

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Asymetrický silový trénink a jeho vliv  
na hluboký stabilizační systém**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.**

Vypracovala:

**Kristýna Koželská**

Praha, 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla všechny důležité 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:

## **Poděkování**

*Děkuji vedoucímu PhDr. Radimovi Jebavému Ph.D. za odborné rady, ochotu a trpělivost během realizace mé bakalářské práce.*



## **Abstrakt**

### **Název:**

Asymetrický silový trénink a jeho vliv na hluboký stabilizační systém

### **Cíle:**

Porovnání vlivu asymetrického silového tréninku na hluboký stabilizační systém oproti symetrickému silovému tréninku.

### **Metody:**

Před výzkumem a po výzkumu prošly všechny probandky testy zaměřenými na hluboký stabilizační systém, které provedla fyzioterapeutka. Byly použity testy DNS od prof. Pavla Koláře (brániční test, test břišního lisu, test flexe trupu, extenční test, test flexe v kyčli a test nitrobřišního tlaku). Dále byly provedeny testy s Pressure Biofeedback Unit (supine test, prone test).

### **Výsledky:**

Zaznamenali jsme, že skupina, která prováděla asymetrický silový trénink, dosáhla většího zlepšení HSS než skupina, která prováděla symetrický silový trénink.

### **Klíčová slova:**

softbal, asymetrie, silový trénink, hluboký stabilizační systém, offset trénink

## **Abstract**

### **Title:**

Asymmetric strength training and its effect on the deep stabilization system

### **Objectives:**

Comparison of the effect of asymmetric strength training on the deep stabilization system versus symmetrical strength training.

### **Methods:**

Before and after the research, all subjects underwent tests focused on the deep stabilization system. They were tested by a physiotherapist. Were used tests from prof. Pavel Kolar (diaphragm test, abdominal press test, trunk flexion test, extension test, hip flexion test and intra-abdominal pressure test). Furthermore, tests were performed with the Pressure Biofeedback Unit (supine test, prone test).

### **Results:**

We noted that the group that performed asymmetric strength training achieved a greater improvement in HSS than the group that performed symmetrical strength training.

### **Key words:**

softball, asymmetry, strength training, deep stabilization system, offset training

## Obsah

Úvod.....	10
<b>I. Teoretická část .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Rešerše literatury .....</b>	<b>11</b>
1.1. Studie.....	11
<b>2. Asymetrie .....</b>	<b>13</b>
2. 1. Typy asymetrie .....	13
2.2. Trénink, asymetrie a výkon.....	16
2.3. Negativní dopad asymetrie.....	19
<b>3. Asymetrie ve sportovních hrách .....</b>	<b>21</b>
3.1. Softball .....	21
3.2. Asymetrie zapříčiněná sportem .....	22
<b>4. Vztah asymetrie svalové síly na pohyb těla.....</b>	<b>23</b>
4.1. Asymetrie dolních končetin .....	23
<b>5. Fáze ročního tréninkového cyklu (RTC).....</b>	<b>24</b>
5.1. Přípravné období (PO) .....	24
5.2. Předzávodní období (PZO).....	24
5.3. Závodní období (ZO) .....	25
5.4. Přechodné období (PřO).....	26
<b>6. Silový trénink.....</b>	<b>28</b>
6.1. Dělení síly .....	29
6.2. Svalové kontrakce .....	29
6.3. Bilaterální a unilaterální zatížení.....	30
<b>7. EMG – Elektromyografie .....</b>	<b>31</b>
<b>8. Hluboký stabilizační systém .....</b>	<b>33</b>
8.1. Bránice .....	33
8.2. Pánevní dno .....	34
8.3. Příčný sval břišní (m. transversus abdominis) .....	35
8.4. Vnitřní šikmý sval břišní (m. obliquus internus abdominis).....	36
8.5. Hluboké extenzory krční páteře .....	37
8.6. Hluboké flexory krční páteře.....	37
8.7. Musculi Multifidi et rotatores .....	38

8.8. HSS a jeho funkce .....	39
8.9. HSS vs CORE .....	40
8.10. Rozvoj HSS v silovém tréninku .....	40
8.11. Dýchání .....	44
8.12. Rozvoj HSS ve fyzioterapii.....	46
<b>9. Shrnutí teoretických poznatků.....</b>	<b>52</b>
<b>II. Výzkumná část .....</b>	<b>53</b>
<b>10. Cíle práce, hypotézy a úkoly.....</b>	<b>53</b>
10.1. Cíle práce.....	53
10.2. Hypotézy .....	53
10.3. Úkoly.....	53
<b>11. Metodika .....</b>	<b>54</b>
11.1. Charakteristika souboru.....	54
11.2. Design studie .....	55
<b>12. Výsledky .....</b>	<b>58</b>
12.1. Analýza dat.....	58
12.2. Výsledky měření HSS .....	58
12.3. Porovnání celkových výsledků a jednotlivých testů .....	61
12.4. Výsledky dotazníku.....	66
<b>13. Diskuse.....</b>	<b>67</b>
Hypotéza 1.....	67
Hypotéza 2.....	67
<b>14. Závěr.....</b>	<b>70</b>
<b>15. Seznam použité literatury.....</b>	<b>71</b>
<b>16. Seznam grafické dokumentace.....</b>	<b>81</b>
<b>17. Seznam příloh .....</b>	<b>83</b>

## **Seznam použitých zkratek**

HSS – Hluboký stabilizační systém

AST – Asymetrický silový trénink

SST – Symetrický silový trénink

ES1 – Experimentální skupina 1

ES2 – Experimentální skupina 2

FTVS – Fakulta tělesné výchovy a sportu

PBU – Pressure Biofeedback Unit

DNS – Dynamická neuromuskulární stabilizace

EMG – Elektromyografie

B – Brániční test

FT – Test flexe trupu

E – Extenční test

FVK – Test flexe v kyčli

NT – Test nitrobřišního tlaku

BL – Test břišního lisu

SUPINE – Supine test

PRONE – Prone test

min – Minuty

s – Sekundy

km – Kilometr

kg – Kilogram

# Úvod

V posledních letech se ve světě sportu klade velký důraz na hluboký stabilizační systém. Jeho nedostatečnost může pro aktivní jedince znamenat zvýšení šance ke vzniku zranění, a to nejen v silových sportech, ale i například ve sportovních hrách.

Důležitost hlubokého stabilizačního systému se dostává mezi širokou veřejnost a většina trenérů u svých svěřenců tuto oblast nezanedbává. Proto nás zajímalo, jestli bude rozdíl mezi symetrickým a asymetrickým silovým tréninkem co se týče vlivu na hluboký stabilizační systém.

Já se osobně věnuji vzpírání, kde se síla hlubokého stabilizačního systému uplatňuje velkým dílem. Před tréninkem aplikuji různá cvičení pro aktivaci a mohu z osobní zkušenosti říct, že na můj výkon to má velký vliv a cítím rozdíl, pokud aktivace na nějaký čas vynechám pouze z mé občasné lenosti.

# I. Teoretická část

## 1. Rešerše literatury

Hledání relevantní studií k tématu této bakalářské práce odhalilo nedostatečné pokrytí vybraného tématu. Studie o asymetrickém silovém tréninku a jeho vlivu na zapojení svalstva byly nalezeny pouze dvě. Ostatní nalezené studie zahrnuté v rešerši literatury se zabývají tématem hluboký stabilizační systém, ale není v nich obsažen asymetrický silový trénink, jejich cíle se liší. Tyto studie byly zahrnuty do rešerše literatury, aby bylo poukázáno, že se hluboký stabilizační systém zkoumá, ale jiným způsobem. Studie byly vyhledávány pomocí *Web of Science*, *Google scholar* a *PubMed*. Jako klíčová slova byla použita *asymmetric strenght training*, *deep stabilization system*, *offset training*.

### 1.1. Studie

Studie s názvem *Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training)* si kladla za cíl porovnat svalovou aktivitu mezi symetrickým a vybraným asymetrickým zatížením (2,5%; 5% a 7,5% rozdily v poloze zatížení mezi stranami tyče během cvičení na plochem benchpressu při 70 %1RM (Jarozs, Gołaś, Krzysztofik, Matykiewicz, Strońska, Zając, Maszczyk, 2020).

Studie *Muscle activity in asymmetric bench press among resistance-trained individuals* měla za cíl zjistit účinky asymetrického zatížení na svalovou aktivitu u benchpressu (Saeterbakken, Solstad, Behm, Stien, Shaw, Pedersen, Andersen, 2020).

Studie s názvem *Core stability training for injury prevention. Sports Health*. Měla za cíl zjistit, zda cvičení na stabilitu core může být jako prevence proti zranění (Huxel Bliven, Anderson, 2013).

Ve studii *Relationship between core stability, functional movement, and performance* bylo cílem určit vztah mezi stabilitou core, funkčním pohybem a výkonem (Okada, Huxel, Nesser, 2011).

Studie *Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults* měla za cíl prozkoumat

účinky CIT (Core instability strength training) na měření síly svalů trupu, pohyblivosti páteře, dynamické rovnováhy a funkční mobility u seniorů (Granacher, Lacroix, Muehlbauer, Roettger, Gollhofer, 2013).

Studie s názvem *Can a Standardized Visual Assessment of Squatting Technique and Core Stability Predict Injury?* Měla za cíl zjistit, zda standardizované vizuální hodnocení techniky dřepu a stability core může předpovídat zranění (O'Connor, McCaffrey, Whyte, Moran, 2020).



## 2. Asymetrie

Nebylo nalezeno tolik literatury, ve které by bylo téma asymetrie rozebíráno, proto jsou jako zdroje využity studie.

Podle Jarosze et. al. (2020) je asymetrický silový trénink metoda, která se opírá o provádění odporových cvičení s asymetrickým postavením vnější zátěže. Čím vyšší je vnější zátěž na jednu stranu těla, tím větší jsou nároky na posturální kontrolu a boční, rotační stabilitu sportovce. Nároky na konkrétní sportovně specifické pohyby kladou větší zátěž na jednu stranu těla a tím zvyšují disproporce mezi nimi. Na rozdíl od jednostranných cviků s kontralaterálním nebo ipsilaterálním umístěním vnější zátěže, metoda asymetrického tréninku předpokládá oboustrannou, ale asymetrickou polohu vnější zátěže.

Maloney (2019) ve své kritické recenzi uvádí, že symetrie může být definována jako kvalita objektu, která demonstruje přesnou shodu velikosti, tvaru a tvaru přes jeho dvě poloviny, když je rozdělen podél dané osy. V lidském těle obvykle pozorujeme zrcadlovou symetrii podél koronální osy, která rozděluje tělo na levou a pravou polovinu. Odchylna od zrcadlové symetrie přes koronální osu se nazývá bilaterální asymetrie.

Porucha hybného systému, která často vzniká u svalů působící proti sobě, se nazývá svalová dysbalance. Véle (1995) popsal svalovou dysbalanci jako poruchu svalové souhry, kdy svaly působící proti sobě nejsou ve vzájemné rovnováze. Jedná se o poruchu, kdy jedna skupina svalů bývá oslabená a druhá zkrácená. Svaly tak ztrácí svoji funkci a klouby nejsou drženy v ideální poloze. Tímto se zvyšuje riziko traumat pohybového aparátu, a to hlavně vazů, úponů a kloubů. Díky těmto faktům se snižuje celková efektivita a výkonnost pohybů.

### 2. 1. Typy asymetrie

Typy asymetrie jde členit mnoha způsoby. Nejčastěji pozorujeme asymetrii pravé a levé strany těla, kdy jedna z nich bývá dominantní, a tedy s ní dokážeme vykonávat záležitosti běžného života. I čištění zubů jde obtížně vykonávat nedominantní horní končetinou bez dlouhodobého cviku.

Asymetrii horní a dolní poloviny těla můžeme porovnat u prstů na ruce a nohou. Prsty na ruce dokážeme ovládat jednotlivě a máme nad nimi plnou kontrolu. To se ale nedá říct o

prstech na nohou. Pokud bychom chtěli provést pohyb pouze prostředníčkem u nohy, bylo by to pro většinu lidí nemožné. To stejné platí naopak, pro lidi není komfortní chůze po ruce stejně jako po nohou.

Dalším dělením je asymetrie u antagonistických svalů, kdy jeden z nich bývá silnější než druhý. Pokud se podíváme na svaly stehna, máme k porovnání čtyřhlavý sval stehenní (*musculus quadriceps femoris*) a dvojhlavý sval stehenní (*musculus biceps femoris*). Ve většině případů bývá čtyřhlavý sval stehenní silnější než dvojhlavý sval stehenní, který má i tendenci ke zkracování. Zaměříme-li se na povrchové a hluboké svaly, nebude problém zapojit spíše svaly povrchové. K vyrovnání této nerovnováhy existují cviky zaměřené na HSS, u kterých se snažíme o zapojení hlubokých svalů.

Maloney (2019) popisuje tři typy asymetrie:

První je **směrová asymetrie**, která se neustále vyvíjí směrem k dané straně. Například poloha a hmotnost vnitřních orgánů v lidském těle nejsou umístěny nebo rozloženy symetricky.

Druhým typem je **antisymetrie**, která se vyvíjí směrem k určité straně, avšak strana, na které k tomu dojde, je proměnná. Příkladem antisymetrie je upřednostňování rukou nebo končetin.

Třetím typem je **kolísající asymetrie**, u které by se dalo očekávat, že se bude vyvíjet symetricky, ale nevyvíjí. V lidském těle může být příkladem šířka nosní dírky nebo velikost ucha. Tvrdí se, že tyto kolísající asymetrie jsou markerem environmentálního stresu a evolučního „zdraví“ organismu.

Dále ve své kritické recenzi Maloney (2019) probírá téma asymetrie ve sportu do hloubky dle nalezených studií.

## **a) Lateralita a dominance končetin**

Laterální preference popisuje koncept, že lidé budou přednostně používat jednu stranu svého těla, když mají provést motorický úkol. U sportovního výkonu je důležité rozlišovat lateralitu („dovednostní“ dominanci) a silovou dominanci. Ačkoli dominance dovedností pravděpodobně ovlivní směr silových asymetrií (tj. která paže nebo noha je silnější), způsob, jakým se to projeví, závisí na požadavcích specifických pro daný sport. Například pravoruký

hráč badmintonu by provedl výpad pravou nohou, čímž by se zvýšila pravděpodobnost silové dominance pravé nohy. Naproti tomu hráč australského fotbalu s dominantní pravou nohou by vystavoval levou nohu opakovanému a rychlému excentrickému zatížení, čímž by se zvýšila pravděpodobnost silové dominance levé nohy (Maloney, 2019).

## **b) Sportovní nároky a asymetrie**

Maloney (2019) seskupil motorické úkoly podle Guiarda (1987): Skupina 1 – jednostranný (tj. skok do dálky), Skupina 2 – oboustranný asymetrický (tj. golfový švih), Skupina 3 – mimofázový bilaterální symetrický (tj. cyklistika) a Skupina 4 in-fázový bilaterální symetrický (tj. vzpírání). Dále uvádí, že můžeme také zvážit kategorizaci sportů pomocí tohoto systému.

Fotbal by mohl být klasifikován jako sport s dominancí skupiny 2 vzhledem k přítomnosti úkolů skupiny 2, jako je kopání, změna směru a skákání do přiblížení. Široký přehled od Carpes et al. (2010) zaznamenali výrazné asymetrie během běhu a jízdy na kole, oba úkoly skupiny 3. Při zvažování výkonu dřepu s činkou, úkolu skupiny 4, řada výzkumů také prokázala bilaterální rozdíly ve skupinách bez zjevné sportovní specializace. Sporty skupiny 1, jako je badminton nebo šerm, vyžadují, aby sportovci prováděli velký objem výpadů na straně s převahou dovedností. Takže i když lze očekávat, že svalová hmota čtyřhlavého svalu bude v obecné populaci symetrická, asymetrické požadavky sportů téměř jistě povedou k asymetrickým adaptacím. V těchto případech by asymetrický vývoj neměl být považován za náhodnou vývojovou dysfunkci, ale za funkční adaptaci, která umožní sportovci podávat výkony v rámci svého sportu (Maloney, 2019).

## **c) Sportovní asymetrie**

Podle Maloney (2019) velikost sportovní asymetrie vyvinutá sportovcem pravděpodobně závisí na typu sportu, který provozuje. Podle výsledků Bussey (2010), který zkoumal pánevní asymetrii (určenou z měření výšky a šířky mezi pánevními spinózními výběžky) u čtyřiceti elitních sportovkyň a dvaceti aktivních kontrolních subjektů, zjistil, že unilaterální sportovci (pozemní hokej, lední hokej a rychlobruslení) vykazovali větší pánevní asymetrii než bilaterální sportovci (triatlon, přespolní běh...) nebo kontrolní subjekty.

„Typ aktivity, kterou sportovec provozuje, spolu s objemem, v jakém je ve sportu vystaven, pravděpodobně ovlivní velikost asymetrie. Hart et al. (2016) porovnávali muskuloskeletální morfologii dolní části těla zkušených a méně zkušených hráčů australského fotbalu. Zkušení hráči vykazovali výrazně větší asymetrie mezi končetinami v parametrech, jako je hmota holenní kosti a plocha průřezu než nezkušení hráči. Taková zjištění by naznačovala, že asymetrie jsou adaptivním důsledkem, který je umocněn dlouhodobou sportovní účastí“ (Maloney, 2019).

#### **d) Kolísající asymetrie a výkon**

Bylo tvrzeno, že vývojová dysfunkce je markerem vývojové nestability způsobené environmentálními stresory, což může vést k abnormalitám ve vývoji atributů, jako je maximální síla nebo aerobní kapacita. Tomkinson a Olds (2000) ale nepozorovali žádný vliv vývojové dysfunkce u několika měření fyziologické zdatnosti u netrénovaných jedinců. Následné šetření stejné výzkumné skupiny také uvedlo, že vývojová dysfunkce nerozlišuje mezi profesionálními a poloprofesionálními jedinci australských basketbalových a fotbalových hráčů (Maloney, 2019).

Manning a Pickup (1998) navrhli, že zvýraznění symetrických jedinců by mohlo být součástí identifikace talentu, pokud by byla stanovena účinnost konkrétních měření. Například Trivers et al. (2013) pozorovali, že vývojová dysfunkce ve věku 8 let predikovala 3 až 4 % rozptylu ve výkonu ve sprintu o 14 let později. V současné době není z výzkumu jednomyslně jasné, že vývojová dysfunkce poškozuje výkon. Velikost jakéhokoli potenciálního účinku bude pravděpodobně malá a zdá se, že vývojová dysfunkce není tréninkem podstatně ovlivněna (Maloney, 2019).

Maloney (2019) říká, že je nezbytný další výzkum, než bude možné uzavřít jasný vztah mezi vývojovou dysfunkcí a sportovním výkonem.

## **2.2. Trénink, asymetrie a výkon**

Zjištění Bazylera et al. (2014) naznačují, že bilaterální trénink demonstruje potenciál snížit asymetrii, ale zdá se, že jednostranné tréninkové intervence mohou být preferovány před bilaterálními intervencemi, pokud se snaží snížit asymetrii. Gonzalo-Skok et al. (2017)

uvedli, že jednostranný trénink byl spojen s lepším výkonem změny směru (COD), Sannicandro et al. (2011) opak. Studie popsaná Brownem et al. (2017) podporuje myšlenku, že cílený jednostranný trénink může snížit asymetrii a zlepšit výkonnost ve sprintu, i když neexistuje žádná kontrola, která by to mohla porovnat.

Bazyler et al. (2014) poznamenali, že jak silní, tak slabí sportovci zlepšili výkon ve dřepu, ale pozorovali pouze snížení asymetrie u slabých sportovců. Autoři dospěli k závěru, že zlepšení výkonu u slabých sportovců (a těch, kteří vykazují asymetrii před intervencí) může být spojeno se současným snížením asymetrie.

Maloney (2019) tvrdí, že i když na základě současné literatury nelze vyvodit jasné závěry, existují důkazy, které naznačují, že sportovci vykazující asymetrii před intervencí mohou zaznamenat souběžné zvýšení výkonu a snížení asymetrie. V této fázi není možné určit, zda je účinek snížení asymetrie na výkon nezávislý na obecných zlepšeních nervosvalové kapacity.

### **a) Asymetrie ovlivňující výkon ve skoku**

Bailey et al. (2013) představili velký důvod pro asymetrii negativně ovlivňující výkon. Uvedli, že asymetrie vrcholové síly během izometrického testu tahu středního stehna (IMTP) negativně korelovaly s výškou skoku a maximálním výkonem. Testování však nezkoumalo asymetrii během skokových úloh ani neuvádí vztah mezi maximální silou IMTP a asymetrií IMTP. Prezentace asymetrie byla již dříve prokázána jako specifická pro daný úkol, zejména u slabších sportovců. Bailey et al. (2013) porovnávali asymetrie zaznamenané u skokových a IMTP úloh u skupiny vysokoškolských sportovců. Sportovci v nejsilnějším kvartilu (seskupení podle maximální síly IMTP) prokázali určitý stupeň korespondence mezi asymetriemi zaznamenanými v různých úkolech, ale sportovci v nejslabším kvartilu nikoli.

