

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Asymetrický silový trénink a jeho vliv na maximální sílu**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.**

Vypracoval:

**Martin Bouchal**

Praha, květen 2023

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu PhDr. Radimovi Jebavému, Ph.D. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a přítelkyni za podporu během studia na Fakultě tělesné výchovy a sportu.

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

V Praze dne .....

Podpis autora

### Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## **Abstrakt**

### **Název:**

Asymetrický silový trénink a jeho vliv na maximální sílu

### **Cíle:**

Cílem mé bakalářské práce je porovnání vlivu asymetrického a symetrického silového tréninku na rozvoj 1RM u cviku bench press a mrtvý tah.

### **Metody:**

Výzkumu se zúčastnilo 16 probandek, které se rozdělily do dvou skupin, experimentální skupiny 1 a experimentální skupiny 2. Experimentální skupina 1, n=8 účastnic, prováděla po dobu deseti týdnů asymetrický silový trénink. Experimentální skupina 2, n=8 účastnic, prováděla po dobu deseti týdnů symetrický silový trénink. Po absolvování intervenčního silového programu došlo k výstupnímu měření a následně k vyhodnocení výsledků. Data jsem analyzoval pomocí aritmetického průměru, směrodatné odchylky, věcnou a statistickou významnost jsem zjišťoval pomocí ANOVA a Cohenova koeficientu účinku.

### **Výsledky:**

V celkovém průměru se více zlepšila u bench pressu skupina, která absolvovala symetrický silový trénink. Naopak u mrtvého tahu došlo k většímu zlepšení u skupiny, která prováděla asymetrický trénink.

### **Závěr:**

Z výsledků vyplývá, že i asymetrický trénink může mít v silově kondiční přípravě své opodstatnění. Asymetrické zatížení lze využít jako rozbití tréninkového stereotypu.

### **Klíčová slova:**

Asymetrie, odporový trénink, síla, offset trénink, softball

## **Abstract**

### **Title:**

Asymmetric strength training and its impact on maximal strength

### **Objectives:**

The aim of my bachelor's thesis is to compare the impact of asymmetric and symmetric strength training on the development of 1RM in the bench press and deadlift exercises.

### **Methods:**

Sixteen female participants took part in the research, who were divided into two groups, Experimental Group 1 and Experimental Group 2. Experimental Group 1, with n=8 participants, performed asymmetric strength training for a period of ten weeks. Experimental Group 2, also with n=8 participants, performed symmetric strength training for the same duration. After completing the intervention strength program, a post-test measurement was conducted, followed by the evaluation of the results. The data were analyzed using mean, standard deviation, and the significance of the results was assessed through ANOVA and Cohen's effect size coefficient.

### **Results:**

On average, the group that underwent symmetric strength training showed greater improvement in the bench press exercise. Conversely, the group that performed asymmetric training demonstrated greater improvement in the deadlift exercise.

### **Conclusion:**

The results indicate that asymmetric training can also have its justification in strength and conditioning preparation. Asymmetric loading can be utilized to break training stereotypes.

### **Keywords:**

Asymmetry, resistance training, strength, offset training, softball

# Obsah

Úvod .....	11
I. Teoretická část .....	12
1. Rešerše literatury .....	12
2. Asymetrie .....	14
2.1 Typy Asymetrie .....	14
2.1.1 Směrová asymetrie.....	14
2.1.2 Antisymetrie .....	15
2.1.3 Fluktuující asymetrie (FA).....	16
2.1.4 Morfologické asymetrie .....	16
2.2 Svalová asymetrie.....	18
2.3 Svalové dysbalance.....	19
2.4 Asymetrie mezi končetinami .....	20
2.5 Sporty vedoucí k asymetrii .....	21
2.6 Vliv asymetrie na fyzickou výkonnost u mládežnických týmových sportovců .....	22
2.7 Negativní dopad asymetrie .....	24
2.8 Symetrické sporty .....	24
3. Silové schopnosti.....	25
3.1 Druhy svalových schopností .....	25
3.2 Maximální síla.....	26
3.2.1 Metody pro rozvoj maximální (absolutní) síly .....	26
3.3 Metodotvorní činitelé.....	28
3.3.1 Výběr cvičení .....	28
3.3.2 Počet sérií .....	29
3.3.3 Počet opakování .....	29
3.3.4 Velikost odporu .....	29
3.3.5 Doba odpočinku / přestávky mezi sériemi .....	29
3.3.6 Tempo.....	30
3.3.7 Rychlost provedení.....	30
3.4 Sval .....	30
3.4.1 Motorická jednotka .....	30
3.4.2 Typy svalových vláken .....	31
3.5 Svalová kontrakce.....	32
3.5.1 Izometrická .....	33

3.5.2 Koncentrická.....	33
3.5.3 Excetrická.....	33
3.6 Hluboký stabilizační systém.....	33
4. Periodizace v kondiční a silové přípravě.....	35
4.1 Lineární periodizace .....	36
4.2 Nelineární periodizace.....	36
4.3 Bloková periodizace.....	38
5. Maximální síla a periodizace .....	39
5.1 Softball.....	39
6. Asymetrie v silovém tréninku.....	41
6.1 Asymetrické zatížení mezi stranami na ose.....	41
6.2 Ipsilaterální a kontralaterální zatížení .....	42
6.3 Unilaterální zatížení.....	43
II. Praktická část.....	46
7. Cíle, hypotézy a úkoly práce .....	46
7.1 Cíle práce .....	46
7.2 Hypotéza.....	46
7.3 Úkoly .....	46
8. Design studie .....	47
8.1 Výběr probandek.....	47
8.2 Tvorba intervenčního programu .....	48
8.3 Silové indikátory .....	49
9. Metodika .....	50
9.1 Charakteristika souboru .....	50
9.2 Organizace výzkumu.....	51
9.3 Analýza dat .....	52
10. Výsledky.....	53
10.1 Souhrnné výsledky u bench pressu .....	53
10.2. Experimentální skupina 1 vs. Experimentální skupina 2 (bench press) .....	54
10.3 Souhrnné výsledky u mrtvého tahu .....	58
10.4 Experimentální skupina 1 vs. Experimentální skupina 2 (mrtvý tah) .....	59
10.5 Vyhodnocení výsledků.....	62
11. Diskuze.....	63
12. Závěr .....	65



Seznam Literatury.....	66
Přílohy.....	80

## **Seznam použitých zkratk**

FA – Fluktuující asymetrie

ES1 – Experimentální skupina 1

ES2 – Experimentální skupina 2

RM – Repetition Maximum (opakovací maximum)

ACL – Anterior Cruciale Ligament (přední zkřížený vaz kolene)

RTC – Roční tréninkový cyklus

CNS – Centrální nervová soustava

Kg – Kilogram

Cm – Centimetr

LTM – Svalová hmota dolní končetiny

LEF – Funkce dolní končetiny

U12 – Fotbalová mládežnická kategorie - dvanáctiletí

U16 – Fotbalová mládežnická kategorie - šestnáctiletí

U17 – Fotbalová mládežnická kategorie - sedmnáctiletí

HSS – Hluboký stabilizační systém

AST – Asymetrický silový trénink

SST – Symetrický silový trénink

WL – Walking lunges

VL – Vastus lateralis

VM – Vastus medialis

## Úvod

V posledních letech si čím dál víc nacházím cestu k silovému tréninku, a to z několika prostých důvodů. Jedním z důvodů je prevence zranění, což může hrát významnou roli u profesionálních sportovců, kteří se každým dnem obávají toho, že se zraní a nebudou tak moci vykonávat svoji práci, která je živí. Mezi další důvody patří budování svalové hmoty, redukce tukové hmoty a psychická pohoda.

Nikdy jsem neviděl jedince v posilovně, který by cvičil offsetovým způsobem zatížení. Ani v současné literatuře se této problematice nedostává příliš prostoru. Asymetrický silový trénink může být účinným prostředkem pro snížení svalových dysbalancí, což potvrzují i některé studie. Ale to, jakým způsobem asymetrické zatížení ovlivní rozvoj maximální síly ve srovnání se symetrickým zatížením, ještě nikdo nezkoumal, a proto jsem se rozhodl věnovat této problematice. Cílem je porovnání vlivu asymetrického a symetrické tréninku na maximální sílu. Domnívám se, že zájem o tento typ tréninku se zvýší díky této studii, protože představí nové poznatky a důkazy o jeho účinnosti, což může přitáhnout pozornost a zaujmout jak odbornou veřejnost, tak i širší škálu lidí, kteří se zajímají o zdraví a fyzickou kondici.

# I. Teoretická část

## 1. Rešerše literatury

Pro úvod své bakalářské práce jsem vytvořil rešerši studií, které se zaměřovaly na asymetrii v silové přípravě a maximální sílu. Jelikož tohle téma stále není příliš prozkoumané, tak nebylo možné vyhledat velké množství studií. Přesněji dvě studie se zabývaly stejným tématem. Ostatní studie, které jsem zahrnul do své rešerše, se zabývaly podobným tématem. Jako klíčová slova jsem použil asymmetric strength training a maximum power. Studie jsem vyhledával převážně na Web of Science a Google scholar. První studie, kterou jsem našel, tak byla Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training), kterou prováděli Jarozs a kol. (2020). Tato studie si kladla za cíl porovnat svalovou aktivitu mezi symetrickým a vybraným asymetrickým zatížením (2,5 %; 5 % a 7,5% rozdíly v poloze zatížení mezi stranami tyče) během cvičení na plochém bench pressu při 70 %1RM. Studie byla prováděna na trénovaných mužích. Výsledky této studie ukázaly, že asymetricky zatěžovaný bench pressu vede k výrazně vyšší svalové aktivitě na zatěžované straně těla. Metoda ofsetového tréninku během cvičení s bilaterálním odporem může být účinným a jednoduchým přístupem ke snížení svalových dysbalancí a zlepšení výkonu při bilaterálním cvičení. A druhá studie ohledně asymetrického silového tréninku je Muscle activity in asymmetric bench press among resistance-trained individuals, kterou se zabýval Saeterbakken a kol. (2020). Cílem této studie bylo zjistit účinky asymetrického zatížení na svalovou aktivitu u bench-pressu. Sedmnáct trénovaných mužů provedlo jedno seznamovací sezení včetně testování jednoho maxima opakování (1RM) a tří zdvihů s maximem 5 opakování (RM); pomocí symetrického zatížení, 5 % asymetrického zatížení a 10 % asymetrického zatížení. Asymetrická zátěž (tj. snížená zátěž na jedné straně) byla vypočtena jako 5 % a 10 % zátěže 1RM subjektu. V experimentálním sezení byly provedeny tři stavy 5RM s elektromyografickou aktivitou z velkého pectoralis, triceps brachii, biceps brachii, předního deltového svalu, zadního deltového svalu a vnějšího šikmého svalu na obou stranách těla. Výsledky byly takové, že na zatížené straně asymetrická zátěž snížila aktivaci triceps brachii ve srovnání se symetrickou zátěží, zatímco ostatní svaly vykazovaly podobnou svalovou aktivitu mezi těmito třemi stavy. Na straně odlehčené vedla 10% asymetrie v zátěži k aktivaci dolního prsního svalu, předního deltového svalu a bicepsu brachii ve srovnání s 5 % asymetrickým a symetrickým zatížením. Na odlehčené straně vykazoval pouze velký prsní sval nižší aktivaci svalů než symetrické zatížení. Kromě toho asymetrická zatížení zvýšila vnější šikmou aktivaci na obou stranách ve srovnání se symetrickými zatíženími. Další studie,

kteřá se zabývá asymetrií se nazývá Influence of between-limb asymmetry in muscle mass, strength, and power on functional capacity in healthy older adults, kterou zkoumal Mertz a kol. (2019). Cílem této studie bylo zjistit prevalenci asymetrie mezi končetinami ve svalové hmotě, síle a síle u kohorty zdravých starších dospělých a zkoumala vliv asymetrie mezi končetinami na funkci dolních končetin. Výsledky této studie ukázaly, že střední asymetrie mezi končetinami v maximální svalové síle a síle se pohybovala mezi 10 % a 13 %, zatímco asymetrie LTM (svalová hmota dolní končetiny) byla  $3 \pm 2,3$  %. Asymetrie síly dynamického extenzoru kolena byla větší u žen ve srovnání s muži ( $15,0 \pm 11,8$  % vs  $11,1 \pm 9,5$  %) Síla a výkon nohou pozitivně korelovaly s LEF. Nejslabší noha nebyla silnějším prediktorem LEF (funkce dolní končetiny) než nejsilnější noha. Asymetrie mezi končetinami v LTM a izometrická síla byla negativně spojena s LEF, ale dynamická síla a výkon nebyly. Dále jsem vyhledal dle klíčového slova Asymetrie v silové přípravě studie jako jsou Bishop, Turner a Read (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. Journal of sports sciences nebo Bahenský kol. (2020) Svalová, silová a odrazová asymetrie u mladých fotbalistů.

## 2. Asymetrie

V teoretické části své bakalářské práce bych rád popsal, co to vůbec asymetrie je. Také v následujících řádcích chci popsat, jakým způsobem se asymetrie může v silovém tréninku aplikovat a použít. Asymetrie v silové přípravě je velmi málo prozkoumané téma, tudíž bylo velmi obtížné vyhledat kvalitní zdroje.

### 2.1 Typy Asymetrie

V následující podkapitole si rozebereme typy asymetrie. Mezi typy asymetrie patří směrová, antisymetrie, fluktuující asymetrie nebo například morfologická asymetrie. V **tabulce 1** můžeme vidět stručně charakterizované jednotlivé typy asymetrie, které jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

**Tabulka 1** Typy asymetrie

Typ asymetrie	Charakteristika
Směrová asymetrie	Neustále vyvíjí směrem k dané straně. Například poloha a hmotnost vnitřních orgánů v lidském těle nejsou umístěny nebo rozloženy symetricky.
Antisymetrie	Bude se typicky vyvíjet směrem k určité straně, avšak strana, ke které k tomu dojde, je proměnná.
FA	U FA by se dalo očekávat, že se bude vyvíjet symetricky, ale není tomu tak. Může se jednat o šířku nosní dírky.
Morfologická asymetrie	Asymetrie, která je získána v průběhu let, kvůli nadměrnému používání jedné z částí těla.

#### 2.1.1 Směrová asymetrie

Popisuje charakteristiku, která se neustále vyvíjí směrem k dané straně. Například poloha a hmotnost vnitřních orgánů v lidském těle nejsou umístěny nebo rozloženy symetricky.

Směrová asymetrie je adaptivní asymetrií, která vzniká v důsledku nadměrného používání jedné z končetin. Mezi kontralaterálními končetinami vzniká významný rozdíl v celém souboru a robustnější končetina je obvykle na stejné straně v celém souboru. Průměr rozdílu mezi naměřenými hodnotami pravé a levé strany je nenulový (Valen 1962; Palmer a Strobeck 1986; Palmer 1994; Kujanová kol. 2008).

Stupeň směrové asymetrie a její směr se počítá jako rozdíl hodnot mezi párovými kostmi (Čuk a Leben-Seljak 2001), nebo se používá párového t-testu (Kujanová kol. 2008; Lieverse kol. 2013). Je žádoucí standardizovat všechny hrubé asymetrické rozdíly na procenta směrové asymetrie v rámci jednotlivých částí kosti, což umožňuje přímé srovnání asymetrií v oblastech různých velikostí. Například 3 mm rozdíl mezi stranami je výraznější asymetrií pro menší oblasti, než relativně větší oblasti (Auerbach a Ruff, 2006).

Totéž lze udělat standardizováním stupně směrové asymetrie podle průměrných hodnot měření na pravé a levé straně. Standardizovaný stupeň směrové asymetrie nemá žádné jednotky. Standardizovaný stupeň směrové asymetrie umožní srovnání jakéhokoli rozměru bez ohledu na specifiku kosti nebo na rozměr skeletu, obdobně jako procenta směrové asymetrie. Standardizovaný stupeň 3 směrové asymetrie poskytne směr asymetrie jako směrová asymetrie (Čuk a Leben-Seljak, 2001).

Výsledky měření míry bilaterální asymetrie kostí dolních končetin se také překládají v pozitivní hodnoty pro pravostrannou asymetrii a záporné hodnoty pro levostrannou asymetrii. Další metodou užívanou k určení, jestli pravé a levé strany byly výrazně odlišné pro každou z oblastí je párový Wilcoxonův test neparametrický ekvivalent párovému t-testu (Auerbach a Ruff 2006; Lieverse kol. 2013).

### **2.1.2 Antisymetrie**

Popisuje charakteristiku, která se bude typicky vyvíjet směrem k určité straně, avšak strana, ke které k tomu dojde, je proměnná. Příkladem antisymetrie může být upřednostňování rukou nebo končetin. Obvykle se předpokládá, že směrové asymetrie a antisymetrie jsou vývojově řízené a normálně adaptivní.

Antisymetrie je také adaptivní asymetrií. Mezi kontralaterálními končetinami existuje významný rozdíl, ale robustnější končetina není mezi jedinci na stejné straně. Průměr rozdílu mezi naměřenými hodnotami pravé a levé strany je roven nule a hodnoty kolem průměru jsou

ploše nebo bimodálně rozdělené (Valen 1962; Palmer a Strobeck 1986; Palmer 1994; Kujanová kol. 2008).

### **2.1.3 Fluktuující asymetrie (FA)**

Popisuje charakteristiku, u které by se dalo očekávat, že se bude vyvíjet symetricky, ale odchyluje se od této cesty. V lidském těle může být příkladem šířka nosní dírky nebo velikost ucha. Tvrdí se, že tyto FA jsou markerem environmentálního stresu a evolučního „zdraví“ organismu. Jak poznamenal Van Valen (1962), u stejné postavy může být přítomno více typů asymetrie a není třeba uvažovat o diskrétních kategoriích. FA se také dle Van Valena (1962) používá k odhadu účinku menších vývojových nehod.

V případě, že chceme zhodnotit FA, tak může nastat komplikace, protože rozsah a distribuce fluktuální asymetrie jsou shodné jako rozsah a distribuce chyby měření. Hodnoty, které jsme získali musí být statisticky významnou částí celkově pozorovaných rozdílů mezi jednotlivými stranami. A z toho důvodu mohou být měření několikrát opakována. Analýzou rozptylu je určeno, jestli se fluktuální asymetrie liší od chyby měření a jestli je průměr naměřených hodnot pravá mínus levá roven nule (Palmer a Strobeck 1986; Palmer 1994).

Dále se používá koeficient spolehlivosti konkrétních měření a hodnot asymetrie k určení vnitřní chyby pozorovatele. Systematická chyba je posuzována za použití párového t-testu (Kujanová kol. 2008). Poté, co byla existence fluktuální asymetrie potvrzena v daném znaku, následuje analýza vztahu mezi velikostí znaku a fluktuální asymetrií. Pokud mezi velikostí znaku a fluktuální asymetrií existuje rozdíl, pak jsou použity metody ke kontrolování vlivu velikosti znaku (Palmer, 1994). Hodnoty fluktuální asymetrie poskytnou informaci o neprojevené absolutní 4 asymetrii jakoby se rozsah pravé a levé končetiny lišil (Valen 1962; Palmer a Strobeck 1986; Palmer 1994; Kujanová kol. 2008).

### **2.1.4 Morfologické asymetrie**

Morfologické asymetrie mohou ovlivnit některé složky fyzické zdatnosti u mládeže a dospělých. Studie (Bak a Magnusson, 1997; Stradijot, Pittorru a Pinna, 2012) se shodují, že vyšší míra asymetrie je spojená s vyšší četností bezkontaktních zranění a mají také negativní dopad na sportovní výkon (Malý, Zahálka a Malá, 2016).

