový trénink má na výkonnost ve sportu pozitivní vliv, což také potvrzuje doporučení od NSCA (Williams, 2013).

Házená je sport, který si klade vysoké nároky na silovou připravenost hráče. Nejedná se pouze o sílu maximální, ale také například o výskoky, doskoky, běhy se změnou směru, vynaložení odporu při souboji o míč, nebo právě o rychlost střelby na bránu, což je jeden z nejdůležitějších prvků hry pro úspěch v daném sportu. Všechny tyto činnosti vyžadují opravdu vysoce rozvinuté silové schopnosti (Michalsik & Aagaard, 2015). Jako kondiční trenér mám za úkol analyzovat pohyby ve vybraném sportu a hledat jejich vliv na výkon. Tyto pohyby je poté zapotřebí umět správně rozvíjet pomocí vhodných tréninkových metod. V dnešní době se z mého pohledu věnuje většina trenérů mládeže v přílišné míře rozvoji specifickým schopnostem a dovednostem potřebných pro jednotlivé sporty. Zapomíná se však na rozvoj pohybových schopností a dovedností pomocí nspecifických cvičení, která mohou mít pro daný sport podpůrný prvek z pohledu rozvoje právě specifických schopností a také všeobecného rozvoje dítěte (Pesce et al., 2013; Taylor et al., 2023).

Proto jsem se rozhodl, po konzultaci s mým vedoucím diplomové práce, že provedu experiment, kdy naváži na svou bakalářskou práci a ověřím rozvoj specifické dovednosti, a to konkrétně účinné herní činnosti – střelbu na bránu, pomocí rozvoje nspecifických schopností (Petružela et al., 2023; Stastny et al., 2023).

2 Teoretická východiska práce

2.1 Házená

Házená je týmová sportovní hra, jejímž úkolem je dostat míč do soupeřovy brány pomocí driblování, přihrávání si a střelby na bránu, zatímco jeden tým útočí, druhý tým brání (Laver et al., 2018). Od roku 1972 je házená zařazena mezi olympijské sporty. Během posledních 30 let došlo k proměně průběhu z relativně pomalé míčové hry na rychlou a intenzivní.

Tomu napomohla např. pravidla, která zvyšují fyzické požadavky na intenzivní hru, ve které narostly počty střel na bránu a gólů za jeden zápas (Ronglan et al., 2006). Od 1. července 2022 také Mezinárodní házenkářská federace (IHF, 2022) zavedla nová pravidla pro zvýšení tempa a bezpečnosti hry. Hlavní změnou je zavedení "zóny pro výhoz", která umožňuje rychlejší obnovení hry, neboť míč se uvádí do hry z kruhu o průměru čtyři metry na středové čáře. Dále byl snížen počet povolených přihrávek pro varování pro pasivní hru z šesti na čtyři, s možností jedné další přihrávky v určitých situacích. Nově také při zasažení brankáře do hlavy míčem během hry místo červené karty nyní hrozí dvouminutový trest. Tyto změny mají hru udělat atraktivnější a bezpečnější.

Aby bylo možné v házené provést dostatečně efektivní pohyb pro skórování nebo přerušení útoku soupeře, je zapotřebí provést několik specifických pohybů. Tyto pohyby jsou determinovány taktickými, fyzickými, technickými a psychosociálními faktory. A právě všechny tyto faktory dohromady klasifikují házenou jako komplexní sport (Michalsik et al., 2013; Laver et al., 2018).

2.2 Diagnostika herního výkonu v házené

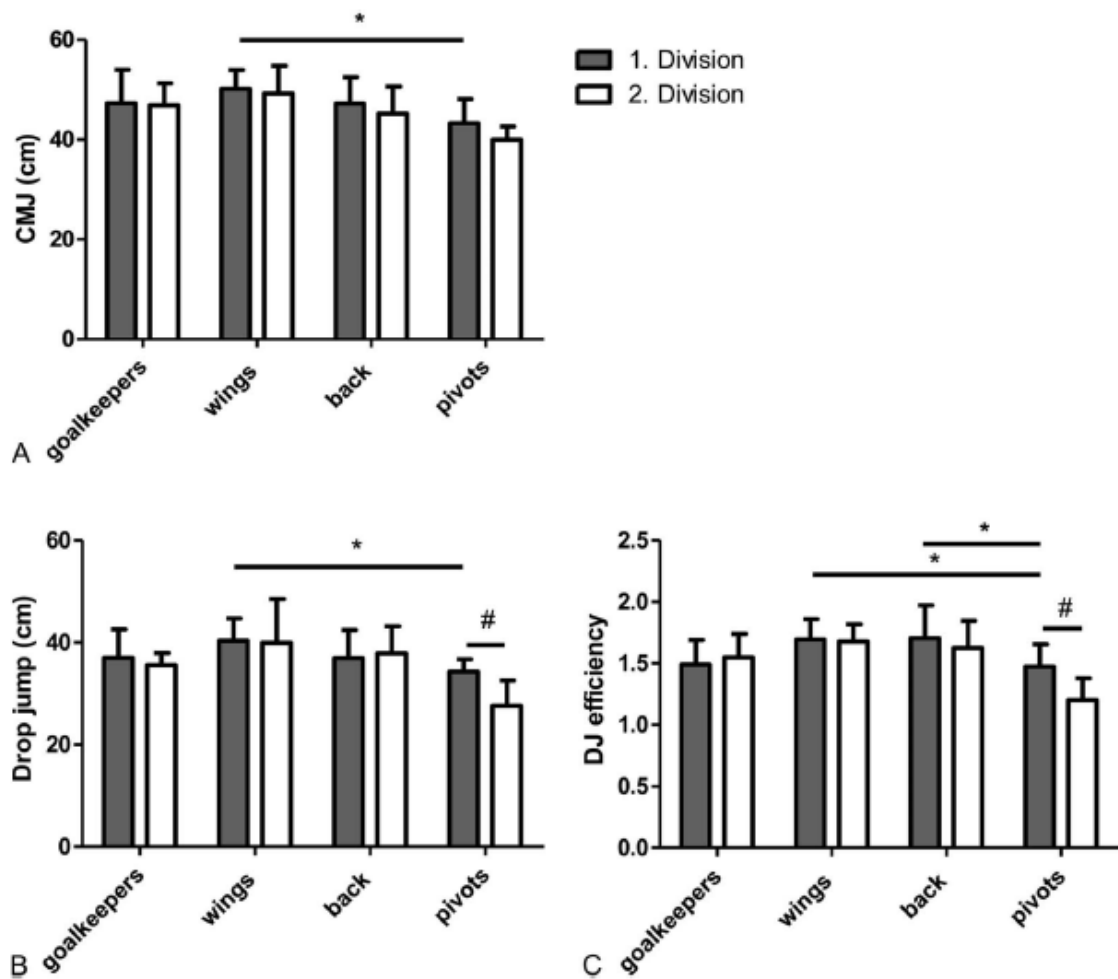
Dnes je již obecně známo, že téměř každý sport, včetně házené, využívá různá zařízení a speciální testové baterie pro diagnostiku sportovních výkonů, díky kterým je možno kvantitativně analyzovat jednotlivé fyzické a fyziologické požadavky hráčů. Diagnostika se dnes nevyužívá pouze k posouzení výkonnosti hráčů, ale také pro navrhování optimalizace zátěže, sledování výkonnostního progresu a pro prevenci proti zranění (Brukner, 2012; Fukuda, 2019). Měření mohou probíhat buď v laboratorním prostředí nebo také v terénním prostředí (např. na fotbalové hřiště, sportovní hala atd.). Mezi nejčastější testovaná měření v házené patří:

- rozbor tělesného složení
- rychlost sprintu
- rychlost se změnami směru
- rychlost střelby na bránu
- síla dolních i horních končetin

Nedílnou součástí získávání dat je rovněž sledování objemu a intenzity zátěže, včetně srdeční frekvence, které lze sledovat pomocí GPS systémů a zařízení pro sledování srdeční frekvence (Ortega-Becerra et al., 2020; Falch et al., 2021; Bestwick-Stevenson et al., 2022).

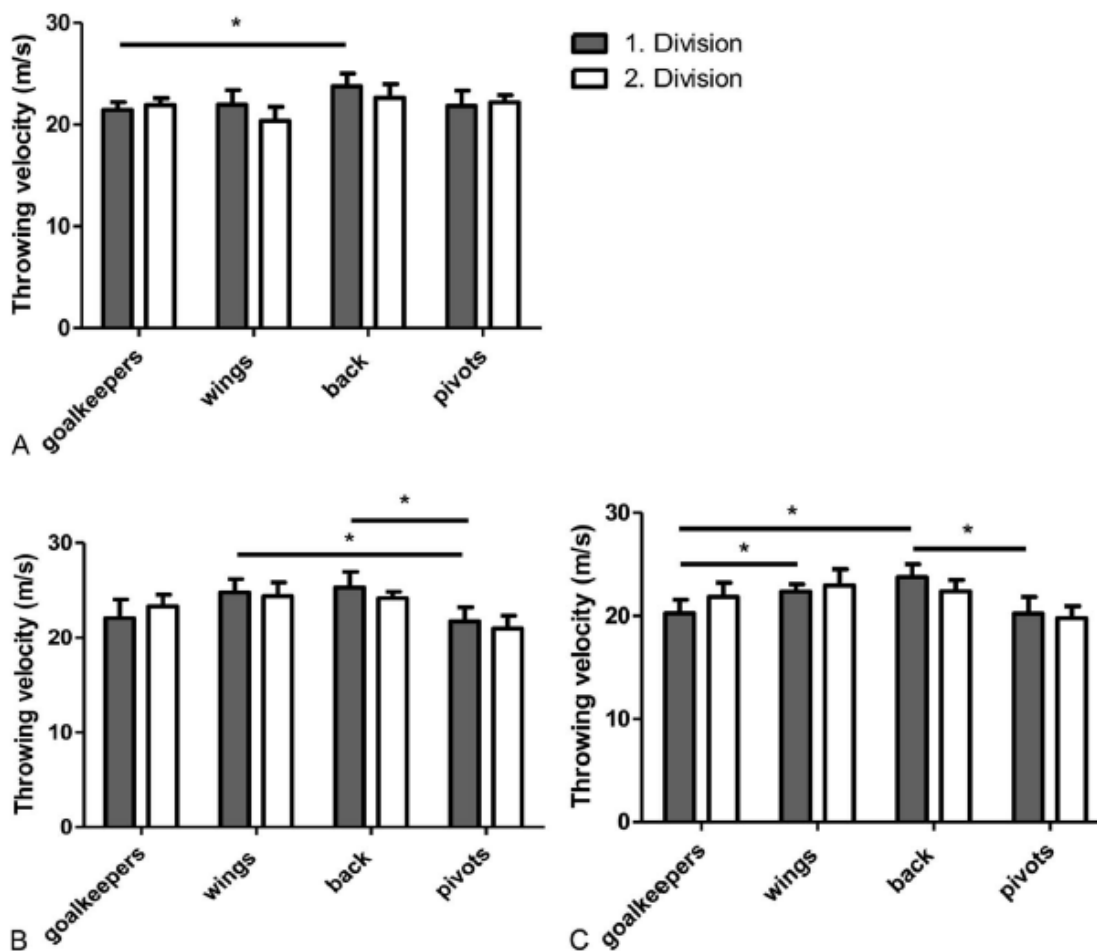
Každý sport vyžaduje rozdílnou úroveň pohybových schopností a dovedností. Ty se stanovují na základě diagnostiky pohybů, které hráč vykoná, kolik jich vykoná, jak dlouho trvají a jak moc rozhodují o úspěchu v daném sportu. V dnešní době je již běžné, že se výzkumy zaměřují na rozdílné fyzické požadavky a výkony mezi jednotlivými herními posty v týmových sportech, což vede k ještě lepší individualizaci tréninkového procesu.

Krüger et al. provedli v roce 2014 výzkum, kdy měřili rozdíly ve výkonnosti hráčů házené pomocí vybraných diagnostických testů. Výsledná data (graf č.1, 2) dokládají potvrzení hypotéz autorů tohoto výzkumu, týkajících se výkonnostních rozdílů nejen mezi herní úrovní, ale především mezi jednotlivými pozicemi.



Výška výskoku s protipohybem (CMJ) (A), výška výskoku po seskoku (DJ) (B), efektivita výskoku po seskoku (DJ) (C) brankářů, křídel, obránců a pivotů z první (n = 34) a druhé (n = 31) německé házenkářské divize. Po porovnání různých pozic u hráčů první divize byla provedena analýza každé pozice mezi hracími třídami. * označuje významný rozdíl oproti ostatním pozicím; # označuje rozdíly mezi hracími třídami na stejné pozici; ve všech případech $p < 0,05$.

Graf č. 1 - Rozdíl ve výkonnosti dle herních pozic u vybraných testů hráčů házené (Krüger et al., 2014)



Rychlost hodu brankářů, křídel, obránců a pivotů při střelbě z místa (A), střelbě z 3krokového náběhu (B) střelbě z výskoku (C) hráčů první (n = 34) a druhé (n = 31) německé házenkářské divize. Po porovnání různých pozic u hráčů první divize byla provedena analýza pro každou pozici mezi hracími třídami. * označuje statisticky významný rozdíl oproti ostatním pozicím; # označuje rozdíly mezi hracími třídami na stejné pozici; ve všech případech $p < 0,05$.

Graf č. 2 - Rozdíl ve výkonnosti dle herních pozic u vybraných testů hráčů házené (Krüger et al., 2014)

Tato data umožňují trenérům, a především kondičním trenérům upravit tréninkový proces se zaměřením na nedostatky či požadavky jednotlivých herních pozic prostřednictvím, již zmíněné, větší individualizace. A právě individualizace tréninkového zatížení se dnes jeví jako nejefektivnější cesta k dosažení plného herního potenciálu hráče. Neboť každý hráč je odlišný nejen z genetického hlediska, ale také z hlediska vnímání a zvládnání fyzické zátěže (Maffulli et al., 2013; Stoica & Barbu, 2021). Rozdíl v požadavcích na herní výkon potvrzuje také studie z německé Bundesligy, ve které hráči házené vykazují odlišné herní výkony dle herních pozic (tabulka č. 1) (Saal et al., 2023).

Tabulka č. 1 - Rozdíl herního výkonu dle herních pozic v Bundeslize (Saal et al., 2023)

Variable	Winger	Center	Pivot
Playing time [s]	1,784.5 ± 1086.2	1,158.7 ± 872.0	1,721.4 ± 619.5
Distance [m]	2,384.6 ± 1,389.9	1,610.4 ± 1,162.0	2,182.7 ± 782.0
Max. speed [km/h]	26.8 ± 2.1	23.5 ± 1.6	23.6 ± 1.2
Time speed very high [s]	34.7 ± 19.7	3.3 ± 2.4	4.2 ± 2.9
Time speed high [s]	103.2 ± 67.3	40.4 ± 27.3	64.5 ± 26.9
Time speed medium [s]	132.8 ± 79.6	116.4 ± 86.4	137.6 ± 53.4
Time speed low [s]	398.4 ± 247.2	377.2 ± 281.5	471.8 ± 175.8
Time speed very low [s]	1,101.0 ± 695.1	625.7 ± 492.7	1,029.8 ± 393.6
Max. acceleration [m/s ²]	3.9 ± 0.3	3.4 ± 0.2	3.4 ± 0.3
Acceleration very high	6.6 ± 4.7	0.6 ± 0.5	0.6 ± 0.6
Acceleration high	9.5 ± 5.9	2.5 ± 1.6	3.3 ± 2.1
Acceleration medium	11.8 ± 7.2	6.4 ± 4.2	9.2 ± 3.9
Acceleration low	11.9 ± 8.4	10.3 ± 7.2	13.3 ± 5.4
Max. deceleration [m/s ²]	-3.2 ± 0.3	-2.9 ± 0.3	-2.9 ± 0.2
Deceleration very high	2.2 ± 1.5	0.7 ± 0.6	0.5 ± 0.5
Deceleration high	4.2 ± 2.5	2.0 ± 1.5	1.8 ± 1.1
Deceleration medium	7.7 ± 4.4	5.3 ± 3.5	5.8 ± 2.7
Deceleration low	11.3 ± 7.0	8.7 ± 6.3	11.3 ± 4.9
Max. metabolic power [W/kg]	82.0 ± 10.9	63.8 ± 9.7	61.2 ± 8.9
Time metabolic power very high [s]	76.8 ± 44.7	30.6 ± 19.5	44.7 ± 17.7
Time metabolic power high [s]	88.0 ± 54.7	61.6 ± 46.1	79.6 ± 32.2
Time metabolic power medium [s]	488.5 ± 293.0	429.1 ± 318.1	538.7 ± 193.3
Time metabolic power low [s]	1,120.8 ± 705.7	644.0 ± 504.8	1,053.7 ± 400.3
Accumulated acceleration load [a.u.]	251.4 ± 143.7	194.0 ± 135.6	277.0 ± 107.7
Impacts	1.8 ± 1.5	8.2 ± 6.3	10.6 ± 3.4
Jumps	4.6 ± 3.5	8.6 ± 6.5	6.5 ± 3.6
Passes	14.8 ± 10.8	55.9 ± 51.4	23.3 ± 15.1
Shots	2.8 ± 2.1	3.1 ± 2.9	2.4 ± 1.2