Bell et al. (2014) uvedli, že rozdíly ve výšce protipohybového skoku (CMJ) nebyly statisticky významné napříč různými úrovněmi síly CMJ nebo asymetriemi síly CMJ u vysokoškolských sportovců. Bell et al. (2014) zdůraznili, že asymetrie výkonu CMJ > 10 % výkonu vedla ke snížení výšky skoku o 0,09 m, což je klíčové zjištění. Tato srovnání jsou však založena na skupině pouhých 9 sportovců vykazujících asymetrii > 10 % ve srovnání se sto padesáti osmi sportovci, kteří zaznamenali asymetrii <10 %. Je zajímavé, že sportovci s

>15% silovou asymetrií CMJ prokázali v tomto výzkumu nejvyšší výšku skoku ve srovnání se sportovci s 0–5 % silové asymetrie.

Podle Maloney (2019) by se zdálo neopodstatněné tvrdit, že obnovení asymetrie síly mezi končetinami by mělo pozitivní dopad na sportovní výkon, a to vzhledem k malé velikosti vzorku a protichůdných zjištěních.

## **b) Asymetrie ovlivňující výkon ve sprintu**

Ačkoli Sannicandro et al. (2011) prokázali vztah mezi asymetrií a zhoršeným výkonem ve sprintu, Lockie et al. (2012) uvedli opak. Novější výzkumy také nepodpořily žádnou souvislost mezi asymetrií a výkonem ve sprintu. Sannicandro et al. (2011) hodnotili asymetrii pomocí výšky skoku na jedné noze a uvedli vztah s výkonem ve sprintu na 10 m, ale ne na 20 m. Toto šetření však bylo prezentováno s malou metodologickou podrobností a analýzou výsledků (Maloney, 2019).

Asymetrie v rámci kinetiky a kinematiky sprintu byly zkoumány ve třech výzkumech. Všechny tři studie uváděly významné asymetrie mezi končetinami, žádná však neuvedla souvislost mezi asymetrií a celkovým výkonem ve sprintu. Ačkoli zjištění Meyerse et al. (2017) byla pozorována u skupiny jedenáctiletých až šestnáctiletých chlapců, Exell et al. (2017) a Haugen et al. (2018) pozorovali dobře trénované sprintery. Haugen et al. (2018) také hodnotili vliv asymetrie na intraindividuální úrovni. Mezi nejlepšími a nejhoršími sprintovými zkouškami nebyly žádné rozdíly ve velikosti zaznamenaných asymetrií. S ohledem na současnou základnu důkazů se zdá, že asymetrie by neměly být považovány za škodlivé pro výkon sprintu (Maloney, 2019).

## **c) Asymetrie ovlivňující výkon ve změně směru**

Ve změně směru (COD) se spoléhá na extenzní síly generované jednou končetinou, na rozdíl od „kompenzace“ mezi končetinami, která je patrná při bilaterálních úlohách. Zdá se pravděpodobné, že asymetrie zjevné během bilaterálních úkolů jsou funkcí nervových (tj. regulace úsilí mezi končetinami) a nikoli mechanických (tj. maximální kapacita produkce síly) faktorů (Maloney, 2019).

Většina literatury nepodporuje souvislost mezi asymetrií a výkonem COD. Všechna tato šetření hodnotila výkon COD u sportovců, kde se předpokládá, že tento atribut bude důležitým determinantem sportovního výkonu. Jak autoři pozorovali v souvislosti s lineárním výkonem ve sprintu, asymetrie vysokorychlostního ( $240^\circ \cdot s^{-1}$ ) točivého momentu extenzoru kolena korelovala s rychlejšími časy u sportovců týmových sportů. Protichůdná zjištění uvedla Maloney et al. (2017) u rekreačně trénovaných jedinců a prokázala, že asymetrie skokové výšky byla spojena se zhoršenou výkonností COD. Asymetrie v rámci samotného testu COD však nebyla spojena s celkovým výkonem COD. Asymetrie mohou být důsledkem nižšího obecného výcvikového stavu a motorické kompetence v rámci daného úkolu (Maloney, 2019).

#### **d) Asymetrie ovlivňující silový výkon**

Sato a Heise (2012) nepozorovali žádný vliv asymetrie rozložení hmotnosti (určené při klidném stání) na maximální výkon při dřepu. Bailey et al. (2015) uvedli, že asymetrie rozložení hmotnosti nemusí dobře odpovídat opatřením stanoveným během úkolů, jako je dřep. Následné výzkumy od stejné výzkumné skupiny určily silové asymetrie během bilaterálních úkolů a uvádějí negativní souvislost mezi asymetrií a maximálním silovým výkonem. Dosud nebylo stanoveno, zda mohou souviset asymetrie zjištěné během jednostranných úkolů s oboustranným silovým výkonem (Maloney, 2019).

### **2.3. Negativní dopad asymetrie**

Určitý stupeň asymetrie je nevyhnutelný. Důležité je, do jaké míry tyto asymetrie ovlivňují možné zranění, jak ovlivňují samotný sportovní výkon a do jaké míry jsou asymetrie bezpečné a u jaké míry už ne. Několik studií ukazuje, že bez ohledu na to, jaký sport provozujete, slabost kyčlí vede ke zvýšenému výskytu zranění kolen a kotníků (Snášel [coretraining.cz](http://coretraining.cz), 2022).

Dále existují důkazy o tom, že mezi silovou nerovnováhou mezi abduktory a adduktory, kdy výrazně slabé adduktory oproti abduktorům zvyšují možnost zranění třísel (Markovic et al., 2020).

Podle Jandy (1981) má svalová dysbalance za následek porušení stupně aktivace nebo časové závislosti v rámci určitého hybného stereotypu, a tak dochází k patologickému narušení funkčních vztahů mezi svaly, která má nepříznivý vliv na průběh pohybu.



### 3. Asymetrie ve sportovních hrách

Abychom asymetrii lépe pochopili, ve zkratce bude představeno několik sportů, ve kterých se naše tělo zapojuje asymetricky, tzn. každá polovina těla se zapojuje jinak. Následně bude podrobněji popsán softbal, který vykonávají testované probandky zahrnuté ve výzkumu, který je rozebrán v praktické části bakalářské práce.

Mezi asymetrické sportovní hry řadíme například baseball, volejbal, tenis a basketbal. U tenisu hráč přetěžuje primárně jednu horní končetinu, ve které svírá raketu. V průběhu let s opakujícím se zatížením pouze jedné HK dochází k rozvoji asymetrie. Se stejným problémem se setkáváme u volejbalu, baseballu i basketbalu, kde převládá dominantní horní končetina. Dále jsou sporty, ve kterých se naše tělo vychyluje na jednu stranu při držení hokejky, těmito sporty jsou florbal a hokej. U hráčů můžeme po nějaké době pozorovat asymetrii například v držení těla.

#### 3.1. Softball

Softball je velice podobný baseballu, který je populárnější. Záměr softballu byl, aby se baseball mohl hrát v tělocvičně, třeba v zimním přípravném období s využitím větších a měkčích míčů. Proto se v názvu vyskytuje slovo „soft“. V roce 1920 se však softball vrátil zpět s tvrdým míčem, na venkovní hřiště a během několika let se z něj stal ucelený sport s vlastními pravidly a soutěži (Süss, 2003).

Softball i baseball jsou sporty, u kterých může mít individuální sportovní výkon větší vliv na výsledek utkání než týmový výkon. Dominance individuálního výkonu v obraně se může týkat nadhazovače a zadáka, v útoku pálkaře nebo běžce. V utkání hráči nedosahují maximálního zatížení z hlediska energetické spotřeby. Důvodem je střídání činností prováděných s vysokou a nízkou intenzitou. Softball mohou hrát muži i ženy ve slow – pitchi, což je rekreační verze softballu, a dokonce je možné hrát ve smíšených družstvech (Süss, 2003).

„Družstvo se skládá z devíti hráčů, které nazýváme podle postavení v poli takto: nadhazovač, chytač, 1. metař, 2. metař, 3. metař, spojka, levý polař, střední polař, pravý polař. Desátým je suplující hráč“ (<https://www.softball.cz/>).

Každý z hráčů provádí asymetrické pohyby. Nadhazovač a chytač mají dominantní stranu, kterou pracují s míčkem. Metaři běhají po jedné straně, aby se nohou dotkli jednotlivých met. Při těchto častých a opakovaných pohybech vznikají dysbalance.

### **3.2. Asymetrie zapříčiněná sportem**

Lijewski et al. (2021) ve své studii rozebírají asymetrický pohyb těla u házené a tím vzniklé důsledky. 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 (SBIA) 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 Lijewski et al. (2021) 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.

Hesford et al. (2012) ve své studii zkoumají asymetrické okysličování kvadricepsu při rychlobruslení. VO<sub>2</sub> dosáhl vrcholu 20 s po závodě. Naproti tomu saturace svalové tkáně kyslíkem (TSI %) se po 8 sekundách snížila a ustálila. Lineární regresní analýza ukázala, že TSI % pravé nohy zůstalo konstantní po celou dobu (hodnota sklonu = 0,01), zatímco % TSI levé nohy stabilně rostlo (hodnota sklonu = 0,16), což vedlo k významné asymetrii v posledním kole. Celkový objem svalové krve se na začátku simulace snížil rovnoměrně v obou nohách. Během následujících kol však došlo k silné asymetrii při zatáčení, když bruslaři jeli pouze po pravé noze, došlo ke snížení objemu krve ve svalech, zatímco na levé noze byl pozorován nárůst.

## 4. Vztah asymetrie svalové síly na pohyb těla

Koda et al. (2018) nám ukazují vztah mezi asymetrií svalové síly a kýváním těla při chůzi u starších dospělých. Vztah mezi asymetrií svalové síly pro každý sval a kýváním těla při chůzi byl hodnocen pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Pokud jde o svaly, u kterých bylo zjištěno, že mají významnou korelaci s houpáním těla, byla vypočtena mezní hodnota asymetrie způsobující zvýšené houpání. Asymetrie síly stisku prstů významně korelovala s kýváním těla. Asymetrie síly stisku prstů způsobující zvýšené houpání těla měla mezní hodnotu 23,5 %. Zjištění této studie naznačují, že asymetrie síly stisku prstů může být cílem pro zlepšení stability chůze.

Penedo et al. (2021) měli ve své studii za cíl prozkoumat účinky únavy svalů kotníku a kyčle na motorické úpravy a symetrii posturální kontroly během úkolu klidného stoje na mladých dospělých. Jejich hlavním zjištěním bylo, že svalová únava zhoršuje posturální stabilitu bez ohledu na unavenou svalovou oblast (tj. kotník nebo kyčle). Navíc také zjistili zvýšenou asymetrii mezi dolními končetinami při úloze klidného stoje po svalové únavě. Došli k závěru, že posturální motorická strategie není závislá na svalové únavě a únavový úkol zvyšuje posturální asymetrii bez ohledu na unavenou oblast (kyčle nebo kotník). Tyto poznatky by mohly být aplikovány ve sportovním tréninku a rehabilitačních programech s cílem snížit účinky únavy na asymetrii a zlepšit rovnováhu.

### 4.1. Asymetrie dolních končetin

Mertz et al. (2019) zkoumali prevalenci asymetrie mezi končetinami ve svalové hmotě a síle u zdravých starších dospělých a zkoumala vliv asymetrie mezi končetinami na funkci dolních končetin. Dle výsledku střední asymetrie mezi končetinami v maximální svalové síle a síle se pohybovala mezi 10 % a 13 %, zatímco asymetrie svalové hmoty dolní končetiny byla  $3 \pm 2,3$  %. Asymetrie síly dynamického extenzoru kolena byla větší u žen ve srovnání s muži. Nejslabší noha nebyla silnějším prediktorem funkce DK než nejsilnější noha. Asymetrie mezi končetinami ve svalové hmotě a izometrická síla byla negativně spojena s funkcí DK, ale dynamická síla a výkon nebyly.

## **5. Fáze ročního tréninkového cyklu (RTC)**

### **5.1. Přípravné období (PO)**

Přípravné období je nejdůležitější částí ročního tréninkového cyklu (RTC). Během této doby získává sportovec potřebnou kondici, trénovanost a úroveň techniky pro následující období. U některých druhů sportů (např. vytrvalostní sporty) je to nejdelší fáze ročního cyklu. Během této doby musí tréninkový proces zajistit základ trénovanosti pro budoucí výkonnost a rozvíjet předpoklady pro další zlepšení kondice, trénovanosti a výkonnosti. Princip přípravného období spočívá ve vhodném objemu a intenzitě zátěže, druhu cvičení a zařazení těchto prvků ve správný čas a ve správném poměru do tréninkového procesu (<https://www.fsps.muni.cz>). Podle Bompa a Buzzichelli (2015) by se v tomto období měla věnovat pozornost také maximální síle.

V přípravném období je vynaložená snaha o vytvoření „dostatečné zásobárny trénovanosti“ pro hlavní období. Proto se zaměřujeme na zvýšení kapacity srdečně-cévního systému, dýchacího systému, energetických rezerv v organismu, racionalizace pohybů, řízení pohybů apod. V praxi se snažíme, aby jeho délka dosahovala alespoň dvou měsíců, obvykle je v délce tří až čtyř měsíců (Perič, Dovalil, 2010).

Podle Zahradníka a Korvase (2012) se jedná se o nejdůležitější a často také nejnáročnější část RTC a můžeme ji rozdělit do dvou nebo tří krátkých úseků, ve kterých se mění poměr specifických a všeobecných tréninkových prostředků a cviků. Nejprve převažují všeobecné tréninkové prostředky, oproti druhé a třetí části, kde více převažují specifické tréninkové prostředky. Poměr mezi trénováním objemu a intenzity se také v průběhu přípravného období mění. Zatímco nabývání objemu se věnuje začátek tréninkového procesu, ke konci je naopak žádoucí narůst intenzity.

### **5.2. Předzávodní období (PZO)**

Délka předzávodního období je přibližně shodná s délkou přípravného období (obvykle 2-4 měsíce). Zde by mělo dojít k převedení všeobecně rozvíjejícího tréninku na speciální. V tréninku je zachován vysoký objem i intenzita, přičemž dosažená úroveň funkčních parametrů organismu se převádí do požadavků dané sportovní specializace. Z toho důvodu jsou již

zařazována speciální cvičení, která jsou stále ještě kombinována s všeobecně rozvíjejícími cviky. Ke konci období přichází speciální způsob tréninku, který slouží k převedení vysokého stupně trénovanosti do tzv. sportovní formy. Jeho délka je nejčastěji mezi deseti dny až třemi týdny (Perič, Dovalil, 2010).

Zásahy PZO:

- Přejít od objemového tréninku ke kvalitativnímu (intenzita).
- Používání metod kontrastu (nespecifické a specifické prostředky).
- Postupné zvyšování zatížení komplexního typu (propojení všech složek tréninku).
- Preference prostředků zaměřených na stabilizaci rozhodujících faktorů daného sportovního výkonu.
- Zajištění dostatečné regenerace.
- Zvyšování počtu tréninkových jednotek modelujících soutěžní podmínky.
- Zajištění přípravných a kontrolních startů a utkání.
- Zvyšování významu psychologické přípravy (Perič, Dovalil, 2010).

Podle Zahradníka a Korvase (2012) předsoutěžní období trvá 2-4 týdny. Toto období nesmí zahrnovat příliš velkou část, aby nedošlo ke snížení výkonnosti ale naopak k jejímu zvýšení, což je hlavním cílem tohoto období.

### **5.3. Závodní období (ZO)**

Cílem tohoto období je dosažení co nejlepšího výkonu v soutěžích. Trénink by měl být zaměřen na udržení (případně ještě další zlepšení) sportovní formy. Tuto formu však není možné udržet příliš dlouho, maximálně 2-3 měsíce. Poté již dochází k zákonitému poklesu. Trénink má proto hlavně udržovací roli a zaměřuje se na přípravu na další start. Délka období se pohybuje od několika málo dnů (např. mistrovství ČR v lyžování), po několik týdnů (např. Tour de France) až po mnoho měsíců (např. extraliga ledního hokeje) (Perič, Dovalil, 2010).

V tomto období by se podle Bompa a Buzzichelliho (2015) mělo zaměřovat na sílu a maximální sílu.

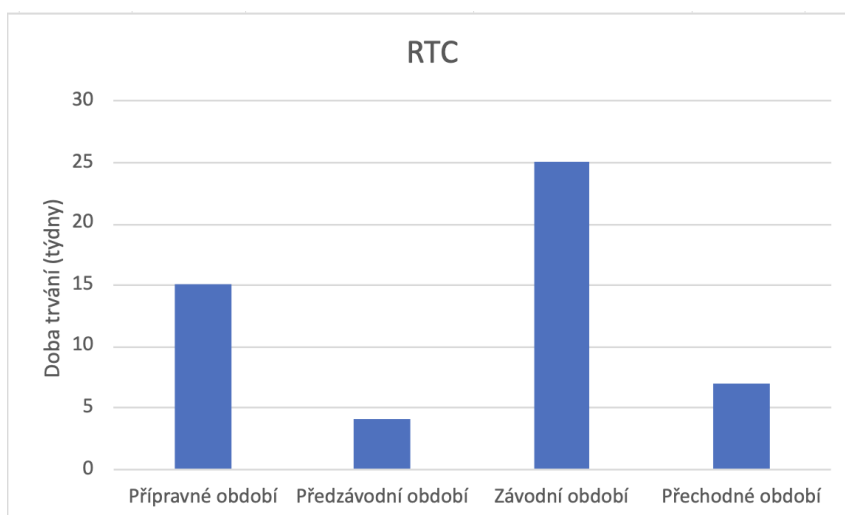
Podle Zahradníka a Korvase (2012) je největším problémem udržení sportovní formy. Z toho důvodu jsou zařazovány mikrocykly, které mají za úkol znovu vyladit sportovní formu.

## 5.4. Přechodné období (PřO)

V tomto období je cílem především regenerace a odpočinek, jak po fyzické, tak i psychické stránce. Hlavní je snížení objemu i intenzity zatížení, výrazně se snižuje i specifčnost jednotlivých cvičení. Tréninky by měly plnit hlavně zotavnou funkci. Jejich obsahem jsou různé doplňkové sporty a sportovní hry. Často dochází ke změně prostředí pobytem v příjemné atmosféře (např. les, příroda, moře) a vlastní tréninkový proces by měl probíhat zábavnou emocionální formou, bez zvýšených nároků na plnění tréninkových povinností, ale i přes důslednou regeneraci by nemělo dojít k zásadnímu poklesu výkonnosti (Perič, Dovalil, 2010). Přechodné období by podle Bompý a Carreraa (2005) nemělo trvat déle než šest týdnů.

V následujícím grafu (Graf 1) jsou znázorněna jednotlivá období RTC a jejich trvání v týdnech. Byl zvolen RTC softballu/baseballu, protože každý sport může mít jednotlivá období různě dlouhá, hlavně závodní období.

**Graf 1** – Jednotlivá období RTC a jejich trvání v týdnech.



Výše bylo zmíněno, že každý sport může mít jednotlivá období RTC různě dlouhá. Pro porovnání rozdílů byla vyobrazena tabulka (Tabulka 1), ve které je porovnáno mezi silovým trojbojem, individuálními sporty a týmovými sporty počet přípravných fází v ročním plánu a jejich trvání, počet soutěžních fází v ročním plánu a jejich trvání. Také je v tabulce porovnán počet silových tréninků týdně během přípravných a soutěžních fází.

**Tabulka 1** – Rozdíl mezi ročním plánem pro silový trojboj a pro ostatní sporty (Bompa, Buzzichelli, 2015).

	Počet přípravných fází v ročním plánu	Trvání přípravných fází (týdny)	Počet silových tréninků týdně během přípravných fází	Počet soutěžních fází v ročním plánu	Trvání soutěžních fází (týdny)	Počet silových tréninků týdně během soutěžních fází
Trojboj	1 – 5	12 – 24	3 – 6	1 – 5	1 – 5	3 – 5
Individuální sport	1 – 4	12 – 20	3 – 4	1 – 4	4 – 20	1 – 4
Týmový sport	2	3 – 8 (nebo do 12)	2 – 4	2	28 – 36	1 – 4

Jak bylo řečeno, v několika částech RTC by se měla věnovat pozornost síle a maximální síle. Charakteristika silového tréninku se nachází v následující kapitole.

## 6. Silový trénink

„Síla je schopnost překonávat vnější odpor pomocí svalové kontrakce“ (Perič, Dovalil, 2010).

Silové schopnosti lze diferencovat na sílu absolutní, výbušnou, rychlou a vytrvalostní. Mezi těmito typy síly není ostrá hranice, naopak projevy jednotlivých složek sil spolu složitě souvisejí. Zároveň ale existují fakta o určité specifčnosti a relativní nezávislosti jednotlivých schopností a jsou to právě tyto poznatky, které mají v tréninku rozhodující význam, jelikož pouze v určitých podmínkách může být dosaženo dostatečného stupně rozvoje navozeného adekvátními metodami. Bez respektování těchto poznatků se navzdory často dlouhodobé tréninkové práci, stává posilování málo účinné (Dovalil, 2012).