Podle Malého a kol. (2019) způsobuje asymetrii mezi dolními končetinami jednostranné činnosti (kopání), kde fotbalisté používají obě nohy, ale s preferovanou nohou kopají častěji a tvrději oproti nedominantní noze. Malá a kol. (2020) uvádí, že jejím hlavním

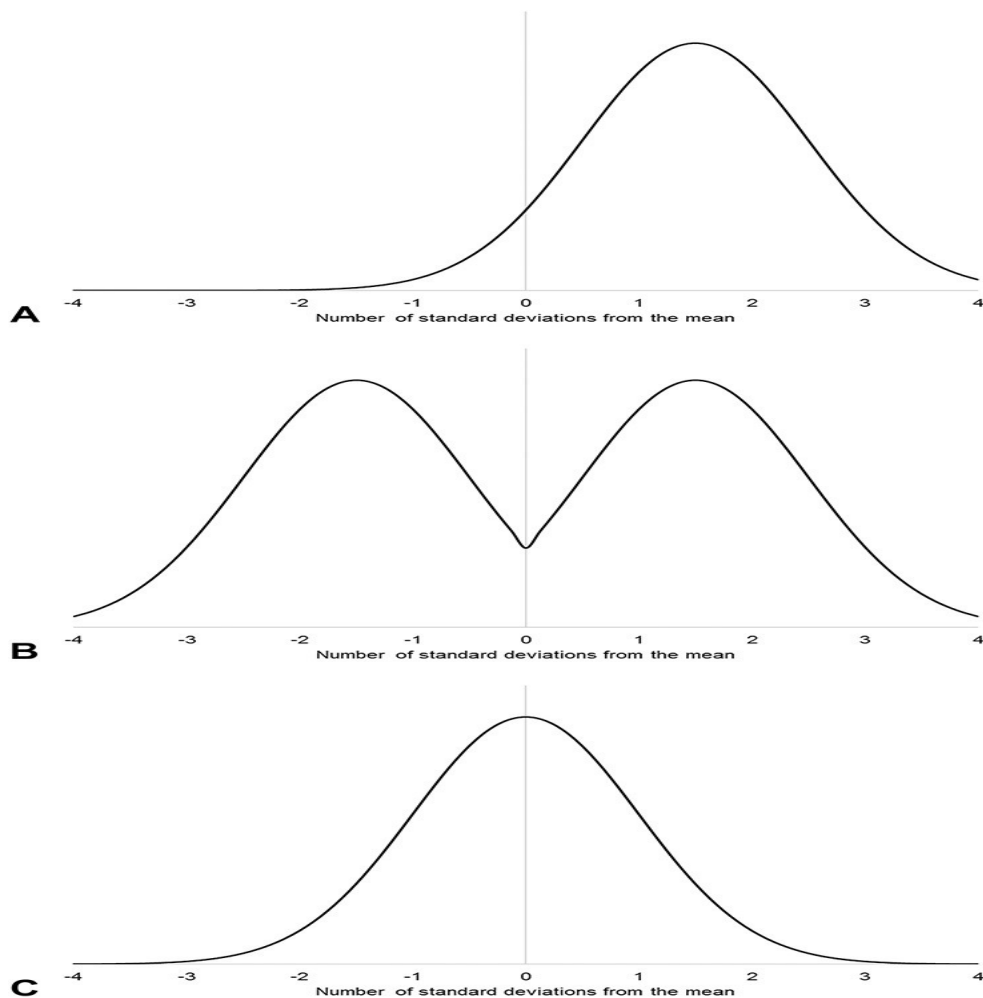


zjištěním je absence morfoloické asymetrie u hráčů mládeže (kategorie U12 – U16). Studie odhalila morfoloické asymetrie mezi končetinami u hráčů v kategorii U17 a dospělých hráčů. Větší pozornost by měla být věnována hráčům v těchto kategoriích, kterým kvůli těmto prediktorům hrozí vyšší riziko zranění. Morfoloické změny v oblasti břišních svalů mohou hrát roli při výskytu bolesti zad u dospívajících fotbalistů. Přítomnost asymetrie v oblasti břišních svalů v klidové poloze na zádech zvyšuje pravděpodobnost výskytu bolesti zad nejméně 2,4krát (Linek a kol., 2018).

Důkazy naznačují, že k podstatnému snížení síly čtyřhlavého svalu (> 20 % až 40 %), dochází v kritickém čase, kdy se jednatlivec vrací k činnostem, které vyžadují vyšší svalovou náročnost a zatížení kloubů (Webster a kol., 2010, Maletis a kol., 2007). Jako mechanismus této dlouhodobé ztráty svalové síly byly navrženy alterace jak neurologické kontroly, tak fyziologie svalů (Palmieri-Smith a kol., 2008). Přes značnou pozornost věnovanou tomuto poranění je stále málo známo, co se týče základních změn ve fyziologii svalů po roztržení ACL a následné pooperační rehabilitaci (Noehren a kol., 2016).

Mezi faktory, které mohou zvýšit riziko zranění, patří optimální délka svalů, nedostatek pružnosti svalu a svalové asymetrie (Liu a kol., 2012). Leao a kol. (2019) doporučuje kontinuální dlouhodobý monitoring antropometrických parametrů. Následná optimalizace tréninkového procesu by mohla pomoci hráči při celkovém rozvoji ze zdravotního i výkonnostního hlediska.

Řada vědců předpokládala zvýšenou asymetrii u fotbalistů jako produkt unilaterálního kopání a většího opakování s dominantní končetinou (Kubo a kol., 2010; Silva a kol., 2015; Fousekis a kol., 2010). Maloney (2019) na **obrázku 1** popisuje příklad distribučních křivek, které jsou spojeny s jednotlivými typy asymetrie.



**Obrázek 1** Příklad distribučních křivek spojených se směrovou asymetrií (A), antisymetrií (B) a fluktuující asymetrií (C). (Maloney, 2019)

## 2.2 Svalová asymetrie

Důvody svalové dysbalance popisuje Čermák (2000) jako nevhodné funkční zatížení a nepřiměřené (nadměrné nebo nedostatečné) zatížení segmentů těla. Hlavním projevem je omezený rozsah pohybu na opačnou stranu kloubu z důvodu zkrácených svalů, které tomuto pohybu brání. Přichází útlum a pokles svalového napětí (hypotonus). Svaly, které jsou hypotonické se protahují, ochabují a atrofují, což způsobí snížení svalové síly.

Bernacíková a kol. (2010) uvádí, že tonická vlákna mají tendenci ke zkrácení a fázická svalová vlákna naopak k ochabnutí. Tonická vlákna jsou uložena hlouběji a obvykle to jsou pomalá červená vlákna. Zajišťují nám stabilitu, fixaci těla při pohybu a držení těla v prostoru.

Fázická vlákna, která jsou obvykle rychlá bílá slouží k provedení pohybu a jsou uložena blíže povrchu těla. Jsou snadno unavitelná a je nutné je posilovat.

Tlapák (2011) uvádí svaly s tendencí k oslabování a svaly s tendencí k hyperaktivitě či zkrácení:

-svaly s tendencí k oslabení (dolní končetiny): přední sval holenní, flexory prstů na noze, čtyřhlavý stehenní sval, hýžd'ové svaly;

-svaly s tendencí ke zkrácení (dolní končetiny): lýtkové svaly, zadní strana stehen, adduktory stehna, bedrokyčlostehenní sval, přímý stehenní sval, napínač povázky stehenní.

To, jakým způsobem máme postavení kolen a nožní klenby podle Hoškové (2003) velice souvisí. Jedná se o jeden z nejdůležitějších posturálních a pohybových mechanismů, který má vliv na rovnováhu. V případě nerovnováhy v jakémkoliv kloubu dolní končetiny může způsobit vadné držení celého těla. Této svalové nerovnováze se říká svalová dysbalance v oblasti dolních končetin.

### **2.3 Svalové dysbalance**

Svalová nerovnováha vzniká v důsledku nevhodného, jednostranného zatěžování pohybového aparátu bez následné kompenzace, nedostatku pohybu a přetěžování, kdy se rozdíl obou svalových skupin značně zvýrazňuje. Statický charakter zátěže přetěžuje svaly posturální, které se pak značně zkracují. Nedostatek všestranné pohybové aktivity způsobuje snížení svalové síly svalů s převážně fázickou funkcí. Pokud je mezi svaly agonistickými a antagonistickými zachována rovnováha, svaly jsou schopny vhodně spolupracovat při ovládnutí určité oblasti těla. Jinými slovy je za normálních poměrů svalové napětí na protilehlých stranách kloubů vyvážené, aby bylo zajištěno účelné, a tedy i správné držení příslušného segmentu těla. Pokud dochází k relativně větší aktivaci svalů s převážně statickou funkcí, nabývají tyto svaly převahu a vznikají zkrácené svalové skupiny. Původní fyziologická rovnováha mezi oběma systémy je tak narušena ve smyslu převahy systému s převážně posturální funkcí. Vzniká tak svalová nerovnováha neboli dysbalance. Ta se negativně projevuje na svalovém tonu a může přejít až ve změny strukturální. Zkrácený sval na základě reflexivních a vývojových vztahů působí tlumivě na oslabený fázický sval. Funkci oslabených svalů přebírají svaly zkrácené, a tím se nerovnováha dále prohlubuje (Janda, 1982).

V dnešním sportu jsou kladeny na sportovce vysoké nároky na jeho pohybové vzory, a to může znamenat větší přetěžování jedné strany těla, než té druhé a tím se také zvyšuje nepoměr mezi jednotlivými končetinami. Přítomnost silových asymetrií v dolních končetinách mladých sportovců provozujících různé sportovní disciplíny je považována za vnitřní rizikový faktor zranění, v takových případech by proto měly být sestaveny kompenzační strategie zaměřené na snížení nebo alespoň omezení míry asymetrie, aby se předešlo negativním důsledkům, které mohou mít asymetrie na zdraví mladých sportovců a sportovkyň z dlouhodobého hlediska (Sannicandro a kol., 2014).

V současné době se používají specifické přístupy, které se zaměřují na snížení svalových dysbalancí. Symetrické cviky jako bench press nebo dřep vyžadují pro správné provedení cviku vysokou pohybovou koordinaci, rovnováhu a stabilitu mezi oběma stranami těla, čímž se ve své podstatě zvyšují symetrické nároky. Na druhou stranu tréninkové programy pokoušející se snížit mezi končetinovou asymetrii běžně zahrnují kombinaci cílených bilaterálních a/nebo unilaterálních, balančních a core cvičení (Bishop a kol., 2017, Bazylar a kol., 2014, Núñez a kol., 2018).

Dále bychom také mohli pro dorovnání svalových dysbalancí využít unilaterálních cviků, což znamená, že daný cvik vykonává jenom jedna strana těla, což vede k vyrovnání vzniklých dysbalancí.

Studie Bazylara a kol. (2014) ukázaly, že 7týdenní trénink dřepů vedl k výraznému snížení asymetrie mezi končetinami u slabší, ale ne silnější skupiny. Dále Núñez a kol. (2018) ukázal, že 6týdenní jednostranný trénink s excentrickým přetížením zlepšilo změnu směru otáčení o 90° v dominantní i nedominantní noze, zatímco oboustranné pouze v dominantní noze. Zdá se však, že oboustranný trénink excentrického přetížení má vyšší vliv na výkon během testů v polovičním dřepu a skokového výkonu než jednostranný.

## **2.4 Asymetrie mezi končetinami**

Když se řekne asymetrie, tak si určitě spousta lidí představí určitý nepoměr mezi končetinami. V následujících řádkách bych Vám rád přiblížil, jak to ohledně této problematiky je a jaký může mít vliv.

O vliv asymetrie se v posledních letech začala zajímat spousta trenérů a i sportovců. Určitě je vhodné se této problematice věnovat, protože může hrát značnou roli při zranění a návratu po něm. Asymetrii má také velký vliv na výkonnostní aspekty, jakými jsou schopnost

měnit směry, sprintovat, nebo provádět sportovně specifické úkony. Jako první je ale důležité zjistit, zda testy, které vykonáváme za cílem zjištění asymetrie, jsou spolehlivé v jednom časovém bodě, a i při dlouhodobém zkoumání (Kalus, 2022).

Mezi testy, které jsou nejvíce používány pro zjištění asymetrie můžeme zahrnout například isometricky prováděný dřep na jedné noze, zadní dřep (na silových deskách), odrazové testy – z jedné nohy, násobné skoky, snožmo, po seskoku z boxu a tak dále, testy lineární rychlosti (sprinty), a schopnosti měnit směry nebo isokinetické testy pro kvadricepsy či hamstringy o různých rychlostech (Kalus, 2022).

Za poslední roky nebyly nalezeny konzistentní asociace mezi asymetriemi dolních končetin při testech výskoku a schopností měnit směru u hráčů fotbalu kategorie U18 a U23 v průběhu sezóny (Bishop a kol., 2022). Nedávná meta-analýza pozorovala vliv tréninkové intervence na snížení asymetrie, nicméně následně nebyla schopna pozorovat pozitivní dopady na výkonnostní testy, pokud byla míra asymetrie snižena (Bettariga a kol., 2022).

Co se týká vlivu asymetrií, tak podle Bishopa a kol. (2018) prevalence asymetrií mezi končetinami byla hlášena v četných studiích napříč širokou škálou sportů a fyzických vlastností, ale málokdo analyzoval jejich účinky na fyzický a sportovní výkon. Byl proveden systematický přehled literatury a zjištění tohoto systematického přehledu naznačují, že rozdíly v síle mezi končetinami mohou být škodlivé pro výkonnost při skákání, kopání a jízdě na kole. V případě, že jsou kvantifikovány asymetrie mezi končetinami během cvičení založených na skoku, byly primárně použity ke zkoumání jejich spojení se změnou rychlosti směru se smíšenými nálezy. Asymetrie mezi končetinami byly také kvantifikovány v antropometrii, sprintu, dynamické rovnováze a sportovních akcích, opět s nekonzistentními nálezy. Bishop a kol. (2018) také uvádí, že je zapotřebí dalšího zkoumání.

## **2.5 Sporty vedoucí k asymetrii**

Je mnoho sportů, které se vyznačují asymetrickými pohyby. Mezi ně můžeme zahrnout například fotbal či házenou, protože při nich dochází k nadměrnému používání jenom dominantní končetiny (u fotbalu se jedná o nohu a u házené naopak o ruku). Dále to mohou být sporty, které jsou charakteristickými tím, že jsou jednostranné. Mezi tyto sporty můžeme zařadit šerm, tenis, squash, střelectví atd. Jelikož se jedná o sporty, u kterých se nadměrně používá jenom jedna končetina, tak dochází k směrové asymetrii.

V jedné studii s názvem *Asymmetry of Muscle Mass Distribution and Grip Strength in Professional Handball Players* rozebírali asymetrický pohyb těla u házené a tím vzniklé následky. Jejich cílem bylo posoudit vliv fyzické námahy na výskyt asymetrie tělesného svalstva a izometrické síly házenkářů. Studie zkoumala 36 profesionálních házenkářů. Segmentová bioelektrická impedanční analýza byla použita k hodnocení: procenta tuku, svalové hmoty, svalstva pravé a levé strany těla a segmentů těla (trup, horní a dolní končetiny). Hodnocení potvrdilo existenci nesrovnalostí na pravé a levé straně těla hráčů u většiny parametrů. Byla také pozorována zkřížená asymetrie a významné bilaterální diskrepance ve svalstvu trupu. Morfologická asymetrie může ovlivnit výkon ve sportu, protože může způsobit nepříznivé funkční změny, které následně zvyšují riziko zranění a stavů způsobených nadměrnou námahou. Z tohoto výsledku se tedy domnívají, že je důležité zdůraznit důležitost individualizované symetrizace během sportovní praxe a důsledného sledování asymetrií vyskytujících se v různých částech těla; to by mělo zlepšit sportovní výsledky a minimalizovat riziko zranění (Lijewski a kol., 2021).

Další sport, který vykazuje vysoký poměr asymetrie je tenis. Právě tenis je kvůli pohybovým vzorům jeden z nejvíce asymetrických sportů. Asymetrie u tohoto sportu je kvůli tomu, že hráč drží tenisovou raketu na své dominantní ruce, což ho následně může negativně ovlivnit. Kvůli asymetrickému zatížení může dojít ke zranění či přetížení kloubů. U hráčů tenisu se objevuje asymetrie v distribuci svalové hmoty na horních končetinách vzhledem k dolním končetinám a současně ve srovnání s ostatními sportovci. Výsledky analýz ukázaly, že hodnocení vykazuje větší svalovou hmotu preferovaného ramene. Tyto výsledky potvrzují specifickou tenisu, jelikož je spojován se značným zatížením právě dominantního ramene (Rynkiewicz a kol., 2013).

## **2.6 Vliv asymetrie na fyzickou výkonnost u mládežnických týmových sportovců**

Podle Vanmeerhaegheho a kol. (2020) se týmové sporty vyznačují vysokou intenzitou jednostranných akcí. Mezi tyto akce můžeme zahrnout například změny směru při sprintu nebo skoky, kdy se sportovec odráží z dominantní nohy. Pokud se budou tyto akce provádět v dlouhodobém úseku, tak povedou k rozvoji asymetrie mezi končetinami. Rozdíly v síle a síle mezi končetinami byly považovány za důležité rizikové faktory pro sportovní zranění a v některých případech byly spojeny s poklesem sportovního výkonu.

V každém daném úkolu snížená fyzická schopnost slabší končetiny vytvářet a absorbovat sílu pravděpodobně zvyšuje riziko zranění. Je to proto, že při zvažování

opakovaných akcí vysoké intenzity pravděpodobně překročí svou „toleranční kapacitu“ dříve než silnější končetina. Stejně tak Maloney (2018) zdůraznil, že praktici by měli zvážit, že slabší končetina má větší „příležitosti“ ke zvýšení její kapacity. Minimalizace asymetrie přitom může být pouze důsledkem cílených tréninkových intervencí, jejichž cílem je řešit deficity ve slabší končetině. Asymetrie zjevné v celé řadě týmových sportů, jako je basketbal, fotbal a volejbalu je překvapivé, že v současné době neexistují jednoznačné závěry o tom, jak asymetrie mezi končetinami ovlivňují sportovní výkon.

Ve studii, kterou provedl Vanmeerhaeghe a kol. (2020) s názvem *Inter-limb asymmetries are associated with decrements in physical performance in youth elite team sports athletes*, bylo hlavním cílem prozkoumat vztah mezi asymetriemi mezi končetinami a fyzickou výkonností (dynamická rovnováha, skoky, lineární sprint a změna směru rychlosti) u hráčů elitních mládežnických týmových sportů. Sekundárním cílem bylo vyhodnotit přítomnost rozdílů mezi pohlavími v asymetriích mezi končetinami u hráčů elitních mládežnických týmových sportů.

Této studii se se sportovci testovanými v předsezónním období účastnilo 81 hráčů soutěžních týmových sportů, konkrétně basketbalu (22 žen), volejbalu (14 žen a 15 mužů) a házené (15 žen a 15 mužů). Rutinní trénink se mezi skupinami nelišil a skládal se z 8–10 tréninků týdně s 90–120 minutami na relaci plus víkendový zápas, celkem přibližně 16–20 hodin kombinovaného tréninku a soutěže týdně.

Výsledky ukázaly, že větší asymetrie výšky skoku během testu výskoku proti pohybu jednou nohou, byly spojeny (malá až střední velikost) s nižším výkonem ve sprintu na 30 metrů, když byl uvažován celý vzorek. Stejný index asymetrie byl také spojen se sníženou výškou skoku na končetině s nejnižší výkonností pro celý vzorek, i když byli muži a ženy odděleni.

Výsledky ukázaly signifikantní, ale malé vztahy mezi asymetriemi výskokem proti pohybu jednou nohou a časem sprintu na 30 metrů pro celou skupinu. Významné negativní korelace s malou až střední velikostí korelace byly také přítomny mezi asymetriemi výskoku proti pohybu jednou nohou a výkonem výskoku proti pohybu jednou nohou na končetině s nejnižší výkonností pro celou skupinu. Významné negativní korelace se střední a velkou odchylkou, byly také přítomny mezi asymetriemi skoky jednou nohou na vzdálenost a výkonem na skoky jednou nohou na vzdálenost na končetině s nejnižší výkonností pro celou skupinu.

Sekundárním cílem této studie bylo vyhodnotit přítomnost rozdílu v asymetrii mezi pohlavími u mládežnických týmových sportovců. Někteří autoři se domnívají, že asymetrie mezi končetinami je často větší u žen ve srovnání s mužskými sportovci ve vztahu k síle, koordinaci a posturální kontrole. Existuje mnoho studií uvádějících vyšší výskyt poranění hlezna a kolenního kloubu u žen. Pokud jde o posledně jmenované, ženy vykazují větší počet specifických zranění, jako je bolest předního kolena, ruptura ACL a podvrtnutí kotníku (Vanmeerhaeghe a kol., 2020).

## **2.7 Negativní dopad asymetrie**

V první řadě je třeba zmínit, že určitý stupeň asymetrie je nevyhnutelný. Otázky, které se nabízí jsou však ty, do jaké míry tyto asymetrie ovlivňují možné zranění a jak ovlivňují samotný sportovní výkon. Další otázky jistě jsou, do jaké míry je vše bezpečné a u jaké míry již ne. Například ve studii 163 sportovců divize NCAA (100 mužů a 63 žen) bylo zjištěno, že nerovnováha kyčelních svalů byla spojena se zvýšenou prevalencí bolesti v zádech u sportovců. Několik studií ukazuje, že bez ohledu na to, jaký sport provozujete, slabost kyčlí vede ke zvýšenému výskytu zranění kolen a kotníků. (Snášel, 2022).

Existují důkazy mezi silovou nerovnováhou mezi abduktory a adduktory, kdy výrazně slabé adduktory oproti abduktorům mají spojitost s větší možností zranění třísel. Už ale není vztah mezi silovou pravolevou nerovnováhou samotnými adduktory (Markovic a kol. 2020).

## **2.8 Symetrické sporty**

Cyklické sporty zahrnují převážně periodicky opakované pohyby jako je běh na střední až dlouhé vzdálenosti, což může hypoteticky vést k vyvážené jednostranné zátěži těla s nízkou mezi končetinovou silovou asymetrií. Kromě běhu můžeme dále zahrnout do symetricky zatížených sportů také lezení, plavání či běh na lyžích. Právě běh na lyži je charakteristický pravidelnou prací dolních a horních končetin a svalstva trupu. Souhrn dílčích pohybů globálně zatěžuje svalstvo celého těla a tím všestranně a harmonicky rozvíjí funkční zdatnost organismu (Ilavský a kol., 2005).