2.3 Silové schopnosti

2.3.1 Definice, charakteristika a principy

Trénink silových schopností je dnes nedílnou součástí každého sportovního odvětví. Tyto schopnosti jsou denně využity v přípravě pro rozvoj rychlostních schopností, vytrvalostních schopností, flexibility a dalších motorických schopností (Beattie et al., 2014; Peñailillo et al., 2016; Stricker et al., 2020; Afonso et al., 2021). Proto silové schopnosti a jejich rozvoj nelze úplně separovat od rozvoje jiných pohybových schopností. Z tohoto důvodu se dnes trénink silových schopností řadí mezi vědní obor a je zapotřebí znát nejen techniky provedení cviků, ale také skladbu tréninkové jednotky v kontextu plánování od nejmenší tréninkové jednotky až po velké makrocykly. Prioritou silového tréninku však musí být v první řadě zajištění maximální bezpečnosti sportovce a optimalizace silového zatížení na pohybový aparát. Trenér by především měl znát efekt prováděných cvičení na samotné lidské tělo, a to nejen na svaly, ale také na srdce a mozek. (Zatsiorsky et al., 2020)

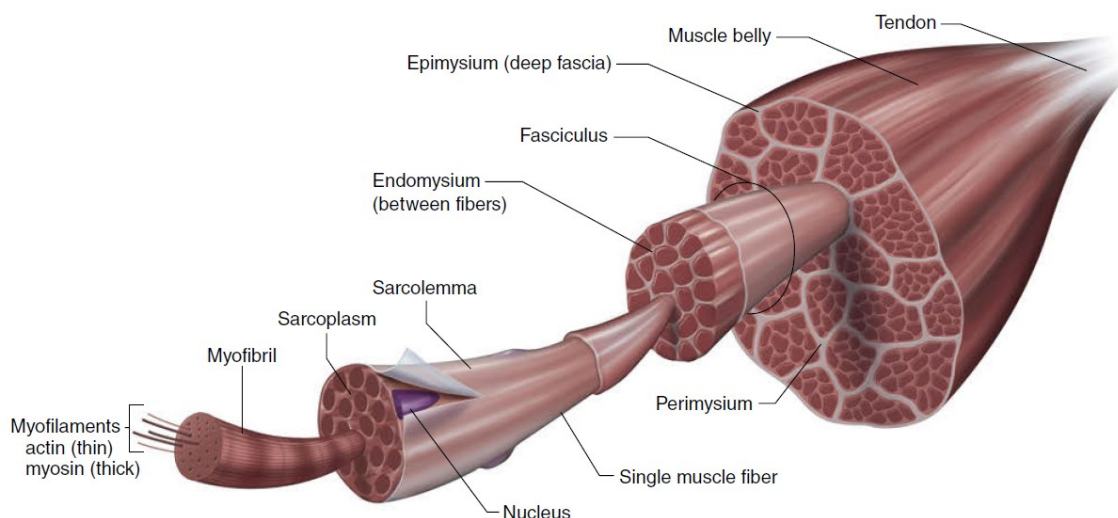
Nejdůležitějším principem ve sportovním odvětví je tzv. princip adaptace (viz. obrázek č. 7). Adaptace znamená, že pokud dochází působením změn vnějšího prostředí na organismus, tělo se těmto změnám přizpůsobí. K tomu však dochází postupně, neboť lidské tělo vyžaduje určitou dobu pro adaptaci prostřednictvím vnitřních procesů. A právě tento princip lze aplikovat v oblasti silového tréninku. Pokud tělo vystavíme změně vnějšího prostředí (fyzické zatížení), tělo se postupně adaptuje. Vyžaduje to však čas. Nepochází jen k adaptaci na strukturální úrovni svalů a šlach, avšak také k adaptaci kostí, nervového, respiračního, endokrinního nebo metabolického systému atd. (Haff & Triplett, 2015; Korey Kasper, 2019; Zatsiorsky et al., 2020; França et al., 2022)

Jakmile je tělo dlouhodobě vystaveno stejné vnější změně (zatížení) bez navýšení zatížení, nastane proces tzv. akomodace. Tento projev je také často považován za obecný zákon biologie. A právě podle tohoto zákona se odezva biologického objektu na konstantní podnět časem snižuje. Z toho důvodu je zapotřebí volit tzv. progresivní zatížení, při kterém dochází nejčastěji při zvyšování zatížení v podobě hmotnosti odporu, počtu opakování (TUT) nebo také při změně cvičení. (Kreher & Schwartz, 2012; Etxebarria et al., 2019; Zatsiorsky et al., 2020)

Pokud však dochází k neprogresivnímu a nepřiměřenému zatížení (změně vnějšího prostředí), může dojít k tzv. maladaptaci. V těle pak dochází k přetížení všech systémů a odezva organismu bude mít spíše kontraproduktivní projev (např. únava, zhoršení výkonnosti, svalová bolest atd. – přetrénování. (Bompa et al., 2012; Zatsiorsky et al., 2020; França et al., 2022)

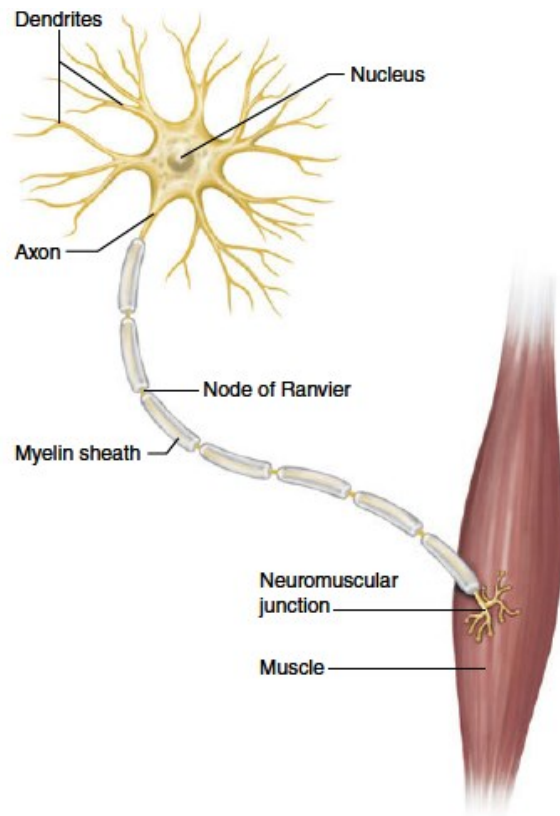
2.3.2 Struktura svalu, typy svalových kontrakcí a vláken

Svaly jsou měkké tkáně, jež patří mezi pohybovou soustavu. Díky signálu, vycházejícímu z mozku přes nervy a jejich zakončení, dokáží svaly vykonat pohyby, které jsou nezbytné pro každodenní činnost člověka. Kosterní svalstvo (obrázek č. 1) je složeno z několika částí: svalová tkáň pojivová tkáň, nervy a cévy. (Haff & Triplett, 2015)

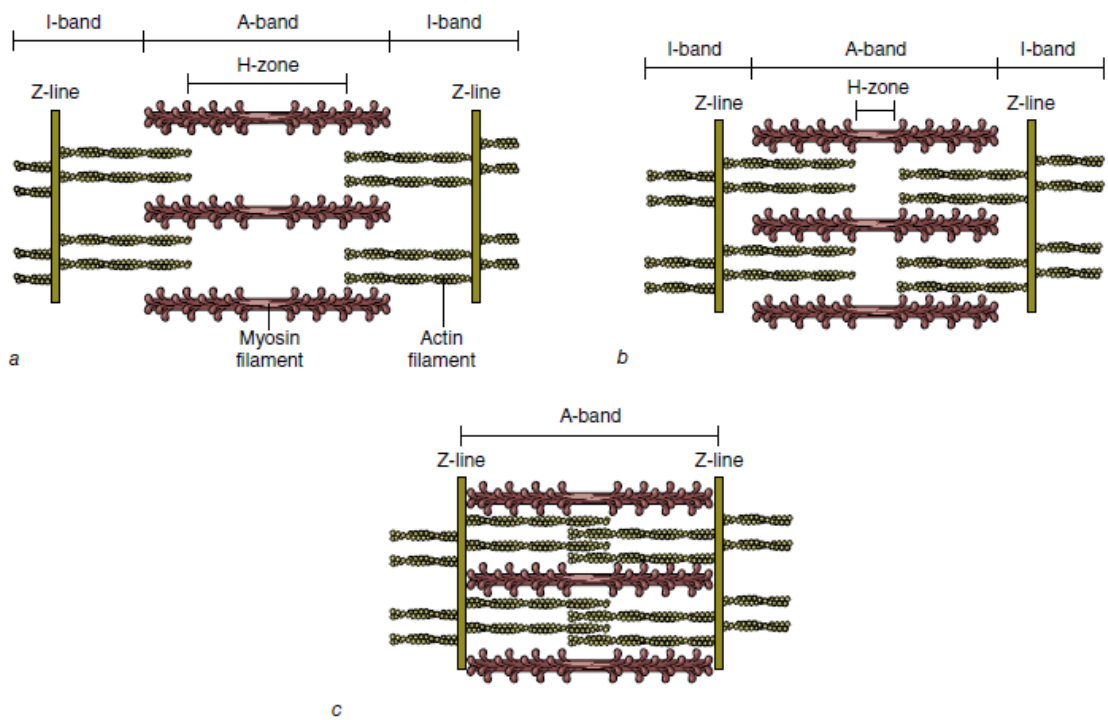


Obrázek č. 1 - Schéma vrstev svalu (Haff & Triplett, 2015)

U každého svalu zajišťuje kontrakci motorická jednotka (obrázek č. 2). Jedná se o jeden motoneuron, který inervuje soubor svalových vláken a jehož prostřednictvím se dostane nervový impuls do svalu. Zde, uvnitř (svalu) myofibrily, se nacházejí myofilamenta, jež obsahují 2 základní proteiny svalové buňky pro svalovou kontrakci: aktin a myosin. Jakmile se impuls dostane ke svalové buňce, dojde k vytvoření chemických změn, které umožňují spojení aktinu a myosinu (obrázek č. 3 – a, b, c). Tato spojení vytváří posuvný pohyb, který produkuje sílu k mechanickému pohybu člověka. (Bompa et al., 2012; Alver et al., 2017)



Obrázek č. 2 - Motorická jednotka, obsahující motoneuron a svalové vlákno (Haff & Triplett, 2015)



Obrázek č. 3 - Schéma mechanické kontrakce aktinu a myosinu (Haff & Triplett, 2015)

Existuje však několik druhů svalových kontrakcí, jejichž využití v praxi dává příležitost lépe zvyšovat a kontrolovat specifický druh výkonnosti, upravovat tréninkový proces dle individuálních potřeb nebo také umožnit dřívější návrat po zranění pohybového aparátu. Dělí se následovně:

- izotonická kontrakce:
 - koncentrická kontrakce
 - excentrická kontrakce
- izometrická kontrakce
- izokinetická kontrakce

2.3.3 Izotonická kontrakce (ITK)

Jedná se o nejznámější a nejvyužívanější typ svalové kontrakce. U tohoto typu kontrakce se nemění napětí ve svalu, ale mění se délka svalu. Dle změny délky rozlišujeme, zda se jedná o kontrakci koncentrickou nebo excentrickou. U koncentrické kontrakce dochází ke zkracování svalu, tzn. úpony svalu se k sobě přibližují. U excentrické kontrakce svalu dochází k opětovnému natažení svalu. (Bompa et al., 2012)

2.3.4 Izometrická kontrakce (IMK)

Při této kontrakci ve svalech narůstá napětí, ale nemění se jejich délka. Na základě této svalové kontrakce byla také odvozena metoda silového tréninku: Izometrický silový trénink. Tento typ silového tréninku poskytuje několik výhod: nevyžaduje tak velké množství energetických požadavků na výkon, je méně náročný na CNS, zlepšuje produkci síly ve specifickém úhlu kloubu a nezvyšuje krevní tlak (Lum et al., 2021). Princip IMK poskytuje také benefity v oblasti prevence a léčby pohybového aparátu. Jedná se například o artrózy kloubů (Onwunzo et al., 2021), vhodná progrese zatížení u tendinopatie šlach (Clifford et al., 2020) nebo jako prevence zranění prostřednictvím rozvoje síly a flexibility svalů (Widodo et al., 2022).

V rámci této svalové kontrakce existují také metody silového tréninku, jež vycházejí právě z těchto principů: PIMA (pushing isometric muscle action) a HIMA (holding isometric muscle action), nebo-li dnes také používány názvy: overcoming isometric (PIMA) a yielding isometric (HIMA) (Thibaudeau & Schwartz, 2007). Izometrický silový trénink patří mezi bezpečné a časově efektivní metody ST a při zvolení správného nastavení může být účinný pro vyvolání morfologických a architektonických adaptací šlach a svalů (Lum & Barbosa, 2019).

Evidentní jsou také adaptace CNS po uplynulém období tohoto typu tréninku s výraznými zlepšeními maximální síly a RFD v závislosti na použitých tréninkových proměnných, respektive parametrech zatížení (Lum et al., 2021). Ačkoli jsou právě parametry zatížení, používány pro návrh programů silového tréninku, dobře prozkoumány, ještě tomu není tak u izometrického silového tréninku. Jedná se například o celkovou dobu úsilí (TUT) – (počet opakování X čas [s]), která je důležitým aspektem pro předpis izometrického tréninku, nebo také o pozici natažení svalu (krátká/ dlouhá délka) ve které je zatížení vykonáváno (Oranchuk et al., 2019b).

HIMA klade odpor vůči excentrické akci svalů tím, že aplikuje potřebnou sílu k zabránění pohybu kloubů, což vede k tomu, že se svaly prodlužují a působí excentricky, aby zpomalily padající hmotu. Na druhé straně PIMA je akce, při které svaly tlačí proti nepohyblivému objektu, aniž by došlo k pohybu kloubů. (Schaefer & Bittmann, 2017)

2.3.5 Izokinetická kontrakce (IKK)

Popisuje kontrakci, při které dochází k pohybu konstantní rychlostí v plném rozsahu pohybu. Izokinetická práce vyžaduje speciální stroje, které tento pohyb umožňují (Bompa et al., 2012). V praxi se využívají především pro testování svalové síly (Cozette et al., 2019). Principem tohoto testování je nejen kontrola výkonnostních schopností, ale také porovnávání svalové síly protilehlých svalových skupin, jejichž silová nerovnováha může vést ke zranění (Tam et al., 2017).

Vzhledem ke kontrakcím svalu, se svalová vlákna se rozlišují na typy dle dvou kritérií. Prvním kritériem je rychlost kontrakce, druhým kritériem je produkce ATP (adenosintrifosfát) v daném vlákně. Na základě těchto kritérií, dělíme svalová vlákna na: pomalé oxidační (SO), rychlé oxidační (FO) a rychlé glykolytické (FG) (Betts et al., 2017).

2.3.6 Pomalá oxidační vlákna (SO)

Oxidační vlákna obsahují mnohem více mitochondrií než vlákna glykolytická, protože v mitochondriích probíhá aerobní metabolismus, který využívá kyslík (O₂) v metabolické dráze. SO vlákna mají velký počet mitochondrií a jsou schopná kontrahovat se po delší dobu kvůli velkému množství ATP, které mohou produkovat, ale mají relativně malý průměr a nevytvářejí velké množství napětí. Tato vlastnost činí SO vlákna užitečná při udržování postury, izometrické kontrakci, stabilizaci kostí a kloubu, a pohybech, které nevyžadují velké množství energie. Pro tyto svalová vlákna je významný hemoglobin, který zapříčiňuje jejich červené zbarvení. (Bompa et al., 2012; Betts et al., 2017)

2.3.7 Rychlá oxidační vlákna (FO)

FO vlákna, někdy nazývána jako „středně rychlá vlákna“ jsou zařazeny mezi SO a FG vlákna. Produkují totiž rychleji ATP než SO vlákna a jsou odolnější vůči únavě oproti FG vláknům. FO vlákna se využívají především pro pohyby, které jsou náročnější než posturální funkce, ale vyžadují méně energie než výbušné a dynamické pohyby. Jedná se například o chůzi a lehký běh. (Bompa et al., 2012; Betts et al., 2017)

2.3.8 Rychlá glykolytická vlákna (FG)

FG vlákna primárně využívají jako zdroj ATP anaerobní glykolýzu. Protože primárně nevyužívají aerobní metabolismus, nemají podstatné množství mitochondrií ani významná množství myoglobinu, a proto mají bílou barvu. Vlákna FG se používají k vytváření rychlých, silných kontrakcí, které umožňují rychlé a silné pohyby. Tato vlákna se rychle unaví, což umožňuje jejich použití pouze po krátkou dobu. Většina svalů má směs každého typu vlákna. Typ převládajícího vlákna ve svalu je určen primární funkcí svalu. (Bompa et al., 2012; Betts et al., 2017)

2.3.9 Parametry zatížení

Jako u jiných pohybových schopností, tak i silové schopnosti vyžadují specifické parametry zatížení pro rozvoj silových metod. Obecně je hlavním cílem silového tréninku (ST) je zlepšení svalové síly, výbušnosti, zvýšení hypertrofie, silové vytrvalosti a zvýšení motorického výkonu (Haff & Triplett, 2015). Každý z těchto cílů rozvíjí však odlišné systémy lidského těla, jejichž potřeby rozvoje by měly reflektovat požadavky konkrétního sportu dle předchozích analýz.