Hlavní cíl tréninku spočívá ve vyvolání specifických adaptací, aby se zvýšila sportovní výkonnost. Při silovém tréninku znamená adaptace přizpůsobení organismu nějakému cviku (tělesné zátěži). Když se tréninkový program správně naplánuje a uskuteční, zvýší se v důsledku adaptace síla sportovce. K tréninkovým adaptacím dochází, když tréninková zátěž přesahuje normální úroveň nebo když sportovec ještě není na nějaký cvik zvyklý. Tréninkové zátěže se dají zhruba rozdělit na stimulující, stabilizující a výkon snižující zátěže (Zatsiorsky, Kraemer, 2006).

Pro vyvolání adaptace musí být splněny následující podmínky:

1. Je nutno použít cvik s přetížením.
2. Cviky a tréninkový plán musí být specifické (vzhledem k soutěžnímu cviku).
3. Cviky a tréninková zátěž (intenzita, objem) by se měly po určitých časových úsecích obměňovat. Když se nějaký cvik provádí s nezměněnou zátěží po delší dobu, snižuje se nárůst výkonu.
4. Tréninkové programy musí být individuálně přizpůsobeny každému sportovci. Mělo by se pamatovat na to, že každý člověk je jiný (Zatsiorsky, Kraemer, 2006).



## 6.1. Dělení síly

**Maximální síla** se projevuje překonáváním vysokých až hraničních vnějších odporů malou rychlostí konkrétní svalovou skupinou svalů zpravidla v jednom opakování (např. při benchpressu).

**Explozivní síla** se projevuje překonáváním nízkých vnějších odporů nebo hmotnosti vlastního těla maximálním zrychlením při jednorázovém (acyklickém) pohybu zúčastněných segmentů (např. při hodech, odrazech).

**Reaktivní síla** je schopnost realizovat svalový výkon v pohybových činnostech využívající cyklus protažení a následného zkrácení svalu (SSC) v době trvání do 200ms od zahájení.

**Vytrvalostní síla** se projevuje opakovaným překonáváním relativně nízkých odporů malou rychlostí při cyklických pohybech (např. běh na lyžích, veslování atd.) (<https://www.fsps.muni.cz>).

## 6.2. Svalové kontrakce

### Izometrická kontrakce

Pro izometrickou kontrakci je charakteristické zvýšení napětí svalových elementů při zachování konstantní 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 et al., 2010).

### Koncentrická kontrakce

Koncentrická kontrakce vzniká, když sval vyprodukuje větší sílu, než je velikost odporu. Svalová vlákna se zkracují a v průběhu činnosti se mění intramuskulární napětí. Tato kontrakce je typická pro většinu sportů a objevuje se např. při odrazu, hodů, nebo vrhu (Lehnert et al., 2010).

## **Excentrická kontrakce**

Excentrická kontrakce je forma svalové kontrakce, při které je zatížení svalu větší než vyvíjená síla. Sval se prodlužuje a dochází tak k oddálení svalových úponů. Vzniká pohyb brzdící, který je častěji svaly kontrolovaný než iniciovaný (Stoppani, 2016). Při excentrické kontrakci dochází k násilnému protažení kontrahovaného svalu. Pohyb segmentů těla je vyvolaný nadmaximálním odporem, který se snažíme zpomalovat (Dovalil et al., 2012).

### **6.3. Bilaterální a unilaterální zatížení**

V rámci silového tréninku rozdělujeme pohyb do dvou kategorií.

#### **Bilaterální cvičení**

Provádí se současně s oběma HK nebo DK (benchpress, zadní dřep, mrtvý tah...).

#### **Unilaterální (jednostranná) cvičení**

Provádí se vždy s jednou HK nebo DK (bulharský dřep, bicepsový zdvih s jednoručkou, unilaterální rumunský mrtvý tah...).

„Díky unilaterálnímu cvičení také můžeme předcházet svalovým nerovnováhám, dysfunkcím, nebo je můžeme tímto způsobem řešit. Jedinec při jednostranných cvičení musí přes jednu HK/DK vyvolat velké svalové kontrakce. Což vyvolává větší propriocepci a větší důraz na stabilitu tělesného jádra než u bilaterálních pohybů“ (Snášel <http://coretraining.cz>, 2020).

Možnost, jak porovnávat svalovou aktivitu během bilaterálního, unilaterálního, symetrického a asymetrického zatížení je elektromyografie, která je popsána v další kapitole.

## 7. EMG – Elektromyografie

Elektromyografie (EMG) je souhrnné označení pro skupinu elektrofyziologických metod, díky kterých můžeme vyšetřit stav periferního nervového systému a kosterního svalstva pomocí elektromyografu (Obrázek 1). Ve své podstatě jde o zachycení elektrických projevů činnosti nervového systému a svalů, tedy elektrických dějů na membránách nervových a svalových buněk (Dufek, 1995).

**Obrázek 1:** Elektromyograf



„Při stimulaci motorických či senzitivních vláken vyšetřujeme nejen počet vláken v nervu, jejich spektrum (silná, tenká), synchronní aktivaci, ale zejména integritu axonu a jeho obalů“ (Kimura, 2001).

Dochází k rozvoji další metodiky povrchové EMG ve formě „High-density surface EMG“. Z kůže na povrchu svalu se neinvazivně snímá speciálními mnohotnými a oddělenými elektrodami elektrická aktivita svalu při kontrakci. Kromě možnosti lépe lokalizovat aktivitu ve svalu přináší tato metoda další nové informace. Lze přitom měřit rychlost vedení vláknů svalu, hodnotit jednotlivé motorické jednotky. Tato metoda se využívá pro analýzu stavů svalové únavy, chorob motoneuronu, neuropatií, myopatií, při poruchách iontových kanálů, u spontánní svalové aktivity a při analýze rychlosti pálení motoneuronů (Zwarts, Stegeman, 2004. Drost, Stegeman, van Engelen Bg, Zwarts, 2006).

EMG může porovnávat rozdílné zapojení svalových vláken u symetrických a asymetrických cviků. Na základě případné rozdílné aktivace povrchových svalů by se mohlo vyvodit, že asymetrie aktivuje více svalových skupin, což by byl obrovský benefit pro silový

trénink. Jarosz et al. (2020) pomocí EMG zjistili, že asymetrické zatěžování vede k výrazně vyšší svalové aktivitě na zatěžované straně těla. Saeterbakken et al. (2012) pomocí EMG zjistili, že při unilaterálním zatížení se svaly středu těla aktivovali více než u bilaterálního cvičení.

Aktivitu hlubokého stabilizačního systému není možné touto metodou měřit. HSS a možnosti diagnostiky jsou shrnuty v další kapitole.

## 8. Hluboký stabilizační systém

Hluboký stabilizační systém (dále jen HSS) páteře je tvořen hlubokými svaly, které svojí souhrou zajišťují zpevnění páteře během všech pohybů. Cílené pohyby horních nebo dolních končetin jsou vždy doprovázeny aktivací svalů hlubokého stabilizačního systému. Aktivace HSS probíhá i při statickém zatížení (sed, stoj apod.) (Kolář, Lewit, 2005).

„Hluboký stabilizační systém páteře tvoří hluboké extenzory páteře, břišní muskulatura, svaly pánevního dna, hluboké krční flexory a bránice“ (Kolář, 2009).

„K zapojení svalů tohoto systému dochází zcela automaticky. Svaly hlubokého stabilizačního systému se významně podílí na stabilitě páteře. Pro stabilizaci páteře je nutná nejen kooperace svalů v rámci funkční skupiny, ale také spolupráce s dalšími svalovými skupinami v rámci svalových řetězců. Je tedy zřejmé, že na stabilizaci se nepodílí pouze jeden sval, ale celý svalový řetězec“ (Kolář, 2009).

Důležitost HSS je v posledních letech velmi zdůrazňována. HSS zabezpečuje stabilizaci (zpevnění) páteře během všech pohybů a podílí se na lordoticko-kyfotickém zakřivení páteře z hlediska posturální ontogeneze. HSS se může aktivovat už při pouhé představě a přednastavuje výchozí polohu páteře a trupu pro následný pohyb. Aktivita HSS je centrálně podmíněná funkce. Spolupráce svalů HSS je vždy koaktivní, to znamená, že při zhoršené funkčnosti jednoho svalu bude zhoršena funkčnost celého HSS. Chrání páteř proti přetěžování, kvůli kterému poté vznikají vertebrogenní poruchy. Aktivita HSS je tlumena při dlouhodobém sedu, který se vyznačuje nadměrnou statickou zátěží, což vede ke zvýšenému klidovému přetěžování povrchových zádoových svalů (Levitová, Hošková, 2015).

### 8.1. Bránice

Bránice je plochý kulovitý sval, který odstupuje od stěn apertura thoracis inferior. Tento sval se kopulovitě vyklenuje do hrudníku a tím odděluje hrudní dutiny od břišní dutiny (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000). Bránice vytváří dvojistou kopulovitou klenbu, která zasahuje vysoko do hrudníku. Pravá klenba bránice zasahuje do oblasti čtvrtého mezižebří. Levá klenba bránice zasahuje do oblasti pátého mezižebří. Mezi levou a pravou polokoulí brániční sestupuje bránice do úrovně processus xiphoideus (Čihák, 2011).

Bránice (Obrázek 2) se považuje za hlavní inspirační sval. Zajišťuje 60 % objemu vdechovaného vzduchu. Bránice se podílí na vytváření břišního lisu. Při její kontrakci se oplošťují brániční klenby a šlašité centrum tendineum se posouvá směrem dolů. Při kontrakci se současně rozpíná hrudní dutina, dále se zvětšuje podtlak v pohrudnicové dutině a do plic je nasáván vzduch. Inspiračním pohybem bránice se přenáší tlak působící na orgány v břišní dutině i na svaly pánevního dna a také na stěnu břišní dutiny. Bránice zabezpečuje kromě dechové funkce i funkci stabilizační (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Jebavý et al. (2018) uvádí, že bránice a pánevní dno se zařazují mezi nejvýznamnější části lidského těla.

**Obrázek 2:** Bránice



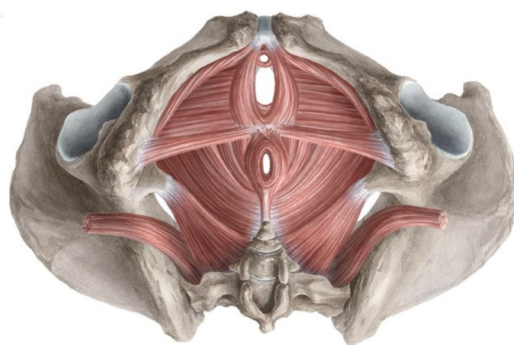
## 8.2. Pánevní dno

Svaly pánevního dna (Obrázek 3) tvoří pružnou spodinu pánve a brání výhřezu vnitřních orgánů. Jsou součástí stěn břišní dutiny se zásadním významem jak pro posturální funkci, tak pro dýchání. Svaly pánevního dna přispívají společně s příčným svalem břišním a bránicí k regulaci nitrobřišního tlaku.

Svalstvo pánevního dna působí na pánevní kosti a tím na jejich uspořádání a postavení pánve, které ovlivňuje postavení osového orgánu. Pro výsledný silový vektor při stabilizaci osového orgánu proto hraje velkou roli správné postavení pánve (Špringrová Palaščíková, 2010).

Poskytuje statickou podporu pánevním a břišním orgánům a také plní sfinkterovou funkci. Má na starosti močovou a defekační kontingenci (Malá et al. 2013). Účastní se při tvorbě nitrobřišního tlaku a tím zajišťuje stabilitu zejména v lumbo-pelvické oblasti (Suchomel, 2006).

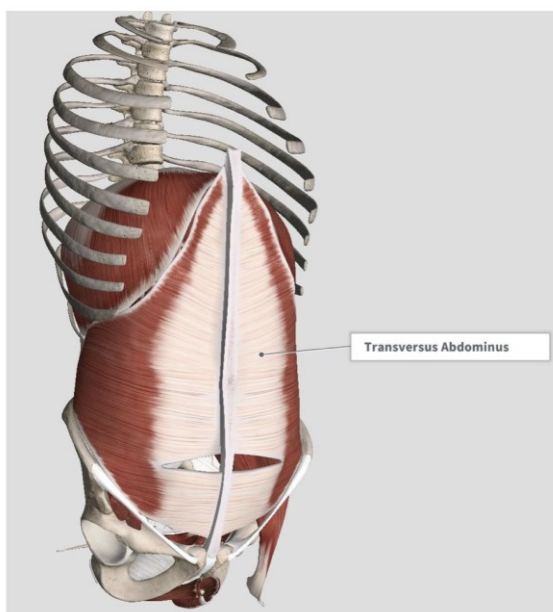
**Obrázek 3:** Pánevní dno



### **8.3. Příčný sval břišní (m. transversus abdominis)**

Příčný sval břišní (Obrázek 4) je nejhlubší vrstvou břišní stěny, společně s bránicí napomáhá dýchání a vytváří břišní lis. Ten vyvoláme tím způsobem, že s výdechem přitlačíme břišní stěnu k páteři. Pokud příčný břišní sval cíleně neposilujeme, využíváme jej pouze reflexně, a to při kašli a vyprazdňování. Na balančních pomůckách aktivujeme příčný břišní sval u všech komplexních cviků, které vyžadují zpevnění střed těla. Bez kontrakce příčných břišních svalů nelze rovnováhu na balanční pomůcce udržet. Aktivace svalů břišního lisu by měla předcházet posilování břišních svalů (Muchová a Tománková, 2009).

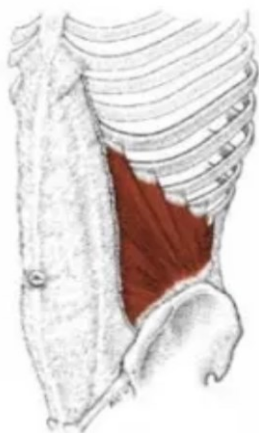
**Obrázek 4:** Příčný sval břišní



#### **8.4. Vnitřní šikmý sval břišní (m. obliquus internus abdominis)**

Vnitřní šikmý sval břišní (Obrázek 5) tvoří prostřední vrstvu břišní stěny. Podobně jako příčný sval břišní napomáhá udržení vnitřních orgánů na místě a účastní se změn nitrobřišního tlaku, čímž se podílí na stabilizaci osového orgánu. Účastní se flexe trupu, rotace trupu a dechových pohybů (Špringrová Palaščáková, 2010).

**Obrázek 5:** Vnitřní šikmý sval břišní

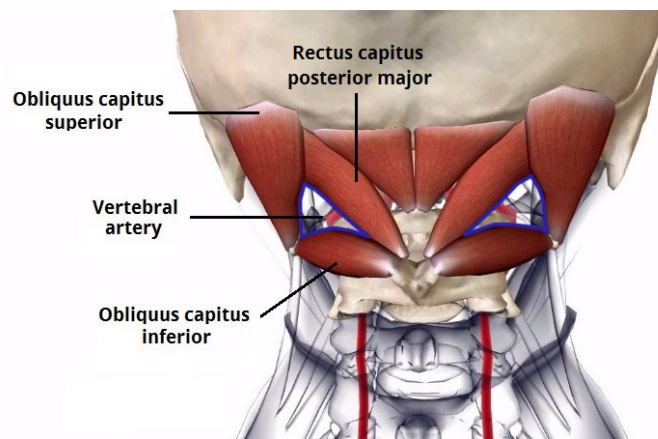




## 8.5. Hluboké extenzory krční páteře

Hluboké extenzory krční páteře (Obrázek 6) jsou krátké subokcipitální svaly, které se rozprostírají mezi krčními obratli (C1, C2) a hlubokými částmi týlní oblasti. Do hlubokých extenzorů krční páteře zahrnujeme musculus rectus capitis posterior major, musculus rectus capitis posterior minor, musculus obliquus capitis superior a musculus obliquus capitis inferior. Tyto svaly se společně funkčně podílí na balančních pohybech hlavy a krčních obratlů (C1, C2). Provádí zaklánění, uklánění a rotace hlavy a atlasu. Jsou inervovány z dorzálních větví míšních nervů (Čihák, 2011).

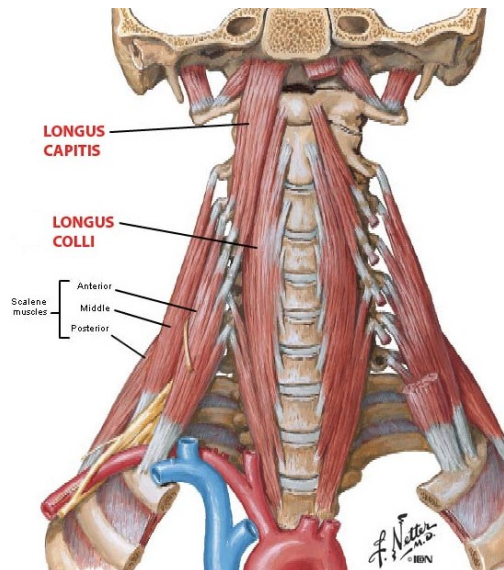
**Obrázek 6:** Hluboké extenzory krční páteře



## 8.6. Hluboké flexory krční páteře

Do hlubokých flexorů krční páteře (Obrázek 7) řadíme musculus longus capitis a musculus longus colli. Musculus longus capitis jde od transverzálních výběžků obratlů krční páteře (C3 – C6) k týlní kosti. Inervace je zabezpečena z předních větví krčních nervů C1 – C5. Jeho funkcí je anteflexi hlavy. Musculus longus colli je umístěný z ventrální strany v průběhu celé krční páteře. Jeho průběh je od prvních tří obratlů hrudní páteře až po tuberculum anterius atlantis. Inervace je zabezpečena z předních větví krčních nervů C3 – C8. Tento sval vykonává při jednostranné kontrakci lateroflexi na stranu kontrahovaného svalu, při oboustranné aktivaci provádí anteflexi krční páteře (Čihák, 2011).

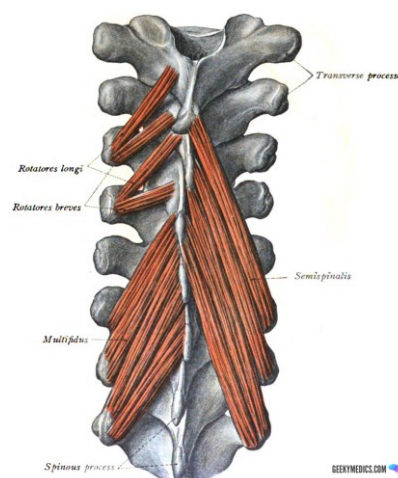
**Obrázek 7:** Hluboké flexory krční páteře



## 8.7. Musculi Multifidi et rotatores

Musculi multifidi et rotatores (Obrázek 8) jsou uloženy v hluboké vrstvě zádoových svalů. Tyto svaly tvoří součást transversospinálního systému. Tento systém je charakterizovaný svým průběhem od příčných výběžků k trnům kranálních obratlů. Musculi multifidi rozdělujeme na musculus multifidus lumborum a musculus multifidus thoracis et cervicis (Čihák, 2011).

**Obrázek 8:** Musculi multifidi et rotatores



## 8.8. HSS a jeho funkce

Aby se zabránilo zraněním v oblasti bederní páteře nebo se účinky takových zranění zmírnily, je nezbytné co nejvíce omezit zatížení působící na tuto oblast a posílit svaly oblasti bederní páteře (budování svalového korzetu) (Zatsiorsky, Kraemer, 2006).

Většina potíží se projevuje zejména přetížením v bederní oblasti, je možné tomu předejít pomocí aktivace HSS. Dosud existují lidé, kteří zastávají názor, že jako vhodná cvičení pro zlepšení činnosti v oblasti trupu a (i HSS) stačí cviky typu jako jsou leh sed a sklapovačky. Přitom se u nich jedná o izolovaný pohyb prováděný z větší části švihem, a tudíž je zde velmi nepravděpodobné, že mohou kvalitativně zlepšit aktivaci HSS. Naopak velmi často po zařazení těchto cvičení v různých modifikacích způsobují oproti komplexním a kontrolovaným způsobem prováděným cvikům (díky rozdílnému svalovému řetězení), spíše další přetížení v oblasti beder (Jebavý, Baláš, Szarzec, 2018).

U sportovních her je kvalitní aktivace HSS velmi důležitá, neboť se do činnosti zapojuje prakticky při každém pohybu na hřišti. Přitom právě ve sportovních hrách jsou zranění z jednostranného nebo nadměrného tréninku příliš častá. Řada trenérů a sportovců situaci řeší, až nastane, přitom je daleko praktičtější provádět pravidelnou prevenci formou kompenzačních cvičení. Kvalitní tréninkový plán by měl proto obsahovat i opakovanou aktivaci HSS v průběhu celého ročního tréninkového cyklu (Jebavý, Baláš, Szarze, 2018).