### 3. Silové schopnosti

Síla nebo svalová síla je schopnost vyvinout co největší sílu. Síla se projevuje dvěma způsoby: Buď změni pohyb tělesa, nebo se těleso zdeformuje, nebo dojde k obojímu. Při sportovních pohybech působí mnoho různých sil. Biomechanika je rozděluje na vnitřní sílu a vnější sílu. Vnitřní síla je síla, která působí z jedné části lidského těla na druhou. K vnitřním silám mezi jiným patří síly působící mezi kostmi a mezi šlachami a kostmi. Síly, které působí mezi tělem sportovce a okolním prostředím, se nazývají jako vnější síly.

Sval přenáší sílu na kost během:

- Zkrácení (koncentrická kontrakce)
- Protažení (excentrická kontrakce)
- Zachování délky (izometrická kontrakce) (Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

#### 3.1 Druhy svalových schopností

**Absolutní síla** – maximální síla, kterou jsme schopni vyprodukovat. Nastává ale pouze za výjimečných okolností, například ve zdraví ohrožující situaci, či při použití látek urychlujících metabolismus.

**Maximální síla** – maximální množství síly vyprodukované během jednoho opakování. Jedno opakovací maximum 1 RM je cca 80 % absolutní síly.

**Relativní síla** – poměr mezi maximální silou a tělesnou hmotností. Počítá se: 1 RM vydělí tělesnou hmotností. Příklad: sportovec vážící 90 kg zdvihne na bench press 180 kg, jeho relativní síla je stejná jako osoba vážící 50 kg, která zdvihne 100 kg.

**Vytrvalostní** – je schopnost produkovat sílu po delší dobu, nebo prostřednictvím mnohočetných opakování pohybu (Stoppani, 2016).

**Explozivní síla** – schopnost překonávat nemaximální odpor vysokou až maximální rychlostí při dynamické svalové činnosti (Dovalil, 2002).

## 3.2 Maximální síla

Absolutní síla, posuzovaná podle nejvyššího možného překonaného odporu při dynamické svalové činnosti nebo podle nejvyšší svalové tenze při statické svalové činnosti bez ohledu na rychlost dosažení maximálních hodnot. Ve sportu má velký, avšak z hlediska posilování ne vždy zcela postačující význam. V mnoha specializacích je určující její hraniční úroveň. Kromě toho je důležitá i pro další silové schopnosti, neboť její úroveň z části ovlivňuje stav síly výbušné i vytrvalostní. Stimulace absolutní síly tak patří k výchozím (základním) i cílovým požadavkům na silový rozvoj vůbec (Dovalil a kol., 2009). K rozvoji absolutní síly přispívá několik metod posilování, které mají primárně ovlivnit vnitrosvalovou koordinaci, tj. zapojení co nejvyššího počtu svalových vláken (přednostně rychlých) a zvětšení svalového průřezu: těžkoatletická, izometrická, excentrická, opakovaná úsilí, intermediární, izokinetická (Dovalil a kol., 2009).

Maximální síla se rozvíjí zvýšením tréninkové zátěže a při tom zvýšením kontrakční schopnosti svalů. V případě, že je zatížení vyšší než 80 %, tak se zvyšuje napětí ve svalu a také se tím rozvíjí výkonné rychlé záškuby MJ. Díky tomu je vyšší obsah bílkovin ve svalu prostřednictvím zvýšené tloušťky myosinových vláken. Pokud cílíme na rekrutování motorických jednotek, tak by zatížení mělo přesahovat 80 % (Bompa a kol., 2013).

### 3.2.1 Metody pro rozvoj maximální (absolutní) síly

**Těžkoatletická** – Tato metoda je založena na maximálním odporu (95–100% maxima), provádí se 1 až 3 opakování. Je nutné dbát na naprosto správné technické provedení cviku vzhledem k velmi vysoké hmotnosti odporu (Dovalil, 2007).

**Izometrická** – Nedochází ke změně délky svalu, ale mění se napětí ve svalu. Například výdrž v podřepu (Bedřich, 2006).

**Maximální váha 1** – Tato metoda využívá následující protokol: 3x90%, 1x95%, 1x97%, 1x100% a 1x100% + 1 kg (Arseneault, 2015).

**Excentrická** – Sval se prodlužuje, tzn. výsledný svalový moment má opačný směr vzhledem ke změně kloubního úhlu – výsledek je brzdění či zpomalení pohybu. Jedná se o pokročilejší metodu a je vyžadována dopomoc během jejího vykonávání (Bedřich, 2006).

**Opakovaná úsilí** – Nemaximální velikost odpor i rychlost. Při této metodě je možnost dosáhnout velké hypertrofie svalů. Počet opakování 8–15 dle velikosti zvoleného odporu. Dle

zvolené velikosti odporu a počtu opakování je rozvíjena absolutní nebo vytrvalostní síla (Havel a Hnízdil, 2009).

**Částečné opakování s maximální vahou** – Tato metoda zahrnuje opakování pouze v takovém rozsahu pohybu, ve kterém jsme nejsilnější, aby se vytvořilo přetížení. Tato metoda se používá k postupnému zatěžování s vyšší intenzitou (Arseneault, 2015).

**Intermediární** – V průběhu cvičení se střídají dvě fáze – dynamická a statická svalová práce. Cvičení je zahájeno dynamickou svalovou prací, která je přerušena statickou výdrží cca 5 sekund, poté opět dynamická svalová práce (dokončení pohybu). Výhoda této metody je prodloužená svalová práce při provádění cviku. Při volbě velikosti odporu musíme zvážit dynamické provedení ale i statickou výdrž (Havel a Hnízdil, 2009).

**Izokinetická** – Izokinetický trénink umožňuje procvičování svalu blízko jeho maxima v průběhu celého rozsahu pohybu v kloubu. Umožňuje tedy maximální kontrakci v každém bodu rozsahu pohybu. Díky maximálnímu zatížení aktivních svalů během celého rozsahu pohybu je možno vykonat daleko větší práci než při klasickém silovém tréninku (produkovaná svalová síla v průběhu pohybu není konstantní (Brown, L. E., 2000).

**5x5M** – Tato metoda umožní pracovat na rozvoji síly bez toho, abyste se přiblížili k 1RM. Pomáhá začátečnickům s lepším zacházením u vyšší intenzity (Arseneault, 2015).

Dovalil (2002) popisuje v **tabulce 2** vztah mezi velikostí odporu, rychlostí odporu a trváním pohybu.

**Tabulka 2** Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (Dovalil, 2002)

Velikost odporu	Rychlost odporu	Trvání pohybu
Maximální	Malá	Krátce
Maximální	Maximální	Krátce
Nemaximální	Nemaximální	Dlouho

### 3.3 Metodotvorní činitelé

Podle Stoppaniho (2016) je výběr cvičení metodotvorným činitelem, který určuje, zda se jedná o základní cviky, cviky s nářadím nebo náčiním. Druhým činitelem je pořadí cviků, kde bychom měli dávat přednost například zaostávajícím svalovým skupinám na začátku tréninkové jednotky. Třetím činitelem je zde počet sérií, kde se popisuje jedna série, či více sérií. Odpor nebo intenzita je zde jako předposlední metodotvorný činitel, který se udává v procentech 1 RM. Posledním činitelem je zde popsána přestávka mezi sériemi, která je závislá například na odporu, nebo technice tréninku. Podle Periče a Dovalila (2010) se v silovém tréninku rozlišují tři základní metodotvorní činitelé. Při výběru metod tréninku je dobré tyto činitelé znát. Jsou jimi: velikost odporu, počet opakování, rychlost provedení. Všechny tyto tři činitelé jsou na sobě závislé a dle těchto činitelů můžeme rozvíjet druhy silových schopností, které zrovna potřebujeme. Mezi vedlejší metodotvorné činitelé patří doba odpočinku a charakter odpočinku. Tyto dva činitelé jsou rovněž důležité pro typ tréninku, který chceme vykonávat.

#### 3.3.1 Výběr cvičení

U rozvoje síly cviky rozdělujeme na základní a doplňkové. Základní směřují k cíli posilování, například u silových trojbojařů jsou základní cviky bench press, dřep a mrtvý tah. Doplňkové provádějí pohyb většinou v jednom kloubu a zatěžují pouze jednu svalovou skupinu (Stoppani, 2016).

V následujících řádcích bych rád porovnal rozvoj síly u bench pressu a mrtvého tahu. Podle Lattela a kol. (2022) jsou rozdíly mezi nárůstem síly dolních a horních končetin. Uvádí, že byla větší změna absolutní síly u mrtvého tahu než u bench pressu v jeho studii. Míra adaptace se u jednotlivých cviků liší (dřep, mrtvý tah a bench press) a bench press je co se týká adaptace nejpomalejší. Podle Colquhouna a kol. (2017) také dochází k většímu zlepšení u mrtvého tahu než u bench pressu. Na provedení mrtvého tahu se podílí hýžd'ové svalstvo, hamstringy, quadriceps, lýtka, core a zádové svalstvo. Naopak při bench pressu se zapojují zejména prsní svaly, triceps, zádové svalstvo a core (Del Vecchio a kol., 2018). Díky větší míře zapojeného svalstva může dojít k většímu rozvoji síly u mrtvého tahu ve srovnání s bench pressem.

### **3.3.2 Počet sérií**

Je chápáno jako množství opakování následované odpočinkem. Tento parametr společně s počtem opakování a velikostí odporu udává celkový objem tréninku. Počet opakování je závislý na cíli tréninku (Stoppani, 2016).

### **3.3.3 Počet opakování**

Počet opakování a velikost odporu jsou v platném vztahu – čím vyšší je počet opakování, tím nižší je použitý odpor, a naopak, čím vyšší je odpor, tím nižší je počet opakování. Pokud sportovec je schopný udělat 12 RM, znamená to, že provedl 12 opakování s takovou velikostí odporu, která mu dovolila dokončit právě 12 opakování. Pokud by cvičenec byl schopný za pomoci správné techniky vykonat jedno opakování navíc, jeho opakovací maximum by bylo 13 RM (Petr a Šťastný, 2012). Při snaze o rozvoj maximální síly bychom prováděli u cviku 1-5 opakování.

Při naší snaze můžeme v rámci posilovacího tréninku cílit na různé oblasti, které chceme rozvíjet. Můžeme se tak zaměřit na:

- Maximální sílu (zpravidla 2–4 opakování)
- Explozivní sílu (zpravidla 2–5 opakování)
- Hypertrofii (zpravidla 5–12 opakování)
- Svalovou vytrvalost (zpravidla od 12 a více opakování) (Kalus, 2021)

### **3.3.4 Velikost odporu**

Maximální síla se rozvíjí v momentě, když je vytvářeno maximální napětí ve svalu. Pro rozvoj maximální síly je žádoucí, aby zátěž přesahovala 85 %1RM. Maximální zátěž s nízkým počtem opakování vede k výraznému přizpůsobení nervového systému, lepší synchronizaci zapojených svalů a zvýšené kapacitě pro nábor rychlých svalových vláken (Bompa a kol., 2013).

### **3.3.5 Doba odpočinku / přestávky mezi sériemi**

Doba odpočinku, kterou potřebujeme mezi sériemi, je značně ovlivněna naší individualitou. Například tím, jaké máme zkušenosti se silovým tréninkem či momentální trénovanost. V momentě, kdy je naším cílem rozvíjet maximální sílu, tak by pauza měla být

3-5 minut, kvůli optimálnímu zotavení CNS a také obnově paliva požadovaného pro svalovou kontrakci (Bompa a kol., 2013).

### **3.3.6 Tempo**

Dle mého názoru strašně opomíjený aspekt v silovém tréninku, který silový a kondiční trenéři často nevyužívají při skládání tréninkové jednotky či dlouhodobého tréninkového plánu. V tréninkových plánech se značí tempo daného cviku čtyřmi číslicemi. Např. 4010, 4 sekundy je prodloužená (excentrická) fáze, 0 sekund ve spodní fázi (např. když je činka u hrudníku při bench pressu), 1 sekunda je koncentrická fáze a poslední číslice značí, jak dlouho bude trvat pauza po koncentrické fázi.

### **3.3.7 Rychlost provedení**

Rychlost, jakou daný cvik provedeme hraje při rozvoji maximální síly důležitou roli. Koncentrická fáze pohybu by měla být provedena, co nejrychleji, i když je použita maximální zátěž. Velikost zátěže sice omezuje rychlost kontrakce, ale sportovec se musí soustředit na co nejsvižnější aktivaci svalů.

## **3.4 Sval**

V lidském těle se přibližně nachází 640 svalů. Svaly společně s kostrou umožňují pohyb celého těla. Kosterní svaly jsou tvořeny příčně pruhovanou svalovinou, která je složena z mnohoaderných svalových vláken. Tyto vlákna se spojují do snopečků a snopců. Svalové vlákno se nazývá myofibrila a je složena z aktinu a myozinu. Sval se skládá ze 75% vody, 24% organické látky (převládají bílkoviny) a 1% anorganické látky (Křivánková a Hradová, 2009).

### **3.4.1 Motorická jednotka**

Podle Zatsiorskyho a Kraemera (2014) se MJ skládají z míchy, motoneuronu a svalových vláken. Motorické jednotky se dělí na podle jejich kontraktálních vlastností na rychlé a pomalé MJ. Rychlé motorické jednotky jsou určeny pro relativně krátké periody aktivity s velkým výdejem výkonu při vysokých rychlostech a rychlém vyvíjení síly. Naopak pomalé motorické jednotky se převážně využijí při relativně nízkých rychlostech pohybu. Všechny svaly obsahují jak pomalé, tak i rychlé motorické jednotky. To, které MJ jsou více zastoupeny záleží na charakteru činnosti. Např. u vytrvalostního sportovců je vyšší procento zastoupení u pomalých MJ a u silových a rychlostních sportovců převažují rychlé MJ.

Motorické jednotky, které jsou uloženy hlouběji se aktivují při nižších napětích svalu dříve než motorické jednotky, které jsou uloženy na povrchu. Naopak při vyšších aktivitách se

aktivita MJ ztrácí v interferenční křivce. Závislost frekvence MJ na napětí nevyjadřuje jednoznačně časové ani prostorové odstupňování síly volní kontrakce celého svalu. Z tohoto důvodu jí nelze využít pro sledování aktivity svalu v tomto směru (Čapek, Hájek, Hyněš a kol., 2018).

### 3.4.2 Typy svalových vláken

Svalová vlákna mají řadu společných znaků, které dovolují jejich jednotný obecný popis, ale sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností. Jednotlivé typy vláken s charakteristikou jsou popsány v **tabulce 3**.

**Tabulka 3** Anatomická a funkční charakteristika svalových vláken (Dylevský a Ježek, 2000)

Typ vláken	Anatomická charakteristika	Funkční charakteristika
Pomalá červená vlákna	velmi tenká a bohatě kapilarizovaná	statické, pomalé pohyby; polohové funkce
Rychlá bílá vlákna	středně silná a kapilarizovaná	rychlý a silový pohyb
Rychlá červená vlákna	velmi silná a málo kapilarizovaná	maximální silový pohyb
Přechodná vlákna	nediferencovaná vlákna	není známa

**Pomalá červená vlákna** jsou poměrně tenká, mají méně myofibril, hodně mitochondrií a přítomnost většího množství myoglobinu jim dodává červenou barvu. Tyto vlákna jsou charakteristické pomalou kontrakcí a jsou vhodná pro vytrvalostní činnosti. Jsou ekonomičtější a vhodnější pro stavbu svalů zajišťujících spíše statické, polohové funkce a pomalý pohyb. Jsou málo unavitelná.

**Rychlá červená vlákna** jsou větší oproti pomalým vláknům, mají více myofibril a méně mitochondrií. Jsou charakteristické pro rychlé svalové kontrakce pro krátkou dobu. Jsou méně ekonomická a mají jen střední množství kapilár. Hodí se pro výstavbu svalů zajišťujících rychlý pohyb prováděný velkou silou. Jsou velmi odolná proti únavě.

**Rychlá bílá vlákna** mají velký objem, málo kapilár, nízký obsah myoglobinu a nízký obsah oxidativních enzymů. Dochází u těchto vláken k rychlému stahu prováděnému maximální silou, ale vlákna jsou málo odolná proti únavě.

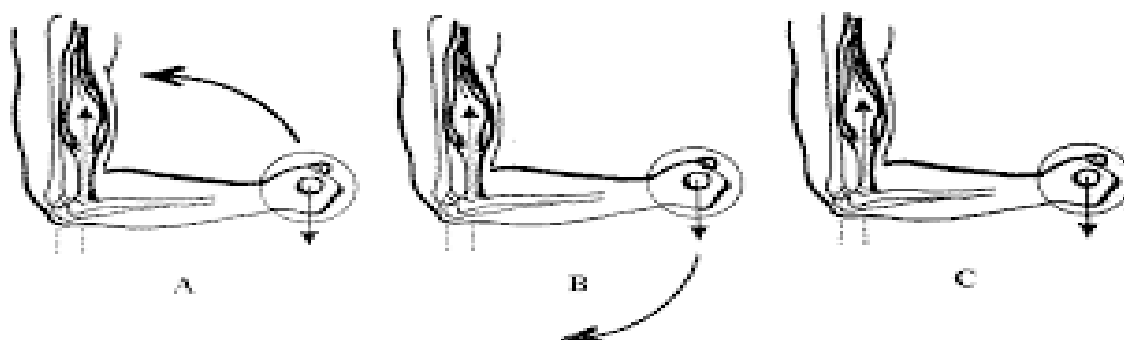
**Přechodná vlákna** představují vývojově nediferencovanou populaci vláken, která je zřejmě potenciálním zdrojem předchozích tří typů vláken (Dylevský a Ježek, 2000).

### 3.5 Svalová kontrakce

Při tréninku dochází k desítkám, až stovkám svalových kontrakcí, které pohybují tělem nebo náčiním. Zkrácení svalu je způsobeno kontraktilními svalovými útvary podrážděnými nervovou stimulací. Svalový stah ovšem nepředstavuje jen zkrácení svalových vláken. V závislosti na velikosti odporu a na síle, kterou svaly produkují, mohou při svalovém stahu nastat tři různé typy kontrakcí (Stoppani, 2016).

Sval je schopen vykonávat práci pomocí svalové kontrakce, během které buď překonává, brzdí nebo udržuje vnější odpor. Na základě toho rozlišujeme koncentrickou, excentrickou a izometrickou kontrakci. Tyto typy kontrakce můžeme vidět na **obrázku 2** (Petr a Šťastný, 2012).

Ke kontrakci svalu dochází při jeho stimulaci, kdy se přibližují jeho přípojení k sobě, ale ne vždy vede ke zkrácení svalu. Pokud kontrakce svalu nevede k pohybu, nazýváme ji izometrickou, při izotonické kontrakci dochází k pohybu (Jarmey a Sharkey, 2019).



**Obrázek 2** Základní typy svalové kontrakce. A – koncentrická, B – excentrická, C – statická (Dovalil a kol., 2012)



### **3.5.1 Izometrická**

Při izometrické kontrakci dochází k zvýšení napětí svalových elementů při zachování stejné délky svalu. Zpravidla se jedná o udržení těla nebo břemene ve statické poloze. Typické uplatnění ve sportovní praxi je při výdržích např. ve sportovní gymnastice nebo sjezdovém lyžování (Lehnert a kol., 2010). Při izometrické kontrakci nedochází k zadržení dechu, ale jsou prováděny krátké intenzivní vdechy a výdechy. Tento trénink je neúčinnější v kombinaci s dynamickým pohybem. Jako vhodné je zařazení izometrické kontrakce v koncentrické fázi cviku (Petr a Šťastný, 2012).

### **3.5.2 Koncentrická**

Při této svalové kontrakci působí odporová síla proti směru pohybu (Zatsiorsky a Kraemer, 2014). Ke koncentrické kontrakci dochází tehdy, když sval vyprodukuje větší sílu, než je odpor. Svalová vlákna se zkracují a v průběhu činnosti se mění intramuskulární napětí. Tato kontrakce je typická pro většinu sportů a uskutečňuje se např. při odrazu, hodů, nebo vrhu (Lehnert a kol., 2010).

### **3.5.3 Excentrická**

Excentrická kontrakce obrací proces soustředného působení – to znamená, že excentrické kontrakce vrací sval do bodu, ve kterém začínal kontrahovat. Například u bicepsového zdvihu dochází k excentrické kontrakci, když se paže natáhne do výchozího bodu po zdvihu. Během extenze nohou se provádí excentrická práce, když se nohy ohýbají v kolenou do výchozí polohy. Při excentrické kontrakci se svalová vlákna podvolují buď gravitační síle (jako u volných závaží) nebo síle tahu stroje. Sval se natahuje zvětšujícím se úhlem kloubu, čímž se uvolňuje kontrolované napětí (Bompa a kol., 2013).