Rozvoj těchto systémů způsobuje to, že dochází k metabolické, neuromuskulární a kardiopirační adaptaci (Alver et al., 2017; Bompa & Buzzichelli, 2019). Mezi ty nejnámější metody silového tréninku patří: metoda vytrvalostní, opakovaného, maximálního a dynamického úsilí (Fleck & Kraemer, 2014; Zatsiorsky et al., 2020). Každá z těchto metod vyžaduje odlišný přístup ve formě nejen fyziologických požadavků, ale také v úpravě parametrů zatížení, které definují rozvoj konkrétní schopnosti. Těmito parametry jsou:

- Velikost odporu/ intenzita
- Počet opakování a sérií/ čas pod zátěží
- Rychlost provedení
- Interval odpočinku

Dle Alver et al. (2017) hrají v rozvoji silových schopností také důležitou roli faktory:

- Cíle ST (výběr metod rozvoje)
- Výběr svalových partií v ST
- Doba a frekvence ST
- Nároky/požadavky sportu
- Osobní preference sportovce

Při určování objemu, intenzity nebo formy zatížení je také zásadní pozorovat a vyhodnocovat aktuální stav sportovce. Tento stav ovlivňuje mnoho faktorů, mezi něž se z velké části řadí také únava. Phillips (2015) rozlišuje únavu na periferní a centrální. Při periferní únavě je místo únavy mimo CNS. To znamená, že je spojena s útlumem produkce svalové síly způsobeným procesem distálně od neuromuskulárního spojení (Ament & Verkerke, 2009). Jedná se například o zvýšenou intramuskulární koncentraci kyseliny mléčné (Noakes, 2012). U centrální únavy je původ lokalizován v CNS, přičemž ke ztrátě svalové síly dochází prostřednictvím procesů proximálně od nervosvalovému spojení. Konkrétně jde o mozek, míšní nervy a motorické neurony (Phillips, 2015).

2.4 Metody silového tréninku

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, existuje několik metod silového tréninku. Každá metoda přináší různé výhody a jejich zastoupení v tréninkovém procesu se liší dle aktuálního období ročního tréninkového cyklu.

2.4.1 Metoda vytrvalostní

Silová vytrvalost umožňuje svalům opakovanou kontrakci submaximální nebo nižší zátěže po určitou dobu (Alver et al., 2017). Maximální vytrvalost může být uvedena jako relativní nebo absolutní. Příkladem relativní maximální vytrvalosti je maximální počet opakování se zátěží 70 % 1RM. Absolutní maximální vytrvalost je maximální počet opakování s konkrétní hmotností zatížení (např. 50 kg). A právě absolutní vytrvalost, dle výzkumů, koreluje s maximální silou pokud je hmotnost zatížení větší než 25% 1RM sportovce (Zatsiorsky et al., 2020). Z toho vyplývá, že úroveň silové vytrvalosti lze využít při rozvoj maximální síly. Rozvoj silové vytrvalosti také přispívá k rozvoji aerobní kapacity (Alver et al., 2017). Vhodné parametry zatížení pro rozvoj této metody jsou rozepsány v obrázku č. 8.

2.4.2 Metoda opakovaného úsilí

Při této metodě silového tréninku dochází především k rozvoji svalové hypertrofie, jejíž podstatou je využívání submaximální zátěže, aby nedošlo k vyvolání maximálního napětí ve svalech. Posilování se submaximální zátěží umožňuje sportovci trénovat do vyčerpání, přičemž dochází k rekrutaci všech typů svalových vláken (Bompa et al., 2012). Fleck & Kraemer (2014) doporučují pro rozvoj svalové hypertrofie zátěž o velikost 70-85 % 1RM, při 8-12 počtech opakování. Při stimulaci hypertrofie je pravděpodobně nejdůležitějším prvkem interval odpočinku. Ten musí být zvolen tak, aby pošlo po každé sérii k vyčerpání (obecně 30–60 s). Během této krátké pauzy nemá tělo tolik času k obnově energetických zdrojů ATP-CP, a proto je tělo nuceno se přizpůsobit zvýšením své kapacity transportu energie, což následně stimuluje růst svalů (Bompa et al., 2012).

2.4.3 Metoda maximálního úsilí

Metoda maximálního úsilí je vhodná pro zlepšení jak intramuskulární, tak intermuskulární koordinace, přičemž svaly a CNS se adaptují pouze na zátěž, jíž byly vystaveny. Cílem této metody je buď trénovat určitý pohyb, nebo svaly. Pokud je cílem určitý pohyb, je doporučeno 1-3 opakování v sérii (např. přemístění, trh, nadhoz). Jakmile je však cílem trénování svalů, nehledě na specifčnosti pohybu, doporučuje se 4-8 opakování v sérii, neboť biomechanické a intermuskulární parametry nejsou v tomto případně primárním cílem. (Zatsiorsky et al., 2020)

Avšak přesto, že je tato metoda populární u profesionálních sportovců, lze u této metody upozorovat několik limitací včetně nedoporučení pro začátečníky. Hlavní limitací této metody je vysoké riziko zranění. Vyžaduje totiž provedení správné techniky a vysoké úrovně připravenosti svalů, nejen povrchových, ale také hlubokého stabilizačního systému. Další nevýhodou je malé vyvolání svalové hypertrofie, neboť nedochází k většímu počtu opakování. Tato metoda navíc díky vysoké úrovni motivace, překonat těžkou zátěž, může způsobovat syndrom vyhoření, který je charakterizován: sníženou silou, zvýšenou úzkostí a deprese, pocit únavy v ranních hodinách, zvýšeným vnímání námahy nebo zvýšeným krevním tlakem. (Zatsiorsky et al., 2020)

Proto je také vhodné adekvátní výběr cvičení. Například u přemístění nebo trhu je vyžadováno mnohem větší úsilí na provedení nejen z pohledu zapojení svalových partií, ale také zvýšené koordinační práce včetně požadavků na rozsah pohybu (DiSanto et al., 2015). Pro rozvoj maximální síly Bompá et al. (2012) doporučují velikost zatížení alespoň 80% 1RM a to z důvodu zapojení rychlých svalových vláken. Interval odpočinku mezi jednotlivými sériemi by měl být stanoven na základě úrovně sportovce, aby došlo k dostatečnému odpočinku neuromuskulárního systému. U většiny sportovní populace dochází k plnému zotavení za 3-5 min.

2.4.4 Metoda dynamického úsilí

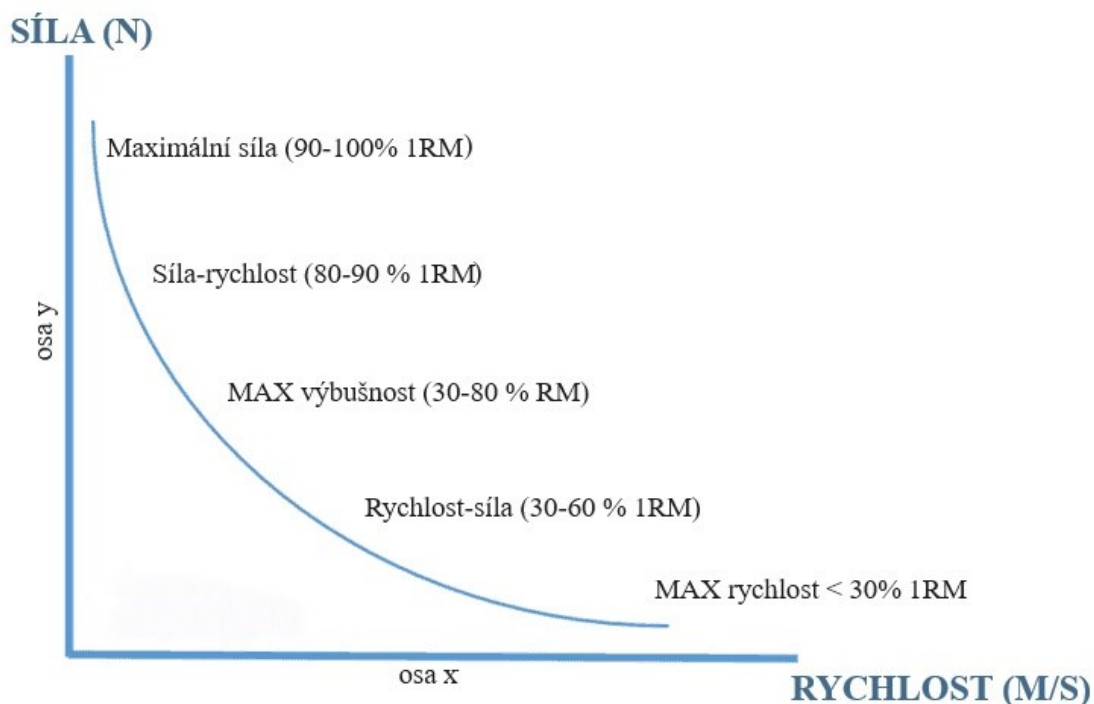
Metoda dynamického úsilí je zaměřena pro rozvoj schopností explozivní síly, která je zapotřebí pro vykonání co největší síly v nejkratším čase (RFD). To znamená například sprinterské starty nebo výskoky. Nejedná se pouze o rozvoj maximální síly, ale o rozvoj rychlosti svalové kontrakce (Maffiuletti et al., 2016). Fleck & Kraemer (2014) doporučují pro rozvoj této metody zátěž o hmotnosti 0-60 % 1RM pro spodní část těla a 30-60 % 1RM pro horní část těla, přičemž je vhodné provádět 3-6 opakování v sérii.

Při metodě dynamického úsilí je dnes možné využívat moderní zařízení, které umožňuje přesné a objektivní předepisování intenzit a objemů silového tréninku – VBT (velocity based training). Aby bylo dosaženo požadavků pro rozvoj požadovaných cílů v silovém tréninku, předepisují trenéři sportovců konkrétní počet opakování, sérií nebo intenzitu zatížení v podobě % RM (G. G. Haff & N. T. Triplett, 2015; Weakley et al., 2017; Banyard, Tufano, et al., 2018). Je navíc obecně známo, že počet opakování a intenzita zatížení (% RM) je rozdílná mezi sportovci, a proto je u sportovců rozdílná úroveň úsilí a únavy (Richens & Cleather, 2014; Weakley et al., 2020). Proto byla vytvořena metoda VBT, jejíž úkolem je poskytnout přesná a objektivní data k plánování silového tréninku (Banyard et al., 2017; Banyard, Nosaka, et al., 2018; Banyard, Tufano, et al., 2018). Zapojení VBT do tréninkového procesu lze využít mnoha způsoby (obrázek č.4)



Obrázek č. 4 - Kontinuum VBT zvýrazňující důraz rychlosti v tréninkovém programu (Weakley et al., 2021)

Tato metoda, založena na rychlosti, se u silového tréninku používá ze 3 hlavních důvodů. První, je obecně známo, že při nárůstu vnější hmotnosti se snižuje rychlost provedení (Izquierdo et al., 2006; Weakley et al., 2020). Snižování rychlosti závislé na zvyšování vnější hmotnosti pokračuje, dokud není dosaženo při 1RM minimálního rychlostního prahu (minimal velocity threshold) (Izquierdo et al., 2006). Za druhé, existuje téměř dokonalý lineární vztah mezi rychlostí a intenzitou jako procento maximální schopnosti (% RM) (Conceição et al., 2016; García-Ramos et al., 2018). Za třetí, při zvyšování únavy dochází k přechodnému poklesu rychlosti zkracování svalových vláken, relaxačních dob a kapacity generovat sílu, což způsobuje snížení rychlosti provedení (Sanchez-Medina & González-Badillo, 2011; González-Badillo et al., 2017).



Obrázek č. 5 - FV křivka; rozdělení rozvoje silových schopností na základě rychlosti provedení (Walker, 2023a)

≤2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥20	
Sila			Sila					Sila				Sila							
Výbušnost*				Výbušnost					Výbušnost				Výbušnost						
Hypertrofie			Hypertrofie**							Hypertrofie				Hypertrofie					
Svalová vytrvalost					Svalová vytrvalost						Svalová vytrvalost								

Obrázek č. 6 - Rozvoj jednotlivých silových schopností dle počtu opakování (Alver et al., 2017)

* Rozsahy opakování pro uvedenou metodu nejsou vyhrazeny.

** Ačkoli se stávající rozsah opakování pro hypertrofii se zdá být neúčinnější, objevují se důkazy, že některé typy svalové vláken vykazují významnou hypertrofii mimo tento rozsah.

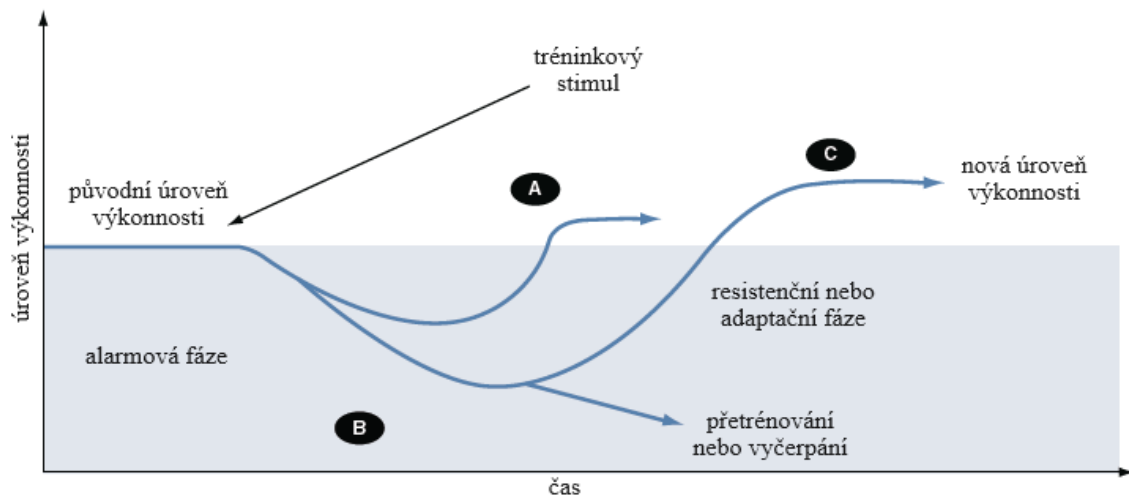
Tabulka č. 2 - Parametry zatížení pro rozvoj metod silového tréninku (Brown, 2017)

	četnost (počet/týden)	Intenzita (%RM)	Objem	Interval odpočinku
Výbušnost	1-2	30-60	3-6 reps 3-6 sets	2-5 min
Síla	3-5	>85	2-6 reps 2-5 sets	2-3 min
Hypertrofie	4-6	67-85	6-12 reps 3-6 sets	30-90 s
Výtrvalost	5-7	<65	15-25 reps 2-3 sets	<30 s

2.5 Periodizace silového tréninku

Periodizace sportovního tréninku se řadí mezi nejdůležitější faktory progresivního rozvoje sportovního výkonu u sportovců. „*Je to plánovaná a systematická strukturální variace tréninkového programu v čase*“ (K. Kasper, 2019). Neustálé cyklování tréninkových proměnných (aktivita, odpočinek, intenzita, frekvence a trvání tréninkové jednotky) v rámci tréninkového programu každý den, týden, měsíc, má prostřednictvím individuální variability za cíl udržet optimální tréninkový stimul pro sportovce, aby se vyhnulo přetrénování, zranění a vyhoření (Vincent et al., 2013).

Jak bylo již zmíněno v kapitole 2.3.1, základním principem sportovního tréninku je adaptace na zatížení. Adaptaci však předchází tzv. alarmová fáze, kdy dochází k fyziologickým odezvám organismu a probíhají změny v metabolickém, hormonálním, kardiovaskulárním a neuromuskulárním systému. Tyto změny záleží na objemu, intenzitě, frekvenci a typu zatížení. Po této fázi dochází k adaptaci a následuje tzv. superkompenzace – navýšení aktuální úrovně výkonnosti. Pokud je sportovec vystaven dalšímu a většímu zatížení, aniž by dostatečně zregeneroval, může dojít k přetrénování a vyčerpání. Tento postup je známý jako „Obecný adaptační syndrom“, neboli GAS (obrázek č. 7) (Bompa & Buzzichelli, 2019).



Obrázek č. 7 - Selyeho obecný adaptační syndrom (Bompa & Buzzichelli, 2019)

Tak jako obecné atletické schopnosti a dovednosti, i síla může být zdokonalována pomocí různých metod a fází tréninku, které jsou prováděny podle průběhu ročního tréninkového cyklu. Je zapotřebí však zdůraznit, že každý sport vyžaduje odlišnou kombinaci druhů síly, která je klíčovou částí fyziologického základu pro sportovní výkon. (Bompa & Buzzichelli, 2019)

Během raných fází silového tréninku (ST), zejména u sportovců na základní úrovni, vede téměř jakákoli metoda do určité míry k rozvoji síly. Každý sportovec má však jedinečnou míru adaptace na danou metodu, tedy i jinou míru zlepšení. Nejdůležitější fází v přípravě je tzv. anatomická adaptace. Jejím cíle je postupné přizpůsobení svalů a jejich úponů ke kosti na nadcházející zátěž sportovního výkonu (Bompa & Buzzichelli, 2019). Mezi nejvyužívanější metody v této fázi adaptace patří kruhový trénink, a to především proto, že poskytuje organizovanou strukturu a střídá svalové skupiny. Kruhový trénink lze také použít nejen pro rozvoj základů síly, ale také pro rozvoj nesespecifické kardiorepirační vytrvalosti (Brown, 2017).