Například Maixnerová et al. (2018) zkoumali, zda vybraná kompenzační cvičení zlepšují hodnoty rizikových ukazatelů funkce bederní páteře u hráčů badmintonu. Hodnotili efekt kompenzačních cvičení na bolestivost bederní páteře, poukazovali na výhody kompenzačního cvičení v tomto sportu. Výsledkem bylo, že m. iliopsoas, který bývá v badmintonu problematický, došlo po kompenzaci k úplnému návratu k fyziologickým hodnotám, stejně tak u ischiokrurálních svalů pravé dolní končetiny. Z testovaných 100 % správně provedlo brániční test při druhém testování, téměř všichni vyšetřovaní provedli ve třetím testování správně test nitrobřišního tlaku. V pozici na čtyřech byli hráči schopni udržet bederní páteř v rovině při druhém měření, na rozdíl od prvního, ale k dalšímu zlepšení při třetím měření již nedošlo. Na konci testování hráči vyplňovali dotazník, který ukázal, že hráči podobné výzkumy vnímají pozitivně. Mnozí z nich popisují úlevu od bolesti bederní páteře po turnajích. Tato studie ukázala, že kompenzační cvičení pozitivně ovlivňují stav bederní páteře, navrácí zkráceným svalům jejich fyziologickou délku, zlepšují funkci hlubokého

stabilizačního systému, zlepšují vnímání a práci s nastavením bederní páteře (Maixnerová et al., 2018).

## 8.9. HSS vs CORE

Ve světě je často HSS zaměňován s pojmem core (tělesným jádrem) a naopak. Liší se jak obsaženými svaly, tak funkcí. Svaly hlubokého stabilizačního systému byly popsány výše (bránice, pánevní dno, příčný sval břišní, vnitřní šikmý sval břišní, hluboké extenzory a flexory krční páteře, muscoli multifidi). Core ještě navíc obsahuje další svaly. Muchová a Tománková (2009) do core zařazují bedro-kyčlo-stehenní sval, přímý břišní sval, zevní šikmý břišní sval, čtyřhranný sval bederní + svaly HSS, které jsou popsány výše. Cacek (2008) oproti Muchové a Tománkové (2009) ještě navíc do core zahrnuje hamstringy, vzpřimovače trupu, hýžďové svaly, hruškovitý sval a krejčovský sval. Jednotliví autoři se ve složení core mírně liší. V tabulce níže (Tabulka 2) je srovnání složení core podle autorů.

**Tabulka 2** – Svaly core podle jednotlivých autorů.

SVALY CORE	Břišní svaly	Pánevní dno	Svaly kyčelního kloubu	Čtyřhranný sval bederní	Vzpřimovače trupu	Bránice	Hamstringy	Musculi Multifidi	Adduktory stehna
Palaščáková Špringrová 2010	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	x
Cacek 2008	ANO	ANO	ANO	x	ANO	ANO	ANO	x	x
Muchová & Tománková 2009	ANO	ANO	ANO	ANO	x	ANO	x	x	x
Jebavý & Zumr 2014	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	x	ANO	x	ANO
Thurgood a Paternoster 2014	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	x	x	ANO	x

## Funkce HSS a CORE

Podle Stackeové (2012) má HSS za úkol stabilizovat a zpevňovat páteř během našich pohybů. Core má ještě navíc tu úlohu, že svaly tělesného jádra stojí na počátku všech pohybů ostatních svalových segmentů. Udržují stabilní polohu, regulují a zefektivňují využití síly a dovolují nám vytvářet si a udržovat pohybové vzorce. V jádru je při stožení (v klidu) umístěno těžiště těla a jsou v něm zahájeny všechny pohyby (Jebavý, Zumr 2014).

## 8.10. Rozvoj HSS v silovém tréninku

HSS má v silovém tréninku svou nenahraditelnou roli, proto existují různá cvičení, která by měla být zařazena do tréninku. Například ženám velmi často dělá problém nádech do

břicha, protože mají naučený stereotyp dýchání do hrudníku. Muži s tím až takový problém nemají. Jakmile je dosaženo řádné aktivace core bráncí, můžeme postupně využít této dovednosti v progresivnějších prvcích cvičení. Prkna, mrtvý-brouk a podobné cviky mohou být dalšími rozumnými kroky. Jakmile se bránice správně aktivuje, pak je toto možné, a i potřebné používat u všech cvičení a aktivitách. Správná core-aktivace je zásadní a měla by být součástí všeho, co děláme (Snášel <http://coretraining.cz>, 2012).

V RTC se HSS věnujeme v přípravném období, kdy máme dostatek času a prostoru na zlepšení nedostatků. Cvičení dle obtížnosti bychom mohli rozdělit na cviky vleže a ve vzporu. Existují izometrické varianty, které jsou pro začátek jednodušší a dynamické varianty, které jsou složitější. Následně jsou pro pokročilé jedince využitelné nestabilní plochy nebo závěsný posilovací systém.

## **Izometrická cvičení**

Jsou to taková cvičení, při kterých se nemění délka svalu a neprobíhá žádný dynamický pohyb, pouze se zvyšuje napětí ve svalech. Tato cvičení bývají jedny z nejjednodušších, takže jsou ideální pro začátečníky. Taková cvičení můžeme provádět vleže, ve vzporu a postupně ztěžovat podmínky pomocí nestabilních ploch nebo mít jen tři bodovou oporu.

## **Dynamická cvičení**

Dynamická cvičení provádíme s pohybem. Jedná se o cviky s rotací, chůzí nebo pohybem horních a dolních končetin. Bývají náročnější, proto jsou vhodné pro pokročilejší jedince.

## **Cviky vleže**

Z hlediska provedení jsou jednoduché a vhodné pro začátečníky. Na začátku je nutné naučit jedince správnou polohu trupu. Častým problémem bývá antevertze pánve, projevuje se prázdným místem mezi spodními zády a zemí, také vyčnívajícími žebry. Poté, kdy jedinec ovládá správnou polohu trupu, je dalším krokem nasměrovat dech na správná místa. Častou chybou bývá dýchání směřované do hrudní oblasti, zvedání ramen a zatahování břicha. Dech

směřuje do bránice všemi směry: do břicha, do bočních stran břicha a dozadu směrem k zemi. Jde nám o vytvoření tzv. válce, který poskytne páteři oporu. Cvik vleže je například: Mrtvý brouk (Obrázek 9).

**Obrázek 9:** Mrtvý brouk



## **Cviky ve vzporu**

Na začátek je jednodušší varianta vzpor ležmo (Obrázek 10). Častou chybou bývá anteverze pánve, předklon hlavy, propad v okolí lopatek, špatné dýchání nebo zadržování dechu. U této možnosti můžeme dále dynamicky pracovat s přenášením kettlebellu ze strany na stranu spodem, kdy se snažíme o neporušení správné polohy těla v průběhu pohybu. Poté je vhodná varianta vzpor na předloktích ležmo nebo vzpor ležmo s třibodovou oporou (Obrázek 11). Pro ztížení podmínek je možné využít nestabilní plochy nebo TRX. „Díky nestabilní podložce je tu zdůrazněna i činnost svalových vřetének. Ta se při ztrátě stability aktivují výrazněji v excentrické kontrakci, kdy na vyrovnání stability reagují rychlou reakcí (kontrakcí)“ (Jebavý, 2017).

**Obrázek 10:** Vzpor ležmo



**Obrázek 11:** Vzor ležmo s třibodovou oporou



## **Nestabilní plochy**

Balanční pomůcky mají několik podob, v praxi se primárně využívají v rehabilitaci, fitness nebo ke stimulaci silových schopností v tréninku. Při cvičení využíváme různé balanční pomůcky: nafukovací akupresurní balanční čocky, dřevěné a plastové úseče různých velikostí, pevné (vodorovné i šikmé) kladiny, překlápěcí i volné závěsné lávky, plné míče, velké nafukovací míče, malé měkké nafukovací míče, masážní míčky, vodní válce, pěnové válce, podložky, malé trampolíny, vaky plněné vodou, aerobary, malé balanční polokoule, balanční kulové úseče, balanční válcové úseče, vzduchové úseče, balanční polokoule, lanové



závěsné systémy, gymstick, gumové expandéry či thera bandy. Tyto pomůcky je možné využívat v kombinaci s klasickými osami nebo jednoručními činkami (Jebavý a Zumr, 2014).

## **Závěsný posilovací systém**

Ke cvičení můžeme využít závěsný posilovací systém. Náčiní tvoří pevné nastavitelné popruhy a madla pro ruce a nohy univerzálně použitelné pro každý druh postavy. Princip tohoto silového tréninku spočívá v zavěšení jedné části těla do popruhů a druhá část zůstává v kontaktu s podložkou. Závěsný posilovací systém nám umožňuje balancovat ve statických polohách i při současném vykonávání dynamických pohybů (Cissik, 2012). U tohoto cvičení se maximálně aktivuje stabilizační svalstvo (Stackeová, 2008).

## **Samotný silový trénink jako metoda pro rozvoj HSS**

Výše bylo zmíněno, že HSS využíváme i v běžném životě například při vzeprání těžkých předmětů jako je nákup. I v tomto případě můžeme rozvíjet HSS tak, že se snažíme nenahýbat na stranu, na které neseme těžkou tašku, ale chceme dosáhnout rovné polohy celého trupu, jako bychom žádný nákup nenesli. V tomto případě bychom měli stranu, na které tašku neseme, pravidelně střídat.

V silovém tréninku zapojujeme HSS už při samotném vykonávání dřepu, mrtvého tahu, výpadu, tlaku nad hlavu a tak podobně. Každý z těchto cviků vyžaduje úsilí správného dýchání a stabilizace HSS, proto je samotný silový trénink pro rozvoj HSS účinný. U sportovců v oblasti silového sportu je častým zvykem nadměrné využívání opasek, který dodává jakousi oporu pro udržení pevného středu. Proto je jednou za čas vhodné opasek vyřadit a snažit se udržet pevný střed i bez této pomoci. Metod rozvoje je celá řada. Pro příklad bylo uvedeno pouze pár z nich.

## **8.11. Dýchání**

Hlavním dýchacím svalem je bránice, která provádí výrazné tlakové změny v hrudní dutině: při vdechu narůstá podtlak, při výdechu přetlak, a to zlepšuje výměnu plynů. Stimulace se projevuje na funkcích vnitřních orgánů, zlepšuje se krevní oběh i psychika. Podíl



bráničního dýchání na celkovém dýchacím objemu je 60 %, podíl středního (kostálního) dýchání je 30 % a podíl horního (klavikulárního) dýchání je 10 %. V prvních letech života dítě dostatečně využívá brániční dýchání, později se jeho využití snižuje. Návikem vědomého dýchání nepůsobíme jen na dýchací funkce, ale prostřednictvím dechu ovlivňujeme i psychický stav organismu, svalové napětí, oběhový a nervově-svalový systém a zlepšujeme utilizaci dýchacích plynů (Slováková et al., 2000).

## **Formy dýchání**

Rozlišujeme tři formy dýchání, které jsou rozděleny podle toho, do které části hrudníku či břicha se účastní dechové práce.

**Horní hrudní dýchání** – Projevuje se především „zvedáním“ horní části hrudníku, toto dýchání je typické pro ženy.

**Dolní hrudní dýchání** – Projevuje především „roztážením“ dolní části hrudníku.

**Břišní dýchání** – projevuje se výraznými dechovými pohyby v břišní oblasti (vyskytuje se u dětí) (Kohlíková, 2004).

## **Dýchání během silového tréninku**

Nádechy by měly zpočátku probíhat nosem. Nádechem prostřednictvím nosu získáme vzduch, který je ohřátý, očištěný a zvlhčený. Při intenzivnějším tréninku postupně přecházíme na dýchání ústy, jelikož nos nestíhá potřebný přínos kyslíku. Častou chybou u začátečníku bývá, že během cvičení zadržují dech.

## **Valsalvův manévr**

Valsalvův manévr je dechovou technikou, která se v silovém tréninku využívá zejména při překonávání maximálních odporů. Tuto techniku lze praktikovat i během cvičení se submaximálním zatížením, ale pouze u posledních opakování v sériích prováděných do selhání (Hacked, Chow, 2013).

Zatsiorsky a Kraemer (2006) popisují Valsalvův manévr tak, že když se při nádechu, výdechu nebo snaze o výdech se zavřenou hlasivkovou štěrbinou vynakládá maximální síla, velikost síly se zvyšuje od nádechu přes výdech po Valsalvův manévr. Příčinou tohoto jevu, je pneumomuskulární reflex, při němž zvýšený tlak v plicích funguje jako stimul pro zesílení svalové dráždivosti.

Zatsiorsky a Kraemer (2006) ale varují, že je sice možné Valsalvův manévr považovat za účinnou dýchací techniku přispívající k vyvinutí maximální síly, ale také vyvolává kardiovaskulární reakci, která je podle mnoha lékařů považována za škodlivou, hlavně pro osoby se srdečními problémy.

„Provádějte Valsalvův manévr jen během krátkodobého maximálního úsilí. Začátečníci často přestávají dýchat během opakovaného vzpírání s malou intenzitou. Této praxi by měl trenér zamezit. V zásadě je vysoký nitrohruční tlak nežádoucí. Na druhé straně vysoký nitrobřišní tlak je považován za užitečný“ (Zatsiorsky, Kraemer, 2006).

## **Zadržení dechu**

U této techniky dochází k hlubokému nádechu před zahájením opakování, pak provádíme excentrickou a koncentrickou fázi se zadrženým dechem a po skončení koncentrické fáze provedeme výdech.

## **8.12. Rozvoj HSS ve fyzioterapii**

### **Dynamická Neuromuskulární Stabilizace (DNS)**

„Dynamická Neuromuskulární Stabilizace je diagnostický a terapeutický koncept široce využitelný především ve fyzioterapii a příbuzných oborech medicínské praxe. Využívá znalostí klíčových principů chování lidské motoriky, které jsou vyjádřením řídicí funkce centrálního nervového systému (CNS). Motorika jako vnější projev těchto funkcí v sobě odráží veškeré informace zpracovávané CNS. Její globální hodnocení je proto v Dynamické Neuromuskulární Stabilizaci využíváno jako cenné vodítko v diagnostice poruch nejen pohybového systému“ (Kolář, [dns-cz.com](http://dns-cz.com)).

Testy HSS by se měly provést v přípravném období u jakéhokoli sportu. V tomto období je dostatečný čas pro zjištění a eliminaci nedostatků. Během testování je vhodné zvolit pouze pár testů, protože jejich provedení bývá složitější a je jich velké množství. Před zahájením testů se nekoná žádné rozcvičení. Pokud je test složitější, může se jedinec s testem nejdříve seznámit. Názvy DNS testů podle Koláře jsou napsány v Tabulce 3. Popis testů aplikovaných ve výzkumu spolu s obrázky a popsáním hodnocením se nacházejí v Příloze 1.

**Tabulka 3** - DNS testy podle Koláře

1.	Brániční test - aspekce zepředu
2.	Brániční test - palpce zezadu
3.	Extenční test
4.	Test flexe hlavy a trupu
5.	Test flexe kyčelního kloubu
6.	Test nitrobřišního tlaku v sedě
7.	Test flexe horních končetin
8.	Test nitrobřišního tlaku vleže
9.	Vzpor klečmo
10.	Test medvěda
11.	Test hlubokého dřepu
12.	Test mostu
13.	Test bočního mostu
14.	Test polohy na čtyřech
15.	Test stabilizace ve stoje

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny nejčastěji používané cviky DNS:

**Obrázek 12:** Brániční test – aspekce zepředu



**Obrázek 13:** Test flexe kyčelního kloubu



**Obrázek 14:** Test medvěda



**Obrázek 15:** Extenční test



## Testy s Pressure Biofeedback Unit (PBU)

Volně tento termín překládáme jako tlaková bio zpětnovazební jednotka. Z názvu vyplývá, že tlak, který je na přístroj vynakládán předává zpětnou vazbu o stavu testované části. Stabilizér (Obrázek 16) je zařízení, které monitoruje postavení bederní páteře a poskytuje informace o pohybu páteře a aktivitě svalů, které stabilizují bederní páteř prostřednictvím informací o změně tlaku vyvíjeném při aktivaci stabilizačních svalů. Specifické testy s použitím stabilizéru nebo tonometru, jsou:

- Testování stabilizační funkce m. transversus abdominis a m. obliquus abdominis internus vleže na břiše.
- Testování stabilizační funkce m. transversus abdominis vleže na zádech.
- Testování stabilizační funkce m. transversus abdominis vleže na zádech v kombinaci s elevací dolních končetin (Špringrová, Palašćáková, 2010).

Následně budou podrobně popsány pouze dva testy, a to ty, které byly aplikovány ve výzkumné části.

**Obrázek 16:** PBU



### 1) Testování vleže na břiše (prone test)

Prone test (Obrázek 17) vyšetřuje stabilizační funkce m. transversus abdominis a m. obliquus internus abdominis. Jedinec leží na břiše, horní končetiny jsou položeny podél těla. PBU umístíme pod břišní stěnu tak, aby byl distální okraj polštářku na úrovni spojnice pravé a levé sacra iliaca anterior superior (Chattanooga Group 2005, Richardson et al., 2004).

Postup:

- PBU natlakujeme na hodnotu 70 mmHg.
- Jedinec relaxuje břišní stěnu, provede nádech a výdech, poté oploští břišní stěnu bez dýchání.
- Tlak by měl klesnout o 6 až 10 mmHg (Chattanooga Group, 2005).

**Obrázek 17:** Prone test



## 2) Testování vleže na zádech (supine test)

Supine test (Obrázek 18) hodnotí korzetovou akci m. transversus abdominis. Jedinec leží na zádech, horní končetiny má položené podél těla, dolní končetiny jsou pokrčené. PBU umístíme pod bederní páteř.

Postup:

- Natlakujeme na hodnotu 40 mmHg.
- Jedinec relaxuje břišní stěnu, provede nádech a výdech, poté oploští břišní stěnu bez dýchání.
- Jedinec ploští břišní stěnu bez pohybu zad a pánve.
- Hodnota tlaku by měla zůstat beze změny na (40 mmHg) (Chattanooga Group 2005, Richardson et al., 2004).

**Obrázek 18:** Supine test



### **Testování mm. multifidi bederní páteře**

Výchozí poloha: Vleže na břiše, pacient je relaxovaný.

Provedení testu: Palpujeme mm. multifidi vedle processu spinosi obratlů. Často nalézáme hypotonické, atrofické multifidi, trigger-pointy.

Vyzveme pacienta, aby aktivoval mm. multifidi proti naší palpaci, bez pohybu pánve a páteře. Pacient často není schopen test provést, hlavně v bolestivých segmentech páteře.

Chybné provedení: Nepalpujeme žádnou aktivitu nebo nadměrnou aktivitu (svědčí pro zapojení povrchových vláken), dochází k antevertzi pánve (Alexander, 2008).

Měření aktivace HSS je také možné pomocí hloubkových jehel. Tato metoda je v České republice prohlášena za neetickou, ale na Slovensku či v Austrálii se jedná o prováděnou metodu.

## 9. Shrnutí teoretických poznatků

Hlubokému stabilizačnímu systému věnuje spousta trenérů a sportovců pozornost. Rostoucí množství studií na HSS potvrzuje, že jeho oslabení či zanedbání zvyšuje riziko zranění a může vést k dalším významnějším problémům. Studií zaměřené na téma asymetrického silového tréninku nebylo nalezeno mnoho a odborná literatura toto téma také dostatečně nerozebírá. Můžeme pouze odhadovat, proč se metoda asymetrického silového tréninku nevyužívá a zda může své uplatnění najít u širší veřejnosti.

Ve výzkumné části je pozorován symetrický a asymetrický silový trénink a jejich výsledky z hlediska zlepšení HSS.



## II. Výzkumná část

### 10. Cíle práce, hypotézy a úkoly

#### 10.1. Cíle práce

Porovnání vlivu symetrického a asymetrického silového tréninku na hluboký stabilizační systém.

#### 10.2. Hypotézy

H1: Experimentální skupina provádějící asymetrický silový trénink bude podle testů vykazovat větší zlepšení HSS oproti druhé experimentální skupině, provádějící symetrický silový trénink.

H2: Probandky s nejhorsími vstupními hodnotami dosáhnou největšího zlepšení.

#### 10.3. Úkoly

- Prostudování studií a literatury zabývajících se asymetrickým silovým tréninkem, testováním hlubokého stabilizačního systému.
- Výběr probandek a navržení testování HSS s fyzioterapeutkou, spolu s přesným intervenčním programem.
- Rozdělení probandek do dvou skupin: asymetrické a symetrické zatížení.
- Příprava a organizace intervencí.
- Shromáždění dat z intervenčních jednotek a výsledků z testování HSS.
- Porovnání a zpracování dat, následné vyhodnocení výsledků.
- Objasnit vliv asymetrického a symetrického tréninku na HSS.
- Porovnání aktivity svalů během symetrického a asymetrického silového zatížení pomocí EMG.

# 11. Metodika

## 11.1. Charakteristika souboru

Sledovaným souborem výzkumu byly softbalistky extraligové a reprezentační úrovně. Jedná se o jejich hlavní sport, zúčastňují se zápasů a pravidelně dochází na tréninky. Softbalu se věnují v průměru 9-15 let. Pouze pár z probandek se sportu věnuje méně či více let. Výzkumu se zúčastnilo 16 hráček, ale dvě z nich nakonec nebyly zahrnuty do výsledných dat, mortalita  $n=2$ . Ve výsledných zaznamenaných datech je 14 hráček,  $n=14$ . Jedna ze čtrnácti probandek se po výzkumu nedostavila na závěrečné měření, ve výsledné tabulce bude zahrnuta, ale její data budou škrtnuta, protože nemáme výsledek ze závěrečného měření.