## **3.6 Hluboký stabilizační systém**

V anglické literatuře se můžeme setkat s pojmem “core” neboli tělesné jádro. Jedná se o systém svalů, který je nezbytný pro správné rozložení zátěže, které při zatížení působí na páteř, pánev a kyčel. Dále tento systém svalů obklopuje páteř a břišní orgány. 3 vrstvy břišních svalů (obliqui externi, obliqui interni a transversus abdominis), gluteální svaly a povrchové i hluboké vzpřimovače páteře pracují společně jako zřetěžená jednotka. V medicíně a fyzioterapii se posílení svalů hlubokého stabilizačního systému používá, jako prevence zranění a ke zlepšení sportovní výkonnosti. Další využití posilování svalů jádra můžeme nalézt například v léčbě chronické bolesti bederní páteře. Populární fitness

programy, Tai Chi, jóga nebo třeba pilates zahrnují často cviky, které podporují posilování hluboké stabilizačního systému (Akhutota, 2008). Trénink stabilizačního systému by měl předcházet rozvoji maximální síly. Jedním z důvodů je prevence zranění.

#### 4. Periodizace v kondiční a silové přípravě

Kondiční přípravu lze charakterizovat jako součást tréninkového procesu, během kterého je cílem rozvíjet bioenergetického, funkčního a pohybového potenciálu sportovce. V kondiční přípravě rozvíjíme všechny složky sportovního výkonu. Mezi tyto složky patří rozvoj rychlosti, vytrvalosti, flexibility, koordinace a síly. Do jaké míry budeme rozvíjet jednotlivé složky kondiční přípravy záleží na specifičnosti a potřebách daného sportu, který vykonáváme (Lehnert a kol., 2014).

Lehnert a kol. (2014) dělí kondiční přípravu na obecnou a speciální. V obecné kondiční přípravě se sportovec zaměřuje na rozvoj kondičních motorických schopností, jež jsou základem pro všechny sporty. Obvykle se v tomto období v tréninku objeví prvky z gymnastiky, atletiky, pohybových her, sportovních her či například úpolů. Průběhem času se ale více zaměřujeme na cvičení, které dokážou zlepšit výkon sportovce ve sportu, kterému se věnuje. U speciální kondiční přípravy se zaměřujeme na rozvoj speciálních motorických schopností. V této části přípravy se objevují cvičení, které jsou charakteristická pro výkon ve sportu.

Kruger a kol. (2016) zjistili, že úspěšní sportovci dodržovali adekvátní, ale ne příliš časté a intenzivní tréninky v dlouhodobém měřítku, rozdělené do takových bloků, které sportovce mohou zlepšovat a které mu zajišťují i dostatek času na regeneraci. Tito sportovci také prvně pracovali na odstranění svých slabín v základních cvičích, aby následně přecházeli ke cvikům specifickým pro jejich sport. Tento styl tréninkového procesu se později začal nazývat lineární periodizací.

Podle Kaluse (2021) lze periodizaci charakterizovat jako logickou sekvenční metodu, během které se manipuluje zatížením a časem pro regeneraci tak, abychom dosahovali lepší výkonnosti za současného vyhnutí se přetrénování či zranění. V **tabulce 4** znázorňují typy cyklů.

**Tabulka 4** Typy cyklů

Typ cyklu	Charakteristika
Mikrocycklus	Zpravidla trvá 1 týden.
Mezocycklus	Zpravidla trvá do 3 měsíců.
Makrocycklus	Zpravidla trvá jednu sezónu či olympijský cyklus.

- **Makrocyklus** – zpravidla trvá jednu sezónu či celý čtyřletý olympijský cyklus. Může ale být i o něco kratší. Obecně se však jedná o nejdelší blok.
- **Mezocyklus** – tato část se soustředí na rozvoj specifické kvality sportovce (síla, výskok, nabrání svalové hmoty atd.). Zpravidla trvá do 3 měsíců.
- **Mikrocyklus** – nejkratší tréninkové období, která trvá několik dnů. Většinou se jedná o jeden týden. Cílem je optimalizovat soutěžní formu.

#### 4.1 Lineární periodizace

Základní typ periodizace v silové přípravě, která je nejvíce využívá u začátečníků. Tento typ periodizace spočívá v tom, že se postupně snižuje objem vykonané práce, a naopak se navyšuje intenzita zatížení. Tento typ periodizace se využívá u sportů, ve kterých se sportovci připravují jenom na jeden soutěžní vrchol. Přehledně je schéma lineární periodizace popsáno v **tabulce 5**.

**Tabulka 5** Princip lineární periodizace. (Kalus, 2021)

Týden	Série	Opakování	Intenzita
1	5	10	60 %
2	5	8	65 %
3	4	8	70 %
4	4	6	75 %
5	3	6	80 %
6	3	5	85 %

#### 4.2 Nelineární periodizace

Tento typ periodizace nelze charakterizovat jako progresi v přímé linii. Nelineární periodizace je charakterizována častějšími změnami v tréninkových proměnných (objem či intenzita). Tyto změny mohou být každý druhý den týden, každý týden, nebo nejnovějším modelem (Norton, Duffin) jsou změny každý trénink. Mohou se střídát dny, kdy je vyšší intenzita zatížení a nižší objem vykonané práce a také dny, kdy je nižší intenzita, a naopak je vyšší objem vykonané práce. Díky těmto častým změnám v proměnných by nemělo dojít k adaptaci nervosvalového systému a silových přírůstků by mělo být dosahováno neustále (Chlebík, 2016).

V následujících řádcích bych rád uvedl příklad nelineární periodizace u basketbalového týmu. U uvedeného nelineárního programu je cílem rozvíjet hypertrofii, tak i nervosvalové aspekty síly v průběhu daného týdne. A z toho důvodu basketbalistky pracují zároveň na dvou odlišných fyziologických adaptací během mezocyklu. To se jeví jako možné, a i více výhodněji to zapadá do mnoha tréninkových plánů, především když zápasy, cestování nebo jiné rozpory v plánech ztěžují dodržování tradiční lineární periodizace. Objem a intenzita tréninku se v průběhu týdne obměňují po celé tréninkové období. Při nelineární periodizaci se používá čtyřdenní cyklus, přičemž mezi tréninkovými jednotkami jsou 1-2 odpočinkové dny.

Pondělí 4 série do 12-15 RM

Úterý odpočinek

Středa 4 série do 8-10 RM

Čtvrtek odpočinek

Pátek 3-4 série do 4-6 RM

Sobota odpočinek

Neděle odpočinek

Pondělí 4-5 sérií do 1-3 RM

Během nelineární periodizace je intenzita zatížení v rozpětí 14 RM (v týdenním cyklu jsou stejně možné série s 1 RM jako s 15 RM). Trénink variuje mezi velmi náročnými, náročnými, středními a lehkými tréninky. V případě, kdy zmeškáte pondělní jednotku, tak se pořadí rotace jednoduše posune dopředu, což znamená, že se řídíte cyklickým tréninkovým plánem. V momentě, kdy byla naplánována na pondělí lehká tréninková jednotka a vy jste ji neodtrénovali, tak si ji nahradíte ve středu a pak pokračujete v pořadí rotace. Kvůli tomuto způsobu není během tréninkového programu opomenut žádný tréninkový podmět. Namísto stanovení pomocí tréninkových týdnů, můžete také stanovit, že mezocyklus je ukončen tehdy, když byl odtrénován určitý počet tréninkových jednotek (Zatsiorsky a Kraemer, 2014).

### 4.3 Bloková periodizace

Dalším typem periodizace je bloková, která je charakteristická tím, že se zaměřujeme na 2-3 tréninkové cíle v jednom bloku (až 70 % objemu) a na navazující rozvoj faktorů, které mají vliv na sportovní výkon (Lehnert a kol., 2014).

Cca 60–70 % veškerého tréninkového času v bloku je dle Issurina (2008) věnováno působení na 2–3 cíle (schopnosti), přičemž zbylý časový prostor je věnován korekcím, rozcvičení a uklidnění organismu po tréninku. Tedy nikoliv souběžné zatěžování mnoha naprosto odlišných schopností v jednom krátko či střednědobém cyklu, ale postupné (sekvenční) působení na jednotlivé pohybové schopnosti. Délka jedné přípravné fáze se nejčastěji skládá ze tří oddělených bloků – mezocyklů. Na konci tréninkové periody v délce trvání 6–10 týdnů by měl být efekt sekvenčního zatěžování maximální (vrchol periody).

Cílem prvního bloku, který je nazýván akumulací, je rozvoj obecných pohybových schopností, aerobní vytrvalosti, svalové síly, základní koordinace aj.

Druhý blok má transformační charakter. Typickým rysem je zvýšené tréninkové působení na specifické schopnosti (vzhledem k požadavkům výkonu) a technické dovednosti, na anaerobní vytrvalost, silovou vytrvalost, vlastní techniku aj.

Třetí blok je blokem realizačním. Do tohoto bloku směřuje sportovec jeden z vrcholů sezóny. Cílem je integrace připravenosti, rozvíjíme zejména maximální rychlost, soutěžní (speciální) rychlost a udržujeme tělo sportovce v „závodní pohotovosti“ (Issurin, 2008).

## **5. Maximální síla a periodizace**

Fáze 1 - Anatomické adaptace

Fáze 2 - Hypertrofie

**Fáze 3 - Maximální síla**

Fáze 4 - Převod na specifickou sílu

Fáze 5, 6 a 7 - Údržba, zastavení a kompenzace

Skoro každý sportovec potřebuje mít do značné míry rozvinutou sílu. Ale důležitější roli hraje tzv. specifická síla pro daný sport, který vykonáváme. Pro její rozvoj je potřeba mít určitou úroveň maximální síly. Jak moc potřebujeme mít rozvinout maximální sílu se u každého sportu liší.

Maximální síla je nezbytná pro vrhače v atletice či například pro hráče amerického fotbalu. Tyto sportovci budou delší fázi rozvoje maximální síly oproti sportovcům, kteří maximální sílu až tak nepotřebují. Mezi tyto sporty můžeme zařadit golf nebo stolní tenis (Bompa a Buzzichelli, 2015).

### **5.1 Softball**

Podle Süsse (2003) je softball podobný sport jako baseball. Mezi těmito sporty jsou ale odlišnosti v pravidlech. Hlavní myšlenkou bylo hraní baseballu v tělocvičně během zimního období. Během tohoto období se hrálo s měkkými míči a to je důvod proč se nachází v názvu slovo „soft“. Od roku 1920 se ale softball vrátil na venkovní hřiště a stal se z něho sport, který už má vlastní pravidla.

Na každé straně hraje 9 hráčů, případně hráček. Jedná se tudíž o týmový sport, ale na celkový výsledek má spíše vliv individuální výkon jednotlivých hráčů. Dominance individuálních výkonů v obraně se může týkat zadáka a nadhazovače. V útočné fázi se jedná o běžce a pálkaře. V softballu se pravidelně střídají činnosti, které jsou prováděny s vysokou intenzitou a činnosti, které jsou naopak prováděny podprůměrnou intenzitou. Z toho důvodu hráči během utkání nedosahují maximální energetické spotřeby (Süss, 2003). V softballu převážně dominuje ve výkonu rychlost, a to reakční a akcelerační.

## RTC

Přípravné období – v rámci první části přípravného období se hráči softballu převážně soustředí na rozvoj aerobní kondice a také silové připravenosti. V této fázi RTC se hráči a hráčky softballu ještě moc nevěnují samotnému softballu. Hlavním cílem této fáze je rozvoj fyzické a silové připravenosti. Ve druhé části přípravného období už začíná více trénovat samotný softball a stále se rozvíjí silová stránka jedince.

Předsoutěžní období – v této části se hráči snaží, co nejlépe připravit na nadcházející soutěžní období. V rámci silové přípravy se objem sníží a převažují spíše dynamické cviky. Mezi ně můžeme zahrnout například plyometrické cvičení.

Soutěžní období – během soutěžního období se vyskytuje silový trénink ojediněle. Spíše je cílem udržet kvality, které hráči získali během přípravného období.

Přechodné období – v této části RTC mají hráči čas na regeneraci a odpočinek po předchozích obdobích. Na konci přechodného období vykonávají sportovci své individuální tréninkové plány.



## 6. Asymetrie v silovém tréninku

V této podkapitole bych rád uvedl, jakým způsobem můžeme vnímat a využít asymetrii v silovém tréninku.

### 6.1 Asymetrické zatížení mezi stranami na ose

Toto využití v silovém tréninku zkoumal Jarozs a kol. (2020) ve studii s názvem Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training). Tato studie si kladla za cíl porovnat svalovou aktivitu mezi symetrickým a vybraným asymetrickým zatížením (2,5 %; 5 % a 7,5% rozdíly v poloze zatížení mezi stranami tyče) během cvičení na plochém bench pressu při 70 %1RM. Studie byla prováděna na trénovaných mužích. Výsledky této studie ukázaly, že asymetricky zatěžovaný bench press vede k výrazně vyšší svalové aktivitě na zatěžované straně těla. Metoda ofsetového tréninku během cvičení s bilaterálním odporem může být účinným a jednoduchým přístupem ke snížení svalových dysbalancí a zlepšení výkonu při bilaterálním cvičení (Jarozs a kol., 2020). Jak by mohlo vypadat asymetrické zatížení můžeme vidět na **obrázku 3**.



**Obrázek 3** Asymetrické zatížení mezi stranami u bench pressu

## 6.2 Ipsilaterální a kontralaterální zatížení

První studii, která se zabývala rozdílem mezi ipsilaterálním (viz **obrázek 5**) a kontralaterálním zatížením (viz **obrázek 4**), provedl Jae-seok Heo a Sang-yeol Lee. Studie se nazývá Effects of ipsilateral and contralateral loading on lower extremity muscle activity during one leg standing. Cílem této studie bylo prozkoumat účinky ipsilaterálních a kontralaterálních změn zátěže během stoje na jedné noze na svalové aktivity nohou zdravých lidí. U všech subjektů byla náhodně aplikována zátěž na ipsilaterální nebo kontralaterální stranu. Zatímco byla aplikována zátěž, subjekt zvedl ruku a poté provedl stoj na jedné noze po dobu 10 sekund s použitím dominantní strany. Výsledkem studie je to, že během stoje na jedné noze se statisticky významně zvýšila svalová aktivita m. gluteus medius, peroneus longus na opěrné straně při kontralaterálním zatížení horní končetiny, ale nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ve svalových aktivitách m. tibialis anterior a tibialis anterior. gastrocnemius pomocí testu účinků uvnitř subjektu (Heo a Lee, 2020).

Další studie, která se zabývá ipsilaterálním a kontralaterálním zatížením, je Does the Dumbbell-Carrying Position Change the Muscle Activity in Split Squats and Walking Lunges? Tuto studii provedl Šťastný a kol. (2015). Cílem studie bylo zjistit účinky polohy s činkami na kinematické a elektromyografické (EMG) amplitudy hýžd'ového svalu (Gmed), vastus medialis (VM), vastus lateralis (VL) a biceps femoris během výpadu a split dřepu. Skupiny trénované na odpor (RT) a skupiny bez odporu (NT) prováděly ipsilaterální výpad, kontralaterální výpad, ipsilaterální split dřep a kontralaterální split dřep v náhodném pořadí v simulovaném tréninku. Amplituda EMG, vyjádřená jako procento maximální dobrovolné izometrické kontrakce a kinematika, vyjádřené jako rozsah pohybu kyčle a kolena, byly měřeny během maximálně 5 opakování pro obě nohy. Analýzy rozptylu opakovaných měření ukázaly významné rozdíly mezi skupinami s odporem a bez odporu. Skupina bez odporu vykazovala menší flexi kolenního kloubu ROM během obou typů WL, zatímco skupina s odporem vykazovala vyšší excentrickou amplitudu Gmed během všech cvičení a vyšší excentr. Amplituda VL během kontralaterálních WL. Další rozdíly byly nalezeny mezi kontralaterálními a ipsilaterálními WL ve skupinách s odporem i bez odporu a kontralaterální WL vedly k vyšším excentrickým amplitudám Gmed. Kontralaterální WL vysoce aktivovaly Gmed, proto může toto cvičení zvýšit maximální sílu Gmed (Šťastný a kol., 2015).



**Obrázek 4** Kontralaterální zatížení u dřepu ve výpadu



**Obrázek 5** Ipsilaterální zatížení u dřepu ve výpadu

### **6.3 Unilaterální zatížení**

Cviky se také dají rozdělit na unilaterální a bilaterální. Během unilaterálního cvičení se zapojuje jenom jedna polovina těla a naopak u bilaterálního cvičení provádí cvik obě strany

současně. Tento způsob posilování můžeme vidět na **obrázku 6**. Vliv unilaterálního a bilaterálního zatížení se snažil zjistit Kai-Fang Liao a kol. (2021) v metaanalýze s názvem Effects of unilateral vs. bilateral resistance training interventions on measures of strength, jump, linear and change of direction speed: a systematic review and meta-analysis. Cílem bylo porovnat vliv unilaterálních a bilaterálních silových tréninkových intervencí na měření atletického výkonu. Klíčová slova související s jednostranným, bilaterálním a výkonnostním byla použita k vyhledávání ve Web of Science, v databázích PubMed a na webových stránkách Google Scholar a ResearchGate™. Původně bylo identifikováno 6365 článků, 14 splnilo kritéria pro zařazení a byly zahrnuty do konečné analýzy, přičemž celková kvalita článku byla považována za střední. Kvantitativní analýza zahrnovala 392 subjektů (ve věku: 16 až 26 let). Analýza podskupin ukázala, že trénink s jednostranným cvičebním odporem měl velký účinek na zlepšení výkonu jednostranného skoku ve srovnání s bilaterálním tréninkem. Naproti tomu oboustranný cvičební odporový trénink vykázal malý efekt ve zlepšení oboustranné síly ve srovnání s jednostranným. Nesignifikantní rozdíly byly zjištěny ve zlepšení jednostranné síly, výkonnosti při oboustranném skoku, změně směru a rychlostní výkon. Jednostranná cvičení s odporem by měla být zvolena pro zlepšení jednostranného skokového výkonu (Liao a kol., 2021).

Wiliam Eliassen a kol. (2018) se ve svém výzkumu také zabývali rozdílností unilaterálního a bilaterálního zatížení. Ve studii s názvem Comparison of bilateral and unilateral squat exercise on barbell kinematics and muscle activation bylo cílem porovnat svalovou aktivitu, kinetiku a kinematiku činky mezi jednostrannými a oboustrannými dřepy se stejnou vnější zátěží na nohu u zkušených účastníků trénovaných s odporem. Výsledkem zkoumání bylo zjištění, že celková doba zvedání byla delší a průměrná a vrcholná rychlost byla nižší pro bilaterální dřep. Dále byla zjištěna vyšší svalová aktivita ve m. quadriceps, biceps femoris (vzestupná fáze) a erector spinae (vzestupná fáze) v bilaterálním dřepu, zatímco větší aktivace pro m. semitendinosus (sestupná fáze) byla pozorována u jednostranný dřep s nohou vpřed. Ve vzestupné fázi hlavní hybatelé vykazovali zvýšenou svalovou aktivitu s opakováním od 1. do 4. opakování (Eliassen a kol., 2018).



**Obrázek 6** Unilaterální zatížení u tlaku

### **Shrnutí teoretické části**

V teoretické části bakalářské práce jsem se snažil, co nejvíce přiblížit danou problematiku. Žádná studie se nevěnuje dané problematice jako má práce. V úvodní kapitole jsem popisoval různé typy asymetrií a jak mohou ovlivnit sportovní výkon. Dále jsem popsal, co to je maximální síla a jakým způsobem ji lze rozvíjet. V neposlední řadě jsem chtěl poukázat, jak lze vnímat asymetrii v silovém tréninku. To, jaký má vliv asymetrie při rozvoji maximální síly, ještě nikdo nezkoumal, ale i přesto jsem se snažil, co nejvíce popsat danou problematiku. Ve výzkumné části se budu zabývat vlivem asymetrického zatížení na rozvoj maximální síly.

## **II. Praktická část**

### **7. Cíle, hypotézy a úkoly práce**

#### **7.1 Cíle práce**

Cílem mé bakalářské práce je porovnání vlivu asymetrického a symetrického silového tréninku na rozvoj 1RM u cviku bench press a mrtvý tah.

#### **7.2 Hypotéza**

H1: Předpokládáme, že po aplikaci asymetrického tréninkového programu dojde u ES1 k vyššímu zlepšení hodnot 1RM u bench pressu a mrtvého tahu než u ES2, která prováděla symetrický trénink.