Jako další fáze ST následuje rozvoj svalové hypertrofie. Ta úzce souvisí s rozvoj svalové síly, obzvlášť hypertrofie rychlých svalových vláken. Je však důležité zmínit, že cílem sportu je mít optimální výkon, nikoli estetická symetrie jako u kulturistiky. U sportovců by mělo být dosaženo hypertrofie aplikací tréninkové metody specifické pro daný sport. Proto by měla být zařazena více kloubová cvičení (např. dřep, tlaky na lavici, shyby atd.) namísto těch izolačních. (Bompa & Buzzichelli, 2019).

Svalová hypertrofie zastává pro budování svalové síly klíčovou roli. Abychom porozuměli hypertrofii, je zapotřebí mnoha faktorů, jež ji ovlivňují. Schoenfeld (2010) ve své studii popisuje několik hlavních mechanismů, které se na hypertrofii podílejí:

1. Mechanické napětí

Mechanické napětí je zásadním stimulem pro růst svalů. Je generováno silami působícími na svaly během cvičení, především při zvedání závaží. Tento proces vede k aktivaci satelitních buněk, které přispívají ke zvýšení syntézy bílkovin a tím k růstu svalových vláken.

2. Svalové poškození

Svalové poškození vzniklé během excentrického cvičení (kdy sval prodlužuje pod zátěží) může vést k zánětlivé reakci a následnému opravnému procesu. To zahrnuje aktivaci satelitních buněk a syntézu nových svalových bílkovin, což přispívá k hypertrofii.

3. Metabolický stres

Metabolický stres se týká akumulace metabolických produktů, jako je laktát, během cvičení s vysokou intenzitou. Může stimulovat svalový růst prostřednictvím různých mechanismů, včetně zvýšení hormonální odpovědi a zlepšení retence vody ve svalových buňkách.

4. Satelitní buňky

Satelitní buňky jsou kmenové buňky, které hrají klíčovou roli v opravě a růstu svalů. Když je sval pod mechanickým stresem, tyto buňky se aktivují, prolifерují a fúzí s existujícími svalovými vlákny nebo mezi sebou, čímž poskytují prekuzory potřebné pro opravu a následný růst nového svalového tkáně.

5. Hormonální a cytokinová regulace

Hormony a cytokiny hrají integrální roli v hypertrofické odpovědi, působí jako regulátory anabolických procesů. Zvýšené koncentrace anabolických hormonů zvyšují pravděpodobnost interakcí receptorů, což usnadňuje metabolismus bílkovin a následný svalový růst.

6. Myogenní dráhy

Hypertrofie vyvolaná cvičením je usnadněna řadou signálních drah, kde jsou efekty mechanostimulace molekulárně přeměněny na cílové procesy, které posouvají rovnováhu svalových bílkovin ve prospěch syntézy nad degradací.

Na svalovou hypertrofii navazuje fáze rozvoje maximální síly. Téměř každý sport vyžaduje sílu, ale důležitá je síla specifická pro daný sport. Období rozvoje maximální síly se liší dle její důležitosti v daném sportu. Čím je úroveň maximální síly důležitější, tím delší je tato fáze. Z toho důvodu je zapotřebí, aby každý trenér znal nejen metody rozvoje maximální síly, ale také uměl diagnostikovat její zastoupení v daném sportu v ohledu na jedinečnou fyziologii sportovce. Neboť právě to umožňuje adekvátní přeměrování síly do síly specifické. Ta poté je klíčovým prvkem sportovního výkonu. (Bompa & Buzzichelli, 2019)

2.6 Význam silového tréninku v házené

Mezi nejčastější pohyby v házené patří: běh, náhlé změny směru, zastavení, výskoky, dopady. A právě tyto pohyby jsou determinovány především silovými a rychlostními schopnostmi (Póvoas et al., 2012).

Je tedy zřejmé, že ST vyžaduje silovou přípravu jak pro spodní část těla, tak pro horní část. Pokud pomineme pohyby jako jsou sprinty a změny směru, a zaměříme se pohyby související s odhodem míče, je síla dolních končetin klíčová pro maximální rychlost odhodu, neboť právě od nohou vychází potenciální energie, která se průchodem celého těla, pomocí koordinačních schopností, transformuje do energie kinetické (Seynnes et al., 2007; Weber et al., 2014; Bragazzi et al., 2020). Síla DK je však také důležitá nejen pro využití vygenerované energie, ale také jako absorbování energie, která hraje důležitou roli v prevenci zranění (Schmitz & Shultz, 2010; Norcross et al., 2013; van Der Merwe et al., 2021).

Rozvoj síly pro HK je však stejně tak důležitý jako DK. U hráčů Norské národní ligy hráči provedou za hodinu na tréninku více než 100 hodů (Prestkvern, 2013). Jiné studie zase uvádějí 48 000 hodů za rok (Bayios et al., 2001; Andrade et al., 2010), což vede k opotřebování ramene (Vlak & Pivalica, 2004; Langevoort et al., 2007). Proto je vhodné zařadit preventivní opatření ve snaze o snížení rizika zranění (Bahr & Krosshaug, 2005). Stickley et al. (2008) a Caine et al. (2006) vyzdvihují nutnost začít předcházet této skutečnosti již u mládežnických kategorií, neboť právě nedostatečná síla a svalová nerovnováha mezi interní a externí rotací ramene může zvyšovat pravděpodobnost rizika zranění (Edouard et al., 2013; Clarsen et al., 2014).

Je však zřejmé, že rozvoj silových schopností, jako u jiných sportů, je důležitý mimo jiné pro zvýšení herního výkonu. Jak bylo zmíněno v přechozích kapitolách, i v házené jsou vybrány tréninkové metody a prostředky dle fází přípravy. Ani házená se však neobejde bez rozvoje svalové hypertrofie a maximální síly. Právě tyto 2 aspekty rozvoje síly hrají významnou roli při specifické fázi silové přípravy (Chelly et al., 2010), kdy hráči provádějí cvičení, při nichž se snaží vyprodukovat co největší sílu v nejkratším časem. Nicméně tomu naznačuje fakt, že muži dokáží hodit míč rychlostí přes 100 km/h (Vila & Ferragut, 2019; SkejØ et al., 2020), v krajních nejlepších případech až 130 km/h (Costeiu, 2019). Mezi nejčastější formy rozvoje tohoto typu pohybu patří metoda plyometrická, balistická a explozivní (El Araby, 2010; Chelly et al., 2014; Hermassi et al., 2017).

2.7 Silový trénink dětí a mládeže

2.7.1 Vliv silového tréninku na děti a mládež

V posledních letech se čím dál více projevuje u dětí a mladistvých sedavý způsob života se sníženou fyzickou aktivitou a špatnými stravovacími návyky (Musálek et al., 2021). To následně může vyvolat sníženou úroveň kognitivních funkcí, obezitu, která je spojena s kardiovaskulárním onemocněním, cukrovkou 2. typu nebo snížení mentálního zdraví (Chekroud et al., 2018; Carbone et al., 2019; Elagizi et al., 2020). Mimo navýšení pohybové aktivity a zlepšení stravovacích návyků, může být právě silový trénink (ST) vhodným prostředkem prevence proti výše zmíněným onemocněním (Faigenbaum et al., 2009). Silový trénink však nepůsobí jen preventivně proti civilizačním onemocněním. Díky zvýšené externí a interní zátěži na lidské tělo napomáhá ST zlepšovat úroveň muskuloskeletálního systému, tzn. zvyšovat tuhost svalů, šlach, kostí a zvyšovat jejich mineralizaci (Hind & Burrows, 2007; Maestroni et al., 2020). Mezi další benefity ST patří: ovlivňování produkce hormonů (Kraemer et al., 2020), snížení svalového zranění při sportu a zvýšení flexibility (Faigenbaum & Myer, 2010; Barbieri & Zaccagni, 2013; Stricker et al., 2020; Rudisill et al., 2023).

2.7.2 Počátky silového tréninku

Všeobecně se odborníci shodují na tom, že dítě by mělo být vystaveno formě silového tréninku již mezi 6-8 rokem života (obrázek č. 8) (Annesi et al., 2006; Bird et al., 2008; Dahab & McCambridge, 2009; Lloyd & Oliver, 2012). Nicméně se však tak shodují na tom, že je zapotřebí zohlednit především fyzickou, kognitivní a sociální zralost dítěte při navrhování silového tréninku. Nejdříve je však zapotřebí, aby dítě zvládalo tzv. základní pohybové vzory (fundamental movement patterns - FMP) jako jsou např.: chůze, běh, dřep, skok, vis, kyčelní ohyb, tah, tlak (Collins et al., 2019; Walker, 2023b). Je však zapotřebí splňovat určité podmínky, aby došlo k minimalizaci jakéhokoli rizika: dostatečná rovnováha a propriocepce, dostatečné zahřátí organismu, dodržení správné techniky provedení, vhodné zvolení cviků a progresu zatížení, vzdělanost trenéra. Pokud by nedošlo ke splnění těchto podmínek, je možné, že v tak brzkém věku může vzniknout například poškození růstové ploténky (R. Malina, 2006). Většina zranění byla pozorována již dříve například v gymnastice, kdy jsou na děti kladeny vysoké fyzické nároky (Outerbridge & Micheli, 1995).

chronologický věk (roky)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+		
věkové periody	Brzké dětství			Střední dětství							Adolescence						Dospělost					
růstová rychlost	rychlý růst			↔			stabilní růst				↔			adolescentní spurt		↔			pokles rychlosti růstu			
maturační status	Roky před PHV										↔			PHV		↔					Roky po PHV	
treninková adaptace	Převážně neurální (související s věkem)										↔			Kombinace neurální a hormonální (související s maturací)								
fyzické kvality	FMS		FMS			FMS			FMS													
	sss		SSS			SSS			SSS													
	Mobilita		Mobilita			Mobilita																
	Agilita		Agilita			Agilita			Agilita						Agilita							
	Rychlost		Rychlost			Rychlost			Rychlost						Rychlost							
	Výbušnost		Výbušnost			Výbušnost			Výbušnost						Výbušnost							
	Síla		Síla			Síla			Síla						Síla							
	Hypertrofie										Hypertrofie		Hypertrofie						Hypetrofie			
	Výtrvalost & MC		Výtrvalost & MC							Výtrvalost & MC			Výtrvalost & MC									
struktura tréninků	nestrukturovaný			nízko-strukturovaný				středně - strukturovaný			vysoce - strukturovaný			velmi vysoce - strukturovaný								

Obrázek č. 8 - Youth Physical Development model pro chlapce (Lloyd & Oliver, 2012)

Velikost písma označuje důležitost; světle modré boxy označují preadolescentní období adaptace, tmavě modré boxy označují období adolescentní adaptace. FMS = základní pohybové dovednosti; MC = metabolická kondice; PHV = maximální rychlost růstu; SSS = sportovně specifické dovednosti; YPD = fyzický rozvoj mládeže.

2.7.3 Průběh silového tréninku

K získání maximálních výsledků při ST, je zapotřebí pravidelně dosahovat určitého svalového napětí (Faigenbaum et al., 2003; Behm et al., 2008; Faigenbaum & Micheli, 2012). Většina výzkumů uvádí, že nejvhodnější frekvence zatížení jsou minimálně 2 dny v týdnu, protože ST prováděný jednou týdně může vést k suboptimální adaptaci (Faigenbaum et al., 2003). Strukturovaný silový program tak poskytne začátečníkům naučit se správné provedení techniky, předejít zranění kvůli přetížení a maximalizovat rozvoj svalové síly (Dahab & McCambridge, 2009). Při stanovení intenzity zatížení se odborníci shodují na velikosti maximálně do 80% RM, přičemž počet dodržovat 6-15 opakování při 1-3 sériích (Duhig, 2013).

2.8 Střelba na bránu

Střelba na bránu je v házené je pokládána za nejvíc klíčovou činnost hry, neboť právě skórování rozhoduje o výsledku hry. Aby hráč házené dosáhl úspěchu při pokusu o skórování branky, musí maximalizovat přesnost hodů i rychlost míče. Je obecně známo, že hráči házené používají různé techniky hodů v závislosti na své herní pozici. V házené tvoří cca 73–75 % všech hodů během zápasu střelba na bránu z výskoku, dále střelba s náběhem ze země 14–18 %, trestné hody 6–9%, průnikové akce 2–4% a přímé volné hody 0–1 % (Wagner et al., 2008).

Rozlišují se také různé typy hodů: obouruční hod, jednoruční hod, vrchní hod nad hlavou, boční hod a hod od spodu. Jednoruční vrchní hod patří nejčastější pohyb v házené (obrázek č. 9). Právě tento typ pohybu je považován za nejrychlejší a nejpřesnější (Kaczmarek et al., 2014). „*Jednoruční vrchní hod lze popsat jako přemístění objektu v prostoru použitím jedné ruky s současným natahováním lokte a vnitřní rotací ramene*“ (Sakurai, 2004).



Obrázek č. 9 - interpretace střelby: vrchní hod jednoruč (Ctspanish, 2024)

Je zřejmé, že různé techniky hodů se liší v závislosti na pravidlech hry, různých strategiích a herních situacích. Z mechanického hlediska je však cílem pohybu postupně vyvíjet potenciální energii, která je pak přeměněna na kinetickou energii. V tomto stavu je přenesena na míč plynulým pohybem (Napolitano Jr & Brady, 2002). Ačkoli většina studií týkajících se biomechaniky hodů byla provedena na nadhazovačích baseballových míčů (Wilk et al., 2000; Weber et al., 2014; Erickson et al., 2016), analýza tohoto tématu může pomoci porozumět mechanice hodů v jiných typech sportů včetně házené.

Rameno je součástí kinetického řetězce a je vystaveno velkému stresu z hlediska pohyblivosti a stability síly, vytrvalosti a motorické kontroly svalů. Proto jsou zranění spojená se sporty, které zahrnují různé druhy hodů, velmi běžná. Až 75 % těchto zranění zahrnuje horní končetinu a většina z nich je lokalizována v oblasti ramene (Byram et al., 2010). Základní mechanika a fáze hodů byly zkoumány a popsány mnoha autory již v dřívějších letech (Fleisig et al., 1991; Dillman et al., 1993). Jiní autoři prováděli studie elektromyografické aktivity (EMG) (Campbell et al., 2010; Chalmers et al., 2014). Hody jsou složitou aktivitou kombinující translace a rotační pohyby (Napolitano Jr & Brady, 2002), které vyvíjejí úhlové rychlosti dosahující až 7000 stupňů za sekundu (Wagner et al., 2010). Klade to velký stres na přední i zadní struktury ramene, což vede k mikrotraumatům měkkých tkání kolem kloubu, které může způsobit přetížení a zranění.

3 Cíle a úkoly práce

3.1 Cíle práce

Cílem této práce je posoudit vliv silového tréninku na střelbu na bránu u hráčů házené.

3.2 Úkoly práce

Úkoly této práce pro její splnění byly následující:

- Vyhledat a provést rozbor dostupné literatury pro dané téma.
- Ujistit se, že bude mít tato práce praktický přínos.
- Stanovit hypotézy na základě prostudované literatury a podobných výzkumných prací.
- Najít vhodné testové baterie a měřené parametry.
- Vytvořit intervenční program.
- Provést úvodní testování.
- Aplikovat intervenční program.
- Provést závěrečné testování.
- Analyzovat a vyhodnotit naměřená data.
- Stanovit závěry práce.

3.3 Hypotézy

H1: U experimentální sk. dojde po intervenci k navýšení rychlosti střelby na bránu z 3 krokového náběhu, přičemž velikost efektu bude alespoň 0,8

H2: U experimentální sk. dojde po intervenci k navýšení rychlosti střelby na bránu z výskoku, přičemž velikost efektu bude alespoň 0,7.

H3: U kontrolní sk. nedojde k navýšení rychlosti střelby na bránu z 3 krokového náběhu, přičemž velikost efektu nenabude hodnoty alespoň 0,3.

H4: U kontrolní sk. nedojde k navýšení rychlosti střelby na bránu z výskoku, přičemž velikost efektu nenabude hodnoty alespoň 0,3.

4 Metodika práce

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumné práce se celkově zúčastnilo 20 dětí z házenkářského klubu TJ Dukla Praha. Tyto děti ve věku od 11 do 13 let byly rozděleny do skupiny experimentální, která podstoupila 8týdenní intervenční program, a do skupiny kontrolní, která intervenční program nepodstoupila. Obě skupiny zahrnovaly každá 10 dětí, přičemž rozdělení bylo provedeno náhodně. Testování obou skupin proběhlo před začátkem intervenčního programu a po jeho ukončení v kryté sportovní hale, kterou sportovní klub využívá pro své tréninkové jednotky. Součástí testování bylo také zjištění měsíc a rok narození, tělesné výšky a hmotnosti dětí pro popis výzkumného souboru. Intervenční program probíhal v květnu a červnu 2023 na workoutovém hřišti UK FTVS, přičemž souhlas byl udělen. Veškeré testování a intervenční program probíhal v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR a hráči měli platné sportovní vyšetření. Výzkumu se neúčastnily osoby, které vykazovaly známky infekční/bakteriální nemoci, nebo osoby zraněné, jejichž zranění neumožňovalo naplno vykonávat sportovní činnost.