Tento soubor se vykazuje vyšší sportovní výkonností, dochází na trénink pětikrát až šestkrát týdně. Účastnice výzkumu byly ve věku 17-28 let. Průměr jejich věku je 20,4 let  $\pm 2,8$  (průměr, směrodatná odchylka). Průměrná výška činila 169,4 cm  $\pm 4,5$  a průměrná váha 65,6 kg  $\pm 9,6$ , tyto informace jsou sepsány v Tabulce 4. Všechny účastnice výzkumu podepsaly Informovaný souhlas (Příloha 2). Etickou komisi máme z výzkumu *Antagonist activation exercises elicit similar post-activation performance enhancements agonist activities on throwing performance* (Pisz, Blazek, Jebavy, Kolinger, Wilk, Krzysztofik, Stastny, 2023), který se též konal na hráčkách softbalu. Číslo schválení: 120/2019 etická komise Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

**Tabulka 4** - Demografická tabulka výzkumného souboru

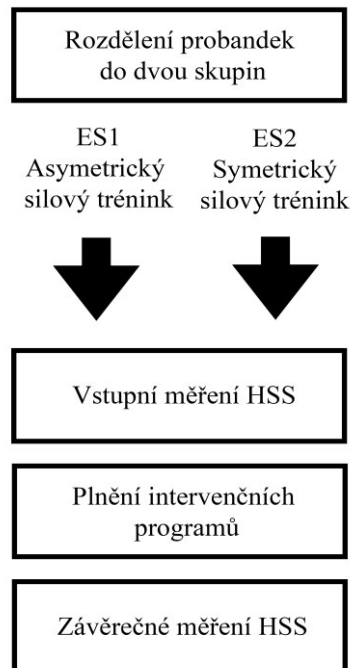
Parametry	Počet probandů*( $n=14$ )	Rozpětí
Věk (rok)	20,4 $\pm$ 2,8	17 - 28
Hmotnost (kg)	65,6 $\pm$ 9,6	52,6 - 86,9
Výška (cm)	169,4 $\pm$ 4,5	159 - 177

Výzkumný soubor byl před experimentem rozdělen do dvou skupin. Experimentální skupina 1,  $n=7$  účastnic absolvovala intervenční program zaměřený na asymetrický silový trénink po dobu deseti týdnů. Experimentální skupina 2,  $n=7$  účastnic absolvovala intervenční program zaměřený na symetrický silový trénink po dobu deseti týdnů.

## 11.2. Design studie

Softbalistky se zúčastnily výzkumu, jehož cílem bylo zjistit, jestli je pro rozvoj HSS efektivnější symetrický silový trénink (dále uváděný jako **SST**) nebo asymetrický silový trénink (dále uváděný jako **AST**). K dispozici bylo 14 probandek, které byly před vstupním měřením náhodně rozděleny do dvou experimentálních skupin. Experimentální skupina 1,  $n=7$  účastnic, prováděla po dobu deseti týdnů asymetrický silový trénink (dále uváděna jako **ES1**). Jedna z probandek z ES1 se nedostavila na závěrečné měření. Experimentální skupina 2,  $n=7$  účastnic, prováděla po dobu deseti týdnů symetrický silový trénink (dále uváděna jako **ES2**). Schéma průběhu výzkumu je shrnuto na Obrázku 19. Výzkum byl prováděn v posilovně nacházející se na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (dále jen **FTVS**). Testy ohledně kvality HSS byly prováděny fyzioterapeutkou s mnohaletou praxí také v prostorách FTVS. Tento experiment probíhal ve spolupráci se spolužákem Martinem Bouchalem, který ve své bakalářské práci zkoumá maximální sílu. Byl sestaven dotazník o HSS a AST určený pro jedince, kteří se pohybují ve sportovních hrách na výkonnostní a vyšší úrovni. Cílem dotazníku bylo zjistit, jak se věnují HSS v rámci tréninku a zkušenosti s AST, protože u nás není často využíván. Výsledky dotazníku jsou shrnuty v Příloze 3.

**Obrázek 19:** Schéma průběhu výzkumu



## **Testování HSS**

Každá z probandek se dostavila za fyzioterapeutkou, která měla připravené testy, jež měly ukázat, v jakém stavu je aktuálně jejich HSS. Konalo se vstupní měření na začátku výzkumu a závěrečné měření na konci výzkumu. Fyzioterapeutka nebyla informována o tom, která z probandek je v ES1 a ES2.

### **Použité testy HSS dle Koláře:**

Testování nitrobřišního tlaku

Brániční test

Test flexe trupu

Extenční test

Test flexe v kyčli

Test břišního lisu

Testy se hodnotí na škálovém principu od 1-5, 1=nejlepší výsledek a 5=nejhorší výsledek. Detailní popis použitých testů DNS spolu s hodnocením se nachází v Příloze 1.

### **Použité testy PBU**

Supine test

Prone test

Po získání potřebných informací o počátečním stavu HSS každé z probandek započalo plnění intervenčního programu. Výzkum se konal 2–3x týdně po dobu deseti týdnů. Celkem bylo uskutečněno 22 intervenčních jednotek. Cviky zahrnuté ve výzkumu byly mrtvý tah, rumunský mrtvý tah, benchpress, přitahy v předklonu, bulharské dřepy, přední dřepy. U všech probandek se zjistilo 1RM na dřep, benchpress a mrtvý tah v symetrickém zatížení. ES1 dále pokračovala v intervenci s asymetrickým zatížením, a to s odchylkami 2,5 %, 5 %, 7,5 % a 10 % mezi jednotlivými stranami činky.

## **Intervence**

### **Rozcvičení**

Před každou intervencí bylo důležité rozcvičení, které vypadalo následovně:

- Rozklusání v tunelu s proložením během křížným a během vzad (4 minuty)
- Dynamický strečink (6 minut)
- SBC (5 minut)
- Dvě zapracovávací supersérie

Podrobnější popis se nachází v Příloze 4.

### **Hlavní část**

Následovala hlavní část intervence. Tabulky s cvičením, obrázky a poznámkami jsou zahrnuty v Příloze 4.

### **Závěr intervenční jednotky**

Tato část trvala přibližně 10 minut, obsahovala zatížení o nízké intenzitě a protahování. Detailnější popis je zahrnut v Příloze 4.

### **Závěrečné testování HSS**

Po dokončení celého intervenčního programu probandky absolvovaly závěrečné měření HSS, které mělo ukázat finální výsledky výzkumu.

## 12. Výsledky

### 12.1. Analýza dat

Data získaná během výzkumu byla zpracována v tabulkách MS Excel. Konkrétně se jednalo o váhu, výšku, věk a poté byla data zpracována s funkcemi směrodatná odchylka a průměr. Data z testování HSS byla nejdříve vypsána fyzioterapeutkou do protokolů, která následně přepsala do tabulek v MS Excel. Jednotlivé testy označila v tabulce zkratkami Brániční test (B), Test flexe trupu (FT), Extenční test (E), Test flexe v kyčli (FVK), Test nitrobřišního tlaku (NT), Test břišního lisu (BL), Supine test (SUPINE), Prone test (PRONE). Hodnotící škála byla na stupnici 1–5, kdy 1= nejlepší výsledek a 5= nejhorší výsledek. Tabulky byly převzaty a doplněny o informaci, kdo vykonával AST, kdo SST a jednotlivé probandky byly označeny číslicemi. Validita a reliabilita u těchto testů nebyla dohledána. Proto je nutné postupovat přesně podle předepsaných postupů testů. Tento výzkum je kvantitativní. Pro ověření významnosti výsledků byl použit dvouvýběrový t-test. Pro výzkum byla stanovena hladina významnosti 95 %. Pokud vyjde  $P < 0,05$ , tak výsledky budou statisticky významné. Pokud vyjde  $P > 0,05$ , výsledky budou statisticky nevýznamné. Věcná významnost byla posouzena dle Cohenova koeficientu účinku  $d$  (Hendl, 2009), vzorec se nachází níže (Obrázek 20). Pokud je  $d$  větší než 0,8, tak je efekt velký. Za střední efekt se považuje v rozmezí 0,5 - 0,79 a pokud je  $d$  mezi 0,2-0,49, tak je efekt malý (Soukup, 2013). Pro výpočet Cohenova  $d$  byl použit vzorec níže.

**Obrázek 20:** Vzorec výpočtu hodnoty Cohenova  $d$  koeficientu velikosti účinku pro dvě srovnávané proměnné

$$d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{[(n_1 - 1) \cdot SD_1^2 + (n_2 - 1) \cdot SD_2^2]}{[n_1 + n_2 - 2]}}}$$

### 12.2. Výsledky měření HSS

Data ze vstupního a závěrečného měření kvality HSS byla shromážděna do dvou tabulek (Tabulka 5 a Tabulka 6). Probandky jsou zaznamenány v tabulce číslicemi. Každá tabulka je rozdělena na dvě části, kde ES1 vykonávala asymetrický silový trénink (AST) a ES2 vykonávala symetrický silový trénink (SST), dále jsou zde zaznamenány testy HSS a

jejich hodnocení na stupnici 1–5, kdy 1=nejlepší výsledek a 5=nejhorší výsledek. Na konci tabulky vpravo je vypočítán průměr jednotlivých probandek ze všech testů HSS a v pravém dolním rohu je průměr výsledků celé skupiny. Modře vyznačená čísla ukazují průměrný výsledek jednotlivých testů celé skupiny. Pátá probandka ve skupině vykonávající AST se nedostavila na závěrečné měření, proto její výsledek z prvního měření není nezapočítán.

**Tabulka 5** - Výsledky ze vstupního testování HSS před zahájením intervenčního programu. První část tabulky obsahuje výsledky skupiny hráček zahrnuté do ES1, která bude vykonávat AST. Druhá část tabulky obsahuje výsledky skupiny hráček zahrnuté do ES2, která bude vykonávat SST. Obě skupiny byly se stavem HSS na podobné úrovni s menší odchylkou, kdy skupina SST měla v průměru pouze o 0,03 stupně horší výsledek.

VSTUPNÍ MĚŘENÍ										
PROBANDKA	TRÉNINK	B	FT	E	FVK	NT	BL	SUPINE	PRONE	PRŮMĚR
1	AST	3	4	3	3	4	3	4	3	3,38
2	AST	2	3	2	3	2	3	4	5	3
3	AST	4	3	3	4	4	3	4	5	3,75
4	AST	2	4	3	3	3	4	2	4	3,13
5	AST									
6	AST	2	3	4	3	3	3	4	5	3,38
7	AST	2	4	3	4	4	4	3	5	3,63
PRŮMĚR TESTŮ		2,5	3,5	3	3,33	3,33	3,33	3,5	4,5	3,38
8	SST	2	3	2	2	2	3	4	5	2,88
9	SST	2	4	4	2	3	4	3	5	3,38
10	SST	3	3	3	3	3	4	4	4	3,38
11	SST	3	4	4	4	4	4	5	5	4,13
12	SST	3	3	3	3	3	4	4	5	3,5
13	SST	3	4	3	4	3	4	3	4	3,5
14	SST	3	2	3	3	2	3	4	5	3,13
PRŮMĚR TESTŮ		2,71	3,29	3,14	3	2,86	3,71	3,86	4,71	3,41

**Tabulka 6** - Výsledky ze závěrečného testování HSS po skončení intervenčního programu. První část tabulky obsahuje výsledky skupiny hráček zahrnuté do ES1, která vykonávala AST. Druhá část tabulky obsahuje výsledky skupiny hráček zahrnuté do ES2, která vykonávala SST. Skupina provádějící AST se oproti vstupnímu měření průměrně zlepšila o 1,11 stupně. Skupina provádějící SST se průměrně zlepšila o 0,43 stupně.

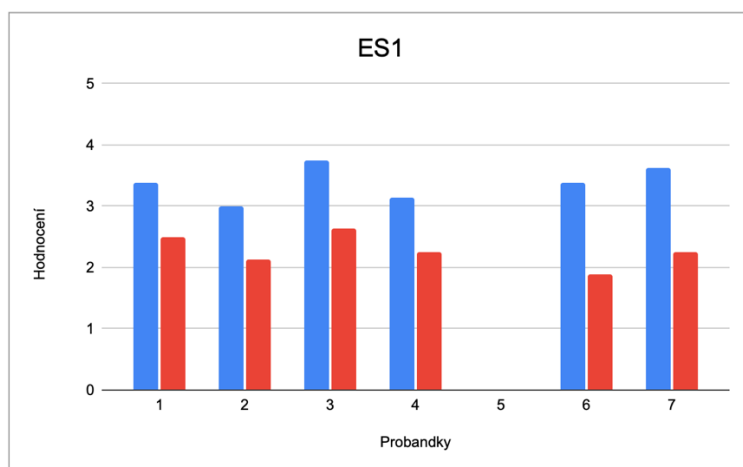
ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ										
PROBANDKA	TRÉNINK	B	FT	E	FVK	NT	BL	SUPINE	PRONE	PRŮMĚR
1	AST	2	3	3	2	3	3	2	2	2,5
2	AST	2	2	2	2	2	2	3	2	2,13
3	AST	2	3	2	3	2	3	2	4	2,63
4	AST	1	3	2	3	2	3	2	2	2,25
5	AST									
6	AST	1	2	2	2	3	2	1	2	1,88
7	AST	1	2	2	2	2	2	2	5	2,25
PRŮMĚR TESTŮ		1,5	2,5	2,17	2,33	2,33	2,5	2	2,83	2,27
8	SST	2	3	2	2	2	3	4	4	2,75
9	SST	2	4	3	2	3	3	3	5	3,13
10	SST	2	3	3	2	3	3	4	3	2,88
11	SST	3	4	3	3	4	3	4	4	3,5
12	SST	3	3	2	3	2	3	4	4	3
13	SST	2	4	3	3	3	3	3	3	3
14	SST	2	2	2	3	2	3	2	5	2,63
PRŮMĚR TESTŮ		2,29	3,29	2,57	2,57	2,71	3	3,43	4	2,98

U probandky č.3 z **ES1** s nejhoršími vstupními hodnotami (3,75) bylo zaznamenáno zlepšení o 1,12 stupně. **Největší zlepšení** z ES1 bylo zaznamenáno u probandky č.6, zlepšení o **1,5 stupně**. Nejmenšího zlepšení z ES1 dosáhla probandka č.2, zlepšení o 0,87 stupně.

U probandky č.11 z **ES2** s nejhoršími vstupními hodnotami (4,13) bylo zaznamenáno zlepšení o 0,63 stupně. Tato probandka dosáhla v ES2 **největšího zlepšení**. Nejmenší zlepšení bylo zaznamenáno u probandky č.8, zlepšení o 0,13 stupně.

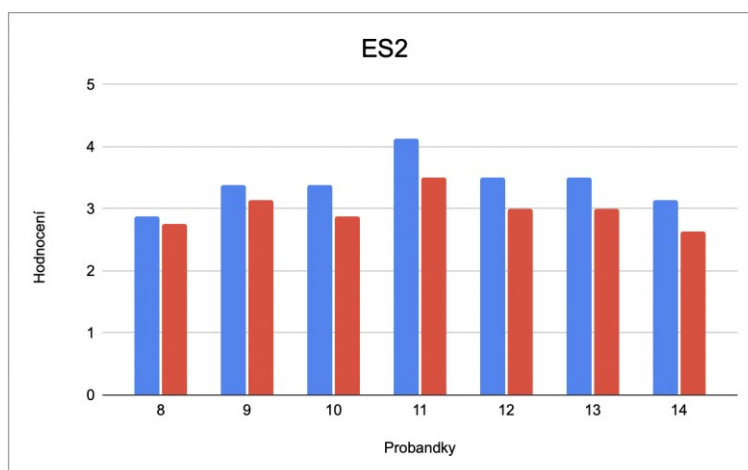
Na sloupcových grafech (ES1 – Graf 2 a ES2 – Graf 3) je možné vidět, jak vypadal průměrný výsledek vstupního měření (modré sloupce) a závěrečného měření (červené sloupce) ze všech testů u jednotlivých probandek.

**Graf 2** – Výsledky testování HSS u jednotlivých probandek z ES1.





**Graf 3** – Výsledky testování HSS u jednotlivých probandek z ES2.



### 12.3. Porovnání celkových výsledků a jednotlivých testů

**Tabulka 7** – Srovnání celkového výsledku a výsledků jednotlivých testů s vyhodnocenou věcnou a statistickou významností.

Ve vrchní části tabulky se nachází CELKOVÉ SROVNÁNÍ vyznačeno červeně (průměrné výsledky všech testů obou skupin ze vstupního a závěrečného měření). Na levé straně je vyznačena ES1 a ES2. Pod názvem POČET se nachází počet probandek v jednotlivých skupinách. Pod názvem VSTUPNÍ MĚŘENÍ se nachází průměrné výsledky obou skupin ze vstupního měření, průměrné výsledky obou skupin ze závěrečného měření se nachází pod názvem ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ. Pod těmito hodnotami se nachází vyhodnocení věcné významnosti vyznačeno modře (COHEN D) a statistické významnosti vyznačeno zeleně (p-hodnota), které porovnávají významnost rozdílů obou skupin ve vstupním měření a v závěrečném měření. Na pravé straně tabulky je vyhodnocena věcná významnost (COHEN D) a statistická významnost (p-hodnota), která porovnává významnost rozdílů vstupního a závěrečného měření jednotlivé skupiny. Pod celkovým srovnáním se nachází SROVNÁNÍ TESTŮ vyznačeno červeně. Tato část tabulky hodnotí to stejné, ale porovnává výsledky jednotlivých použitých testů ve výzkumu. Na levé straně se nachází zkratky jednotlivých testů.

CELKOVÉ SROVNÁNÍ					
	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3,38	2,27	4,4072	0
ES2	7	3,41	2,98	1,3723	0,0007114
<b>COHEN D</b>		<b>0,0946</b>	<b>2,8019</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,8866</b>	<b>0,0007114</b>		
SROVNÁNÍ TESTŮ					
B	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	2,5	1,5	1,5492	0,0379
ES2	7	2,71	2,29	0,9297	0,1263
<b>COHEN D</b>		<b>0,3423</b>	<b>1,6656</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,6</b>	<b>0,02</b>		
FT	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3,5	2,5	2	0,01012
ES2	7	3,29	3,29	0	1
<b>COHEN D</b>		<b>0,3403</b>	<b>1,2802</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,57</b>	<b>0,05</b>		
E	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3	2,17	1,7081	0,02504
ES2	7	3,14	2,57	0,9975	0,1105
<b>COHEN D</b>		<b>0,2289</b>	<b>0,9019</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,7</b>	<b>0,15</b>		
FVK	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3,33	2,33	2,1213	0,007315
ES2	7	3	2,57	0,6731	0,2714
<b>COHEN D</b>		<b>0,5137</b>	<b>0,4955</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,393</b>	<b>0,432</b>		
NT	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3,33	2,33	1,6036	0,03351
ES2	7	2,86	2,71	0,2239	0,7184
<b>COHEN D</b>		<b>0,6818</b>	<b>0,6263</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,287</b>	<b>0,307</b>		
BL	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3,33	2,5	1,7081	0,02194
ES2	7	3,71	3	2,2227	0,008237
<b>COHEN D</b>		<b>0,8247</b>	<b>1,4832</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,2</b>	<b>0,08</b>		
SUPINE	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	3,5	2	2,2156	0,006352
ES2	7	3,86	3,43	0,6276	0,3002
<b>COHEN D</b>		<b>0,5155</b>	<b>2,1535</b>		
<b>p-hodnota</b>		<b>0,4258</b>	<b>0,00399</b>		
PRONE	POČET	VSTUPNÍ MĚŘENÍ	ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ	COHEN D	p-hodnota
ES1	6	4,5	2,83	1,6473	0,03033
ES2	7	4,71	4	1,1402	0,0756
<b>COHEN D</b>		<b>0,3423</b>	<b>1,1813</b>		
		<b>0,5964</b>	<b>0,09832</b>		

## Celkové srovnání

V celkovém srovnání hodnot mezi oběma skupinami ze vstupního měření vyšly rozdíly věcně i statisticky nevýznamné. Po srovnání hodnot ze závěrečných měření vyšly rozdíly vysoce věcně významné i statisticky významné. Následně jsou porovnány rozdíly prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin. ES1 dosáhla o 3,0349 vyšší věcné významnosti než skupina ES2, která měla také výsledek vysoce věcně významný. U obou skupin vyšly výsledky statisticky významné.

## Srovnání testů

**Brániční test (B):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost středně a statistická významnost nevýznamně. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami vysoce věcně významný a statisticky významný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný a u ES2 také. U ES1 vyšly výsledky statisticky významné a u ES2 nevýznamné.

**Test flexe trupu (FT):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost středně a statistická významnost nevýznamně. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami vysoce věcně významný a statisticky významný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný a u ES2 nevýznamný, protože se skupina v tomto testu nezlepšila. U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný a u ES2 nevýznamný, protože žádný rozdíl nebyl zaznamenán.