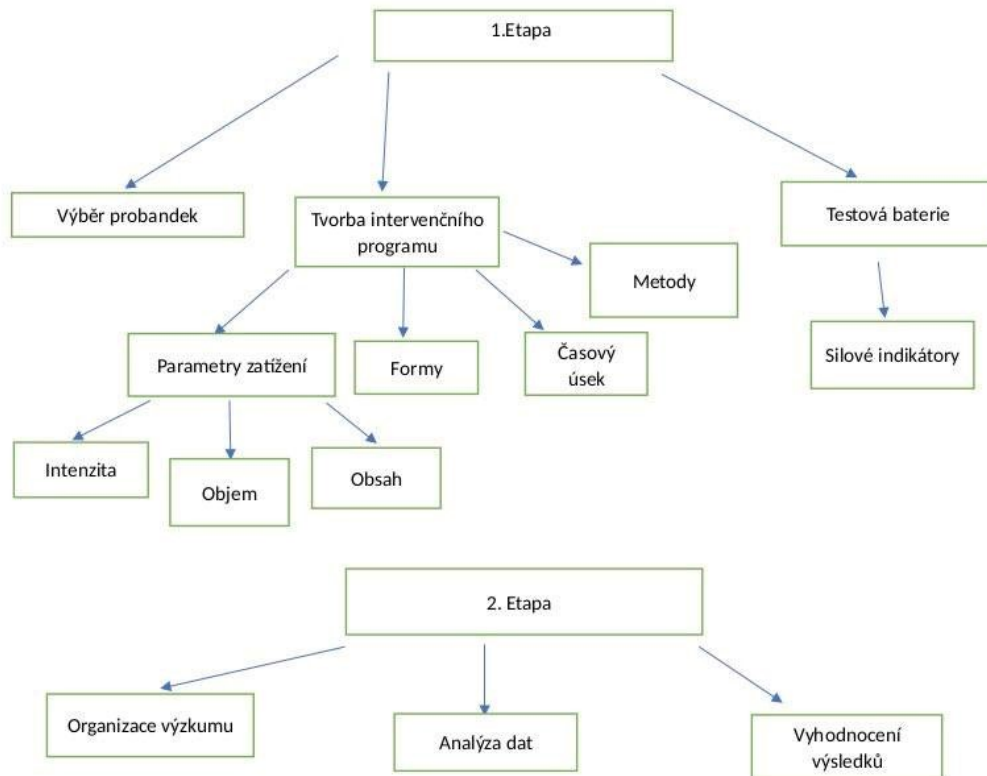
H2: Předpokládáme, že dojde k většímu zlepšení u mrtvého tahu než u bench pressu.

#### **7.3 Úkoly**

- Prostudování literatury
- Tvorba intervenčního programu
- Výběr probandek
- Příprava a organizace tréninků
- Analýza dat
- Vyhodnocení výsledků
- Interpretace výsledků

## 8. Design studie

Na **obrázku 7** můžeme vidět schéma výzkumné části, které jsem vytvořil pro lepší přehlednost. Konkrétní body jsou podrobněji popsány na následujících řádcích.



**Obrázek 7** Schéma výzkumu

### 8.1 Výběr probandek

Při výběru probandek jsme si stanovili následující úkoly:

- najít skupinu probandek, která má zkušenosti se sportem a silovým tréninkem
- najít skupinu, která nemá zdravotní potíže
- najít skupinu, která je schopna vykonávat základní silové cviky

## 8.2 Tvorba intervenčního programu

První etapou výzkumu bylo sestavení intervenčního silového programu, který bude mít za cíl rozvíjet maximální sílu. U sestavování programu jsme vycházeli z následujících požadavků.

a) Jako základní byla stanovena organizace modelu stimulace silových schopností, která se zaměřovala:

- na výběr vhodných metod – jelikož naším cílem bylo stimulovat a rozvíjet maximální sílu, tak jsme zvolili metodu maximálního úsilí. Při této metodě jsme zohlednili metodotvorné činitele (tempo, počet opakování a sérií, velikost odporu nebo délku a charakter odpočinku).

- na délku aplikace intervenčního silového programu – časový úsek aplikace by měl být dlouhý tak, aby vyvolal požadované adaptace.

- na výběr prostředků a cvičebního náčiní – jelikož se experiment konal na UK FTVS v posilovně, tak jsme měli možnost velkého výběru jednoručních činek, vše možných druhů os či například kotoučů. Probandky měly zahrnuté v intervenčních silových programech převážně více kloubové cviky.

- na výběr sociálně interakční formy – formy, které jsme nejvíce používali byly skupinová a individuální. Hlavním důvodem bylo to, že jsme chtěli, aby probandky vykonávaly dané cviky technicky správně. Probandky měly individualizováno zatížení, a tak tyto formy byly z našeho hlediska nejefektivnější.

b) Určení parametrů zatížení obsahovalo tyto body:

- určení frekvence a objemu – tyto dvě složky jsme hlavně určili dle časových možností prodandek. Podněty by měly být pro vyvolání adaptace dostačující. Zvolili jsme 2-3x intervence týdně po dobu 10 týdnů. Každá intervence trvala přibližně 45 minut.

- odpor zatížení – jelikož cílem bylo rozvíjet maximální sílu, tak jsem použili velikost odporu 80% a více. U ES1 byl odpor v asymetrickém zatížení. A to konkrétně 2,5%, 5%, 7,5% a 10%.



- stanovení silových indikátorů – zvolili jsme takové indikátory, které byly zaměřeny na všechny tělesné segmenty. Pro výzkum jsme použili leg press, přitahy velké osy, bench press, mrtvý tah, dřep a přitahy kolenou z visu.

- stanovení sérií, počtu opakování a délky pauz – zvolili jsme nižší počty opakování, protože pokud pracujeme s vysokou intenzitou, tak náš počet opakování je do 5. U serií jsme zvolili 4 pracovní série, ke kterým jsme se ale progresivně dopracovali. Doby odpočinku činily 3 minuty.

### **8.3 Silové indikátory**

Pro výzkum jsme si stanovili několik silových indikátorů, které jsou podrobněji popsány v **příloze 3**.

- dolní končetiny – dřepy s osou na zádech (koeficient spolehlivosti testu podle Měkoty a Blahuše (1983) je  $r_{stab} = 0,90$ ).

- horní končetiny – tlaky v lehu na zádech (bench press) (koeficient spolehlivosti testu podle Měkoty a Blahuše (1983) je  $r_{stab} = 0,90$ ).

- dalšími užitými silovými indikátory byly mrtvý tah, leg press, přitahy osy a přitahy kolen ve visu.

## 9. Metodika

### 9.1 Charakteristika souboru

Výzkumu se zúčastnilo,  $n=16$  hráček softballu, kterému se věnují v průměru 9–15 let. Všechny zúčastněné působí v České reprezentaci, tudíž tento soubor vykazuje vysokou sportovní výkonnost. Hráčky se v úvodním měření podrobily vážení a měření výšky. Všechny účastnice výzkumu podepsaly Informovaný souhlas (**příloha 1**). Etickou komisi máme z výzkumu Antagonist activation exercises elicit similar post-activation performance enhancements agonist activities on throwing performance (Pisz a kol., 2023), který se též konal na hráčkách softbalu. Číslo schválení: 120/2019 etická komise Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

Účastnice výzkumu byly ve věku 17-28 let. Průměr jejich věku je  $20,4 \pm 2,8$  let (průměr, směrodatná odchylka). Průměrná výška činila  $169,4 \pm 4,5$  cm a průměrná váha  $65,6 \pm 9,6$  kg. Vše je přehledně uvedeno v **tabulce 6**.

**Tabulka 6** Demografická tabulka výzkumného souboru

Parametry	Počet probandů*( $n=16$ )	Rozpětí
Věk (rok)	$20,4 \pm 2,8$	17–28
Hmotnost (kg)	$65,6 \pm 9,6$	52,6 – 86,9
Výška (cm)	$169,4 \pm 4,5$	159–177

\*průměr, směrodatná odchylka

Výzkumný soubor byl před experimentem rozdělen do dvou skupin. Experimentální skupina 1,  $n=8$  účastnic absolvovala intervenční program zaměřený na asymetrický silový trénink po dobu deseti týdnů. Experimentální skupina 2,  $n=8$  účastnic absolvovala intervenční program zaměřený na symetrický silový trénink po dobu deseti týdnů.

Po deseti týdenní intervenci došlo u probandek k vážení, které si rozebereme v následující tabulce (viz **tabulka 7**). Probandky č. 6, 8 a 15 se nezúčastnily výsledného vážení.

**Tabulka 7** Demografická tabulka vážení po aplikaci intervenčního silového programu

Parametry	Počet probandů (n=13)	Rozpětí
Hmotnost (kg)	67,5 ± 9,3	54,6 – 88,9

\*průměr, směrodatná odchylka

Z tabulky můžeme vidět, že se u probandek zvýšila hmotnost po absolvování programu v průměru o 1,9 kg.

## 9.2 Organizace výzkumu

Výzkumný soubor se zúčastnil výzkumu, kde bylo cílem zjistit, zda je asymetrický silový trénink efektivnější pro rozvoj maximální síly u bench pressu a mrtvého tahu než symetrický silový trénink. Výzkumu se zúčastnilo 16 probandek, které se rozdělily do dvou skupin, experimentální skupiny 1 a experimentální skupiny 2. Experimentální skupina 1, n=8 účastnic, prováděla po dobu deseti týdnů asymetrický silový trénink (dále uváděna jako ES1). ES1 absolvovala 2 až 3 intervence každý týden. Intervence se skládala z rozcvičení a hlavní části. V hlavní části intervence měly probandky cviky A1 a A2. Cílem bylo rozvíjet maximální sílu v asymetrickém zatížení. Zátěž se zvyšovala asymetrickým zatížením mezi jednotlivými stranami a to konkrétně 2,5 %, 5 %, 7,5% a 10 %. Experimentální skupina 2, n=8 účastnic, prováděla po dobu deseti týdnů symetrický silový trénink (dále uváděna jako ES2). U ES2 se intervence také skládala z rozcvičení a hlavní části. Výzkumný soubor absolvoval intervenci 2 až 3 týdně. Intervence obsahovala dva cviky. Zátěže mezi jednotlivými stranami byly shodné. Zátěže se progresivně zvyšovali v průběhu týdnů. Výzkum byl prováděn v posilovně nacházející se na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (dále FTVS). Na tomto výzkumu jsem spolupracoval s Kristýnou Koželskou, která zkoumá vliv asymetrického silového tréninku na hluboký stabilizační systém.

Vstupní (nezávislou, příčinnou) proměnnou tvoří experimentální faktor (x-intervence). Výstupní (nezávislé, efektové) proměnné jsou závislé na intervenci (y-efekt intervence) a jsou charakterizovány testem maximální síly u vybraných cviků.

Před zahájením intervenčního silového programu výzkumný soubor podstoupil vstupní měření maximální síly na dřep, bench press a mrtvý tah v symetrickém zatížení a výstupní měření bylo po ukončení intervenčního silového programu.

### 9.3 Analýza dat

Pro výzkum jsem použil kvantitativní metodu výzkumu. Podle Hendla (2005) využívá tato metoda náhodné výběry, experimenty a silně strukturovaný sběr dat pomocí testů, dotazníků nebo pozorování. Pro lepší přehlednost jsem vytvořil tabulky a grafy, ve kterých prezentuji výsledky. Při zpracovávání výsledků jsem použil deskriptivní statistiku, tedy aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Pro zhodnocení statistické významnosti výsledků mezi skupinami jsem použil statistickou metodu ANOVA. Pro výzkum byla stanovena hladina významnosti na 95 %. Pokud vyjde  $P < 0,05$ , tak jsou výsledky statisticky významné na zvolené hladině významnosti. V případě  $P > 0,05$ , tak jsou výsledky statisticky nevýznamné. Věcná významnost byla posuzována dle Cohenova koeficientu účinku  $d$  (Hendl, 2009). Soukup (2013) uvádí, že pokud je  $d$  větší než 0,8, tak je efekt velký. Za střední efekt se považuje rozmezí mezi 0,5-0,79 a pokud je  $d$  mezi 0,2-0,49, tak je efekt malý.

## 10. Výsledky

### 10.1 Souhrnné výsledky u bench pressu

Za prvé jsem porovnal výsledky u jednotlivých probandek. Výsledky jsou popsány v **tabulce 8**. Pro zhodnocení výsledků jsem použil intraindividuální přístup. U každé probandky jsem zmínil výsledky z úvodního měření a také výsledky z výstupního měření, které bylo provedeno po aplikaci intervenčního silového programu, který trval 10 týdnů. Následně jsem zhodnotil, zda došlo po intervenci ke zlepšení či nikoliv. Probandky č. 6 a 15 se nezúčastnili výstupního měření, tudíž jsem je nezahrnul do výsledků.

**Tabulka 8** Demografická tabulka měření probandek u bench pressu

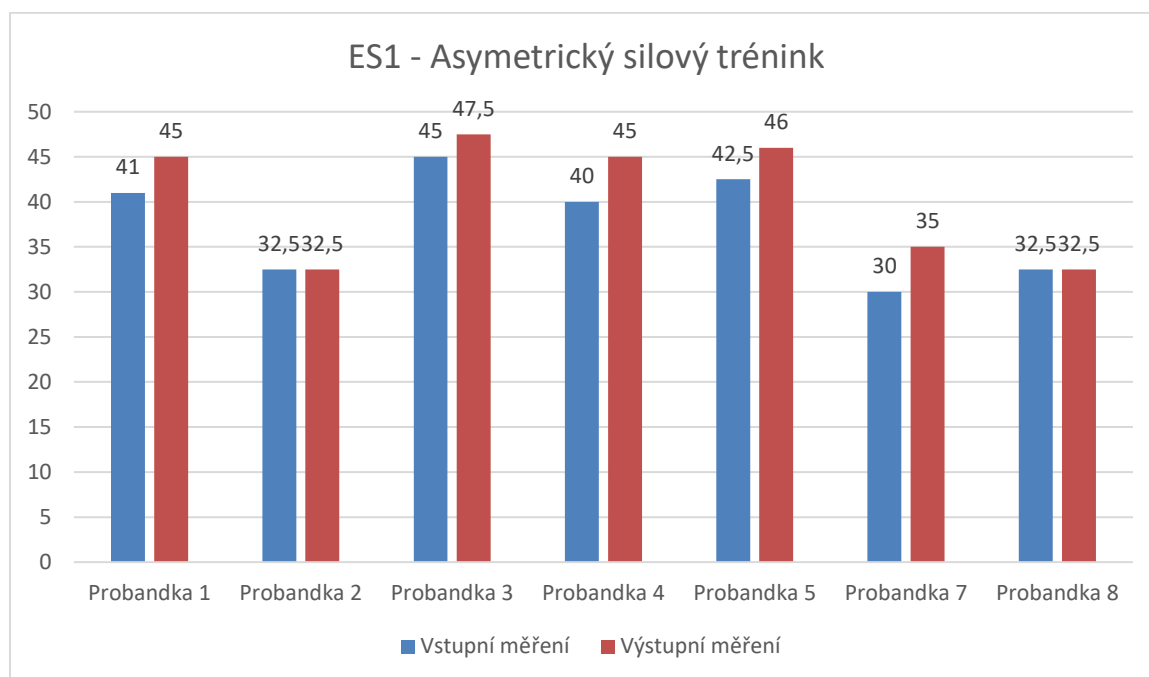
Probandka	Vstupní měření	Výstupní měření	Zlepšení
1	41 kg	45 kg	4 kg
2	32,5 kg	32,5 kg	0 kg
3	45 kg	47,5 kg	2,5 kg
4	40 kg	45 kg	5 kg
5	42,5 kg	46 kg	3,5 kg
7	30 kg	35 kg	5 kg
8	32,5 kg	32,5 kg	0 kg
9	26,5 kg	30 kg	3,5 kg
10	30 kg	35 kg	5 kg
11	42,5 kg	45 kg	2,5 kg
12	45 kg	50 kg	5 kg
13	37 kg	37,5 kg	0,5 kg
14	30 kg	32,5 kg	2,5 kg
15	40 kg	45 kg	5 kg
<b>Průměr</b>	<b>36,75 kg</b>	<b>39,89 kg</b>	<b>3,14 kg</b>

\*Poznámka: červenou barvou jsou zvýrazněny největší přírůstky

Z výsledků můžeme vidět, že každá probadka, kromě probandky č. 2 a 8, se zlepšila po deseti týdenní aplikaci intervenčního silového programu. V celkovém průměru všech probandek došlo ke zlepšení o 3,14 kg. Největšího zlepšení dosáhly probandky č. 4, 7, 10, 12 a 15, které se zlepšily shodně o 5 kg.

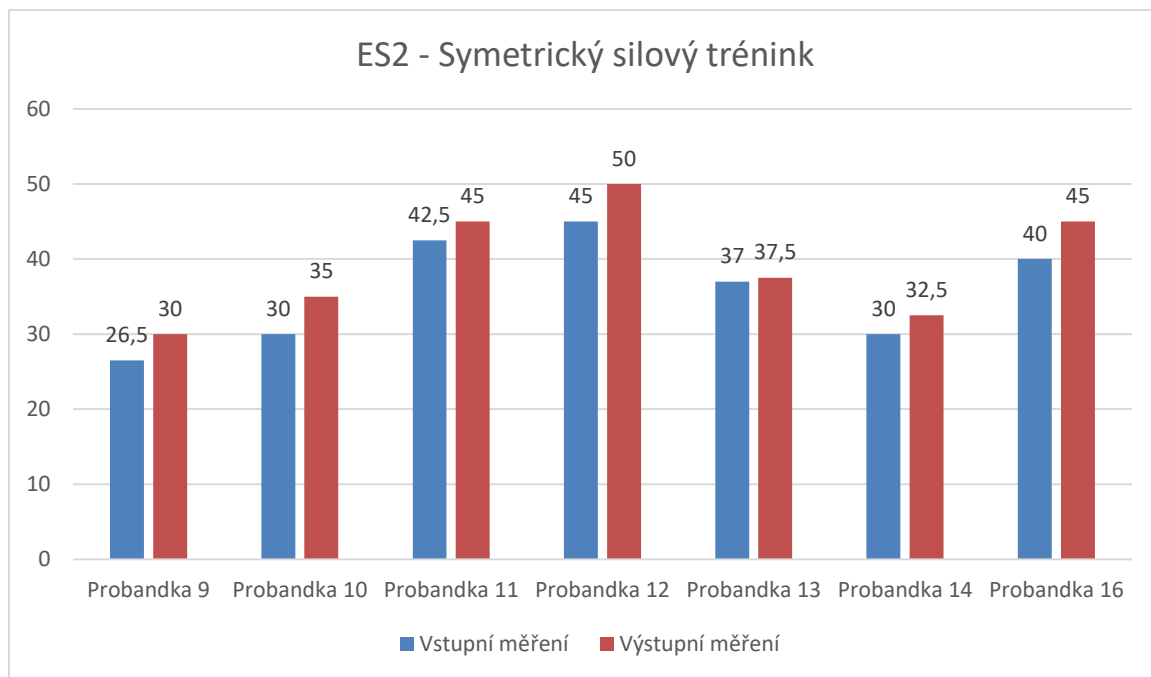
## 10.2. Experimentální skupina 1 vs. Experimentální skupina 2 (bench press)

V další podkapitole srovnávám výsledky, které dosáhly obě skupiny. Porovnávám ES1, která prováděla asymetrický silový trénink a ES2, která naopak prováděla po dobu 10 týdnů symetrický silový trénink.



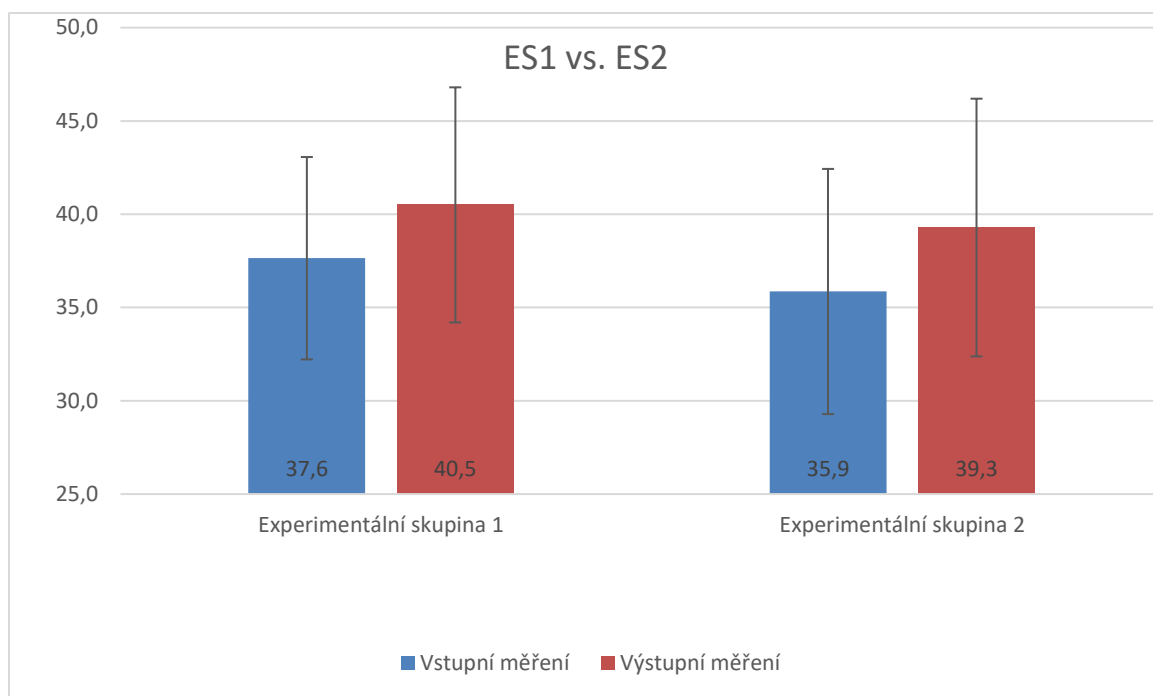
**Graf 1** Vstupní a výstupní měření u ES1 (bench press)

Na **grafu 1** znázorňuji výsledky probandek ze vstupního a výstupního měření. Tyto probantky prováděly po dobu 10 týdnů asymetrický silový trénink. Z grafu vidíme, že došlo ke zlepšení u probandek č. 1, 3, 4, 5 a 7. U probandkem č. 2 a 8 nedošlo ke zlepšení. V celkovém průměru došlo ke zlepšení o 2,9 kg.