Tabulka č. 3- Popis výzkumného souboru u Kontrolní skupiny

Kontrolní skupina			
Pohlaví	Věk (roky)		Celkem
	12	13	
Chlapci	5	5	10

Tabulka č. 4 - Popis výzkumného souboru u Experimentální skupiny

Experimentální skupina			
Pohlaví	Věk (roky)		Celkem
	12	13	
Chlapci	2	8	10

4.2 Intervenční program

Tabulka č. 5 - intervenční program silového tréninku 1.-4. týden

Týden 1.						
<u>Cvičení</u>	<u>TUT</u> [°]	<u>Série</u>	<u>io</u> [*]	<u>IO</u> ^{**}	<u>TTUT</u> ^{°°}	<u>Zaměření</u>
Wall squat	25 [°]	3	1 [']	2 [']	75 ^{°°}	DK
Dead hang	25 [°]	3	1 [']	2 [']	75 ^{°°}	HK
Hamstring bridge	25 [°]	3	1 [']	2 [']	75 ^{°°}	DK
High plank	25 [°]	3	1 [']	2 [']	75 ^{°°}	HK
Gluten bridge	25 [°]	3	1 [']	2 [']	75 ^{°°}	DK
Bear crawl (sem.flx.)	25 [°]	3	1 [']	2 [']	75 ^{°°}	HK
Týden 2.						
<u>Cvičení</u>	<u>TUT</u> [°]	<u>Série</u>	<u>io</u> [*]	<u>IO</u> ^{**}	<u>TTUT</u> ^{°°}	<u>Zaměření</u>
Wall squat	28 [°]	3	1 [']	2 [']	84 ^{°°}	DK
Dead hang	28 [°]	3	1 [']	2 [']	84 ^{°°}	HK
Hamstring bridge	28 [°]	3	1 [']	2 [']	84 ^{°°}	DK
High plank	28 [°]	3	1 [']	2 [']	84 ^{°°}	HK
Gluten bridge	28 [°]	3	1 [']	2 [']	84 ^{°°}	DK
Bear crawl (sem.flx.)	28 [°]	3	1 [']	2 [']	84 ^{°°}	HK
Týden 3.						
<u>Cvičení</u>	<u>TUT</u> [°]	<u>Série</u>	<u>io</u> [*]	<u>IO</u> ^{**}	<u>TTUT</u> ^{°°}	<u>Zaměření</u>
Wall squat	35 [°]	3	1 [']	2 [']	96 ^{°°}	DK
Dead hang	35 [°]	3	1 [']	2 [']	96 ^{°°}	HK
Hamstring bridge	35 [°]	3	1 [']	2 [']	96 ^{°°}	DK
High plank	35 [°]	3	1 [']	2 [']	96 ^{°°}	HK
Gluten bridge	35 [°]	3	1 [']	2 [']	96 ^{°°}	DK
Bear crawl (sem.flx.)	35 [°]	3	1 [']	2 [']	96 ^{°°}	HK
Týden 4.						
<u>Cvičení</u>	<u>TUT</u> [°]	<u>Série</u>	<u>io</u> [*]	<u>IO</u> ^{**}	<u>TTUT</u> ^{°°}	<u>Zaměření</u>
Wall squat	37 [°]	3	1 [']	2 [']	111 ^{°°}	DK
Dead hang	37 [°]	3	1 [']	2 [']	111 ^{°°}	HK
Hamstring bridge	37 [°]	3	1 [']	2 [']	111 ^{°°}	DK
High plank	37 [°]	3	1 [']	2 [']	111 ^{°°}	HK
Gluten bridge	37 [°]	3	1 [']	2 [']	111 ^{°°}	DK
Bear crawl (sem.flx.)	37 [°]	3	1 [']	2 [']	111 ^{°°}	HK

[°]čas pod zatížením; ^{°°}celkový čas pod zatížením; ^{*}interval odpočinku mezi sériemi; ^{**}interval odpočinku mezi cviky

Tabulka č. 6 - intervenční program silového tréninku 5.-8. týden

Týden 5.						
<u>Cvičení</u>	<u>Opak.</u>	<u>Série</u>	<u>TUT°</u>	<u>io*</u>	<u>IO**</u>	<u>Zaměření</u>
Step up	8	3	1040	1,5	2,5	DK
Exc Pull up	6	3	1030	1,5	2,5	HK
Nordic	5	3	4000	1,5	2,5	DK
Knee Push up	8	3	3021	1,5	2,5	HK
Lunges	8	3	3110	1,5	2,5	DK
Bench Dips	8	3	3110	1,5	2,5	HK
Týden 6.						
<u>Cvičení</u>	<u>Opak.</u>	<u>Série</u>	<u>TUT°</u>	<u>io*</u>	<u>IO**</u>	<u>Zaměření</u>
Step up	8	3	1040	1,5	2,5	DK
Exc Pull up	8	3	1030	1,5	2,5	HK
Nordic	5	3	4000	1,5	2,5	DK
Knee Push up	8	3	3021	1,5	2,5	HK
Lunges	8	3	3110	1,5	2,5	DK
Bench Dips	8	3	3110	1,5	2,5	HK
Týden 7.						
<u>Cvičení</u>	<u>Opak.</u>	<u>Série</u>	<u>TUT°</u>	<u>io*</u>	<u>IO**</u>	<u>Zaměření</u>
Step up	7	4	1040	1,5	2,5	DK
Exc Pull up	5	4	1030	1,5	2,5	HK
Nordic	5	4	4000	1,5	2,5	DK
Knee Push up	6	4	3021	1,5	2,5	HK
Lunges	7	4	3110	1,5	2,5	DK
Bench Dips	5	4	3110	1,5	2,5	HK
Týden 8.						
<u>Cvičení</u>	<u>Opak.</u>	<u>Série</u>	<u>TUT°</u>	<u>io*</u>	<u>IO**</u>	<u>Zaměření</u>
Step up	6	4	1040	1,5	2,5	DK
Exc Pull up	6	4	1030	1,5	2,5	HK
Nordic	5	4	4000	1,5	2,5	DK
Knee Push up	6	4	3021	1,5	2,5	HK
Lunges	6	4	3110	1,5	2,5	DK
Bench Dips	6	4	3110	1,5	2,5	HK

°čas pod zatížením; *interval odpočinku mezi sériemi; **interval odpočinku mezi cviky

Intervenční program byl vytvořen na základě adaptačního principu, zohlednění biologických aspektů a několika vědeckých studií/ doporučení, přičemž byly následovány postupy nejen Americké asociace pediatriů, ale také odborníků, kteří se touto problematikou zabývají (Faigenbaum et al., 2003; Behm et al., 2008; Duhig, 2013; Gabbett, 2019; Stricker et al., 2020). Výše zmíněné postupy se týkají výběru cvičení, počtu opakování a sérií, intenzity zatížení a progresu zatížení.

První 4 týdny byly zaměřeny na izometrický trénink neboť právě ten může být více vhodnější pro začátečníky a to z důvodů zmíněných v kapitole 2.3.2 a budování kapacity zatížení pro svalové úpony (Oranchuk et al., 2019a, 2019b). Další 4 týdny byly zaměřeny na excentrickou fázi svalové kontrakce, neboť excentrický trénink vyvolává větší adaptace ve svalové architektuře, zejména z hlediska délky svalových svazků, což naznačuje přidání sarkomer do série, zvláště v distální části svalu, kde je stimulace strečkem největší, což hraje větší roli v prevenci zranění (Benford et al., 2021). Při excentrické kontrakci dochází k větší produkci síly s nižším metabolickým požadavkem, což je částečně důsledkem nižší aktivity svalů při generování stejného výkonu (Peñailillo et al., 2017). Názvy cviků byly zvoleny v anglickém jazyce z důvodů mezinárodního označení cvičení, která by mohla by přeložena mylně.

4.3 Metody získání dat

Pro získání dat bylo využito:

- **Radar Stalker PRO II.:** měření rychlosti střelby

Rychlostní rozsah:	5 - 150 MPH (8 km/h - 241 km/h)
Přesnost:	+/- 3 % čtení
Maximální časová vzdálenost:	300 stop nerušeného výhledu (91 metrů)
Typ produktu Stacionární:	Dopplerův radar
Počítačový procesor:	Procesor digitálního signálu
Typ displeje:	Liquid Crystal
Provozní teplota:	-20F až +120F (-28C - 48C)
Skladovací teplota:	-40F až +140F (-40C - 60C)
Hmotnost (s bateriemi):	1,75 libry (0,8 kg)
Rozměry:	8"V x 3"Š x 6,5"D (203 mm x 76 mm x 165 mm)
Materiál pouzdra:	ABS

- **Optojump:** měření vertikální výskoku

Interní napájecí zdroj: dobíjecí	Li-ion baterie 7,4 V 1800 mAh
Externí napájecí zdroj:	24 V DC $\pm 5\%$
Vlnová délka infračerveného záření:	890 nm
Počet optických senzorů:	96 na metr
Prostorové rozlišení:	1,041 cm
Výška senzoru:	3 mm
Přesnost času:	1 milisekunda
Provozní teplota:	0°C ~ +35°C
Teplota skladování:	-25°C ~ +70°C
Maximální vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem:	6 m
Rozměry:	1100 mm x 100 mm x 100 mm

- **Osobní váha:** měření tělesné hmotnosti
- **Antropometr:** měření tělesné výšky
- **Měřicí pásmo:** ověření vzdálenosti pro testování
- **Házenkářský míč:** 290-330 g, velikost IHF 1

Střelba na bránu byla prováděna vrchní střelbou jednoruč:

1. Střelba z čáry sedmimetrového hodu, z 3 krokového náběhu (Obrázek č. 10)
2. Střelba z čáry sedmimetrového hodu, z výskoku po trojtaktu

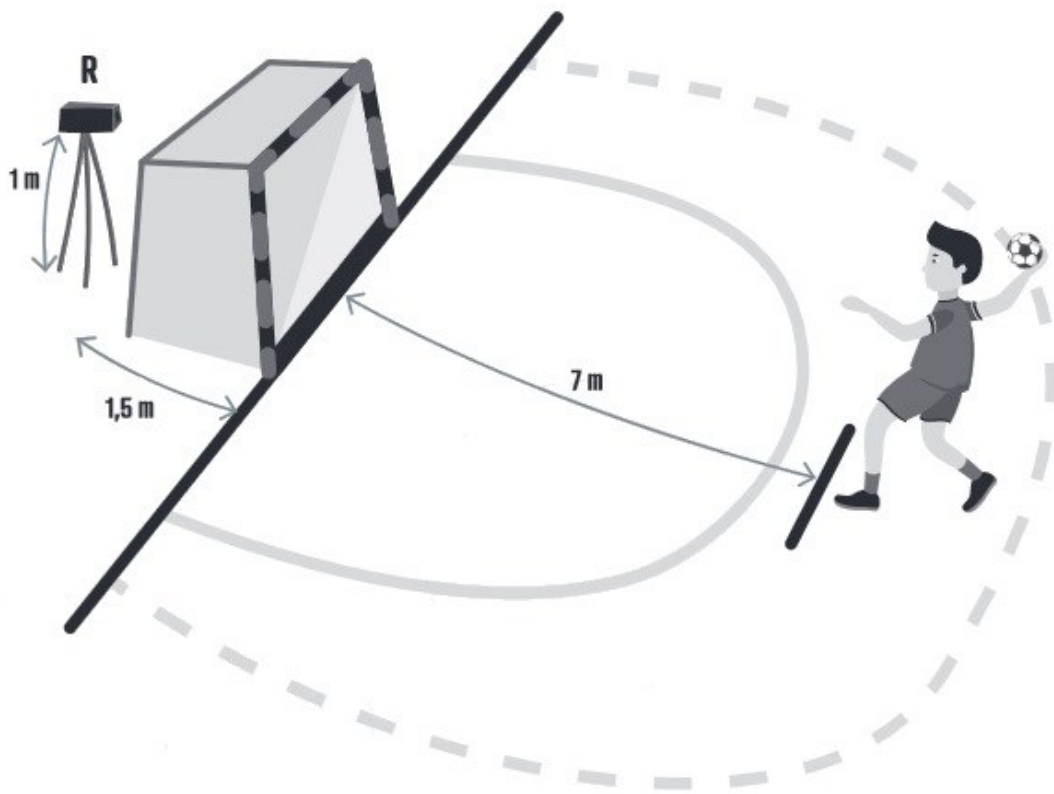
Měření výskoku v následujícím provedení:

1. Výskok s protipohybem bez pomoci rukou (CMJ) (Obrázek č. 11)
2. Výskok s protipohybem s pomocí rukou (CMF FA) (Obrázek č. 12)

Popis měření:

- Veškerému testování předcházelo důkladné rozcvičení, včetně 3 zkušebních pokusů.
- Radar pro rychlost měření umístěn za bránu do středu.
- Hráč střílel na bránu dle pokynů, maximální rychlostí, s co největší přesností na střed brány.
- Při střelbě hráči nesměli přešlápnout odhodovou čáru.
- Každý hráč měl 3 pokusy, přičemž se ve výsledcích vyhodnocuje ten nejlepší.
- Každý hráč nejprve provedl první pokusy a ve stejném pořadí následovali další pokusy (aby byla zachována stejná doba odpočinku pro každého hráče)
- Měření výskoku bylo prováděno stejným principem jako u střelby na bránu

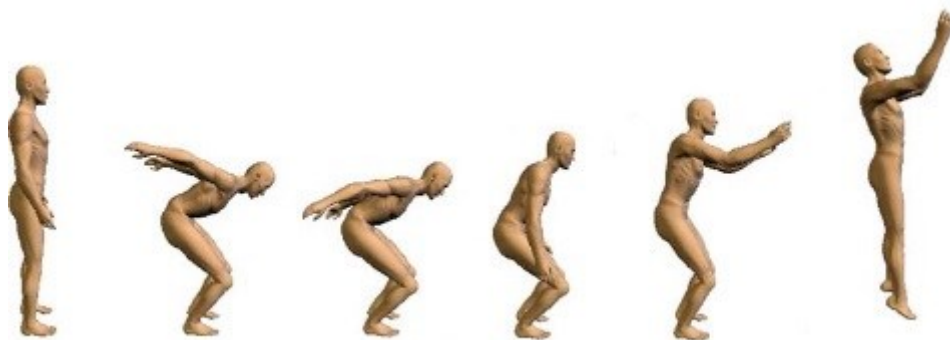
Ačkoli měření výskoku není předmětem testování (hypotéz), tato měření byla provedena z důvodu podložení teorie a ověření efektivity intervenčního programu ve smyslu ověření síly DK a koordinace pohybu při výskoku s pomocí rukou. Ke sběru dat bylo zapotřebí získat souhlas etické komise UK a informovaný souhlas zástupců nezletilých dětí. Všechny měřené testy jsou součástí testové baterie ČSH.



Obrázek č. 10 – vyobrazení způsobu testování rychlosti střelby na bránu dle testové baterie ČSH (ČSH, 2020)



Obrázek č. 11 - výskok s protipohybem bez pomoci rukou (Lees et al., 2004)



Obrázek č. 12 - výskok s protipohybem s pomocí rukou (Lees et al., 2004)

4.4 Metody zpracování dat

Veškerá naměřená data byla při měření zaznamenávána do záznamového archu. Každý hráč prováděl 3 pokusy u každého z měřených testů, tj. výskok s protipohybem bez rukou, výskok s protipohybem s pomocí rukou, střelba z 3 krokového náběhu a střelba z trojtaktu s výskokem. Ze všech pokusů byly vybrány pokusy, jež dosahovaly nejlepších hodnot, tzn. u výskoku nejvyšší dosažená výška, u střelby na bránu nejvyšší dosažená rychlost letu míče. Z těchto hodnot byl následně vypočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylka pro grafické zobrazení ve sloupcovém grafu jak pro kontrolní, tak pro experimentální skupinu. Statistická významnost byla určena pomocí software R commander, přičemž byl použit párový T-test (v rámci jedné skupiny před a po testování) a výpočet velikosti efektu pomocí Cohenova D.