**Extenční test (E):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost nízká a statisticky nevýznamná. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami vysoce věcně významný, ale statisticky nevýznamný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný, u ES2 také vyšel vysoce věcně významný. U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný, u ES2 nevýznamný.

**Test flexe v kyčli (FVK):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost střední a statisticky nevýznamná. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami středně věcně významný a statisticky nevýznamný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně

významný a u ES2 středně věcně významný. U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný a u ES2 nevýznamný.

**Test nitrobřišního tlaku (NT):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost střední a statisticky nevýznamná. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami středně věcně významný a statisticky nevýznamný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný, u ES2 vyšla malá věcná významnost. U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný a u ES2 nevýznamný.

**Test břišního lisu (BL):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost vysoká, ale statisticky nevýznamná. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami vysoce věcně významný (o 0,6585 výš, než ve vstupním měření) a statisticky nevýznamný (ve vstupním měření byla nevýznamnost o 0,12 vyšší). Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný a u ES2 také (o 5146 výš, než u ES1). U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný a u ES2 také (o 0,013703 víc, než u ES1).

**Supine test (SUPINE):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost střední a statisticky nevýznamná. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami vysoce věcně významný a statisticky významný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný. U ES2 vyšla střední věcná významnost. U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný, u ES2 nevýznamný.

**Prone test (PRONE):** V rozdílech vstupního měření mezi skupinami vyšla věcná významnost nízká a statisticky nevýznamná. Porovnání závěrečných výsledků vyšel rozdíl mezi skupinami vysoce věcně významný, ale statisticky nevýznamný. Porovnání prvního a závěrečného měření u jednotlivých skupin vyšel rozdíl v tomto testu u ES1 vysoce věcně významný a u ES2 také. U ES1 vyšel rozdíl statisticky významný a u ES2 nevýznamný.

V tabulkách níže (8, 9, 10) jsou porovnány výsledky pokroku, vstupních hodnot a závěrečných hodnot obou skupiny dle věcné a statistické významnosti. Písmeno V. označuje věcnou významnost, písmeno S. označuje statistickou významnost. Zelená barva u věcné významnosti označuje vysokou věcnou významnost, u statistické statistickou významnost. Modrá barva je pouze pro věcnou významnost a říká, že je výsledek středně věcně významný.

Žlutá barva je také pouze pro věcnou významnost a říká, že je výsledek níže věcně významný. Červená barva platí jak pro věcnou, tak i statistickou významnost, která vypovídá o tom, že je výsledek nevýznamný.

**Tabulka 8** – Porovnání pokroku ES1 a ES2 od vstupního měření do závěrečného měření v jednotlivých testech.

Pokrok ES1 byl vysoce věcně významný a statisticky významný ve všech testech. U ES2 byl pokrok pouze ve čtyřech testech vysoce věcně významný a v jednom testu i statisticky významný.

Porovnání pokroku od vstupního do závěrečného měření		
TEST	ES1	ES2
B	V. S.	V. S.
FT	V. S.	V. S.
E	V. S.	V. S.
FVK	V. S.	V. S.
NT	V. S.	V. S.
BL	V. S.	V. S.
SUPINE	V. S.	V. S.
PRONE	V. S.	V. S.

**Tabulka 9** – Porovnání vstupních hodnot mezi ES1 a ES2 v jednotlivých testech.

Na začátku výzkumu byla ES1 v pěti testech lepší než ES2, která byla lepší pouze ve třech testech. Rozdíly v dosažených vstupních hodnotách v jednotlivých testech mezi skupinami byly v pěti testech středně věcně významný, ve dvou testech níže věcně významný a v jednom testu vysoce věcně významný. Ze statistického hlediska byly rozdíly výsledků vstupního měření ve všech testech nevýznamné.

Porovnání vstupních hodnot mezi ES1 a ES2		
TEST	Rozdíl mezi skupinami	
B	V. S.	
FT	V. S.	ES2 lepší
E	V. S.	
FVK	V. S.	ES2 lepší
NT	V. S.	ES2 lepší
BL	V. S.	
SUPINE	V. S.	
PRONE	V. S.	

**Tabulka 10** – Porovnání závěrečných hodnot mezi ES1 a ES2 v jednotlivých testech. Na konci výzkumu byla ES1 lepší ve všech testech než ES2. Většina rozdílů mezi závěrečnými hodnotami vykazovaly vysokou věcnou významnost, až na test FVK, u kterého byla věcná významnost střední. Statistická významnost byla ve většině testech označena za nevýznamnou, kromě tří testů (B, FT, SUPINE).

Porovnání závěrečných hodnot mezi ES1 a ES2	
TEST	Rozdíl mezi skupinami
B	V. S.
FT	V. S.
E	V. S.
FVK	V. S.
NT	V. S.
BL	V. S.
SUPINE	V. S.
PRONE	V. S.

## 12.4. Výsledky dotazníku

Dle výsledků dotazníku, který vyplňovalo 18 jedinců pohybujících se ve sportovních hrách na výkonnostní a vyšší úrovni, všichni znají pojem HSS a velká většina věnuje HSS pozornost. Co se týče AST, pouze tři tázání ho využívají. To naznačuje, že AST u nás není rozšířeným způsobem rozvoje HSS. Podle výsledků výzkumu je se ale jedná o účinný způsob. Podrobné výsledky dotazníku jsou shrnuty v Příloze 3.

## 13. Diskuse

Hluboký stabilizační systém se v posledních letech přestal brát na lehkou váhu a je mu věnováno více pozornosti. Předmětem této studie bylo porovnat na hráčkách softbalu vliv asymetrického silového tréninku na hluboký stabilizační systém oproti symetrickému silovému tréninku. Bylo naplánované měření EMG, aby byla porovnána aktivita svalů během symetrického a asymetrického silového zatížení. Z organizačních důvodů k měření pomocí EMG nedošlo. Díky tomu, že se měření EMG nekonalo, nebylo přesně zjištěno, jak se svaly aktivují v průběhu asymetrického silového zatížení oproti symetrickému. Asymetrický silový trénink zatím není příliš často využíván ani zkoumán.

### Hypotéza 1

Podle výsledků se hypotéza potvrdila. Byl zaznamenán rozdíl mezi experimentální skupinou 1 (vykonávající asymetrický silový trénink), která dosáhla lepšího výsledku a experimentální skupinou 2 (vykonávající symetrický silový trénink). V porovnání, o kolik se posunula ES1 oproti svým vstupním hodnotám a ES2 oproti svým vstupním hodnotám v jednotlivých testech, ES1 dosáhla většího zlepšení dle věcné i statistické významnosti. Pouze v jednom testu dosáhla lepšího výsledku ES2, jednalo se o test břišního lisu, ale výsledky obou skupin byly v tomto testu jak věcně, tak statisticky významné.

Celkově se hluboký stabilizační systém experimentální skupiny 1 vykonávající asymetrický silový trénink zlepšil v průměru o 1,11 stupně. Hluboký stabilizační systém experimentální skupiny 2 vykonávající symetrický silový trénink se zlepšil v průměru o 0,43 stupně.

### Hypotéza 2

Podle výsledků se hypotéza nepotvrdila. Probandka z ES1 s nejhoršími vstupními hodnotami nedosáhla ve své skupině největšího zlepšení. Probandka z ES2 s nejhoršími vstupními dosáhla ve své skupině největšího zlepšení.

S nalezenými studii není možné porovnat výsledky přímo, protože nebyla nalezena žádná, která by zkoumala totožné téma.

Studie *Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training)* (Jarozs, Gołaś, Krzysztofik, Matykiewicz, Strońska, Zając, Maszczyk, 2020) si kladla za cíl porovnat svalovou aktivitu mezi symetrickým a vybraným asymetrickým zatížením (2,5%; 5% a 7,5% rozdíl v poloze zatížení mezi stranami tyče) během cvičení na plochém benchpressu při 70%1RM. Jejich výsledky ukázaly, že asymetrické zatěžování vede k výrazně vyšší svalové aktivitě na zatěžované straně těla. Jejich názorem je, že metoda offsetového tréninku během cvičení s bilaterálním odporem může být účinným a jednoduchým přístupem ke snížení svalových dysbalancí. Podle našich výsledků se můžeme shodnout, že asymetrický silový trénink skutečně vede k vyšší svalové aktivitě.

Studie *Muscle activity in asymmetric bench press among resistance-trained individuals* (Saeterbakken, Solstad, Behm, Stien, Shaw, Pedersen, Andersen, 2020) zjistila, že asymetrické zatížení u benchpressu vedlo k vyšší aktivaci vnějšího šikmého břišního svalu než u symetrického zatížení. Kdybychom v naší studii provedli plánované elektromyografické měření, mohli bychom o tomto zjištění diskutovat.

V ostatních studiích nezkoumaly hluboký stabilizační systém v souvislosti s asymetrickým silovým tréninkem. Další studie byly zahrnuty, aby bylo předvedeno, že existuje vysoký počet studií zaměřující se na hluboký stabilizační systém/core, které potvrzují jeho důležitost.

Podle studie *Core stability training for injury prevention* (Huxel Bliven, Anderson, 2013), která měla za cíl zjistit, zda cvičení stability core může být jako prevence proti zranění se zdá, že mnohostranné programy zahrnující sílu, vytrvalost, rovnováhu/držení těla, nervosvalovou kontrolu jádra a dolní končetiny jsou nutná ke snížení míry zranění. Náš výzkum se tímto nezabýval, ale jelikož je pro softbalistky důležitá prevence zranění, je tato informace přínosná.

Ve studii *Relationship between core stability, functional movement, and performance* (Okada, Huxel, Nesser, 2011) bylo cílem určit vztah mezi stabilitou core, funkčním pohybem a výkonem. Mezi testy stability jádra a testy výkonu byl nalezen vzájemný vztah.

Studie *Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults* (Granacher, Lacroix, Muehlbauer, Roettger, Gollhofer, 2013) měla za cíl prozkoumat účinky CIT (Core instability strength training) na měření síly svalů trupu, pohyblivosti páteře, dynamické rovnováhy a funkční mobility u seniorů.



Zjistili zlepšení související s tréninkem u pohyblivosti páteře v sagitální a frontální rovině směru, u rychlosti kroku, u testu funkčního dosahu a testu Timed Up and Go ve prospěch intervenční skupiny.

Studie s názvem *Can a Standardized Visual Assessment of Squatting Technique and Core Stability Predict Injury?* (O'Connor, McCaffrey, Whyte, Moran, 2020) měla za cíl zjistit, zda standardizované vizuální hodnocení techniky dřepu a stability core může předpovídat zranění. Jediný souhrnný výsledek všech tří screeningových testů nebyl schopen významně předpovědět poranění dolních končetin nebo trupu. U fotbalistů jediné součtové skóre všech testů FMS statisticky významně nepředpovídalo bezkontaktní zranění, ale skóre celkového dojmu z testů stability trupu a dřepu s činkou nad hlavou předpovídalo bezkontaktní zranění. Ačkoli model zahrnující kombinovaný systém bodování celkových a segmentových kritérií předpovídající poranění trupu dosáhl v této studii statistické významnosti, nepředpovídal případy poranění mnohem lépe než náhoda.

Hlavní limitací v naší studii bylo, že skupina hráček měla spíše heterogenní znaky než homogenní, probandky měly rozdílnou sílu a tělesnou hmotnost. Dalšími limitacemi mohla být strava, pitný režim, únava a stres, protože probandky během studie zároveň docházely na vlastní softballové tréninky. Organismus byl vyčerpán a tím mohl být výkon na silovém tréninku ovlivněn. Výzkum se konal v době covidu, některé probandky v průběhu experimentu onemocněly. Nebylo provedeno kontrolní měření uprostřed výzkumu. Pokud by se studie v budoucnu opakovala, kontrolní měření by bylo vhodné provést, aby bylo zaznamenáno, kdy nastane největší zlepšení, jestli v první nebo ve druhé polovině výzkumu a jestli se to u jednotlivých probandů liší. Tato studie byla jedna z prvních, která zkoumala téma asymetrický silový trénink a jeho vliv na hluboký stabilizační systém, výsledky se nedají porovnat s jinými výzkumy.

## 14. Závěr

Studie odpověděla na dané hypotézy a cíl. Zjistili jsme, že co se týče rozvoje hlubokého stabilizačního systému, přínos do praxe je takový, že asymetrický silový trénink má větší účinek oproti symetrickému silovému tréninku. Na začátku byly obě skupiny s HSS na podobné úrovni. Porovnání rozdílů průměrného závěrečného výsledku obou skupin vyšel statisticky i věcně významný. Skupina, která prováděla asymetrický silový trénink udělala větší pokrok oproti svým vstupním hodnotám než skupina provádějící symetrický silový trénink. Pokud by se asymetrický silový trénink v budoucnu uchytí, můžeme předpokládat, že by se snížil počet zranění, a to nejen ve sportovních hrách. Navíc se jedná o odlišný způsob rozvoje hlubokého stabilizačního systému, než na co jsou sportující lidé zvyklí. V rámci ročního tréninkového cyklu by se taková cvičení měla provádět v přípravném období, protože v tomto období je dostatečný prostor a čas pro vylepšování nedostatků.

Asymetrický silový trénink není ještě zdaleka prozkoumán tak, aby přesvědčilo širší veřejnost o jeho funkčnosti. V dostupné literatuře nebyly nalezeny žádné informace o tomto způsobu tréninku. Bylo nalezeno pouze pár studií, které tento trénink využily ke zkoumání, ale ne se vztahem k hlubokému stabilizačního systému. Vzhledem k důležitosti hlubokého stabilizačního systému budou určitě zkoumány další způsoby, jak ho posílit a snad jednou přijde na řadu i asymetrický silový trénink.

## 15. Seznam použité literatury

1. ALEXANDER, D. The Multifidus Muscle: Anatomy, Assessment and Treatment. Journal of the Australian Association of Massage Therapists [online]. 2008, Winter, s. 12-16 [cit. 2010-12-30]. Dostupné z: <http://www.aamt.com.au/lib/Journals/Winter08/Win08-Multifidus.pdf>.
2. BAILEY, CH., et al. Carry-Over of Force Production Symmetry in Athletes of Differing Strength Levels [online]. 2015, 29(11), 3188-96. Dostupné z: doi: 10.1519/JSC.0000000000000983.
3. BAILEY, CH., et al. Isometric force production symmetry and jumping performance in collegiate athletes [online]. 2013, 2: 1-5. Dostupné z: [https://doi.org/10.17338/trainology.2.1\\_1](https://doi.org/10.17338/trainology.2.1_1).
4. BAZYLER, D., et al. The effects of strength training on isometric force production symmetry in recreationally trained males [online]. 2014, 3: 6-10. Dostupné z: [https://doi.org/10.17338/trainology.3.1\\_6](https://doi.org/10.17338/trainology.3.1_6).
5. BELL, D., et al. Lean mass asymmetry influences force and power asymmetry during jumping in collegiate athletes [online]. 2014, 28(4), 884-91. Dostupné z: doi: 10.1519/JSC.0000000000000367.
6. BOMPA, T., BUZZICHELLI, C. Periodization training for sports. Human Kinetics 2015. ISBN 978-1-4504-6943-2.
7. BROWN, R., et al. The Potential for a Targeted Strength-Training Program to Decrease Asymmetry and Increase Performance: A Proof of Concept in Sprinting [online]. 2017, 12(10), 1392-1395. Dostupné z: doi: 10.1123/ijsspp.2016-0590.
8. BUCHTELOVÁ, E., VANÍKOVÁ, K., JELÍNEK, M. Využití objektivních metod v rámci rehabilitace u sportovců mladšího a staršího dorostu hokejové akademie ČSLH Chomutov. Rehabilitácia, 53 (4), 2016, s. 285-294. ISSN 0375-0922.

9. BUSSEY, M. Does the demand for asymmetric functional lower body postures in lateral sports relate to structural asymmetry of the pelvis? [online]. 2010, 13(3), 360-4. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jsams.2009.02.010.
10. CACEK, J. et. al. Trénink jádra [Core training], 1. vydání, Praha: Česká atletika, s.r.o. 2008.
11. CARPES, F., et al. On the bilateral asymmetry during running and cycling – a review considering leg preference [online]. 2010, 11(4), 136-42. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ptsp.2010.06.005.
12. CISSIK, J. Strength and conditioning a concise introduction. USA: Routledge 2012. ISBN 978-0-415-66664-0.
13. COMERA GROUP. The pressure biofeedback unit for testing and retraining of lumbo-pelvic control. Dostupné na:  
<https://www.comeramovementscience.co.uk/post/the-pressure-biofeedback-unit-for-testing-and-retraining-of-lumbo-pelvic-control>.
14. ČIHÁK, R. Anatomie 1. 3. vydání, Praha: Grada, 2011, ISBN 978-80-247-3817-8.
15. DOVALIL, J. et al. Výkon a trénink ve sportu. 4. vydání, 2012, Praha: Olympia.
16. DROST, G., STEGEMAN DF., VAN ENGELEN BG., ZWARTS MJ. Clinical applications of high-density surface EMG: a systematic review. J Electromyogr Kinesiol [online]. 2006, 586-602. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jelekin.2006.09.005.
17. DUFEK, J. Elektromyografie. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995, 102 s. Učební texty Institutu pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně. ISBN 8070132086.
18. DVOŘÁK, R., KRAJNOVÁ, Z., JANURA, M. a ELFMARK, M. Standardizace metodiky klinického vyšetření stoje na dvou vahách. In: Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: Česká lékařská společnost J.E. Purkyně, 2000, 102-105. ISSN 1211-2658.

19. DYLEVSKÝ, I. a kol. Funkční anatomie člověka. 1. vyd. Praha: GradaPublishing, 2000. ISBN 80-7169-681-1.
20. DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ, O. Funkční anatomie člověka. Praha: Grada, 2000, ISBN 80-7169-681-1.
21. EHLER, E. Současné trendy v EMG. *Neurol. pro praxi*, 2008, 9(2), 65–68. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2008/02/03.pdf>.
22. EXELL, T., et al. Strength and performance asymmetry during maximal velocity sprint running [online]. 2017, 27(11), 1273-1282. Dostupné z: doi: 10.1111/sms.12759.
23. GONZALO-SKOK, O., et al. Single-Leg Power Output and Between-Limbs Imbalances in Team-Sport Players: Unilateral Versus Bilateral Combined Resistance Training [online]. 2017, 12(1), 106-114. Dostupné z: doi: 10.1123/ijsspp.2015-0743.
24. GUIARD, Y. Asymmetric division of labor in human skilled bimanual action: the kinematic chain as a model [online] 1987, 19(4), 486-517. Dostupné z: doi:10.1080/00222895.1987.10735426.
25. HART, N., et al. Musculoskeletal Asymmetry in Football Athletes: A Product of Limb Function over Time [online]. 2016, 48(7), 1379-87. Dostupné z: doi: 10.1249/MSS.0000000000000897.
26. HAUGEN, T., et al. Kinematic stride cycle asymmetry is not associated with sprint performance and injury prevalence in athletic sprinters [online]. 2018, 28(3), 1001-1008. Dostupné z: doi: 10.1111/sms.12953.
27. HENDL, J. Přehled statistických metod: Analýza a metaanalýza dat. 3. vydání, Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-482-3.
28. HESFORD, C., M., LAING, S., CARDINALE, M., COOPER, Ch. Asymmetry of quadriceps muscle oxygenation during elite short-track speed skating [online]. 2012, 44(3), 501-8. Dostupné z: doi: 10.1249/MSS.0b013e31822f8942.

29. HACKETT, D. A., CHOW, CH. M. The valsalva maneuver: its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise [online]. *Strength and Conditioning Journal*, 2013. Dostupné z: doi: 10.1519/JSC.0b013e31827de07d.
30. CHATTANOOGA GROUP. Stabilizer TM [pdf]. 2005 [cit. 2021-08-29]. Dostupné z: [https://data2.manualslib.com/pdf6/122/12152/1215120-chattanooga\\_group/stabilizer.pdf?37ae25e15c0583ce9c251f27fe5fe5](https://data2.manualslib.com/pdf6/122/12152/1215120-chattanooga_group/stabilizer.pdf?37ae25e15c0583ce9c251f27fe5fe5).
31. JANDA, V. Funkční svalový test. Praha: Grada Publishing, 1993. ISBN 80-7169-208-5.
32. JANDA, V. Vyšetřování hybnosti: svalový test: vyšetření zkrácených svalů: vyšetření hypermobility: učebnice pro střední zdravotnické školy, obor rehabilitačních pracovníků. 3. vydání, Praha: Avicenum, 1981. Učebnice pro zdravotnické školy (Avicenum).
33. JEBAVÝ, R. Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách. Univerzita Karlova, 2017, ISBN 978-80-246-3683-2.
34. JEBAVÝ, R., BALÁŠ, J., VOMÁČKOVÁ, H., SZARZEC, J., ŠŤASTNÝ, P. The Effect of Traditional and Stabilization-Oriented Exercises on Deep Stabilization System Function in Elite Futsal Players [online]. 2020, 28;8(12):153. Dostupné z: doi: 10.3390/sports8120153.
35. JEBAVÝ, R., ZUMR, T. Posilování s balančními pomůckami. 2. doplněné vydání, Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5130-6.
36. KABELÍKOVÁ, K., VÁVROVÁ, M. Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy: průprava ke správnému držení těla. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-384-7.
37. KASSEM, I., EVINGER, C. Asymmetry of blinking [online]. 2006, 47(1), 195-201. Dostupné z doi: 10.1167/iovs.04-1279.