**Graf 2** Vstupní a výstupní měření u ES2 (bench press)

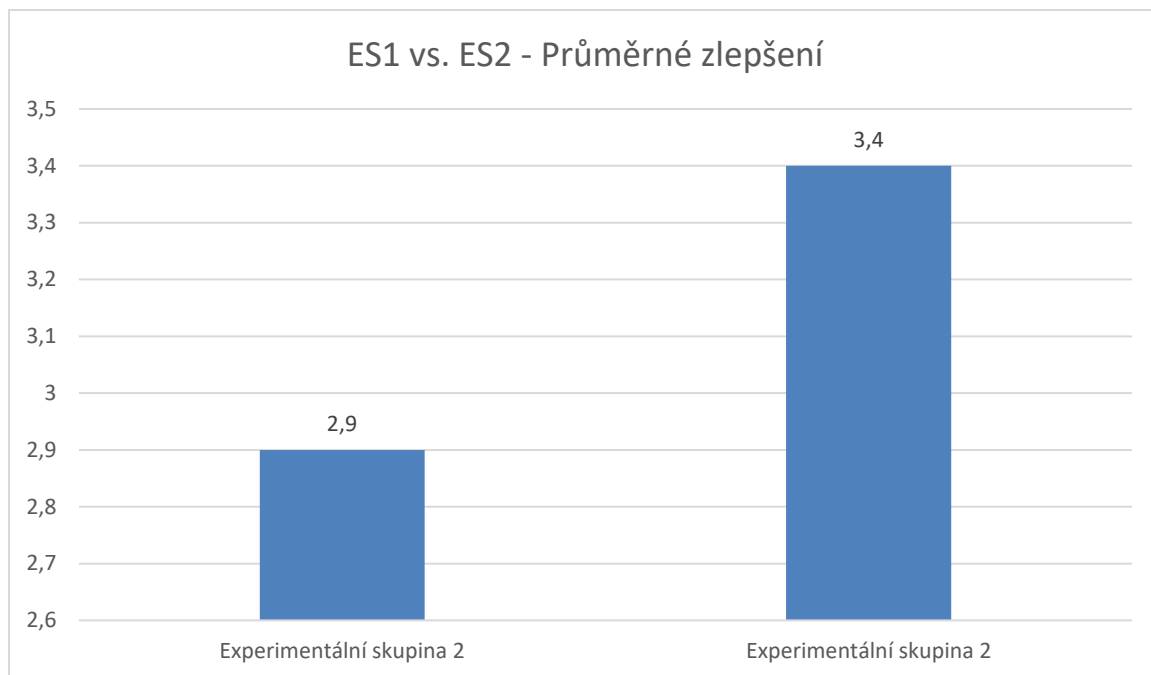
Na **grafu 2** můžeme vidět výsledky probandek ze vstupního a výstupního měření. Tyto probandky prováděly po dobu 10 týdnů symetrický silový trénink. Z grafu vidíme, že došlo u všech probandek ke zlepšení. V celkovém průměru došlo ke zlepšení o 3,4 kg.



**Graf 3** Průměrné hodnoty vstupního a výstupního měření u ES1 a ES2 (bench press)

Na **grafu 3** je porovnání celkového průměru u výsledků vstupního a výstupního měření. U ES1 je průměrná hodnota u vstupního měření  $37,6 \pm 5,4$  kg. U výstupního měření je průměrná hodnota  $40,5 \pm 6,3$  kg. V průměru došlo u ES1 ke zlepšení o 2,9 kg. U ES2 je průměrná hodnota u vstupního měření  $35,9 \pm 6,6$  kg. U výstupního měření je průměrná hodnota  $39,3 \pm 6,9$  kg. V průměru došlo ke zlepšení o 3,4 kg.





**Graf 4** Průměrné zlepšení u ES1 a ES2 (bench press)

Na **grafu 4** vidíme průměrné zlepšení jednotlivých skupin. ES1, která prováděla asymetrický silový program, se zlepšila v 1RM u bench pressu o **2,9 kg**. Naopak ES2, která prováděla symetrický silový program, se zlepšila v 1RM u bench pressu o **3,4 kg**. K většímu zlepšení došlo u ES2 a to o **0,5 kg**. Tento rozdíl je statistický nevýznamný, protože hodnota  $P=0,6$ . Jedná se o malý efekt, jelikož  $d=0,32$ .

### 10.3 Souhrnné výsledky u mrtvého tahu

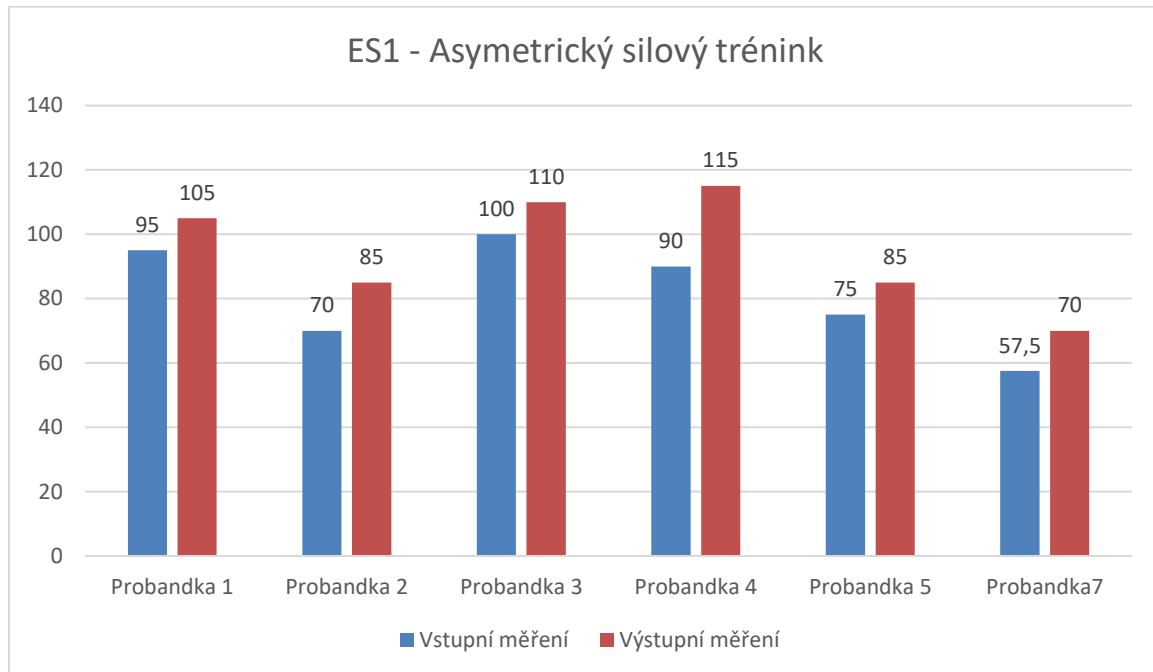
**Tabulka 9** Demografická tabulka měření probandek u mrtvého tahu

Probandka	Vstupní měření	Výstupní měření	Zlepšení
1	95 kg	105 kg	10 kg
2	70 kg	85 kg	15 kg
3	100 kg	110 kg	10 kg
4	90 kg	115 kg	25 kg
5	75 kg	85 kg	10 kg
7	57,5 kg	70 kg	12,5 kg
9	57,5 kg	75 kg	17,5 kg
10	75 kg	85 kg	10 kg
11	90 kg	105 kg	15 kg
12	87,5 kg	90 kg	2,5 kg
13	67,5 kg	80 kg	12,5 kg
14	60 kg	80 kg	20 kg
16	100 kg	110 kg	10 kg
<b>Průměr</b>	<b>78,84 kg</b>	<b>91,92 kg</b>	<b>13,08 kg</b>

\*Poznámka: červenou barvou jsou zvýrazněny největší přírůstky

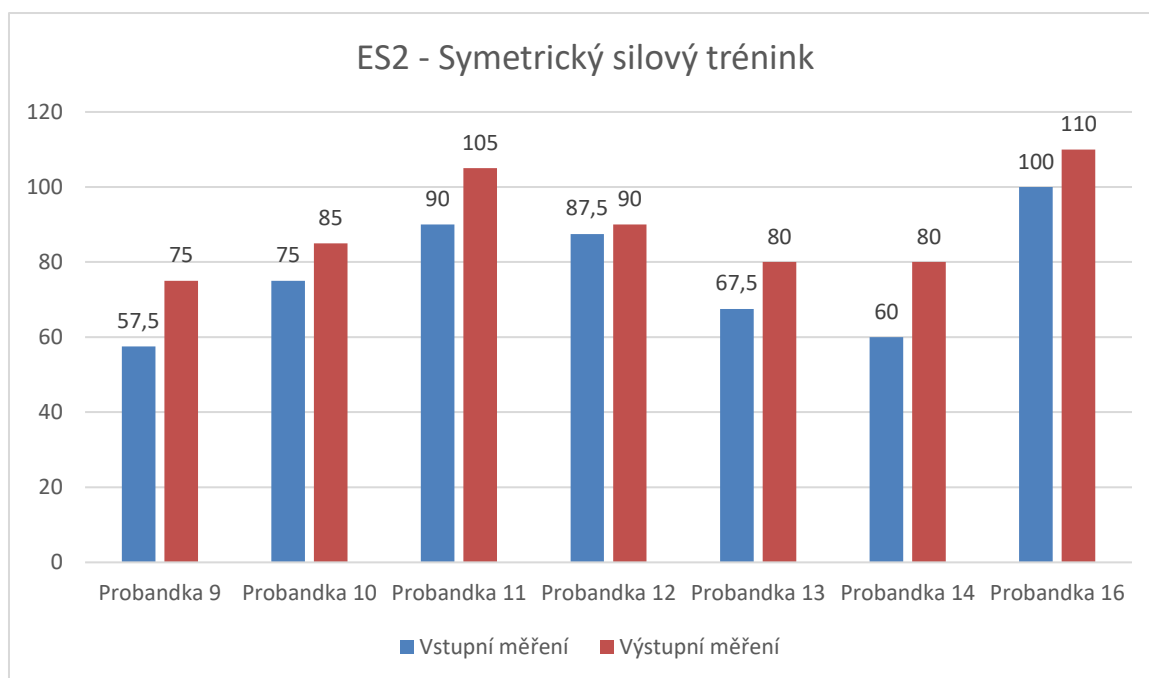
V **tabulce 9** jsou uvedeny hodnoty z měření u mrtvého tahu. Probandky č. 6, 8 a 15 se nezúčastnily výstupního měření, tudíž jsem je nezahrnul do výsledků. Z výsledků vidíme, že se každá probandka zlepšila po aplikaci intervenčního silového programu. Největšího přírůstku dosáhla probandka č. 4, která se zlepšila o 25 kg. Průměrné zlepšení bylo o 13,08 kg.

#### 10.4 Experimentální skupina 1 vs. Experimentální skupina 2 (mrtvý tah)



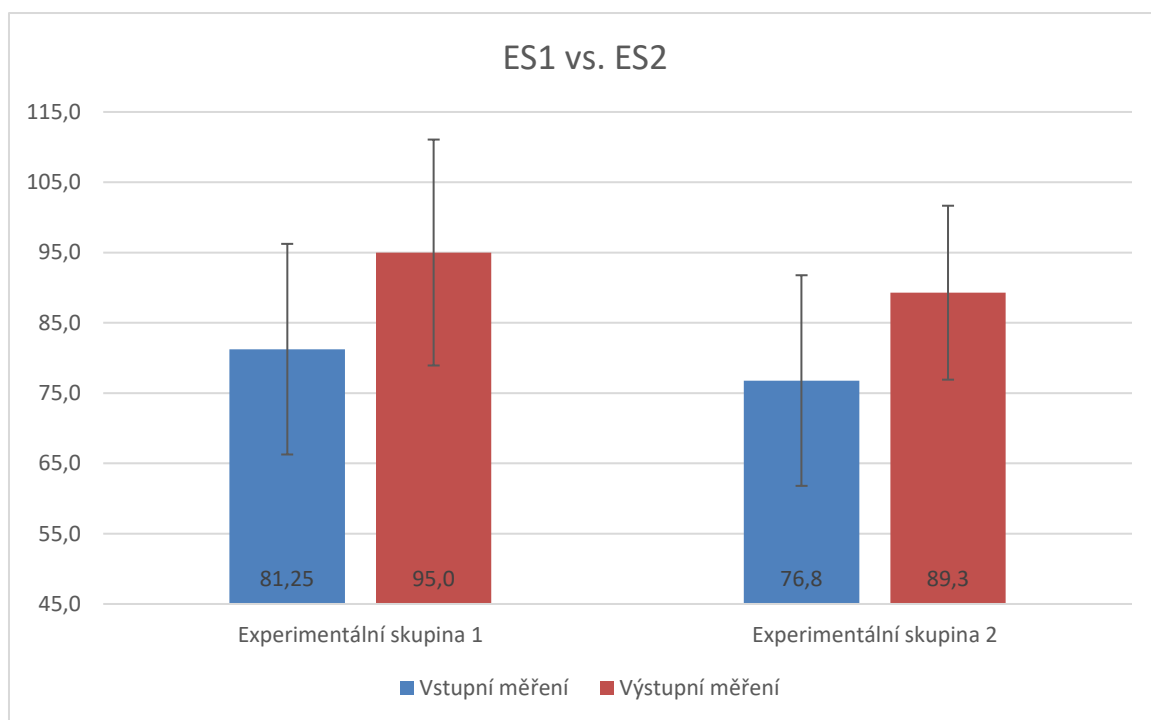
**Graf 5** Vstupní a výstupní měření u ES1 (mrtvý tah)

Na **grafu 5** jsou uvedeny jednotlivé probandky. Každá z probandek se zlepšila po intervenci. Největšího zlepšení dosáhla probandka č. 4, která se zlepšila o 25 kg. Celkově se probandky, které prováděly asymetrický silový trénink zlepšily o 13,75 kg.



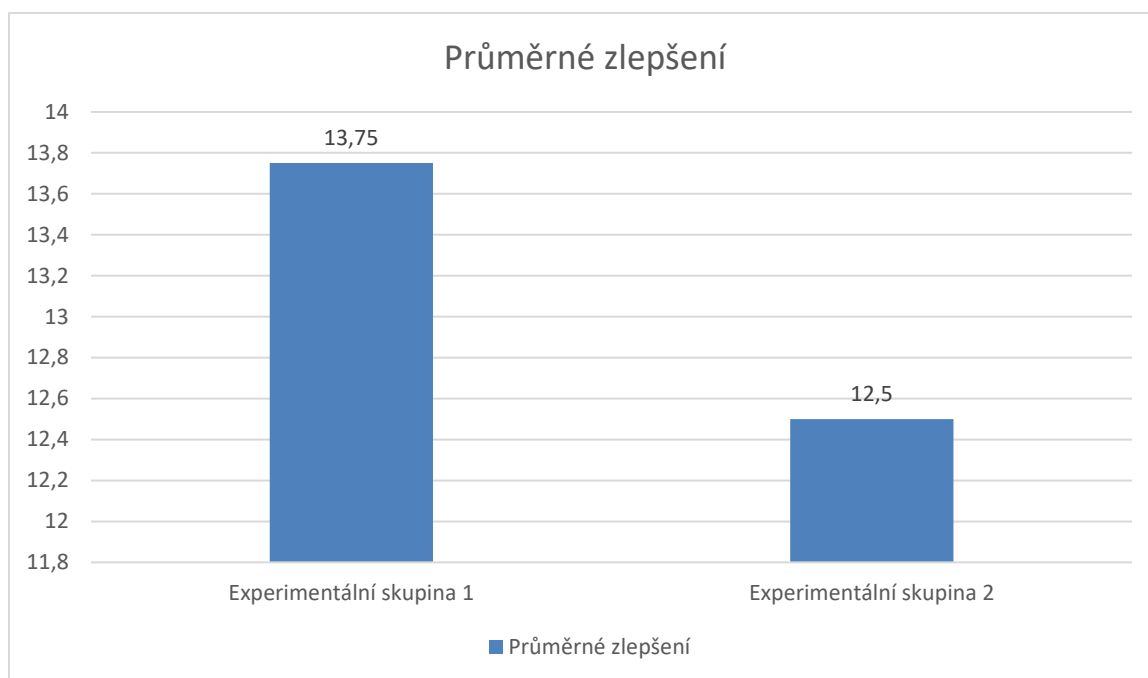
**Graf 6** Vstupní a výstupní měření u experimentální skupiny 2 (mrtvý tah)

Na **grafu 6** můžeme vidět vstupní a výstupní hodnoty z měření u ES2. U každé z probandek došlo po intervenci ke zlepšení. Nejvíce se zlepšila probandka č. 14, která zvýšila své 1RM u mrtvého tahu o 20 kg. V průměru se ES2 zlepšila o 12,5 kg.



**Graf 7** Průměrné hodnoty vstupního a výstupního měření u ES1 a ES2 (mrtvý tah)

Na **grafu 7** vidíme průměrné hodnoty ze vstupního a výstupního měření. U ES1 je průměrná vstupní hodnota  $81,25 \pm 15$  kg a průměrná výstupní hodnota je  $95 \pm 16,1$  kg. V průměru se ES1 zlepšila o 13,75 kg. U ES2 je průměrná vstupní hodnota  $76,8 \pm 15$  kg a výstupní hodnota je  $89,3 \pm 12,4$  kg. V průměru se ES2 zlepšila o 12,5 kg.



**Graf 8** Průměrné zlepšení u ES1 a ES2 (mrtvý tah)

Na grafu 8 vidíme o jaké průměrné hodnoty se zlepšily jednotlivé skupiny. ES1 se zlepšila o **13,75 kg** a ES2 o **12,5 kg**, tudíž k většímu zlepšení došlo u ES1 a to o **1,25 kg**. Tento rozdíl je také statisticky nevýznamný, protože hodnota  $P=0,7$ . Efekt je malý, protože  $d=0,23$ .

### 10.5 Vyhodnocení výsledků

Nejdříve jsem porovnával vliv asymetrického a symetrického intervenčního silového programu na zlepšení maximální síly u cviku bench press. Průměrné hodnoty vstupního měření u bench pressu byly 36,75 kg a výstupní byly 39,89 kg. ES1 se zlepšila v celkovém průměru o 2,9 kg. ES2 se po 10týdenní intervenci zlepšila o 3,4 kg. Tudíž z výsledků můžeme vyvodit, že symetrický intervenční program byl efektivnější než asymetrický pro rozvoj 1RM u cviku bench press. Za druhé jsem porovnával vliv intervenčního silového programu na mrtvý tah. Vstupní průměrné hodnoty byly 78,84 kg a výstupní 91,92 kg. ES1 se po intervenci zlepšila o 13,75 kg. ES2 se v celkovém průměru zlepšila o 12,5 kg. U mrtvého tahu se tedy asymetrický intervenční silový program jeví jako efektivnější pro rozvoj 1RM než symetrický.

## 11. Diskuze

Hlavním cílem bakalářské práce bylo porovnání vlivu asymetrického a symetrického silového tréninku na rozvoj 1RM u cviku bench press a mrtvý tah.

Silová připravenost je nedílnou součástí kondiční přípravy sportovce. V silovém tréninku si můžeme klást spousty cílů. Například se může jednat o hypertrofii neboli zvětšení objemu svalových vláken, rozvoj výbušnosti, silové vytrvalosti nebo například maximální síly, které jsem se věnoval. Maximální síla je pro sportovce velmi důležitá a určitě by neměla být přehlížena. Odborná literatura se zabývá rozvojem maximální síly v symetrickém zatížení, což znamená, že obě strany jsou zatěžovány shodně. Naopak asymetrickému zatížení se odborná literatura příliš nevěnuje. Studie, které jsem dohledal se primárně věnovaly vlivu asymetrie na sportovní výkon, zranění nebo na aktivitu svalstva. Poslední zmíněné problematice se věnoval Jarozs a kol. (2020) v studii, která se nazývá Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training). Tato studie se zabývala asymetrickým zatížením u bench pressu a vlivem na svalovou aktivitu. Problematice, které jsem se věnoval ve své bakalářské práci, se dosud nevěnovalo mnoho prostoru, a proto jsem se rozhodl vybrané téma zkoumat.