5 Výsledky

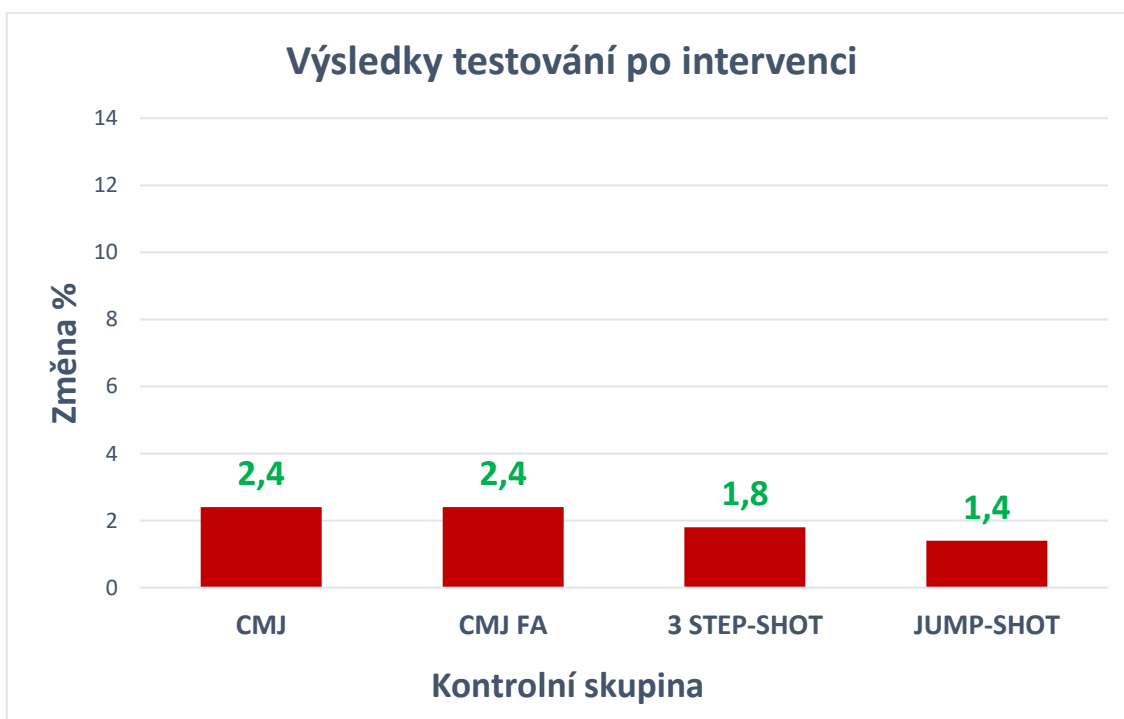
Tabulka č. 7 - výsledky testů u Kontrolní a Experimentální skupiny

	Kontrolní skupina (n =10)						Experimentální skupina (n =10)					
	Průměr-PRE			Průměr-POST			Průměr-PRE			Průměr-POST		
	(SD)	(SD)	(SD)	95%CI	t-hodnota	p-hodnota	d-hodnota (ES)	95%CI	t-hodnota	p-hodnota	d-hodnota (ES)	
CMJ Výška (cm)	22,2 (4,5)	22,7 (4,3)*	0,06; 1,03	t = 2,55	0,03085		d = 0,12	0,06; 1,03	t = 2,49;	4,726E-06		d = 0,48
CMJ FA Výška (cm)	25,3 (4,4)	25,9 (4,9)*	-0,05; 1,31	t = 2,07	0,06788		d = 0,13	-0,05; 1,31	t = 25,49	1,059E-9		d = 0,64
3 step-shot (km/h)	62,2 (6,0)	63,3 (5,3)*	0,28; 1,97	t = 3,01	0,01454		d = 0,11	0,28; 1,97	t = 23,46	2,214E-9		d = 0,86
Jump-shot (km/h)	59,5 (7,2)	60,3 (7,3)**	0,59; 1,08	t = 7,79	2,71E-05		d = 0,19	0,59; 1,08	t = 16,58	4,697E-8		d = 0,95

CMJ-counter movement jump; CMJ FA-counter movement jump free arms; 95% konfidenční interval průměrného rozdílu mezi před testem a po testu; ES - effect size; *Značí statisticky významný rozdíl oproti Pre-testu (P < 0.05); **Značí statisticky významný rozdíl oproti Pre-testu (P < 0.01); d > 0,5 (střední efekt); d > 0,8 (velký efekt)



Graf č. 3 - Grafické vyobrazení výsledků experimentální skupiny po intervenci



Graf č. 4 - Grafické vyobrazení výsledků kontrolní skupiny po intervenci

Výsledky měření ukazují, že experimentální skupina zaznamenala významné zlepšení v testech výskoků a rychlosti střelby na bránu (graf č. 3). Po aplikaci intervenčního programu došlo k nárůstu výšky ve vertikálním skoku bez použití paží (CMJ) o průměrně 3,2 cm, což je statisticky významný rozdíl, jak ukazuje nízká p-hodnota a vyšší t-hodnota v porovnání s kontrolní skupinou, kde nárůst byl pouze 0,5 cm.

U testu CMJ FA, který zahrnuje skok s použitím paží, experimentální skupina opět ukázala větší zlepšení o 4,3 cm ve srovnání s kontrolní skupinou, kde nárůst byl jen 0,6 cm. I zde jsou t-hodnoty a p-hodnoty přesvědčivě nízké, což potvrzuje statistickou významnost zlepšení.

Zvýšení rychlosti ve 3 step-shotu (o 6,1 km/h) a jump-shotu (o 8,3 km/h) v experimentální skupině bylo také statisticky významné a výraznější než v kontrolní skupině. Cohenovo D naznačuje střední až velký efekt velikosti pro tyto výsledky, což znamená, že intervenční program měl pozitivní dopad na výkonnost účastníků.

Směrodatné odchylky v experimentální skupině byly po intervenčním programu vyšší, což naznačuje větší variabilitu ve výkonech účastníků. Velká směrodatná odchylka může být interpretována jako důkaz toho, že účastníci reagovali na intervenční program různě, možná kvůli individuálním rozdílům v tréninkové odezvě nebo kondičním rozdílům mezi hráči.

Obecně platí, že nízké p-hodnoty napříč všemi testovanými metrikami ve skupině, která podstoupila intervenční program, potvrzují, že pozorované zlepšení jsou statisticky významné a nelze je připsat náhodě. Cohenovo D odhaluje, že tento efekt je od malého po velký, což poskytuje důležitý vhled do praktické významnosti zjištěných změn.

6 Diskuze

V rámci této práce bylo zjištěno, že účastníci experimentální skupiny, kteří absolvovali silový trénink jednou týdně po dobu 8 týdnů, prokázali statisticky významné zlepšení rychlosti střelby na bránu a výšce výskoku v porovnání s kontrolní skupinou, která silový trénink neabsolvovala. To podtrhuje důležitost silového tréninku v přípravě mladých sportovců, který byl pečlivě navržen tak, aby cílil na základní pohybové vzorce (dřep, tlak, tah, kyčelní ohyb) a hlavní svalové skupiny.

Toto zjištění podporují výše zmíněné výzkumy, které naznačují, že silový trénink může pozitivně ovlivnit rychlost střelby v házené. Tyto studie však často zahrnovaly častější tréninkové režimy (alespoň 2x týdně). Vyšší hodnoty směrodatných odchylek ve výsledcích naznačují větší variabilitu výzkumného souboru, což zdůrazňuje potřebu právě individualizace tréninkových programů, neboť reakce organismu na silový trénink je odlišná.

Diskuze o koordinačních schopnostech ve věku 11 až 13 let odhaluje, že v tomto období dochází k významnému rozvoji, ale také k velkým individuálním rozdílům. Významná je rovněž reflexe toho, proč může být střelba s výskokem pomalejší než střelba s náběhem ze země. To naznačuje fakt, že u obou skupin byl pozorován ještě před intervencí značný rozdíl mezi střelbou na bránu s výskokem a střelbou s náběhem ze země. Koordinace a synchronizace pohybů potřebná pro efektivní výskok a následnou střelbu vyžaduje vyšší úroveň neuromuskulárních schopností, které se u mladších hráčů teprve vyvíjejí. To vysvětluje, proč intervence zaměřená výhradně na silový trénink nemusí okamžitě vést k výraznému zlepšení ve střelbě z výskoku oproti střelbě ze země. Z výsledků lze však pozorovat, že u experimentální skupiny byl snížen rozdíl mezi střelbou z výskoku a střelbou ze země. To může být zapříčiněno tím, že silový trénink podporuje rozvoj koordinačních schopností (Sánchez Pastor et al., 2023). Z toho důvodu byl také zařazen test na výšku výskoku, ačkoli hypotézy obsahují pouze tvrzení spojené s rychlostí střelbou. Právě při pozorování výskoku s pomocí paží byly vidět koordinační obtíže u některých hráčů, neboť nedokázaly zkoordinovat součinnost práce DK a HK při výskoku.

To že má silový trénink pozitivní vliv na schopnosti specifické pro házenou (výška výskoku, délka výskoku, změny směru, sprint) potvrdili například i Hammami et al. (2019). Ti provedli studii, ve které analyzovali efekt silové tréninku na schopnostech důležitých pro herní výkon v házené u dívek ($n = 28$) ve věku $16,6 \pm 0,3$. Výsledky studie ukazují, že po intervenci 10 týdnů došlo u experimentální skupiny k významnému zlepšení u všech měřených testování: sprinty (10 m: 11,7 %, 20 m: 10,4 %), změny směru (T-half: 5,1 %, MF-test: 4,2 %), opakované změny směru (nejlepší čas: 5,9 %), skákání (SJ: 19 %, CMJ: 20,3 %), síla (1RM half-squat: 24 %).

Rozvoj silových schopností za účelem zvýšení rychlosti střelby je možno provádět mnoha způsoby. Jedná se například o trénink pomoci medicinbalů (Raeder et al., 2015), plyometrického tréninku dolních i horních končetin (Chelly et al., 2014), silového tréninku s využitím elastických gum (Bauer et al., 2021) nebo kombinace několika silových metod (Cetin & Ozdol, 2012). Všechny tyto studie však prováděly silový trénink alespoň 2x týdně, a to minimálně po dobu 6-(10) týdnů. Z toho může vyplývat, že pravidelnost cvičení může hrát větší roli než délka období cvičení, přičemž pozorované efekty silového tréninku jsou prováděny alespoň 2x týdně (Serra et al., 2015). Je však důležité zmínit, že doba alespoň 6 týdnů se jeví jako minimální pro budování a rozvoj svalové síly, přičemž je zapotřebí cvičit alespoň 2x týdně (Zatsiorsky et al., 2020).

Takto se jeví, že jakýkoli typ silového tréninku na jakékoli svalové partie má pozitivní přenos do specifických pohybů v daném sportu. Avšak například výzkum od autorů Kuhn et al. (2018) se zabýval výhradně posilováním stability na střed těla. Výsledky tohoto výzkumu však neprokázaly žádný signifikantní efekt na rychlost střelby v házené.

Na závěr je důležité zmínit, že hráči neměli žádné předchozí zkušenosti se strukturovaným silovým tréninkem, proto byly v některých případech zjednodušeny cviky, jako např. shyby s dopomocí expandérů, aby hráči zvládl požadovaný počet opakování.

6.1 Potvrzení hypotéz

H1: U experimentální sk. dojde po intervenci k navýšení rychlosti střelby na bránu z 3 krokového náběhu, přičemž velikost efektu bude alespoň 0,8

- Hypotéza potvrzena. ES dosahuje hodnoty 0,86.

H2: U experimentální sk. dojde po intervenci k navýšení rychlosti střelby na bránu z výskoku, přičemž velikost efektu bude alespoň 0,7.

- Hypotéza potvrzena. ES dosahuje hodnoty 0,95

H3: U kontrolní sk. nedojde k navýšení rychlosti střelby na bránu z 3 krokového náběhu, přičemž velikost efektu nenabude hodnoty alespoň 0,3.

- Hypotéza potvrzena. ES dosahuje hodnoty 0,11

H4: U kontrolní sk. nedojde k navýšení rychlosti střelby na bránu z výskoku, přičemž velikost efektu nenabude hodnoty alespoň 0,3.

- Hypotéza potvrzena. ES dosahuje hodnoty 0,19

7 Závěry

Na základě této experimentální práce zaměřené na vliv silového tréninku na rychlost střelby v házené u hráčů ve věku od 11 do 13 let jsem došel k řadě poznatků, které mají přínosné důsledky pro tréninkovou praxi. V první řadě je třeba zdůraznit, že přestože byl silový trénink aplikován v relativně obecné formě a nebyl specificky cílen na konkrétní dovednosti v házené, bylo vyzorováno zlepšení ve výšce výskoku a rychlosti střelby u experimentální skupiny ve srovnání s kontrolní skupinou. To naznačuje, že i obecný silový trénink může být pro mladé sportovce přínosný, pokud jde o zlepšení klíčových výkonnostních ukazatelů v určitém sportu.

Důležité je si uvědomit, že zlepšení rychlosti střelby nemusí nutně pramenit jen z nárůstu svalové síly, ale může být také výsledkem lepší neuromuskulární koordinace a efektivnějšího přenosu síly skrze kinetický řetězec těla. Tato zjištění jsou v souladu s teorií, že silový trénink může v mladém věku přispět nejen k zvýšení svalové síly, ale také k rozvoji motorických dovedností a koordinace.

Další důležitou součástí mého zjištění je potvrzení, že silový trénink je pro děti ve věku 11 až 13 let bezpečný, pokud je prováděn pod odborným dohledem a s přihlédnutím k vhodným metodám a intenzitě. Tato skutečnost by měla rozptýlit obavy z možných negativních důsledků silového tréninku na zdraví a vývoj mladých sportovců.

Z hlediska praktických doporučení pro trenéry a pedagogy pracující s mládeží je klíčové, aby byl silový trénink integrován do tréninkového programu s ohledem na individuální potřeby a vývojové fáze mladých sportovců. Trenéři by měli klást důraz na správnou techniku provádění cviků, postupnou progresi zátěže a kombinaci různých typů tréninku - nejen čistě silového, ale i plyometrického a koordinačního cvičení, které společně podporují celkový pohybový vývoj.

V neposlední řadě je třeba zdůraznit, že silový trénink by měl být doplněn o dostatečný odpočinek a regeneraci, stejně jako o vyváženou stravu, která podpoří růst, vývoj a zotavení mladých sportovců.

Výsledky mé práce tak přinášejí cenné informace pro trenéry a odborníky, kteří se zabývají tréninkem mladých sportovců. Poukazují na to, že silový trénink může být efektivním nástrojem pro zlepšení sportovního výkonu, zvýšení odolnosti vůči zraněním a podporu zdravého vývoje dětí a mládeže, pokud je začleněn do tréninkového programu uvážlivě a s důrazem na kvalitu provedení.

8 Limitace

1. **Vzorek účastníků:** Omezená velikost vzorku a specifická věková skupina (hráči ve věku od 11 do 13 let) mohou omezovat obecnost zjištění. Výsledky se tedy nemusí nutně projevit u hráčů jiných věkových kategorií nebo u hráčů s odlišnou úrovní dovedností a fyzické připravenosti.
2. **Frekvence silové tréninku:** Krátkodobý charakter a nízká frekvence ST může být nedostatečný k posouzení dlouhodobějších efektů silového tréninku na rychlost střelby a další aspekty sportovní výkonnosti. Delší sledování by mohlo poskytnout hlubší porozumění adaptacím vyvolaným tréninkem.
3. **Specifičnost tréninku:** Vzhledem k tomu, že silový trénink nebyl navržen specificky pro házenou, mohou existovat další, více specializované tréninkové přístupy, které by měly na rychlost střelby větší vliv. Integrace specifických pohybů a technik z házené by mohla zlepšit relevanci a efektivitu tréninku.
4. **Testování více proměnných:** I když byly použity standardizované metody pro měření rychlosti střelby, další aspekty herního výkonu, jako je přesnost střelby, síla odrazu a další motorické dovednosti, nebyly hodnoceny. Komplexnější posouzení herního výkonu by mohlo poskytnout úplnější obraz o vlivu silového tréninku.
5. **Kontrola vnějších faktorů:** Možné vnější faktory, jako jsou stravovací návyky, odpočinek a regenerace, mimoškolní aktivity nebo další sportovní tréninky, nebyly v této studii podrobně sledovány.

9 Reference

1. Afonso, J., Ramirez-Campillo, R., Moscão, J., Rocha, T., Zacca, R., Martins, A., Milheiro, A. A., Ferreira, J., Sarmiento, H., & Clemente, F. M. (2021). Strength training versus stretching for improving range of motion: a systematic review and meta-analysis. *Healthcare*,
2. Alver, B. A., Sell, K., & Deuster, P. A. (2017). *NSCA's essentials of tactical strength and conditioning*. Human Kinetics.
3. Ament, W., & Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports medicine*, 39, 389-422.
4. Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P., & da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.
5. Annesi, J., Westcott, W., Faigenbaum, A., & Unruh, J. (2006). Effects of a 12-Week Physical Activity Protocol Delivered by YMCA After-School Counselors (Youth Fit For Life) on Fitness and Self-Efficacy Changes in 5–12-Year-Old Boys and Girls. *Research quarterly for exercise and sport*, 76, 468-476.
6. Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British journal of sports medicine*, 39(6), 324.
7. Banyard, H. G., Nosaka, K., Sato, K., & Haff, G. G. (2017). Validity of various methods for determining velocity, force, and power in the back squat. *International journal of sports physiology and performance*, 12(9), 1170-1176.
8. Banyard, H. G., Nosaka, K., Vernon, A. D., & Haff, G. G. (2018). The reliability of individualized load–velocity profiles. *International journal of sports physiology and performance*, 13(6), 763-769.
9. Banyard, H. G., Tufano, J. J., Delgado, J., Thompson, S., & Nosaka, K. (2018). Comparison of velocity-based and traditional 1RM-percent-based prescription on acute kinetic and kinematic variables. *International journal of sports physiology and performance*.

10. Barbieri, D., & Zaccagni, L. (2013). Strength Training for Children and Adolescents: Benefits and Risks. *Collegium antropologicum*, 37, 219-225.
11. Bauer, J., Schwiertz, G., & Muehlbauer, T. (2021). Effects of an elastic resistance band intervention in adolescent handball players. *Sports Medicine International Open*, 5(02), E65-E72.
12. Bayios, I. A., Anastasopoulou, E., Sioudris, D., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229-235.
13. Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M., & Carson, B. P. (2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports medicine*, 44, 845-865.
14. Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(3), 547-561.
15. Benford, J., Hughes, J., Waldron, M., & Theis, N. (2021). Concentric versus eccentric training: Effect on muscle strength, regional morphology, and architecture. *Translational Sports Medicine*, 4(1), 46-55.
16. Bestwick-Stevenson, T., Toone, R., Neupert, E., Edwards, K., & Kluzek, S. (2022). Assessment of Fatigue and Recovery in Sport: Narrative Review. *Int J Sports Med*, 43(14), 1151-1162.
17. Betts, J. G., College, T. J., Desaix, P., & Johnson, E. (2017). *Anatomy & Physiology*. OpenStax.
18. Bird, S., Wilson, G., O'Connor, D., Baker, D., & Jones, J. (2008). Resistance training for children and youth: A position stand from the Australian Strength and Conditioning Association (ASCA) Part 1. *Journal of Australian Strength and Conditioning*. 16, 35-42.
19. Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.
20. Bompa, T. O., Di Pasquale, M., & Cornacchia, L. (2012). *Serious strength training*. Human Kinetics.