38. KIMURA, J. Long and short of nerve conduction measures: reproducibility for sequential assessments. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [online]. 2001, 71(4), 427-430. Dostupné z: doi: 10.1136/jnnp.71.4.427.
39. KODA, H., KAI, Y., MURATA, S., OSUGI, H., ANAMI, K., FUKUMOTO, T., IMAGITA H. Relationship Between Muscle Strength Asymmetry and Body Sway in Older Adults [online]. 2018, 26(3), 457-461. Dostupné z doi: 10.1123/japa.2017-0096.
40. KOHLÍKOVÁ, E. *Fyziologie člověka*. Praha: FTVS UK, 2004. ISBN 80-86317-31-5.
41. KOLÁŘ, P. Dynamická neuromuskulární stabilizace. Dostupné z: <https://www.dns-cz.com/o-dns>.
42. KOLÁŘ, P. a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1.vydání, Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
43. KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. 2009, ISBN 978-80-7262-657-1.
44. KOLÁŘ, P., LEWIT, K. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 2005, ISSN 1213-1814.
45. KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vydání, Praha: Galén, 2009. ISBN 978-807-2626-571 [online]. 2014, Dostupné z: <http://www.dns-cz.com/metoda-dns>.
46. LAURE, L. Wave of the fitness future: 3-D Core training. *Volleyball*, 27(5), 22-26. 2011.
47. LEHNERT M., et al. *Trénink kondice ve sportu*. 1. vydání, Olomouc: Univerzita Palackého. 2010.
48. LEVITOVÁ, A., HOŠKOVÁ, B. *Zdravotně-kompenzační cvičení* 1. vydání, Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4836-8.
49. LIJEWSKI, M., BURDUKIEWICZ, A., PIETRASZEWSKA, J., ANDRZEJEWSKA, J., STACHON, A. Asymmetry of Muscle Mass Distribution and Grip Strength in

- Professional Handball Players [online]. 2021, 18(4), 1913, dostupné z: doi: 10.3390/ijerph18041913.
50. LISS, V., VÝCHOVSKÝ, P. Pravidla Softballu 2014-2017 [online]. 2014, dostupné z: [https://www.softball.cz/download/2014/Pravidla\\_2014-2017\\_final\\_20140228.pdf](https://www.softball.cz/download/2014/Pravidla_2014-2017_final_20140228.pdf).
  51. LOCKIE, R., et al. The relationship between bilateral differences of knee flexor and extensor isokinetic strength and multi-directional speed [online]. 2012, 211–219. Dostupné z: doi: 10.3233/IES-2012-0461.
  52. MALÁ, M. Š., PIPKOVÁ, M. M., ŠŤOVÍČEK, M. J., KEIL, D. M. R., KVAPIL, M. M. Inkontinence stolice Fecal incontinence. Gastroenterologie a hepatologie. 2013, 67(3). ISSN 1804-803X.
  53. MALONEY, SJ. The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review [online]. 2019, 33(9), 2579-2593. Dostupné z doi: 10.1519/JSC.0000000000002608.
  54. MANNING, T., PICKUP L. J. Symmetry and performance in middle distance runners [online]. 1998, 19(3), 205-9. Dostupné z: doi: 10.1055/s-2007-971905.
  55. MARKOVIC, G., ŠARABON, N., PAUSIC, J., HADŽIĆ, V. Adductor Muscles Strength and Strength Asymmetry as Risk Factors for Groin Injuries among Professional Soccer Players: A Prospective Study. *Int J Environ Res Public Health* [online]. 2020, 17(14), 4946. Dostupné z: doi: 10.3390/ijerph17144946.
  56. MARTÍN-FUENTES, I., OLIVA-LOZANO, JM., MUYOR, JM. Electromyographic activity in deadlift exercise and its variants. A systematic review [online]. 2020, 15(2), e0229507. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0229507.
  57. MEYERS, R., et al. Asymmetry During Maximal Sprint Performance in 11 to 16 Year-Old Boys [online]. 2017, 29(1), 94-102. Dostupné z: doi: 10.1123/pes.2016-0018.
  58. MERTZ, K., et. al. Influence of between-limb asymmetry in muscle mass, strength, and power on functional capacity in healthy older adults [online]. 2019, 29(12), 1901-1908. Dostupné z: doi: 10.1111/sms.13524



59. MUCHOVÁ, M., TOMÁNKOVÁ, K. Cvičení na balanční plošině. Praha: Grada, 2009.
60. MÜLLER, E., FILIP, L., FIALA, V. Kulturistika, 1. vydání, Praha: Sportovní a turistické nakladatelství 1965.
61. PENEDO, T., POLASTRI P., RODRIGUES, S., SANTINELLI F., COSTA, E., IMAIZUMI, L., BARBIERI, R., BARBIERI, F. Motor strategy during postural control is not muscle fatigue joint-dependent, but muscle fatigue increases postural asymmetry [online]. 2021, 16(2), e0247395. Dostupné z doi: 10.1371/journal.pone.0247395.
62. PERIČ, T., DOVALIL, J. Sportovní trénink. 1. vydání, Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
63. PRAUSOVÁ, L. Vliv kompenzačního cvičení a rehabilitace na funkci bederní páteře u hráčů badmintonu do sedmnácti let. Praha, 2018. Bakalářská práce. 3. lékařská fakulta. Vedoucí práce: Mgr. Eliška Maixnerová.
64. RICHARDSON, C., HODGES, P., HIDES, J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization. 2. vydání, Edinburgh: Churchill Livingstone, 2004. ISBN 978-04- 430-7293-2.
65. RTC <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/14.html>.
66. SAETERBAKKEN, AH., et al. The Effects of Bench Press Variations in Competitive Athletes on Muscle Activity and Performance [online]. 2017, 57:61-71, dostupné z: doi: 10.1515/hukin-2017-0047.
67. SAETERBAKKEN, AH., FIMLAND MS. Muscle activity of the core during bilateral, unilateral, seated and standing resistance exercise [online]. 2012, 1671-8, dostupné z: doi: 10.1007/s00421-011-2141-7.

68. SANNICANDRO, I., et al. Correlation between functional asymmetry of professional soccer players and sprint [online]. 2011, 45(4), 370-371. Dostupné z: doi: 10.1136/bjism.2011.084038.171.
69. SATO, K., HEISE, G. Influence of weight distribution asymmetry on the biomechanics of a barbell back squat [online]. 2012, 26(2), 342-9. Dostupné z: doi: 10.1519/JSC.0b013e318220e0a3.
70. SLATER, LINDSAY V., HART, JOSEPF M. Muscle Activation Patterns During Different Squat Techniques. Journal of Strength and Conditioning Research [online] 2017, 31(3), 667-676, dostupné z: doi: 10.1519/JSC.0000000000001323.
71. SLOVÁKOVÁ, V. et al. Rehabilitácia pri ochoreniach dýchacieho ústrojenstva a hrudníka. Rehabilitácia, 33, 3, 2000, s. 130-192.
72. SNÁŠEL, M. Trénink, správné dýchání a core. Dostupné z: <http://coretraining.cz/2012/11/trenink-spravne-dychani-a-core/>.
73. SNÁŠEL, M. Vedou asymetrie ke zranění či snížení sportovního výkonu? Dostupné z: <http://coretraining.cz/2022/11/vedou-asymetrie-ke-zraneni-ci-snizeni-sportovniho-vykonu/>.
74. SNÁŠEL, M. Unilaterální či bilaterální trénink – co je lepší pro sportovní výkon? Dostupné z: [http://coretraining.cz/2020/05/unilateralni-ci-bilateralni-trenink-co-je-lepsi-pro-sportovni-vykon/#:~:text=Obecně%20v%20rámci%20silového%20tréninku,oběma%20rukama%20nebo%20oběma%20nohama](http://coretraining.cz/2020/05/unilateralni-ci-bilateralni-trenink-co-je-lepsi-pro-sportovni-vykon/#:~:text=Obecně%20v%20rámci%20silového%20tréninku,oběma%20rukama%20nebo%20oběma%20nohama.).
75. SOUKUP, P. Věcná významnost výsledků a její možnosti měření. Data a výzkum – SDA Info, 2013, 7 (2): 125–148, dostupné z: <https://doi.org/10.13060/23362391.2013.127.2.41>.
76. STACKEOVÁ, D. Fitness programy – teorie a praxe: metodika cvičení ve fitness centrech. 2. doplněné a přepracované vydání, Praha: Galén, 2008. ISBN 978-80-7262-541-3.

77. STOPPANI, J. Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány: 381 posilovacích cviků. 2. přepracované a rozšíření vydání, Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5643-1.
78. STÝBLOVÁ, J. Reliabilita DNS testů v klinické praxi. 2014, diplomová práce. Vedoucí práce: doc. MUDr. Alena Kobesová Ph.D.
79. SÜSS, V. Softball a baseball. Praha: Grada, 2003.
80. ŠPRINGROVÁ PALAŠČÁKOVÁ, I. Funkce – Diagnostika – Terapie hlubokého stabilizačního systému. Rehaspring, 2010. ISBN 978-80-254-7736-6.
81. ŠPRINGROVÁ PALAŠČÁKOVÁ, I. Funkce, diagnostika, terapie hlubokého stabilizačního systému. Rehaspring, 2010. ISBN 978-80-254-7736-6.
82. ŠVEJCAR, P., ŠŤASTNÝ, M. Moderní fyziotréning. Praha: Plot, 2013. ISBN 978-80-7428-183-9.
83. THURGOOD, G., PATERNOSTER, M. Core trénink: kompletní rádce pro muže i ženy, jak posílením svalů středu získat zdravější a lépe fungující tělo, 1. vydání, Praha: Slovart, 2014.
84. TOMKINSON, R., OLDS, S. Physiological correlates of bilateral symmetry in humans [online]. 2000, 21(8), 545-50. Dostupné z: doi: 10.1055/s-2000-8479.
85. TRIVERS, R., et al. The symmetry of children's knees is linked to their adult sprinting speed and their willingness to sprint in a long-term Jamaican study [online]. 2013, 8(8), e72244. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0072244.
86. URQUHART, D., HODGES, P., ALLEN, T., STORY, I. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. Manual Therapy [online]. 2005, 10(2), 144-153. ISSN 1356-689X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.math.2004.08.011.
87. VÉLE, F. Kineziologie pro klinickou praxi. 1. vydání, Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-256-2.

88. VÉLE, F. Kineziologie posturálního systému. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184100-5.
89. ZAHRADNÍK, D., KORVAS, P. Základy sportovního tréninku. Masarykova univerzita, Brno. 2012. ISBN 978-80-210-5890-3.
90. ZATSIORSKY, V. M., KRAEMER, W. J. Silový trénink. Praxe a věda. Mladá fronta. 2006. ISBN 978-80-204-3261-2.
91. ZWARTS, MJ., STEGEMAN, DF. Multichannel surface EMG: basic aspects and clinical utility. Muscle Nerve [online]. 2003, 1-17. Dostupné z: doi: 10.1002/mus.10358.

**Obrázek 1** – <https://www.ebme.co.uk/articles/clinical-engineering/electromyography-emg>

**Obrázek 2** – <https://hannansultan.wordpress.com/2013/08/08/the-secret-to-bellywork/>

**Obrázek 3** –

[https://anatomie.lf2.cuni.cz/sites/anatomie/files/page/files/2020/topografie\\_panve\\_a\\_krku\\_eng.pdf](https://anatomie.lf2.cuni.cz/sites/anatomie/files/page/files/2020/topografie_panve_a_krku_eng.pdf)

**Obrázek 4** – <https://www.thegapphysio.com.au/lumbar-spine>

**Obrázek 5** – <https://fitnessfit.cz/rozestup-brisnich-svalu/>

**Obrázek 6** – <https://teachmeanatomy.info/neck/muscles/suboccipital/>

**Obrázek 7** – <https://www.raynersmale.com/blog/2016/7/26/cervical-motor-control-part-1-clinical-anatomy>

**Obrázek 8** – <https://geekymedics.com/deep-back-muscles/>

**Obrázek 16** – <https://canarymed.es/product/stabilizer-pressure-biofeedback/>

**Obrázek 20** – <https://telesnakultura.upol.cz/pdfs/tek/2012/01/04.pdf>

# 16. Seznam grafické dokumentace

## Seznam tabulek

**Tabulka 1** – Rozdíl mezi ročním plánem pro trojboj a pro ostatní sporty dle Bompá, Buzzichelli, 2015.

**Tabulka 2** – Svaly core podle jednotlivých autorů.

**Tabulka 3** – DNS testy podle Koláře.

**Tabulka 4** – Demografická tabulka výzkumného souboru.

**Tabulka 5** – Výsledky ze vstupního testování HSS před zahájením intervenčního programu.

**Tabulka 6** – Výsledky ze závěrečného testování HSS po skončení intervenčního programu.

**Tabulka 7** – Srovnání celkového výsledku a výsledků jednotlivých testů s vyhodnocenou věcnou a statistickou významností.

**Tabulka 8** – Porovnání pokroku ES1 a ES2 od vstupního měření do závěrečného měření v jednotlivých testech.

**Tabulka 9** – Porovnání vstupních hodnot mezi ES1 a ES2 v jednotlivých testech.

**Tabulka 10** – Porovnání závěrečných hodnot mezi ES1 a ES2 v jednotlivých testech.

## Seznam grafů

**Graf 1** – Jednotlivá období RTC a jejich trvání v týdnech.

**Graf 2** – Výsledky testování HSS u jednotlivých probandek z ES1.

**Graf 3** – Výsledky testování HSS u jednotlivých probandek z ES2.

## Seznam obrázků

**Obrázek 1** – Elektromyograf

- Obrázek 2** – Bránice
- Obrázek 3** – Pánevní dno
- Obrázek 4** – Příčný sval břišní
- Obrázek 5** – Vnitřní šikmý sval břišní
- Obrázek 6** – Hluboké extenzory krční páteře
- Obrázek 7** – Hluboké flexory krční páteře
- Obrázek 8** – Musculi multifidi et rotatores
- Obrázek 9** – Mrtvý brouk
- Obrázek 10** – Vzpor ležmo
- Obrázek 11** – Vzpor ležmo s tříbodovou oporou
- Obrázek 12** – Brániční test – aspekce zepředu
- Obrázek 13** – Test flexe kyčelního kloubu
- Obrázek 14** – Test medvěda
- Obrázek 15** – Extenční test
- Obrázek 16** – PBU
- Obrázek 17** – Prone test
- Obrázek 18** – Supine test
- Obrázek 19** – Schéma průběhu výzkumu
- Obrázek 20** – Vzorec výpočtu hodnoty Cohenova  $d$  koeficientu velikosti účinku pro dvě srovnávané proměnné

## 17. Seznam příloh

**Příloha 1** – Popis použitých testů DNS

**Příloha 2** – Informovaný souhlas

**Příloha 3** – Dotazník

**Příloha 4** – Rozcvičení, hlavní část a závěrečná část intervenčních jednotek v experimentu

## **Příloha 1 - Popis použitých testů DNS**

Hodnocení testů na škále 1–5. Tato škála byla převzata z výzkumu *The Effect of Traditional and Stabilization-Oriented Exercises on Deep Stabilization System Function in Elite Futsal Players* (Jebavý, Baláš, Vomáčková, Szarzec, Šťastný, 2020).

- 1 – byla dostatečná aktivita DSS
- 2 – byla aktivita DSS s nedostatkem jedné funkce aktivity
- 3 – byla aktivita DSS s nedostatkem několika funkcí aktivity
- 4 – indikovalo nedostatečné držení pozice
- 5 – indikovala nedostatečnou funkci DSS



## 1. Brániční test – aspekce zepředu

Vyšetřuje se jím schopnost jedince aktivovat bránici v souhře s aktivitou břišního lisu a pánevního dna.

Výchozí poloha: Pacient sedí na lehátku s napřímenou páteří. Hrudník je v kaudálním, výdechovém postavení. Chodidla nejsou v kontaktu s podložkou.

Provedení testu: Pacient volně dýchá. Terapeut sleduje aspekci pohyb žeber do všech stran, a to pohyb laterolaterální u dolních žeber, horizontální u horních žeber. Při nádechu by se měl hrudník rozšiřovat do všech směrů (laterolaterální, kraniokaudální, anterioposteriorní). Při vyšetření zůstává páteř stále v napřímeném držení a nesmí se flektovat v hrudní oblasti.

Popis fyziologických znaků: Pacient je schopen aktivovat bránici v souhře s aktivitou břišního lisu a pánevního dna. Aktivace je symetrická. Při správném provedení testu jsou rozšířené dolní části hrudníku laterálně a dorzálně, rozšiřují se dolní mezižební prostory. Postavení žeber v transverzální rovině se při aktivaci nemění, žebra se nepohybují kraniálně, pohyb je pouze laterální.

Projevy insuficience: Pacient elevuje ramena. Pohyb dolních žeber je směrem kraniálním (Stýblová, 2014).



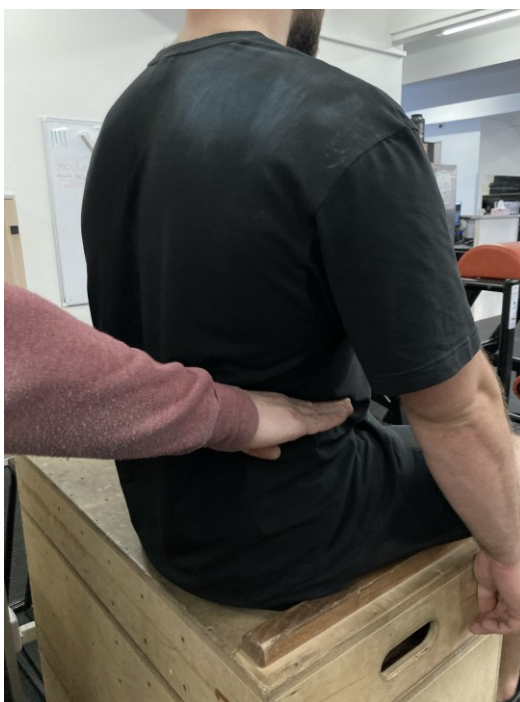
## 2. Brániční test – palpce zezadu

Výchozí poloha: Pacient sedí na lehátku s napřímenou páteří. Hrudník je v kaudálním, výdechovém postavení. Chodidla nejsou v kontaktu s podložkou.

Provedení testu: Terapeut palpuje laterálně pod dolními žebry a mírně tlačí proti laterální skupině břišních svalů. Palpací zároveň kontroluje postavení a chování dolních žeber. Pacient má provést v kaudálním postavení hrudníku protitlak s roztažením dolní části hrudníku. Při vyšetření zůstává páteř stále v napřímeném držení a nesmí se flektovat v hrudní oblasti.

Popis fyziologických znaků: Pacient je schopen aktivovat bránici v souhře s aktivitou břišního lisu a pánevního dna. Aktivace je symetrická, s dostatečnou silou proti palpaci terapeuta. Při svalovém zapojení jsou rozšířené dolní části hrudníku laterálně a dorzálně, rozšiřují se dolní mezižeberní prostory. Postavení žeber v transversální rovině se při aktivaci nemění, žebra se nepohybují kraniálně, pohyb je pouze laterální.

Projevy insuficience: Pacient nedokáže nebo jen malou silou je schopen aktivovat svaly proti odporu terapeuta. Aktivace je asymetrická. Při aktivaci dochází ke kraniální migraci žeber. Při aktivaci nedochází k laterálnímu a dorzálnímu rozšíření hrudníku a dostatečnému rozšíření mezižeberních prostor (Stýblová, 2014).



### 3. Extenční test

Výchozí poloha: Pacient leží na břiše. Paže jsou volně podél těla.

Provedení testu: Pacient zvedne hlavu nad podložku a provede pohyb do mírné extenze páteře, kde pohyb zastaví.

Popis fyziologických znaků: Pánev zůstává v neutrálním postavení. Proporcionálně se aktivují všechny části břišní stěny včetně laterodorsálních partií. Je vidět jen minimální aktivita ischiokrurálních svalů.

Projevy isuficience: Při extenzi se výrazně aktivuje paravertebrální svalstvo s maximem v oblasti dolní hrudní a horní bederní páteře. Neaktivuje se (nebo jen minimálně) laterální skupina břišních svalů, kde je projevem konvexní vyklenutí laterální skupiny břišních svalů, zvláště v jejich dolní porci. Oblast v místě tenké aponeurózy začátku m.transversus abdominis se vtahuje a stává se konkávní. Významným patologickým projevem je nadměrná aktivita ischiokrurálních svalů, někdy spojená s aktivitou v m. triceps surae (Stýblová, 2014).



## 4. Test flexe hlavy a trupu

Výchozí poloha: Pacient leží na zádech. Horní končetiny jsou volně podél těla.

Provedení testu: Pacient provede pomalou flexi krku a postupně i trupu.