Po vyhodnocení dat se nepotvrdila **H1: Předpokládáme, že po aplikaci asymetrického tréninkového programu došlo u ES1 k vyššímu zlepšení hodnot 1RM u bench pressu a mrtvého tahu než u ES2, která prováděla symetrický trénink.** U bench pressu dosáhla většího zlepšení experimentální skupina, která prováděla SST. Ale i po AST došlo ke zlepšení, což může být obohacující a přínosné zjištění pro současnou odbornou literaturu a akademickou půdu. Mezi ES1 a ES2 byl statisticky nevýznamný rozdíl, protože hodnota  $P=0,59$  a Cohenův koeficient účinku byl malý, jelikož  $d=0,32$ . Naopak u mrtvého tahu vykazovala ES1 lepší výsledky po intervenci než ES2. I když rozdíl mezi skupinami byl statisticky nevýznamný, protože hodnota  $P=0,70$  a Cohenův koeficient účinku byl  $d=0,23$ , tudíž se jednalo o malý efekt. Lze polemizovat, z jakého důvodu byly výsledky statisticky nevýznamné a efekt byl malý. Pro další výzkumy bychom se mohli zaměřit na delší délku intervence, zvýšení počtu intervencí během týdne a také se lze zamyslet nad tím, zda by výsledky byly významnější, kdyby byl počet probandek vyšší. Po analýze dat se potvrdila **H2: Předpokládáme, že dojde k většímu zlepšení u mrtvého tahu než u bench pressu.** U mrtvého tahu došlo ke zlepšení o 13,1 kg a u bench pressu o 3,1 kg. Stejného zjištění dosáhl i

Colquhoun a kol. (2017). Po 9týdenní intervenci také došlo k většímu zlepšení u mrtvého tahu (19,0–21,0 kg, 11,8 %–12,6 %) než u bench pressu (7,8–9,7 kg, 7,7 %–8,6 %).

Rozvoji maximální síly se sportovci převážně věnují v přípravném období, tudíž si myslím, že zařazení asymetrického zatížení do této části RTC by mohlo být velmi přínosné. Asymetrický silový trénink lze využít v praxi jako rozbití tréninkového stereotypu. Tento způsob tréninku představuje inovativní metodu, kterou můžeme překonávat stagnaci a monotónnost v tréninkovém režimu. Asymetrickým tréninkem nemusíme docílit jenom rozvoji maximální síly, ale také zlepšení HSS. Moje kolegyně Kristýna Koželská se zabývala ve své práci vlivem asymetrického zatížení na HSS a dle jejích výsledků se jeví AST jako efektivnější než SST. Jarozs a kol. (2020) došli k zjištění ve své práci, že asymetrické zatěžování vede k výrazně vyšší svalové aktivitě na zatěžované straně těla. V tomto případě by mohl být tento typ tréninku účinný pro snížení svalových dysbalancí. Většina probandek měla po absolvování intervence velmi úspěšnou sezónu ve softballu. Snížil se počet zranění i vzhledem k vysokému počtu odpalů a nadhozů.

Jako každý výzkum má i tato výzkumná práce své limity. Značnou limitací je homogenita výzkumného souboru a její hmotnostní rozpětí. U probandek, které prováděly silový intervenční program, mohla hrát značnou roli regenerace či únava. Probandky v době intervence současně měly i softballové tréninky, což mohlo negativně ovlivnit výkon během intervence. Limitujícím faktorem může být také stres, jelikož většina probandek studuje. Výzkum probíhal v období covid-19 a právě některé probandky virem onemocněly, což mohlo negativně ovlivnit výkony během intervence. Další limitací je to, že nebylo provedeno kontrolní měření uprostřed výzkumu. Možnými otazníky jsou spánek a strava, protože tyto dva faktory značně ovlivňují sportovní výkon.



## 12. Závěr

Cílem práce bylo porovnání vlivu asymetrického a symetrického silového tréninku na rozvoj 1RM u cviku bench press a mrtvý tah. Z výsledků výzkumu můžeme posoudit, že nejenom symetrický silový trénink může rozvíjet maximální sílu, ale i asymetrický. H1 se nepotvrdila, jelikož mezi skupinami byl nevýznamný rozdíl, a naopak se potvrdila H2. Zcela určitě je potřeba se dané problematice ještě více věnovat, protože konkrétně vliv asymetrického zatížení na maximální sílu ještě nikdo nezkoumal. Silově kondiční trenéři by měli být co nejvíce variabilní při rozvoji sportovců, a tak se i asymetrické zatěžování může objevit v přípravě sportovců. AST lze v praxi využít jako rozbití tréninkového stereotypu, kdy by sportovci zařadili tento typ tréninku během přípravného období. Ze studií, které jsem dohledal, vzešlo, že asymetrické zatěžování může vyrovnat svalové dysbalance. Z dostupných zdrojů ale nevíme, jakým způsobem může asymetrické zatěžování ovlivnit například hypertrofii nebo silovou vytrvalost. Myslím si, že by zkoumání asymetrického zatížení s ohledem na hypertrofii mohlo být velmi přínosné, proto by bylo potřeba se dané problematice ještě věnovat.

## Seznam Literatúry

AKUTHOTA, Venu, Andrea FERREIRO, Tamara MOORE a Michael FREDERICSON. Core Stability Exercise Principles. Current Sports Medicine Reports [online]. 2008, 7(1), 39-44 [cit. 2022-11-11]. PMID: 18296944. Dostupné z: doi:10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69

ARSENEAULT, Keven. The handbook of training techniques [online]. 1. Canada: B.Sc., Kinesiology, CSCS, 2015 [cit. 2023-04-14]. ISBN 978-2-9814182-2-7. Dostupné z: [file:///C:/Users/Martin/OneDrive/Plocha/Handbook-of-training-techniques.compressed%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Martin/OneDrive/Plocha/Handbook-of-training-techniques.compressed%20(1).pdf)

AUERBACH, Benjamin N. a Christopher B. RUFF. Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. Journal of Human Evolution [online]. 2006, 50(2), 203-218 [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.09.004

BAHENSKÝ, Petr, Pavel TLUSTÝ, David MARKO a Lucie VEITHOVÁ. Svalová, Silová a odrazová asymetrie u mladých fotbalistů. The Scientific Journal for Kinanthropology [online]. 2021, 2(3), 95-103 [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: doi:doi: 10.32725/sk.2022.001

BAK, Klaus a Peter S. MAGNUSSON. Shoulder Strength and Range of Motion in Symptomatic and Pain-Free Elite Swimmers. The American journal of sports medicine [online]. 1997, 25(4), 454-459 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1177/036354659702500407

BAZYLER, Cabel D., Chris A. BAILEY, Chieh-Ying CHIANG, Kimitake SATO a Michael H. STONE. The effects of strength training on isometric force production symmetry in

recreationally trained males. *Journal of Trainology* [online]. 2014, 3(1), 6-10 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.17338/trainology.3.1\\_6](https://doi.org/10.17338/trainology.3.1_6)

BEDŘICH, Ladislav. *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-3927-2.

BERNACÍKOVÁ, Martina, Mariam KALICHOVÁ a Lenka BERÁNKOVÁ. *Základy sportovní kineziologie*. *Základy sportovní kineziologie* [online]. Brno, Masarykova Univerzita, 2010 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/funkce\\_svalu.html#soul](https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/funkce_svalu.html#soul)

BETTARIGA, Francesco, Anthony TURNER, Sean MALONEY, Luca MAESTRONI, Paul JARVIS a Chris BISHOP. The Effects of Training Interventions on Interlimb Asymmetries: A Systematic Review With Meta-analysis. *Strenght and conditioning journal* [online]. 2022, 44(5), 69-86 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000701>

BISHOP, Chris, Anthony TURNER a Paul READ. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of sport sciences* [online]. 2018, 36(10), 1135-1144 [cit. 2022-11-09]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>

BOMPA, Tudor O. a Carlo A. BUZZICHELLI. *Periodization training for sports*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 2015. ISBN 978-1-4504-6943-2.

BOMPA, Tudor O., Mauro G. DI PASQUALE a Lorenzo CORNACCHIA. *Serious strength training*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2013. ISBN 978-1-4504-2244-4.

BROWN, Lee E. Isokinetics in Human Performance. 1. Human Kinetics, 2000. ISBN 0736000054.

COLQUHOUN, Ryan, Christopher M. GAI, Jeffrey WALTERS, Andrew R. BRANNON, Marcus W. KILPATRICK, Dominic P. D'AGOSTINO A William I. CAMPBELL. Comparison of Powerlifting Performance in Trained Men Using Traditional and Flexible Daily Undulating Periodization. Journal of Strength and Conditioning Research [online]. 2017, 31(2), 283-291 [cit. 2022-12-13]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001500

ČAPEK, Lukáš, Petr HÁJEK, Petr HENYŠ a kol. Biomechanika člověka. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0367-6.

ČERMÁK, Josef. Záda už mě nebolí. Čes. vyd. 4. Praha: Jan Vašut, 2000. ISBN 8072361171.

ČUK, Tonka, Petra LEBEN-SELJAK a Marija ŠTEFANČIČ. Lateral asymmetry of human long bones. Adam Mickiewicz University, 2001.

DEL VECCHIO, Luke, Hays DEAWOUD A Shannon GREEN. The health and performance benefits of the squat, deadlift, and bench press. Med Crave [online]. 2018, 3(2), 40-47 [cit. 2022-12-13]. Dostupné z: [http://thehubeducation-production.s3.amazonaws.com/uploads/6194/46523394-507e-4c7c-93ac-4cb91428821c/MOJYPT\\_03\\_00042.pdf](http://thehubeducation-production.s3.amazonaws.com/uploads/6194/46523394-507e-4c7c-93ac-4cb91428821c/MOJYPT_03_00042.pdf)

DOVALIL, Josef a Miroslav CHOUTKA. Výkon a trénink ve sportu. 4. vyd. Praha [i.e. Velké Přílepy]: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8.

DOVALIL, Josef. Výkon a trénink ve sportu. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1.

DYLEVSKÝ, Ivan a Petr JEŽEK. Typy vláken kosterního svalu. Základy kineziologie [online]. 2000, Praha [cit. 2022-11-11]. Dostupné z: <https://vos.palestra.cz/skripta/kineziologie/1a3a2.htm>

ELIASSEN, Wiliam, Atle Hole SAETERBAKKEN a Roland VAN DEN TILLAAR. Comparison of bilateral and unilateral squat exercises on barbell kinematic and muscle activation. International journal of sports physical therapy [online]. 2018, 13(5), 871-881 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6159498/>

FORT-VANMEERHAECHT, Azahara, Chris BISHOP, Bernat BUSCA, Joan AGUILERA-CASTELLS, Jordi VICENS-BORDAS a Oliver GONZALO-SKOK. Inter-limb asymmetries are associated with decrements in physical performance in youth elite team sports athletes. Plus One [online]. 2020, 15(3), 1-14 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229440](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229440)

FOUSEKIS, Konstantinos, Elias TSEPIS a George VAGENAS. Lower Limb Strength in Professional Soccer Players: Profile, Asymmetry, and Training Age. Journal of sport science and medicine [online]. 3, 2010, (9), 364-373 [cit. 2023-04-17]. PMID: 18296944. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761700/>

HAVEL, Zdeněk a Jan HNÍZDIL. Rozvoj a diagnostika silových schopností. Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem, 2009. ISBN 978-80-7414-189-8

HENDL, Jan. Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-040-2.

HENDL, Jan. Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat. 3., přepracované vyd. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-482-3.

HEO, Jae-seok a Sang-yeol LEE. Effects of ipsilateral and contralateral loading on lower extremity muscle activity during one leg standing. Journal of Korean Physical Therapy Science [online]. 2020, 27(1), 34-42 [cit. 2023-03-03]. ISSN 2733-645X (Online) Dostupné z: doi:<http://dx.doi.org/10.26862/jkpts.2020.06.27.1.34>

HOŠKOVÁ, Blanka. Kompenzace pohybem. Praha: Olympia, 2003. ISBN 8070337877.

CHLEBÍK, Jaroslav. Aktuální trendy v periodizaci a plánování sportovní přípravy. Brno, 2016. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Jan Cacek.

CHU, Donald A. Jumping into plyometrics. 2. USA: Human Kinetics, 1998. ISBN 0-88011-846-6.

ILAVSKÝ, Ján a Aleš SUK. Abeceda běhu na lyžích, metodický dopis. Praha: ČSTV, 2005.

ISSURIN, Vladimir. Block periodization versus traditional training theory: a review. The journal of sports medicine and physical fitness [online]. 2008, (48), 65-75 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Issurin/publication/5638447\\_Block\\_periodization\\_versus\\_traditional\\_training\\_theory\\_A\\_review/links/59a4f8074585157031179b96/Block-periodization-versus-traditional-training-theory-A-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Issurin/publication/5638447_Block_periodization_versus_traditional_training_theory_A_review/links/59a4f8074585157031179b96/Block-periodization-versus-traditional-training-theory-A-review.pdf)

JANDA, Vladimír. Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch: určeno pro rehabilitační pracovníky. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1982. Učební texty.

JANSA, Petr, Josef DOVALIL a Václav BUNC. Sportovní příprava: vybrané kinantropologické obory k podpoře aktivního životního stylu. Rozš. 2. vyd. Praha: Q-art, 2009. ISBN 978-80-903280-9-9.

JARMEY, Chris a John SHARKEY. Atlas svalů – anatomie. 3. vydání. Přeložil Kateřina BRADÁČOVÁ. Brno: CPress, 2019. ISBN 978-80-264-2503-8.

JAROSZ, Jakub, Artur GOŁAŚ, Michał KRZYSZTOFIK, Patryk MATYKIEWICZ, Katarzyna STROŃSKA, Adam ZAJĄC a Adam MASZCZYK. Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training). International Journal of Environmental Research and Public Health [online]. 2020, 17(11), 1-9 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17113912>

KALUS, Jakub. Level Up: Research review. In: Asymetrie mezi končetinami. Co dosud (ne)víme? [online]. 2022, s. 1-37 [cit. 2022-12-14]. Dostupné z: [file:///C:/Users/Martin/Downloads/LevelUpResearchReviewZ%C3%A1%C5%99%C3%AD2022%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Martin/Downloads/LevelUpResearchReviewZ%C3%A1%C5%99%C3%AD2022%20(1).pdf)

KALUS, Jakub. Moderní kondiční trénink. Brno: pro Jakuba Kaluse vydal Jakub Gottvald, 2021. ISBN 978-80-905652-9-6.

KRUGER, Arnd. From Russia with Love? Sixty years of proliferation of L.P. Matveyev's concept of Periodisation?. Sport Coaching: Historical and cultural perspectives (1st part)

[online]. 2016, 114(4), 51-59 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: [https://www.cairn-int.info/article-E\\_STA\\_114\\_0051--.htm](https://www.cairn-int.info/article-E_STA_114_0051--.htm)

KŘIVÁNKOVÁ, Markéta a Milena HRADOVÁ. Somatologie. Praha: Grada, 2009. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-2988-6.

KUBO, Takahiro, Masataka MURAMATSU, Yoshihiro HOSKIKAWA a Hioraki KANEHISA. Profiles of Trunk and Thigh Muscularity in Youth and Professional Soccer Players. The journal of strenght and conditioning research [online]. 2010, 24(6), 1472-1479 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181d32eb1

KUJANOVÁ, Martina, Lucie BIGONI, Jana VELEMÍNSKÁ a Petr VELEMÍNSKÝ. Limb bones asymmetry and stress in medieval and recent populations of Central Europe. International journal of osteoarchaeology [online]. 2008, 18(5), 476-491 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/oa.958>

LATELLA, Christopher, Patrik J. OWEN, Timothy DAVIES, Jemima SPATHIS, Alistair MALLARD a Daniel VAN DEN HOEK. Long-Term Adaptations in the Squat, Bench Press, and Deadlift: Assessing Strength Gain in Powerlifting Athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise [online]. 2022, 54(5), 841-850 [cit. 2022-12-13]. Dostupné z: doi:10.1249/mss.0000000000002858

LEÃO, César, Miguel CAMOES, Filipe M. CLEMENTE, Pantelis T. NIKOLAIDIS, Ricardo LIMA, Pedro BEZZERA, Thomas ROSEMANN a Beat KNECHTLE. Anthropometric Profile of Soccer Players as a Determinant of Position Specificity and Methodological Issues of Body Composition Estimation. International Journal of Environmental Research and Public Health [online]. 2019, 16(13) 2386, 1-10 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph16132386>



LEHNERT, Michal, Jiří NOVOSAD, Filip NEULS, František LANGER a Michal BOTEK. Trénink kondice ve sportu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2614-3.

LEHNERT, Michal, Martin KUDLÁČEK, Pavel HÁP, Jan BĚLKA, Filip NEULS, Ondřej JEŠINA, Karel HŮLKA, Dušan VIKTORJENÍK, František LANGER, Jiří KRATOCHVÍL, Rudolf ROZSYPAL a Petr ŠŤASTNÝ. Sportovní trénink I [online]. 1. Univerzita Palackého v Olomouci, 2014 [cit. 2022-12-06]. ISBN 978-80-244-4330-0. Dostupné z: <https://publi.cz/books/148/Cover.html>

LIAO, Kai-Fang, George P. NASSIS, Chris BISHOP, Wei YANG, Chao BIAN a Yong-Ming LI. Effects of unilateral vs. bilateral resistance training interventions on measures of strength, jump, linear and change of direction speed: a systematic review and meta-analysis. *Biology of Sport* [online]. 2022, 39(3), 485-497 [cit. 2023-03-03]. ISSN ISSN: 0860-021X Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.107024>

LIEVERSE, Angela R., Vladimir I. BAZALIISKII, Olga I. GORIUNOVA a Andrzej W. WEBER. Lower limb activity in the Cis-Baikal: Entheseal changes among middle holocene siberian foragers. *Physical Anthropology* [online]. 2013, 150(3), 421-432 [cit. 2022-12-15]. ISSN 0002-9483 Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/ajpa.22217>

LJEWski, Marcin, Anna BURDUKIEWICZ, Jadwiga PIETRASZEWSKA, Justyna ANDRZEJEWSKA and Aleksandra STACHOŃ, A. Asymmetry of Muscle Mass Distribution and Grip Strength in Professional Handball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2021, 18(4), 1-12 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18041913>

LIU, Hui, William E. GARRETT, Claude T, MOORMAN a Bing YU. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2012, 1(2),92-101[cit.2022-12-08].Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.07.003>

MALÁ, Lucia, Tomáš MALÝ, Lee CABELL, Mikuláš HANK, David BUJNOVSKÝ a František ZAHÁLKA. Anthropometric, Body Composition, and Morphological Lower Limb Asymmetries in Elite Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2020, 17(4), 1-12 [cit. 2023-04-17]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17041140>

MALETIS, Gregory B., Sheri L. CAMERON, Joann J. TENGAN a Raul J. BURCHETTE. A Prospective Randomized Study of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comparison of Patellar Tendon and Quadruple-Strand Semitendinosus/Gracilis Tendons Fixed with Bioabsorbable Interference Screws. *The American journal of sports medicine* [online]. 2007, 35(3), 384-394 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1177/0363546506294361>

MALONEY, Sean J. The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review. *The journal of strenght and conditioning research* [online]. 2019, 33(9), 2579-2593 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: doi:[10.1519/JSC.0000000000002608](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002608)

MALÝ, Tomáš, Lucia MALÁ, David BUJNOVSKÝ, Mikuláš HANK a František ZAHÁLKA. Morphological and isokinetic strength differences: bilateral and ipsilateral variation by different sport activity. *Open Medicine* [online]. 2019, 14(1), 207-216 [cit. 2022-12-07]. ISSN 2391-5463 Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1515/med-2019-0014>

MALÝ, Tomáš, František ZAHÁLKA a Lucia MALÁ. Unilateral and Ipsilateral Strength Asymmetries in Elite Youth Soccer Players With Respect to Muscle Group and Limb Dominance. *International Journal of Morphology* [online]. 2016, 34(4), 1339-1344 [cit.2022-

12-11].

ISSN

0717-9502

Dostupné

z:

<https://pdfs.semanticscholar.org/aec1/20a03014804e24595ad30aedaf6194dfdf56.pdf>

MARKOVIČ, Goran, Nejc SARABON, Frane BOBAN, Ivan ZORIC, Mario JELCIC, Kresimir SOS a Mark SCAPPATICCI. Nordic Hamstring Strength of Highly Trained Youth Football Players and Its Relation to Sprint Performance. *Journal of strenght and conditioning research* [online]. 2020, 34(3), 800-807 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002800

MCNEELY, Edward a David SANDLER. *Power plyometric: the complete program. 2.* UK: Sports publishers association, 2007. ISBN 978-1-84126-200-0.

MERTZ, Kenneth H., Søren REITELSEDER, Mikkel JENSEN a kol. Influence of between-limb asymmetry in muscle mass, strength, and power on functional capacity in healthy older adults. *Scandinavian journal of medicine and science in sports* [online]. 2019, 29(12), 1901-1908 [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1111/sms.13524>

MĚKOTA, Karel a Petr BLAHUŠ. *Motorické testy v tělesné výchově. 1.* Praha: SPN, 1983.