21. Bragazzi, N. L., Rouissi, M., Hermassi, S., & Chamari, K. (2020). Resistance Training and Handball Players' Isokinetic, Isometric and Maximal Strength, Muscle Power and Throwing Ball Velocity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 17(8).
22. Brown, L. E. (2017). *Strength training* (2nd ed.). Human Kinetics.
23. Brukner, P. (2012). *Brukner & Khan's clinical sports medicine*. McGraw-Hill North Ryde.
24. Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F. E., & Noonan, T. J. (2010). Preseason Shoulder Strength Measurements in Professional Baseball Pitchers: Identifying Players at Risk for Injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(7), 1375-1382.
25. Caine, D., Caine, C., & Maffulli, N. (2006). Incidence and distribution of pediatric sport-related injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(6), 500-513.
26. Campbell, B. M., Stodden, D. F., & Nixon, M. K. (2010). Lower extremity muscle activation during baseball pitching. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 964-971.
27. Carbone, S., Del Buono, M. G., Ozemek, C., & Lavie, C. J. (2019). Obesity, risk of diabetes and role of physical activity, exercise training and cardiorespiratory fitness. *Progress in cardiovascular diseases*, 62(4), 327-333.
28. Cetin, E., & Ozdol, Y. (2012). Jump shot performance and strength training in young team handball players. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3187-3190.
29. Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S. H., Munk, R., & Myklebust, G. (2014). Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *British journal of sports medicine*.
30. Clifford, C., Challoumas, D., Paul, L., Syme, G., & Millar, N. L. (2020). Effectiveness of isometric exercise in the management of tendinopathy: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ open sport & exercise medicine*, 6(1), e000760.

31. Collins, H., Booth, J. N., Duncan, A., & Fawkner, S. (2019). The effect of resistance training interventions on fundamental movement skills in youth: a meta-analysis. *Sports medicine-open*, 5(1), 1-16.
32. Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jiménez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1099-1106.
33. Costeiu, A. (2019). *Five players with the fastest shot*. <https://www.eurohandball.com/en/news/en/five-players-with-the-fastest-shot/>
34. Cozette, M., Leprêtre, P.-M., Doyle, C., & Weissland, T. (2019). Isokinetic Strength Ratios: Conventional Methods, Current Limits and Perspectives [Opinion]. *Frontiers in Physiology*, 10.
35. Ctspanish. (2024). *What is handball?* <https://www.ctspanish.com/legends/king/handball.htm>
36. ČSH. (2020). Nová testová baterie ČSH. In.
37. Dahab, K. S., & McCambridge, T. M. (2009). Strength training in children and adolescents: raising the bar for young athletes? *Sports Health*, 1(3), 223-226.
38. Dillman, C. J., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 18(2), 402-408.
39. DiSanto, M., Valentine, G., & Boutagy, N. (2015). Weightlifting Movements From Full Extension: The Snatch and Clean. *Strength & Conditioning Journal*, 37(1), 1-4.
40. Duhig, S. J. (2013). Strength training for the young athlete. *J Aust Strength Cond*, 21, 5-13.
41. Edouard, P., Degache, F., Oullion, R., Plessis, J.-Y., Gleizes-Cervera, S., & Calmels, P. (2013). Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *International journal of sports medicine*, 654-660.

42. El Araby, H. E. S. (2010). The effectiveness of using the ballistic training for developing the muscular ability on the strength and accuracy of High-jump shooting upon handball players. *World Journal of Sport Sciences*, 3, 572-577.
43. Elagizi, A., Kachur, S., Carbone, S., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2020). A review of obesity, physical activity, and cardiovascular disease. *Current obesity reports*, 9, 571-581.
44. Erickson, B. J., Thorsness, R. J., Hamamoto, J. T., & Verma, N. N. (2016). The biomechanics of throwing. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 24(3), 156-161.
45. Etxebarria, N., Mujika, I., & Pyne, D. B. (2019). Training and Competition Readiness in Triathlon. *Sports (Basel)*, 7(5).
46. Faigenbaum, A., & Micheli, L. (2012). Youth Strength Training. *Sports Medicine Bulletin*, 32(2), 28.
47. Faigenbaum, A., Milliken, L., Loud, R., Burak, B., Doherty, C., & Westcott, W. (2003). Comparison of 1 and 2 Days Per Week of Strength Training in Children. *Research quarterly for exercise and sport*, 73, 416-424.
48. Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res*, 23(5 Suppl), S60-79.
49. Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med*, 44(1), 56-63.
50. Falch, H. N., Kristiansen, E. L., Haugen, M. E., & van den Tillaar, R. (2021). Association of Performance in Strength and Plyometric Tests with Change of Direction Performance in Young Female Team-Sport Athletes. *J Funct Morphol Kinesiol*, 6(4).
51. Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*, 4E. Human Kinetics.

52. Fleisig, G., Dillman, C., & Andrews, J. (1991). A biomechanical description of the shoulder joint during pitching. *Sports Med Update*, 1(9), 9.
53. França, E. F., Antunes, A., Da Silva, A. C., Guerra, M. L. M., Cossote, D. F., & Bonfim, J. (2022). Concepts and principles of sports training: A narrative review based on the classic literature of reference. *Int. J. Phys. Educ. Sports Health*, 9, 214-217.
54. Fukuda, D. H. (2019). Assessments for Sport and Athletic Performance (H. Kinetics, Ed.).
55. Gabbett, T. (2019). How Much? How Fast? How Soon? Three Simple Concepts for Progressing Training Loads to Minimize Injury Risk and Enhance Performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 50, 1-9.
56. García-Ramos, A., Pestaña-Melero, F. L., Pérez-Castilla, A., Rojas, F. J., & Haff, G. G. (2018). Mean velocity vs. mean propulsive velocity vs. peak velocity: which variable determines bench press relative load with higher reliability? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(5), 1273-1279.
57. González-Badillo, J. J., Yañez-García, J. M., Mora-Custodio, R., & Rodríguez-Rosell, D. (2017). Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *International journal of sports medicine*, 38(03), 217-225.
58. Haff, & Triplett. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4th ed.). Human Kinetics.
59. Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning* 4th edition. Human kinetics.
60. Hammami, M., Gaamouri, N., Aloui, G., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of a Complex Strength-Training Program on Athletic Performance of Junior Female Handball Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 163-169.
61. Hermassi, S., Chelly, M. S., Fieseler, G., Bartels, T., Schulze, S., Delank, K.-S., Shephard, R. J., & Schwesig, R. (2017). Effects of in-season explosive strength training on maximal leg strength, jumping, sprinting, and intermittent aerobic performance in male handball athletes. *Sportverletzung: Sportschaden*, 31(03), 167-173.

62. Hind, K., & Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone*, 40(1), 14-27.
63. Chalmers, P. N., Trombly, R., Cip, J., Monson, B., Forsythe, B., Nicholson, G. P., Bush-Joseph, C. A., Cole, B. J., Wimmer, M. A., & Romeo, A. A. (2014). Postoperative restoration of upper extremity motion and neuromuscular control during the overhand pitch: evaluation of tenodesis and repair for superior labral anterior-posterior tears. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(12), 2825-2836.
64. Chekroud, S. R., Gueorguieva, R., Zheutlin, A. B., Paulus, M., Krumholz, H. M., Krystal, J. H., & Chekroud, A. M. (2018). Association between physical exercise and mental health in 1·2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: a cross-sectional study. *The lancet psychiatry*, 5(9), 739-746.
65. Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., & Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1401-1410.
66. Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1480-1487.
67. IHF. (2022). *New rules to be enforced in handball from 1 July 2022*. <https://www.ihf.info/media-center/news/new-rules-be-enforced-handball-1-july-2022>
68. Izquierdo, M., González-Badillo, J., Häkkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W., Altadill, A., Eslava, J., & Gorostiaga, E. M. (2006). Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *International journal of sports medicine*, 27(09), 718-724.

69. Kaczmarek, P., Lubiowski, P., Cisowski, P., Grygorowicz, M., Lepski, M., Długosz, J., Ogrodowicz, P., Dudzinski, W., Nowak, M., & Romanowski, L. (2014). Shoulder problems in overhead sports. Part I - biomechanics of throwing. *Polish orthopedics and traumatology*, 79, 50-58.
70. Kasper, K. (2019). Sports Training Principles. *Curr Sports Med Rep*, 18(4), 95-96.
71. Kasper, K. (2019). Sports Training Principles. *Current Sports Medicine Reports*, 18(4), 95-96.
72. Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Hymer, W. C., Nindl, B. C., & Fragala, M. S. (2020). Growth hormone (s), testosterone, insulin-like growth factors, and cortisol: roles and integration for cellular development and growth with exercise. *Frontiers in endocrinology*, 11, 33.
73. Kreher, J. B., & Schwartz, J. B. (2012). Overtraining syndrome: a practical guide. *Sports Health*, 4(2), 128-138.
74. Krüger, K., Pilat, C., Uckert, K., Frech, T., & Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *J Strength Cond Res*, 28(1), 117-125.
75. Kuhn, L., Weberruß, H., & Horstmann, T. (2018). Effects of core stability training on throwing velocity and core strength in female handball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59.
76. Langevoort, G., Myklebust, G., Dvorak, J., & Junge, A. (2007). Handball injuries during major international tournaments. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(4), 400-407.
77. Laver, Landreau, Seil, & Popovic. (2018). *Handball Sports Medicine* (1st ed. ed.). Springer.
78. Lees, A., Vanrenterghem, J., & Clercq, D. D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37(12), 1929-1940.

79. Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
80. Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Brief review: effects of isometric strength training on strength and dynamic performance. *International journal of sports medicine*, 40(06), 363-375.
81. Lum, D., Barbosa, T. M., Joseph, R., & Balasekaran, G. (2021). Effects of Two Isometric Strength Training Methods on Jump and Sprint Performances: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3(2), 115-124.
82. Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., Papadopoulos, K., Suchomel, T. J., Comfort, P., & Turner, A. (2020). The benefits of strength training on musculoskeletal system health: practical applications for interdisciplinary care. *Sports medicine*, 50(8), 1431-1450.
83. Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology*, 116(6), 1091-1116.
84. Maffulli, N., Margiotti, K., Longo, U. G., Loppini, M., Fazio, V. M., & Denaro, V. (2013). The genetics of sports injuries and athletic performance. *Muscles Ligaments Tendons J*, 3(3), 173-189.
85. Malina, R. (2006). Weight Training in Youth-Growth, Maturation, and Safety: An Evidence-Based Review. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 16, 478-487.
86. Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clin J Sport Med*, 16(6), 478-487.
87. McCambridge, T. M., & Stricker, P. R. (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 121(4), 835-840.

88. Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 878-891.
89. Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *Int J Sports Med*, 34(7), 590-599.
90. Musálek, M., Sedlak, P., Dvořáková, H., Vážná, A., Novák, J., Kokštejn, J., Vokounová, Š., Beránková, A., & Pařízková, J. (2021). Insufficient physical fitness and deficits in basic eating habits in normal-weight obese children are apparent from pre-school age or sooner. *Nutrients*, 13(10), 3464.
91. Napolitano Jr, R., & Brady, D. M. (2002). The diagnosis and treatment of shoulder injuries in the throwing athlete. *Journal of Chiropractic Medicine*, 1(1), 23-30.
92. Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3, 82.
93. Norcross, M. F., Lewek, M. D., Padua, D. A., Shultz, S. J., Weinhold, P. S., & Blackburn, J. T. (2013). Lower extremity energy absorption and biomechanics during landing, part II: frontal-plane energy analyses and interplanar relationships. *J Athl Train*, 48(6), 757-763.
94. Onwunzo, C. N., Igwe, S. E., Umunnah, J. O., Uchenwoke, C. I., Ezugwu, U. A., ONWUNZO, C. N., IGWE, S., UMUNNAH, J., UCHENWOKE, C., & EZUGWU, U. (2021). Effects of isometric strengthening exercises on pain and disability among patients with knee osteoarthritis. *Cureus*, 13(10).
95. Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., & Cronin, J. B. (2019a). Scientific basis for eccentric quasi-isometric resistance training: a narrative review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(10), 2846-2859.
96. Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., & Cronin, J. B. (2019b). Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(4), 484-503.

97. Ortega-Becerra, M., Beloso-Vergara, A., & Pareja-Blanco, F. (2020). Physical and Physiological Demands During Handball Matches in Male Adolescent Players. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 253-263.
98. Outerbridge, A., & Micheli, L. (1995). Overuse Injuries in the Young Athlete. *Clinics in sports medicine*, 14, 503-516.
99. Peñailillo, L., Blazevich, A. J., & Nosaka, K. (2017). Factors contributing to lower metabolic demand of eccentric compared with concentric cycling. *Journal of Applied Physiology*, 123(4), 884-893.
100. Peñailillo, L., Espíldora, F., Jannas-Vela, S., Mujika, I., & Zbinden-Foncea, H. (2016). Muscle strength and speed performance in youth soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 203-210.
101. Pesce, C., Faigenbaum, A., Crova, C., Marchetti, R., & Bellucci, M. (2013). Benefits of multi-sports physical education in the elementary school context. *Health Education Journal*, 72(3), 326-336.
102. Petružela, J., Papla, M., & Stastny, P. (2023). Conditioning Strategies for Improving Handball Throwing Velocity: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Journal of Human Kinetics*, 87/2023, 189-200.
103. Phillips, S. (2015). *Fatigue in sport and exercise*. Routledge.
104. Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.
105. Prestkvern, S. R. (2013). Skulderproblemer blant eliteseriespillere i norsk herrehåndball: Er det en sammenheng mellom pasnings-og skuddeksponering og spillerens skulderproblemer?
106. Raeder, C., Fernandez-Fernandez, J., & Ferrauti, A. (2015). Effects of six weeks of medicine ball training on throwing velocity, throwing precision, and isokinetic strength of shoulder rotators in female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1904-1914.

107. Ramsay, J. A., Blimkie, C. J., Smith, K., Garner, S., MacDougall, J. D., & Sale, D. G. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc*, 22(5), 605-614.
108. Richens, B., & Cleather, D. J. (2014). The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biology of sport*, 31(2), 157-161.
109. Ronglan, L. T., Raastad, T., & Børghesen, A. (2006). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports*, 16(4), 267-273.
110. Rudisill, S. S., Varady, N. H., Kucharik, M. P., Eberlin, C. T., & Martin, S. D. (2023). Evidence-Based Hamstring Injury Prevention and Risk Factor Management: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *The American Journal of Sports Medicine*, 51(7), 1927-1942.
111. Saal, C., Baumgart, C., Wegener, F., Ackermann, N., Sölter, F., & Hoppe, M. W. (2023). Physical match demands of four LIQUI-MOLY Handball-Bundesliga teams from 2019–2022: effects of season, team, match outcome, playing position, and halftime. *Frontiers in sports and active living*, 5, 1183881.
112. Sakurai, S. (2004). Biomechanics of Overhand Throwing Motion: - Past, Present, and Future Research Trend. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 14.
113. Sanchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(9), 1725-1734.
114. Sánchez Pastor, A., García-Sánchez, C., Marquina Nieto, M., & de la Rubia, A. (2023). Influence of strength training variables on neuromuscular and morphological adaptations in prepubertal children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 20(6), 4833.
115. Serra, R., Saavedra, F., Freitas de Salles, B., Dias, M. R., Costa, P. B., Alves, H., & Simão, R. (2015). The Effects of Resistance Training Frequency on Strength Gains. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(1).
116. Seynnes, O. R., de Boer, M., & Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol (1985)*, 102(1), 368-373.

117. Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N. (2017). Are there two forms of isometric muscle action? Results of the experimental study support a distinction between a holding and a pushing isometric muscle function. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9, 1-13.
118. Schmitz, R. J., & Shultz, S. J. (2010). Contribution of knee flexor and extensor strength on sex-specific energy absorption and torsional joint stiffness during drop jumping. *J Athl Train*, 45(5), 445-452.
119. Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
120. Skejø, S. D., Bencke, J., Møller, M., & Sørensen, H. (2020). Estimating Throwing Speed in Handball Using a Wearable Device. *Sensors*, 20(17), 4925.
121. Stastny, P., Petružela, J., & Cz, C. (2023). *INFLUENCE OF PERFORMANCE DEMANDS ON THE SPECIFIC ACTIVITIES IN YOUTH HANDBALL PLAYERS*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16067.99369>
122. Stickley, C. D., Hetzler, R. K., Freemyer, B. G., & Kimura, I. F. (2008). Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *Journal of athletic training*, 43(6), 571-577.
123. Stoica, D., & Barbu, D. (2021). INDIVIDUALIZED PHYSICAL TRAINING IN THE FOOTBALL GAME IN THE MIDDLE COMPARTMENT AT JUNIOR LEVEL "A". 2/36, 28-34.
124. Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., & McCambridge, T. M. (2020). Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*, 145(6).
125. Tam, N., Santos-Concejero, J., Coetzee, D. R., Noakes, T. D., & Tucker, R. (2017). Muscle co-activation and its influence on running performance and risk of injury in elite Kenyan runners. *Journal of Sports Sciences*, 35(2), 175-181.
126. Taylor, J. M., Quigley, C., Madden, J., & Wright, M. D. (2023). Multi-sports training in English soccer academies: A survey exploring practices, practitioner perspectives, and barriers to use. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17479541231210746.