Popis fyziologických znaků: Při flexi hlavy a trupu se zapojují břišní svaly, hrudník zůstává v kaudálním postavení a dochází k jeho vyvážené cylindrické aktivaci. Plynulá flexe krční páteře je bez předsunu hlavy.

Projevy insuficience: Při flexi hlavy dochází k předsunu hlavy vpřed. Při flexi trupu se posouvá hrudník a klíční kosti směrem kranialním, dochází ke kranio-laterálnímu pohybu žeber a ke konvexnímu vyklenutí laterální skupiny břišních svalů. Vyklenuje se laterální strana břišních svalů. Při flexi se nadměrně zapojuje m. rectus abdominis, (zvláště jeho horní část) a m. obliquus externus abdominis (Stýblová, 2014).



## 5. Test flexe kyčelního kloubu

Výchozí poloha: Pacient sedí na okraji stolu, horní končetiny má volně položené na podložce a při provedení testu se o ně neopírá.

Provedení testu: Pacient střídavě flektuje dolní končetiny v kyčelním a kolenním kloubu.

Popis fyziologických znaků: Aktivace břišních svalů v inguinální oblasti. Nedochází k deviaci páteře ve frontální, ani v sagitální rovině. Nedochází ke kompenzačnímu pohybu pánve. Pánev zůstává v neutrálním postavení.

Projevy insuficience: ThL přechod nebo spina iliaca anterior superior migruje laterálně a umbilicus migruje laterálně. V ThL přechodu dochází k lateralizaci nebo mírné extenzi, hrudník se posunuje ventrálně a kraniálně. Pánev se překlápí do antevertze (Stýblová, 2014).



## 6. Test nitrobřišního tlaku

Výchozí poloha: Pacient sedí na okraji stolu, horní končetiny má volně položené na podložce, ale při provedení testu se o ně neopírá. Terapeut palpuje v oblasti tříselné krajiny mediálně od spinae iliacae anteriores superiores nad hlavicemi kyčelních kloubů.

Provedení testu: Pacient aktivuje břišní stěnu proti tlaku terapeuta.

Popis fyziologických znaků: Při aktivaci pacient vytváří intraabdominální tlak proti palpaci. Umbilicus zůstává v neutrální poloze. Hrudník setrvává v neutrálním postavení. Není přítomné výrazné zapojení horní části m. rectus abdominis.

Projevy insuficience: Tlak vytvářený proti odporu terapeuta je slabý a při aktivaci převažuje horní porce m. rectus abdominis a m. obliquus extrenus abdominis. Břišní stěna se v horní polovině vtahuje a umbilicus tak migruje kraniálně. Za patologii považujeme aktivaci svalů v místě naší palpace bez vyklenutí podbřišku (Stýblová, 2014).





## 7. Test flexe horních končetin

Výchozí poloha: Pacient leží na zádech a horní končetiny má volně podél těla.

Provedení testu: Pacient pomalu flektuje horní končetiny v ramenních kloubech do 120°.

Popis fyziologických znaků: Hrudník zůstává v neutrálním postavení. Horní končetiny se flektují bez souhybu s hrudní páteří.

Projevy insuficience: Elevace hrudníku, hyperextenze v ThL přechodu při flexi horních končetin do 120° (Stýblová, 2014).



## 8. Test nitrobřišního tlaku

Výchozí poloha: Vleže na zádech tři měsíční poloha z vývojové kineziologie. Paže jsou volně podél těla a dolní končetiny jsou flektované 90° v kyčelních kloubech, 90° v kolenních kloubech a 90° v hlezenních kloubech. Výdrž v poloze by měla být alespoň 5 s.

Provedení testu: Pacient leží na zádech, horní končetiny jsou volně podél těla. Dolní končetiny jsou v 90° flexi v kyčelních, koleních i hlezenních kloubech.

Popis fyziologických znaků: Hlava pacienta je napřímená, je v prodloužení páteře. Umbilicus zůstává v neutrální poloze. Hrudník setrvává v neutrálním postavení. Proporcionálně se aktivují všechny části břišní stěny včetně laterodorsálních partií. Není patrná diastáza m. rectus abdominis.

Projevy insuficience: Objevuje se reklinace hlavy a hyperextenze páteře. Na břišní stěně nad třísly se objevují konkavity. Umbilicus se pohybuje kraniálně. Výrazné zapojení m. rectus abdominis. Patrná je břišní diastáza (Stýblová, 2014).





## 9. Vzpor klečmo

Výchozí poloha: Pacient je na čtyřech končetinách. Opírá se horními končetinami o dlaně a dolními končetinami o kolena.

Provedení testu: Pacient pomalu přenáší váhu těla vpřed.

Popis fyziologických znaků: Pacient rovnoměrné zatíží horní končetiny o dlaně. Lopatky jsou v neutrálním postavení adherují k hrudníku. Hlava je v prodloužení páteře. Pánev se nachází v neutrálním postavení. Páteř je napřímená. Proporcionálně se aktivují všechny části břišní stěny.

Projevy insuficience: Nedochází k rovnoměrnému zatížení dlaní. Lopatky se posunují kraniálně a dolním úhlem se točí zevně. Mediální hrany lopatek odstávají od hrudní stěny. Hlava je v reklinaci. Dochází k deviaci páteře ve frontální a/nebo sagitální rovině. Pánev se sklápí do antevertze (Stýblová, 2014).



## 10. Test medvěda

Výchozí poloha a provedení testu: Pacient se opírá dlaněmi horních končetin a ploskami dolních končetin o podložku.

Popis fyziologických znaků: Hlava je v prodloužení páteře a kyčelní klouby v zevní rotaci. Pacient má akra ve středním postavení. Lopatky jsou v neutrálním postavení, adherují k hrudníku. Nedochozí k deviaci páteře v sagitální ani frontální rovině

Projevy insuficience: Hlava je v reklinaci. Deviace páteře ve frontální a/nebo sagitální rovině. Objevuje se vnitřní rotace v kyčelních kloubech, valgozita v kolenních kloubech. Můžeme vidět disproporční zatížení o dlaně a valgotizaci na akrech dolních končetin (Stýblová, 2014).



## 11. Test hlubokého dřepu

Výchozí poloha a provedení testu: Pacient z výchozí pozice ve stoje provádí dřep až do maximální flexe v kolenních kloubech.

Popis fyziologických znaků: Kolena jsou nad špičkami prstů dolních končetin. Ramena nepřesahují špičky prstů na dolních končetinách. V kyčelních kloubech se objevuje zevně rotační postavení. Akrum se nachází ve středním postavení. Hlava je v prodloužení páteře. Hrudník je držen nad pánví. Páteř je napřímená, bez vychylek ve frontálních rovině.

Projevy insuficience: Hlava je v reklinaci. Ramena přesahují špičky prstů u dolních končetin. V kyčelních kloubech se objevuje vnitřně rotační postavení. Kolena jsou ve valgozitě. Opora o akra se nachází v supinaci či pronaci. Páteř se vychyluje ve frontální rovině. Dochází k předsunutí hrudníku a deviaci pánve do anteverze (Stýblová, 2014).



## Příloha 2 - Informovaný souhlas

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 stabilitu trupu a výbušnost. O každém jedinci budou potřebné osobní informace: Jméno, věk, výška, váha, zranění z minulosti/současnosti. Součástí bude i kontrola aktivace břišních svalů palpací a pomocí pressure biofeedback stabilizer.

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: Kristýna Koželská

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Kristýna Koželská      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: .....

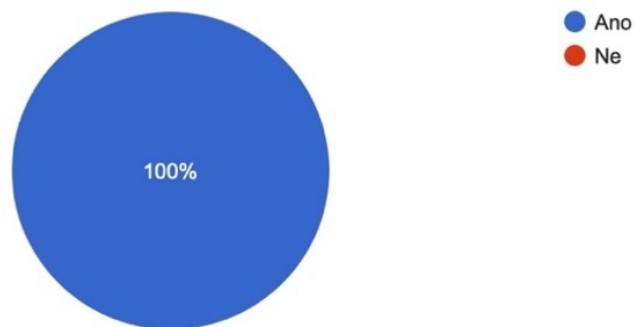
## Příloha 3 – Dotazník

### Část 1. HSS

100 % tázaných zná pojem HSS.

Znáte pojem hluboký stabilizační systém ? (dále jen HSS)

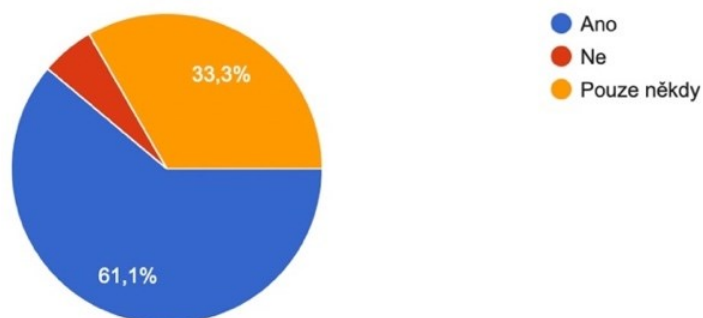
18 odpovědí



Pouze jeden tázaný vůbec nezařazuje cviky na HSS do rozcvičení. Ostatní je zařazují pravidelně nebo pouze někdy.

Zařazujete v rámci rozcvičení cviky na HSS ?

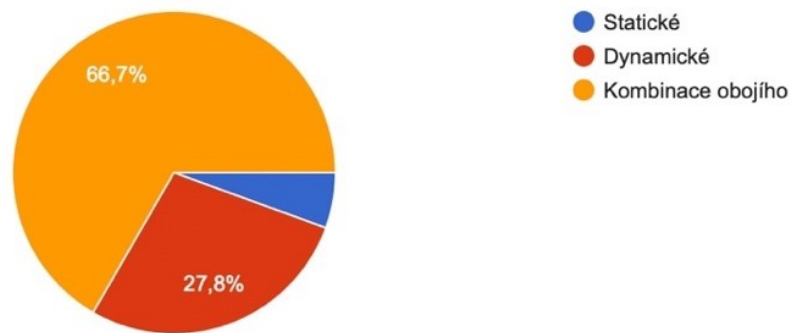
18 odpovědí



Nejvíce využívají kombinaci statických a dynamických cviků. Přibližně čtvrtina využívá pouze dynamická cvičení a jeden člověk pouze statická cvičení (statická cvičení označil jedinec, který v předchozí otázce odpověděl, že cviky na HSS nezařazuje).

#### Jaká cvičení převážně používáte ?

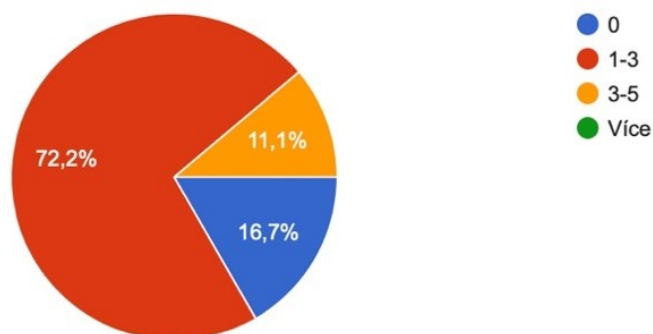
18 odpovědí



Přes 70 % tázaných má jeden až tři cviky na HSS v rozcvičení. Přes 10 % využívá více cviků. Ostatní odpověděli, že žádné cviky v rozcvičení nemají, což se vylučuje s druhou a třetí otázkou.

#### Kolik cviků pro HSS je zahrnuto ve vaší rozcvičce?

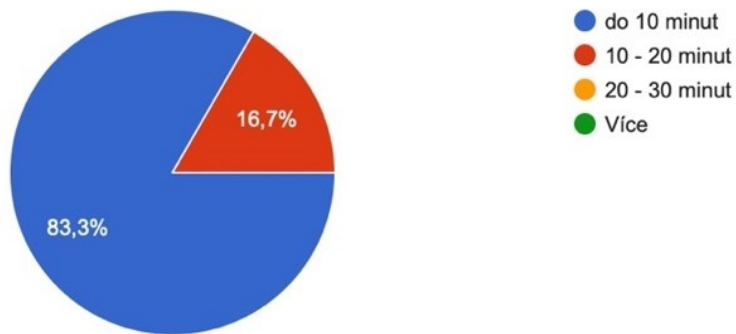
18 odpovědí



Přes 80 % tázaných stihne rozcvičení HSS do deseti minut. Ostatním trvá déle.

#### Kolik času zabere HSS v rozcvičení

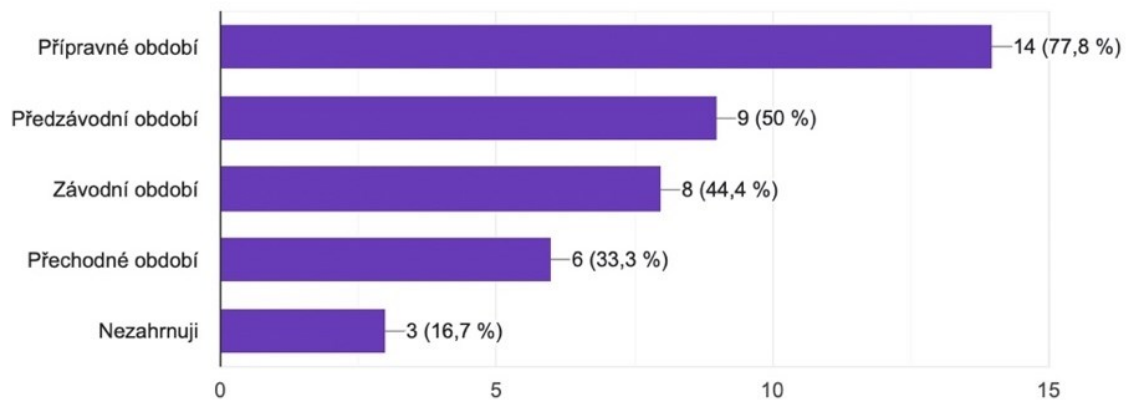
18 odpovědí



V této otázce byla možnost označit více odpovědí. V RTC se HSS věnují nejvíce v přípravném období.

#### Ve kterém období ročního tréninkového cyklu věnujete pozornost rozvoji HSS

18 odpovědí



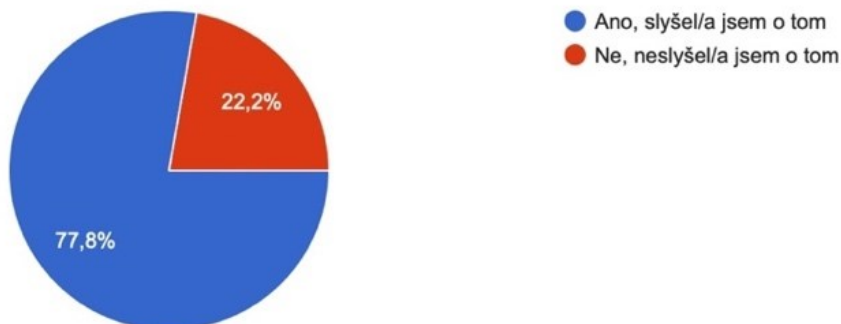


## Část 2. AST

Přibližně 78 % tázaných znalo pojem AST.

Slyšeli jste někdy předtím pojem asymetrický silový trénink?

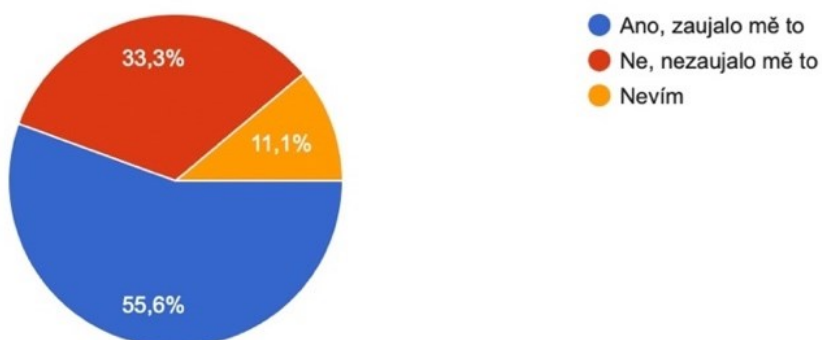
18 odpovědí



V otázce byl nejdříve popsán AST. Poté byla položena otázka, jestli je AST zaujal. Přes 55 % odpovědělo kladně. Ostatní buď nezaujal nebo si nebyli jistí.

Asymetrický silový trénink je způsob cvičení, který aplikujeme například u základních cviků - dřep, benchpress, mrtvý tah s tím rozdílem, že na každé straně je naložená váha s menší odchylkou. Snažíme se váhu zvednout tak, aby rozdílně naložená váha nebyla poznat v našem pohybu. Poté strany vyměníme. Přejde vám tento způsob tréninku zajímavý?

18 odpovědí

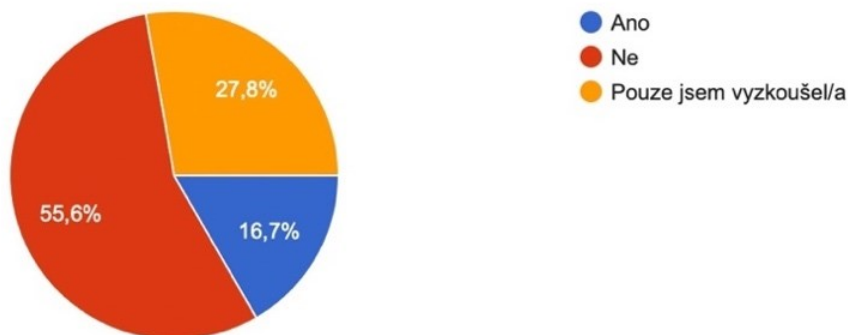




AST využívá necelých 17 % tázaných. Přes 55 % ho nevyužívá vůbec. Ostatní si ho pouze vyzkoušeli.

### Zahrnujete ho do svých tréninků ?

18 odpovědí



Pouze čtyři jedinci se vyjádřili k tomu, proč tento trénink nezařazují. Otázka byla dobrovolná.

### Pokud ho nezařazujete, proč ne?

4 odpovědi

- malé zkušenosti s tímto typem tréninku
- nevhodné pro zařazení do specifických cvičení pro můj sport, takže jediná příležitost využití v přípravném období v obecné silové přípravě
- malá propagace tématu osobnostmi silového a kondičního tréninku - sám nevím, zda by byl tento typ tréninku přínosnější než jiné metody posilování HSS
- pokud už se týmový sportovec dostane do posilovny, chce využít ten malý objem času (1TJ/týdně) pro rozvoj/udržení maximální a explozivní síly nebo pro posílení cílené svalové skupiny - není tedy zde moc prostoru pro experimentování. Cílený trénink HSS se tedy provádí spíše mimo posilovnu
- osobně věřím spíše unilaterálním cvikům, než-li bilaterálním s využitím této asymetrické metody

Přijde mi, že pokud není řádně nastaven, může způsobit víc škody než úžitku.

Protože jsem o tom neslyšel

Jsem si vědom, že něco takového existuje, ale nejsem takový střelec

## Příloha 4 - Rozcvičení, hlavní část a závěrečná část intervenčních jednotek v experimentu

### Rozcvičení

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, kyčlí, aktivita coru.

SBC (L, S, Z, P, K, O) 10 m + 10 m výběh, mezichůze zpět.

Dvě zpracovávací supersérie (uvedeno jako příklad u tréninku mrtvého tahu a benchpressu) v pořadí Mrtvý tah -> Benchpress, počet opakování = 4/končetina v tempu 2-1-1-1 a v intenzitě uvedené níže:

1. série s odporem 50 % 1RM, kdy naložíme pro MT (5.7 5 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

### Hlavní část

#### Příklad AST

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 série levá strana 2 série pravá)	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 série levá strana 2 série pravá)	4	2-1-1-1	0



## Příklad SST

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 série levá strana 2 série pravá)	4	2-1-1-1	0
A2	Přítahy v předklonu (PP)	80 % = 2.5 kg a 2.5 kg na 20 kg osu	4 každá konč. (2 série levá strana 2 série pravá)	4	2-1-1-1	0



## Příklad AST

POŘADÍ	CVIK	INTENZITA*(%1RM Sym)/	OPAKOVÁNÍ	SÉRIE	TEMPO (s)	PAUZA (s)
A1	Přední dřep	80 s 10% AS = 12 kg a 8 kg na 20 kg osu	4 každá konč. (2 série levá strana 2 série pravá) začíná nedominantní končetina	2	2-1-1-1	0
A2	Předklony alias rumunský MT (RMT)	80 s 10% AS = 6 kg a 3 kg na 20 kg osu	4 každá konč. (2 série levá strana 2 série pravá) začíná nedominantní končetina	2	2-1-1-1	0



### Poznámky

- Mrtvý tah (MT) bez dotyku země.
- Mrtvý tah – používat ODL osu - 25 kg.
- FBP – nohy v 90 stupních od země.
- Flat BP = Plochý benchpress.
- Bulgarian split squat = Bulharský dřep.

### **Závěrečná část intervenční jednotky**

Vyklusání/veslo/rotoped 5 minut nízké intenzity + 5 minut uvolňující protahování.