NOEHREN, Brian, Anders ANDERSEN, Peter HARDY, Darren L. JOHNSON, Mary LLOYD IRELAND, Katherine L. THOMPSON a Bruce DAMON. Cellular and Morphological Alterations in the Vastus Lateralis Muscle as the Result of ACL Injury and Reconstruction. *The Journal of bone and joint surgery* [online]. 2016, 98(18), 1541-1547 [cit. 2022-12-01]. Dostupné z: doi:10.2106/JBJS.16.00035

NÚÑEZ, Francisco J., Alfredo SANTALLA, Irene CARRASQUILA, Jose A. ASIAN, Jose I. REINA a Luis J. SUAREZ-ARRONES. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants,

in team sport players. Plos One [online]. 2018, 13(3), 1-13 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193841>

PALMER, A. Richard. Fluctuating asymmetry analyses: a primer. Contemporary Issues in Genetics and Evolution [online]. 1994, (2), 335-364 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: doi:DOI: 10.1007/978-94-011-0830-0\_26

PALMER, A. Richard a Curtis STROBECK. Fluctuating asymmetry: Measurement, Analysis, Patterns. Annual Review of Ecology and Systematics [online]. 1986, 17, 391-421 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.002135>

PALMIERI-SMITH, Riann M., Abbey C. THOMAS a Edward M. WOJTYS. Maximizing Quadriceps Strength After ACL Reconstruction. Clinics in Sports Medicine [online]. 2008, 27(3), 405-424 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.csm.2008.02.001>

PAWEL, Linek, Pardis NOORMOHAMMADPOUR, Mohammad ALI MANSOURNIA, Tomasz WOLNY a Damian SIKORA. Morphological changes of the lateral abdominal muscles in adolescent soccer players with low back pain: A prospective cohort study. Journal of Sport and Health Science [online]. 2020, 9(6), 614-619 [cit. 2022-12-15]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.02.002>

PETR, Miroslav a Petr ŠŤASTNÝ. Funkční silový trénink. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.

PISZ, Anna, Dušan BLAŽEK, Radim JEBAVÝ, Dominik KOLINGER, Michal WILK, Michal KRZYSZTOFIK a Petr ŠŤASTNÝ. Antagonist activation exercises elicit similar post-activation performance enhancement as agonist activities on throwing performance. BMC

Sports Science, Medicine and Rehabilitation [online]. 2023, 15(44), 1-11 [cit. 2023-05-12].  
Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1186/s13102-023-00657-9>

RYNKIEWICZ, Mateusz, Tadeusz RYNKIEWICZ, Piotr ŻUREK, Ewa ZIEMANN a Radosław SZYMANIK. Asymmetry of muscle mass distribution in tennis players. *TRENDS in Sport Sciences* [online]. 2013, 1(20), 47-53 [cit. 2022-12-17]. ISSN 2299-9590. Dostupné z: <https://www.wbc.poznan.pl/dlibra/publication/319617/edition/261625/content>

SAETERBAKKEN, Atle Hole, Tom Erik J. SOLSTAD, David G. BEHM, Nicolay STIEN, Matthew Peter SHAW, Helene PEDERSEN a Vidar ANDERSEN. Muscle activity in asymmetric bench press among resistance-trained individuals. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2020, 120, 2517-2524 [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-020-04476-5>

SANNICANDRO, Italo, Rosa A. ROSA a Andrea PICCINNO. Balance Training Exercises Decrease Lower-Limb Strength Asymmetry in Young Tennis Players. *Journal of sport science and medicine* [online]. 2014, 13(2), 397-402 [cit. 2023-01-16]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3990896/>

SILVA, José Raphael Leandro Costa, Daniele DETANICO, Juliano DAL PUPO a Cintia de la ROCHA FREITAS. Bilateral asymmetry of knee and ankle isokinetic torque in soccer players u20 category. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* [online]. 2015, 17(2), 195-204 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n2p195>

SNÁŠEL, Martin. Vedou asymetrie ke zranění či snížení sportovního výkonu? *Coretraining.cz* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-11-27]. Dostupné z: <http://coretraining.cz/2022/11/vedou-asymetrie-ke-zraneni-ci-snizeni-sportovniho-vykonu/>

SOUKUP, Petr. Věcná významnost výsledků a její možnosti měření. Data a výzkum – SDA info [online]. 2013, 7(2), 125-148 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: doi:<http://dx.doi.org/10.13060/23362391.2013.127.2.41>

STASTNY, Petr, Michal LEHNERT, Amr M.Z. ZAATAR, Zdeněk SVOBODA a Zuzana XAVEROVA. Does the Dumbbell-Carrying Position Change the Muscle Activity in Split Squats and Walking Lunges?. Journal of strenght and conditioning research [online]. 2015, 29(11), 3177-3187 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000000976

STOPPANI, James. Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány: 381 posilovacích cviků. Druhé, přepracované a rozšíření vydání. Přeložil Libor SOUMAR. Praha: Grada Publishing, 2016. Sport extra. ISBN 978-80-247-5643-1.

STRADIJOT, Fulvio, Gian Mario PITTORRU a Marco PINNA. The functional evaluation of lower limb symmetry in a group of young elite judo and wrestling athletes. Isokinetics and Exercise Science [online]. 2012, 20(1), 13-16 [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: doi:10.3233/IES-2011-0434

SÜSS, Vladimír. Softball a baseball: technika, herní situace, pravidla. Praha: Grada, 2003. Sport (Grada). ISBN 80-247-0658-x.

TLAPÁK, Petr. Tvarování těla pro muže a ženy. 7. vyd. Praha: ARSCI, 2008. ISBN 978-80-86078-85-4.

VAN VALEN, Leigh. A Study of Fluctuating Asymmetry. *Evolution: International journal of organic evolution* [online]. 1962, 16(2), 125-142 [cit. 2022-12-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.2307/2406192>

WEBSTER, Peter J., Jun JIAN, Thomas M. HOPSON, Carlos D. HOYOS, Paula A. AGUDELO, Hai-Ru CHANG, Judith A. CURRY, Robert L. GROSSMAN, Timothy N. PALMER a A. R. SUBBIAH. Extended-Range Probabilistic Forecasts of Ganges and Brahmaputra Floods in Bangladesh. *Bulletin of the American Meteorological Society* [online]. 2012, 91(11), 1493-1514 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1175/2010BAMS2911.1>

WILK, Michal, Artur GOLAS, Petr STASTNY, Monika NAWROCKA, Michal KRZYSZTOFIK a Adam ZAJAC. Does Tempo of Resistance Exercise Impact Training Volume?. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2018, (62), 241-250 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: doi:[10.2478/hukin-2018-0034](https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0034)

ZATSIORSKY, Vladimir M. a William J. KRAEMER. *Silový trénink: praxe a věda*. Praha: Mladá fronta, 2014. Edice Českého olympijského výboru. ISBN 978-80-204-3261-2.

## **Internetové zdroje**

<https://weighttraining.guide/exercises/incline-leg-press/>

<https://aktin.cz/zada-jako-letiste-7-cviku-na-poradne-vecko>

## **Přílohy**

### **Seznam příloh**

**Příloha 1** Etická komise a informovaný souhlas

**Příloha 2** Intervenční silové programy

**Příloha 3** Silové indikátory



## Příloha 1 Etická komise a informovaný souhlas

Etický souhlas a souhlas s účastí

Číslo schválení: 120/2019 etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Účastníci dali informovaný písemný souhlas se studií.

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

### INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

**Projekt bude probíhat v období od března 2021 do dubna 2021**

Úkolem výzkumu bude analyzovat vliv asymetrického silového tréninku na maximální sílu.

O každém jedinci budou potřebné osobní informace: Jméno, věk, výška, váha, zranění z minulosti/současnosti.

**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: jméno, příjmení, váha, výška, věk, zranění, data z pozorování. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele a projektu: Martin Bouchal

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Martin Bouchal      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. 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: .....

## Příloha 2 Intervenční silové programy

Na **obrázku 8** vidíme intervenční program, který je zaměřený na asymetrické zatížení. Probandky při dané intervenci prováděly mrtvý tah a bench press.

Trenink č. 20/ASYM  
26.4.  
(datum absolvování)

**Rozcvička (15 min):**

- Rozklus v tunelu s proložením během křížným a během vzad (4 minuty)
- Dynamický strečink (1. mobilita paží 10x obě HK, 2. trup 5x obě strany, 3. kyčle 5x obě strany, 4. core na zádech 4x nádech s křížným tlakem do kolen, 5. 4x nádech s tlakem do 1 kolene křížem, s 2. DK nataženou (obě strany), 6. švihy DK u stěny 10x každá trupu, kyčli, aktivita coru)
- SBC (L, S, Z, P, K, O) 10m + 10m výběh, mezichůze zpět (6 minut)
- (5 minut)

- **2 zapracovávací supersérie**, v pořadí: Mrtvý tah->Bench press

Počet opakování = 4/končetina, v tempu 2-1-1-1 a v intenzitě uvedené níže:

- 1. s odporem 50% 1RM, kdy naložíme pro MT- ( 5.75 kg a 4.25 kg) a pro BP (3 kg a 2.5 kg) na **10 kg osu**
- 2. série - s odporem 60% 1RM, kdy naložíme pro MT- ( 9.5 kg a 7.5 kg) a pro BP (3.75 kg a 4.75 kg) na **10 kg osu**

(5minut)

**Hlavní část**

- Uvedený odpor = hmotnost naložená na každou stranu standardizované činky

Pořadí	Cvik	Intenzita* (%1RM Sym)/	Opakování	Série	Tempo (s)	Pauza (s)
A1	Mrtvý Tah	80 s 10% AS = 18.25 kg a 12.75 kg	4 každá konč. ( 2 SERIE Leva strana 2 SERIE P)	4	2-1-1-1	0
A2	Flat BP	80 s 10% AS = 3.5 kg a 1.25 kg na 20 kg osu	4 každá konč. ( 2 SERIE Leva strana 2 SERIE P)	4	2-1-1-1	0

**Závěr:** Výklus/veslo/rotoped 5 minut nízké intenzity + 5 minut uvolňující protahování

- Mrtvý tah (MT) bez dotyku země
- Mrtvý tah – používat ODL bar -25 kg
- FBP- nohy v 90 stupnu od země

**Obrázek 8** Intervenční silový program (asymetrie)

## Intervenční silové programy

Na **obrázku 9** můžeme vidět intervenční silový program, který je zaměřený na symetrické zatížení. V dané intervenci probandky prováděly bulharský dřep a přitahy v předklonu.

Trénink č. 21/SYM  
28.4.  
(datum absolvování)

**Rozcvička (15 min):**

- Zahřátí - rozklus slalomově všemi směry i s obraty 4 min
- Dynamický strečink 5 min
- Kroužení paží proti sobě - 1 HK směruje vpřed, druhá vzad 10 x oba směry
- Trup - úklony se spodní rotací 5 x obě strany
- Kýčle v kleku s oporou HK o zem 5 x oba směry i obě DK
- Stimulace břicha - na zádech 4 x nádech proti odporu, ruce tlačí nad boky + šfouchy do HK i DK (obě strany 4 x nádech)
- Švihy DK u stěny 10 x obě do výponu
- Modifikovaná přek. ABC 6 min
- Přechod přek. čelem, vede L DK, P DK, bokem L, P, podlézt a přelézt, stranou švihově 1 DK L, P, vše s výběhem 5 m, mezichůze zpět, podřepy na 1 DK 5 x obě DK

**2 zapracovávací supersérie, v pořadí: Bulgarian split squat -> Přitah činky v předklonu**  
Počet opakování = 4/končetina, v tempu 2-1-1-1 a v intenzitě uvedeně níže:

- s odporem 50% 1RM, kdy naložíme pro BBS- (2.5 kg a 2.5 kg) na 15 kg osu a pro PP ( 4.25 kg a 4.25 kg) na 10 kg osu
- série - s odporem 60% 1RM, kdy naložíme pro BBS- ( 2 kg a 2 kg) na 20 kg osu a pro PP ( 1.25 kg a 1.25 kg) na 15 kg osu

(5minut)

**Hlavní část**

- Uvedený odpor = hmotnost naložená na každou stranu standardizované činky

Pořadí	Cvik	Intenzita* (%1RM Sym)/	Opakování	Série	Tempo (s)	Pauza (s)
A1	Bulgarian Split Squat (BSS)	80 % = 6 kg a 6 kg na 20kg osu	4 každá konč. ( 2 SERIE Leva strana 2 SERIE P)	4	2-1-1-1	0
A2	Přitahy v předklonu (PP)	80 % = 2.5 kg a 2.5 kg na 20 kg osu	4 každá konč. ( 2 SERIE Leva strana 2 SERIE P)	4	2-1-1-1	0

**Závěr:** Výklus/veslo/rotoped 5 minut nízké intenzity + 5 minut uvolňující protahování

- **Mrtvý tah (MT) bez dotyku země**
- **Mrtvý tah** – používat ODL bar -25 kg

**Obrázek 9** Intervenční silový program (symetrie)

### Příloha 3 Silové indikátory

#### Silový indikátor – dřep

Jedná se o velmi náročný cvik na mobilitu, a to zejména na mobilitu kotníků, kyčlí, hrudníku a ramenou. Dřep hlavně cílíme na posílení dolních končetin. Dřep nám sloužil jako indikátor maximální síly dolních končetin. Zaujmeme polohu, během které máme chodidla zhruba na úrovni ramen, přičemž každý jedinec musí zohledňovat biomechanické predispozice. Osu máme položenou na zádech, lokty směřují směrem k tělu, nadechneme se a kontrolovaně provádíme excentrickou fázi pohybu do zhruba 90° ohnutí kolen. Následně provádíme koncentrickou fázi, během které vydechujeme. U dřepu jsme zjišťovali 1RM. Přesné provedení dřepu ukazují na **obrázku 10**.



**Obrázek 10** Dřep

## Silový indikátor – bench press

Jedná se o komplexní cvik, který rozvíjí hlavně prsní svaly, deltové svaly a triceps. Jednalo se o indikátor maximální síly horních končetin. Cvik provádí jedinec v lehu na zádech na lavici. Výchozí poloha je taková, že držíme osu v napjatých rukou v nadhmatu, následně kontrolovaně spouštíme osu k na úroveň bradavek a poté provádíme dynamicky koncentrickou fázi pohybu zpět do napjatých rukou. Ve výchozí pozici se nadechneme a během druhé poloviny koncentrické fáze dochází k výdechu. Přesné provedení cviku ukazují na **obrázku 11**. U bench pressu jsme zjišťovali 1RM.



**Obrázek 11** Bench press

## Silový indikátor – mrtvý tah

Tímto cvikem cílíme na posílení dolních končetin, zádového svalstva a je indikátor maximální síly dolních končetin (viz **obrázek 12**). Pozice chodidel je na úrovni pánve, cvičenec je v podřepu, páteř a hlava jsou v neutrální pozici. Následně dochází k zvednutí osy do vzpřímené pozice, poté se vracíme do výchozí pozice. U mrtvého tahu se používá tzv. potápěcí dýchání. Během výchozí fáze se nadechneme a vydechneme ve vzpřímené pozici, kde se následně i nadechneme. V dalších opakování provádíme nádech a výdech ve vzpřímené pozici. U mrtvého tahu jsme zjišťovali 1RM.



**Obrázek 12** Mrtvý tah

## Silový indikátor – leg press

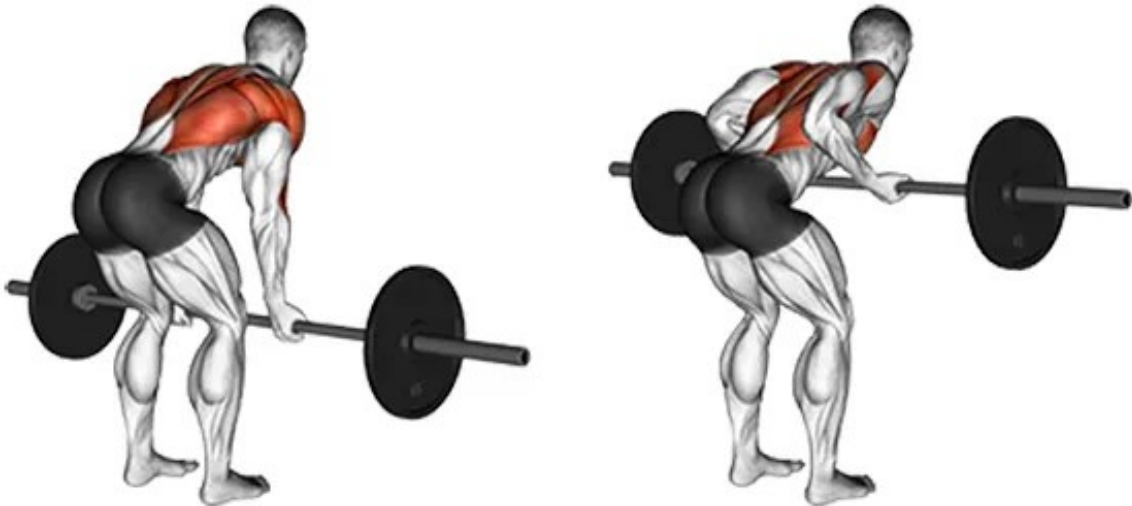
Leg pressem posilujeme dolní končetiny (viz **obrázek 13**). Tento cvik slouží jako indikátor síly svalů stehien. Postavení chodidel nám určuje, které svaly budeme více zatěžovat a které naopak méně. Nohy jsou na platformě, v případě, že se jedinec se zaměřit na posílení hamstringů a hýžděového svalstvu, tak má široké postavení chodil. Pokud se chceme více rozvíjet kvadriceps, tak máme chodidla blíž u sebe. Záda jsou opřena o lavičku. S nádechem spouštíme nohy k hrudníku a poté provádíme s výdechem koncentrickou fázi pohybu do mírné flexe kolen. U leg pressu jsme zjišťovali 4RM.



**Obrázek 13** Leg press. Zdroj: <https://weighttraining.guide/exercises/incline-leg-press/>

## Silový indikátor – přitahy osy v předklonu

Jedná se o cvik, kterým posilujeme zádové svalstvo, biceps a je indikátor silové vytrvalosti daných svalů. Chodidla jsou na úrovni pánve, kolena jsou mírně pokrčena, jsme v předklonu, páteř a hlava jsou v neutrální pozici. Osu držíme nadhmatem či podhmatem a ruce jsou na úrovni ramen. S výdechem přitahujeme osu směrem k pupíku a následně kontrolovaně provádíme excentrickou fázi s nádechem na úroveň kolenou. Svalovou aktivitu a provedení ukazují na **obrázku 14**. U přitahu osy jsme zjišťovali maximální počet opakování.



**Obrázek 14** Přitahy osy v předklonu. Zdroj: <https://aktin.cz/zada-jako-letiste-7-cviku-na-poradne-vecko>



## Silový indikátor – přitahy kolen ve visu

Slouží jako indikátor silové vytrvalosti břišního svalstva. Rukama se držíme žebřin a přitahujeme kolena, co nejvýše směrem k hrudníku (viz **obrázek 15**). Tuto koncentrickou fázi provádíme s výdechem, poté s nádechem kontrolovaně natahujeme nohy směrem k zemi. U tohoto cviku jsme zjišťovali maximální počet opakování.



**Obrázek 15** Přitahy kolen ve visu

## Seznam obrázků

**Obrázek 1** Příklad distribučních křivek spojených se směrovou asymetrií (A), antisymetrií (B) a fluktuující asymetrií (C). (Maloney, 2019)

**Obrázek 2** Základní typy svalové kontrakce. A – koncentrická, B – excentrická, C – statická (Dovalil et al., 2012)

**Obrázek 3** Asymetrické zatížení mezi stranami u bench pressu

**Obrázek 4** Kontralaterální zatížení u dřepu ve výpadu

**Obrázek 5** Ipsilaterální zatížení u dřepu ve výpadu

**Obrázek 6** Unilaterální zatížení u tlaku

**Obrázek 7** Schéma výzkumu

**Obrázek 8** Intervenční silový program (asymetrie)

**Obrázek 9** Intervenční silový program (symetrie)

**Obrázek 10** Dřep

**Obrázek 11** Bench press

**Obrázek 12** Mrtvý tah

**Obrázek 13** Leg press. Zdroj: <https://weighttraining.guide/exercises/incline-leg-press/>

**Obrázek 14** Přitahy osy v předklonu. Zdroj: <https://aktin.cz/zada-jako-letiste-7-cviku-na-poradne-vecko>

**Obrázek 15** Přitahy kolen ve visu

## **Seznam tabulek**

**Tabulka 1** Typy asymetrie

**Tabulka 2** Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (Dovalil, 2002)

**Tabulka 3** Anatomická a funkční charakteristika svalových vláken (Dylevský a Ježek, 2000)

**Tabulka 4** Typy cyklů

**Tabulka 5** Princip lineární periodizace. (Kalus, 2021)

**Tabulka 6** Demografická tabulka výzkumného souboru

**Tabulka 7** Demografická tabulka vážení po aplikaci intervenčního silového programu

**Tabulka 8** Demografická tabulka měření probandek u bench pressu

**Tabulka 9** Demografická tabulka měření probandek u mrtvého tahu

## **Seznam grafů**

**Graf 1** Vstupní a výstupní měření u ES1 (bench press)

**Graf 2** Vstupní a výstupní měření u ES2 (bench press)

**Graf 3** Průměrné hodnoty vstupního a výstupního měření u ES1 a ES2 (bench press)

**Graf 4** Průměrné zlepšení u ES1 a ES2 (bench press)

**Graf 5** Vstupní a výstupní měření u ES1 (mrtvý tah)

**Graf 6** Vstupní a výstupní měření u ES2 (mrtvý tah)

**Graf 7** Průměrné hodnoty vstupního a výstupního měření u ES1 a ES2 (mrtvý tah)

**Graf 8** Průměrné zlepšení u ES1 a ES2 (mrtvý tah)