127. Thibaudeau, C., & Schwartz, T. (2007). Theory and application of modern strength and power methods. F Lepine Pub.
128. van Der Merwe, C., Shultz, S. P., Colborne, G. R., & Fink, P. W. (2021). Foot muscle strengthening and lower limb injury prevention. *Research quarterly for exercise and sport*, 92(3), 380-387.
129. Vila, H., & Ferragut, C. (2019). Throwing speed in team handball: a systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(5), 724-736.
130. Vincent, K., Vincent, H., & Seto, C. (2013). Basic principles of exercise training and conditioning. *ACSM's Sports Medicine: A Comprehensive Review. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer*, 60-62.
131. Vlak, T., & Pivalica, D. (2004). Handball: the beauty or the beast. *Croatian medical journal*, 45(5), 526-530.
132. Wagner, H., Buchecker, M., Von Duvillard, S., & Müller, E. (2010). Kinematic Description of Elite Vs. Low Level Players in Team-Handball Jump Throw. *Journal of sports science & medicine*, 9, 15-23.
133. Wagner, H., Kainrath, S., & Müller, E. (2008). Coordinative and tactical parameters in the handball throw and their influence to the level of performance.
134. Walker, O. (2023a). *Force-Velocity Curve*. <https://www.scienceforsport.com/force-velocity-curve/>
135. Walker, O. (2023b). *Basic Movement Patterns*. <https://www.scienceforsport.com/basic-movement-patterns/>
136. Weakley, J., Mann, B., Banyard, H., McLaren, S., Scott, T., & Garcia-Ramos, A. (2021). Velocity-based training: From theory to application. *Strength & Conditioning Journal*, 43(2), 31-49.
137. Weakley, J., McLaren, S., Ramirez-Lopez, C., García-Ramos, A., Dalton-Barron, N., Banyard, H., Mann, B., Weaving, D., & Jones, B. (2020). Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: Responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 477-485.

138. Weakley, J. J., Till, K., Read, D. B., Roe, G. A., Darrall-Jones, J., Phibbs, P. J., & Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European journal of applied physiology*, *117*, 1877-1889.
139. Weber, A. E., Kontaxis, A., O'Brien, S. J., & Bedi, A. (2014). The biomechanics of throwing: simplified and cogent. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, *22*(2), 72-79.
140. Widodo, A. F., Tien, C.-W., Chen, C.-W., & Lai, S.-C. (2022). Isotonic and Isometric Exercise Interventions Improve the Hamstring Muscles' Strength and Flexibility: A Narrative Review. *Healthcare*, *10*(5), 811.
141. Wilk, K. E., Meister, K., Fleisig, G., & Andrews, J. R. (2000). Biomechanics of the overhead throwing motion. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, *8*(2), 124-134.
142. Williams, C. E. (2013). *Youth Performance and Fitness—Strength and Conditioning Information for Parents*. <https://www.nscs.com/education/articles/ptq/youth-performance-and-fitnessstrength-and-conditioning-information-for-parents/>
143. Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

10 Přílohy

10.1 Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Tabulka č. 1 - Rozdíl herního výkonu dle herních pozic v Bundeslize (Saal et al., 2023)	15
Tabulka č. 2 - Parametry zatížení pro rozvoj metod silového tréninku (Brown, 2017) .	27
Tabulka č. 3- Popis výzkumného souboru u Kontrolní skupiny.....	37
Tabulka č. 4 - Popis výzkumného souboru u Experimentální skupiny	37
Tabulka č. 5 - intervenční program silového tréninku 1.-4. týden.....	38
Tabulka č. 6 - intervenční program silového tréninku 5.-8. týden.....	39
Tabulka č. 7 - výsledky testů u Kontrolní a Experimentální skupiny.....	44
Obrázek č. 1 - Schéma vrstev svalu (Haff & Triplett, 2015).....	17
Obrázek č. 2 - Motorická jednotka, obsahující motoneuron a svalové vlákno (Haff & Triplett, 2015).....	18
Obrázek č. 3 - Schéma mechanické kontrakce aktinu a myosinu (Haff & Triplett, 2015)	18
Obrázek č. 4 - Kontinuum VBT zvýrazňující důraz rychlosti v tréninkovém programu (Weakley et al., 2021).....	25
Obrázek č. 5 - FV křivka; rozdělení rozvoje silových schopností na základě rychlosti provedení (Walker, 2023a)	26
Obrázek č. 6 - Rozvoj jednotlivých silových schopností dle počtu opakování (Alver et al., 2017).....	26
Obrázek č. 7 - Selyeho obecný adaptační syndrom (Bompa & Buzzichelli, 2019)	28
Obrázek č. 8 - Youth Physical Development model pro chlapce (Lloyd & Oliver, 2012)	33
Obrázek č. 9 - interpretace střelby: vrchní hod jednoruč (Ctspanish, 2024)	34
Obrázek č. 10 – vyobrazení způsobu testování rychlosti střelby na bránu dle testové baterie ČSH (ČSH, 2020)	42
Obrázek č. 11 - výskok s protipohybem bez pomoci rukou (Lees et al., 2004)	42
Obrázek č. 12 - výskok s protipohybem s pomocí rukou (Lees et al., 2004)	43

Tabulka č. 1 - Rozdíl herního výkonu dle herních pozic v Bundeslize (Saal et al., 2023)	15
Tabulka č. 2 - Parametry zatížení pro rozvoj metod silového tréninku (Brown, 2017)	27
Tabulka č. 3- Popis výzkumného souboru u Kontrolní skupiny	37
Tabulka č. 4 - Popis výzkumného souboru u Experimentální skupiny	37
Tabulka č. 5 - intervenční program silového tréninku 1.-4. týden	38
Tabulka č. 6 - intervenční program silového tréninku 5.-8. týden	39
Tabulka č. 7 - výsledky testů u Kontrolní a Experimentální skupiny	44
Graf č. 1 - Rozdíl ve výkonnosti dle herních pozic u vybraných testů hráčů házené (Krüger et al., 2014)	13
Graf č. 2 - Rozdíl ve výkonnosti dle herních pozic u vybraných testů hráčů házené (Krüger et al., 2014)	14
Graf č. 3 - Grafické vyobrazení výsledků experimentální skupiny po intervenci	45
Graf č. 4 - Grafické vyobrazení výsledků kontrolní skupiny po intervenci	45
Příloha č. 1 – Informovaný souhlas-VZOR (část 1.)	69
Příloha č. 2 – Informovaný souhlas-VZOR (část 2.)	70
Příloha č. 3 – Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS (část 1.)	71
Příloha č. 4 – Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS (část 2.)	72

Příloha č. 1 – Informovaný souhlas-VZOR (část 1.)

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

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 106/2023

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí/účastí Vašeho syna/dcery (nehodící se vymažte) ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci *diplomové práce* s názvem „Vliv silového tréninku na rychlost střelby v házené u hráčů ve věku 11-14 let“ prováděné laboratoří sportovní motoriky UK FTVS, sportovní hale TJ Dukla Praha a venkovní sportoviště UK FTVS.

Projekt bude probíhat od května 2023 do června 2022.

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

- Cílem výzkumného projektu je zjistit vliv silového tréninku s vlastní tělesnou hmotností na rychlost střelby v házené po dobu 8 týdnů, 1x týdně.
- Vypracování diplomové práce je založeno na teoreticko-empirických základech, vycházejících z kvantitativní metody výzkumu. Vaše dítě se bude účastnit laboratorního testování, kdy bude zjišťováno: věk, výška, váha. Dále se bude účastnit testování, při kterém se bude zjišťovat rychlost střelby na bránu, která zjišťuje úroveň požadovaných schopností v házené. Poté bude vytvořen intervenční program, který bude obsahovat nenáročná cvičení pro rozvoj silových schopností. Hráči budou náhodně rozděleni do dvou skupin, s tím, že jedna skupina bude absolvovat intervenční program. Laboratorního testování a testové baterie se zúčastní všechny děti, avšak intervenčního programu nanejvýše 12 osob. Po uplynutí intervenčního programu Vaše dítě podstoupí testové měření ČSH (Český svaz házené), aby se ověřily výsledky intervenčního programu.
- Výzkum diplomové práce potrvá 8 týdnů, 1x týdně. Nejdříve je zapotřebí provést antropometrické měření (tělesná výška, tělesná hmotnost) v laboratoři UK FTVS, dále hráči absolvují první testování měření rychlosti střelby na bránu (postup testování vytvořil ČSH), poté bude zahájen intervenční program po dobu 8 týdnů, 1x týdně v externí tréninkové jednotce (TJ), kterou vytvořili příslušení trenéři házenkářského oddílu. Po uplynutí 8 týdnů intervenčního programu bude následovat druhé měření rychlosti střelby na bránu. Laboratorní testování a testové měření ČSH zabere pouze nezbytnou dobu určenou k dosažení požadovaných parametrů a splnění všech cvičení (všech pokusů), tj. cca 1,5-2 hod. Intervenční program bude probíhat standardní dobu, kterou probíhá běžná TJ házenkářského oddílu.
- Rizika výzkumného projektu nebudou vyšší než při standardních tréninkových jednotkách klubu TJ Dukla Praha, na které Vaše dítě dochází pravidelně. Důraz bude kladen na zdraví Vašeho dítěte. Zodpovědné osoby u testování a intervence budou řešitel diplomové práce a přítomní trenéři klubu TJ Dukla Praha. Intenzita testování rychlosti střelby na bránu vyžaduje maximální úsilí. Hráči však neprovedou více opakování než standardně při TJ nebo v zápase (mnohem méně). Tudiž by nemělo dojít k jakémukoli následnému přetížení a omezení jakékoli denní činnosti. Intervenční program bude vytvořen na základě progresivních metod určených pro rozvoj silových schopností dětí a mládeže dle odborné literatury a odborné konzultace s vyučujícími UK FTVS. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.
- Projektu se nemohou účastnit osoby, které vykazují známky: akutní infekční/bakteriální onemocnění (chřipka, zažívací problémy atd.), kloubní či svalová zranění (akutní, chronická), pooperační stav, období rekonvalescence, jejichž zranění neumožňuje naplno vykonávat sportovní činnost.
- Intervenčnímu programu bude dohlížet řešitel diplomové práce a trenér TJ Dukla Praha z důvodu správného provedení a minimalizování jakýchkoli zdravotních rizik.
- V případě pozitivních výsledků výzkumu se přispěje ke změnám tréninkových programů, jež povedou ke zlepšení výkonnosti hráčů házené, případně připravenosti hráčů do vyšších věkových kategorií.
- Účast Vašeho dítěte v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. Veškerá měření, vedení tréninků, mají účastníci v rámci výzkumu zcela zdarma. Naměřená data budou k dispozici ihned poté, co proběhne jejich zhodnocení a rozbor.

Příloha č. 2 – Informovaný souhlas-VZOR (část 2.)

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

- Data budou shromažďována a zpracována 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, datum narození (měsíc a rok – z důvodu identifikace výzkumného souboru), hmotnost, výška, data z výše uvedených testů, 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. Jména budou uváděna pod číselnými údaji po celou dobu řešení projektu i ve zpracování bakalářské práce. Získaná data budou zpracována, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě ve výzkumné práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani video záznam.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Erik Jelínek

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Erik Jelínek 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 moje dítě má platnou zdravotní prohlídku od sportovního lékaře 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:

Jméno a příjmení zákonného zástupce

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:

Příloha č. 3 – Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS (část 1.)

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef 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: Vliv silového tréninku na rychlost střelby v házené u hráčů ve věku 11-14 let

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: 05/2023-06/2023

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Bc. Erik Jelínek, (UK FTVS, Katedra sportovních her)

Hlavní řešitel: Bc. Erik Jelínek, (UK FTVS, Katedra sportovních her)

Místo výzkumu (pracoviště): Laboratoř sportovní motoriky UK FTVS, sportovní hala házenkářského klubu TJ Dukla Praha, sportovní hala UK FTVS, venkovní sportoviště UK FTVS

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Jan Petružela

Popis projektu: Cílem kvantitativního experimentálního výzkumu je zjistit, zda bude mít silový trénink s vlastní hmotností pozitivní vliv na rychlost střelby u házenkářů ve věku od 11 do 14 let. Silový trénink bude probíhat 1x týdně po dobu 8 týdnů v přidáné TJ. Intervenční program bude založen na podstatě progresu TUT (time under tension) a zásad pro rozvoj silových schopností u dětí a mládeže. Intervenční program bude sestaven řešitelem diplomové práce po důkladné konzultaci s vedoucím diplomové práce, případně pověřenými vyučujícími z UK FTVS zabývající se podobnou problematikou. Všichni hráči podstoupí antropometrické měření pro zjištění tělesné výšky, hmotnosti. Dále proběhne testování v podobně rychlosti střelby na bránu (z místa, z výskoku a z náběhu), které bude měřeno radarem pro měření rychlosti střelby (STALKER SPORT RADAR). Výsledné protokoly budou obsahovat: jméno a příjmení, číslo, pod kterým bude hráč zapsán, věk, výšku, hmotnost, samotné testy testové baterie (3), a počet pokusů (2-3). Testování proběhne před a po ukončení aplikace intervenčního programu. Výsledky testovaných rychlostí střelby budou mezi sebou porovnány za účelem zjištění možné difference či inderference a účinnosti intervenčního programu.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků experimentu: 20 členů sportovního klubu TJ Dukla Praha ve věku 11-14 let. Budou rozděleni do dvou skupin. První skupina tzv. „kontrolní“ podstoupí pouze antropometrické měření v laboratoři a měření rychlosti střelby. Druhá skupina tzv. „experimentální“ podstoupí navíc intervenční program. Testování rychlosti střelby hráči podstupují v rámci testování ve svém sportovním klubu, tudíž jsou již seznámeni s procedurou měření. Intervenční program nebude zahrnovat cvičení, která by mohla vést ke zranění, případně následné tréninkové indispozici. Program je sestaven mnou po dohodě s vedoucím diplomové práce a průběžně konzultován a odsouhlasen vedoucím diplomové práce, případně prodiskutován s jinými vyučujícími UK FTVS. Obsah intervenčního programu zahrnuje běžně používané metody a cviky prováděné s vlastní tělesnou hmotností. Všichni hráči budou mít platnou zdravotní prohlídku. Kontraindikace, které znemožní testování: akutní infekční/bakteriální onemocnění (chřipka, zažívací problémy atd.), kloubní či svalová zranění (akutní, chronická), pooperační stav, období rekonvalescence. Zdravotní stav bude vždy před zahájením konzultován s hlavním trenérem případně vyšetřujícím lékařem, který stanovil diagnózu.

Zajištění bezpečnosti: Rizika aktivit prováděných v rámci testování kondičních předpokladů a intervenčního programu nejsou vyšší než běžná očekávaná rizika u aktivit a testování probandů tohoto typu, nebo vyšší než při zatížení v rámci TJ, kterou probandů pravidelně absolvují. Intenzita testování rychlosti střelby na bránu vyžaduje maximální úsilí. Hráči však neprovedou více opakování než standardně při TJ nebo v zápase. Tudíž by nemělo dojít k jakémukoli následnému přetížení a omezení jakékoli denní činnosti. Při vykonávání všech testových metod bude průběh kontrolován výškolenými odborníky z Fakulty tělesné výchovy a sportu a Českého svazu házené a probandů budou řádně připraveni k provedení testového měření s maximálně možně sníženým rizikem zranění. U testování budou přítomni pouze trenéři s platnou trenérskou licencí, kteří budou provádět sběr dat, aby nedošlo k potencionálnímu střetu zájmu. Pro minimalizaci případných rizik budou probandů vždy před samotným testováním i intervenčním programem řádně seznámeni s každým testem a cvičením, které jim budou předvedeny. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Etické aspekty výzkumu:

Výzkum zahrnuje vulnerabilní skupinu nezletilých osob. Studie přispěje k možné úpravě tréninkových programů u hráčů házené dané věkové skupiny a možnost zlepšení kondiční stránky i specializovaných schopností hráčů.

Potenciální střet zájmů: Výzkum bude proveden za účelem zjištění, zda je silový trénink 1x týdně po dobu 8 týdnů dostatečný pro zlepšení specializovaných schopností, respektive rychlosti střelby na bránu v házené. Za výzkum nemám slíbené žádné finanční odměny. Jedná se čistě o vědeckou práci. V daném klubu nepracuji a děti, které se zúčastní výzkumu, netrénuji. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu.

Příloha č. 4 – Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS (část 2.)

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešlešlavín

Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. — o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: měsíc a rok narození, hmotnost, výška, jméno a příjmení. Měsíc a rok narození, tělesná výška a hmotnost slouží k charakteristice výzkumných subjektů. Jméno a příjmení jsou zapotřebí k přiřazení čísla, pod kterým dítě bude evidováno v průběhu všech testování a záležitostí, u kterých bude zapotřebí přiřadit informaci k dětem. Spojení jména a příjmení s číslem (přiřazené dítěti) budou mít k dispozici pouze vedoucí diplomové práce a řešitel diplomové práce. Dále budou sbírána data z výše uvedených testů, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel a vedoucí diplomové práce (po dohodě s řešitelem a v jeho přítomnosti). 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. Jména budou uváděna pod číselnými údaji po celou dobu řešení projektu i ve zpracování diplomové práce. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě ve výzkumné práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požívatelnost fotografií/vidео/аudio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani video záznamy.

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

Text informovaného souhlasu (IS): přiložen v příloze

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: 4.5.2023

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.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 106/2023

dne: 5.5.2023

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi 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
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS