

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:

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 testama zaměřené na hluboký stabilizační systém. Byly testovány fyzioterapeutkou. 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 prováděny 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

Úvod	9
I. Teoretická část	10
1. Rešerše literatury	10
1.1. Studie	10
2. Asymetrie	12
2. 1. Typy asymetrie	13
2.2. Trénink, asymetrie a výkon	17
2.3. Negativní dopad asymetrie	22
3. Asymetrie ve sportovních hrách	24
3.1. Softball	24
3.2. Asymetrie zapříčiněná sportem	25
4. Vztah asymetrie svalové síly na pohyb těla	26
4.1. Asymetrické zapojování svalstva	26
4.2. Asymetrie dolních končetin	27
4.2.1. Komplikace spojené s asymetrií délky dolních končetin	27
5. Fáze ročního tréninkového cyklu (RTC)	29
5.1. Přípravné období (PO)	29
5.2. Předzávodní období (PZO)	29
5.3. Závodní období (ZO)	30
5.4. Přechodné období (PřO)	31
6. Silový trénink	33
6.1. Dělení síly	33
6.2. Svalové kontrakce	34
7. Hluboký stabilizační systém	35
7.1. Bránice	35
7.2. Pánevní dno	36
7.3. Příčný sval břišní (m. transversus abdominis)	37
7.4. Vnitřní šikmý sval břišní (m. obliquus internus abdominis)	38
7.5. Hluboké extenzory krční páteře	38
7.6. Hluboké flexory krční páteře	39
7.7. Musculi Multifidi et rotatores	40
7.8. HSS a jeho funkce	40

7.9. Rozvoj HSS v silovém tréninku	42
7.10. Dýchání	45
7.11. Rozvoj HSS ve fyzioterapii	47
8. EMG - Elektromyografie	53
9. Shrnutí teoretických poznatků	54
II. Výzkumná část	55
10. Cíle práce, úkoly a hypotézy	55
10.1. Cíle práce	55
10.2. Hypotézy	55
10.3. Úkoly	55
11. Metodika	56
11.1. Charakteristika souboru	56
11.2. Design studie	57
12. Výsledky	60
12.1. Analýza dat	60
12.2. Výsledky měření HSS	61
13. Elektromyografie	64
14. Diskuse	65
15. Závěr	68
16. Seznam použité literatury	69
17. Seznam grafické dokumentace	77
18. Seznam příloh	79

Seznam použitých zkratk

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 klade velký důraz na hluboký stabilizační systém. Jeho nedostatečnost může pro nás znamenat zvýšení šance ke vzniku zranění a to nejen v silových sportech, ale i například ve sportovních hrách.

Naštěstí se dnes důležitost hlubokého stabilizačního systému dostává mezi širokou veřejnost a většina trenérů se snaží u svých svěřenců tuto oblast nezanedbávat. Proto mě jako začínající trenérku 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

Pro začátek jsem vytvořila rešerši studií, které se na asymetrický silový trénink a hluboký stabilizační systém zaměřovaly. Těchto studií, které by se zaměřovaly na stejné téma, nebylo velké množství. Přesněji řečeno, byly nalezeny dvě. Ostatní studie, které jsem do rešerše zahrнула, se zabývají alespoň podobným tématem, avšak jejich cíl nebo testovaná skupina se mohou lišit. Studie jsem vyhledávala přes *Web of Science*, *Google scholar* a *PubMed*. Jako klíčová 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% rozdíl v poloze zatížení mezi stranami tyče) během cvičení na plochém bench pressu (BP) při 70%1RM. (Jarozs, Gołaś, Krzysztofik, Matykiewicz, Strońska, Zajac, Maszczyk, 2020).

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

Ostatní studie se také zabývaly tématem HSS, ale jejich cíle se lišily.

Studie s názvem *Core stability training for injury prevention. Sports Health*. Měla za cíl zjistit, zda cvičení stability 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. Bylo testováno 28 zdravých jedinců (věk = 24,4 ±3,9 let, výška = 168,8 ±12,5 cm, hmotnost = 70,2 ±14,9 kg). (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

V této části bych vám chtěla vysvětlit, co to asymetrie vlastně je. Nenalezla jsem tolik literatury, ve které by bylo téma asymetrie rozebíráno, proto jsou většina mých zdrojů studie. Polský článek *Changes in Muscle Pattern Activity during the Asymmetric Flat Bench Press (Offset Training)* toto téma popisuje takto:

Metoda asymetrického tréninku se opírá o provádění odporových cvičení s asymetrickým postavením vnější zátěže. Na rozdíl od jednostranných cviků s kontralaterálním nebo ipsilaterálním umístěním vnější zátěže, metoda asymetrického tréninku předpokládá oboustrannou, ale asymetrickou polohu vnější zátěže. Čím je vyšší vnější zátěž na jednu stranu těla, tím jsou větší nároky na posturální kontrolu a také boční a rotační stabilitu sportovce. Nároky na konkrétní sportovně specifické pohyby kladou větší zátěž na jednu stranu těla a tím zvyšují disproporce mezi nimi. Nadměrná asymetrie svalové hmoty a síly mezi jednotlivými stranami těla zvyšuje riziko zranění a snižuje motorický potenciál sportovce.

Jak je uvedeno ve studii *The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review* z roku 2019, 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 uvažujeme zrcadlovou symetrii podél koronální osy, která rozděluje tělo na levou a pravou polovinu. Odchylka od zrcadlové symetrie přes koronální osu se tedy nazývá bilaterální asymetrie. Ačkoli se široce tvrdilo, že bilaterální asymetrie jsou škodlivé pro sportovní výkon, výzkum takovou asociaci zcela nepodporuje.

Směrová asymetrie popisuje charakteristiku, která se neustále vyvíjí směrem k dané straně. Například poloha a hmotnost vnitřních orgánů v lidském těle nejsou umístěny nebo rozloženy symetricky. Antisymetrie popisuje charakteristiku, která se bude typicky vyvíjet směrem k určité straně, avšak strana, na které k tomu dojde, je proměnná. Příkladem antisymetrie může být upřednostňování rukou nebo končetin. Obvykle se předpokládá, že směrové asymetrie a antisymetrie jsou vývojově řízené a normálně adaptivní. Třetí typ asymetrie je však často spojen s negativními nebo škodlivými konotacemi. Fluktuující asymetrie popisuje charakteristiku, u které by se dalo očekávat, že se bude vyvíjet symetricky, ale od této cesty se odchyluje. V lidském těle může být příkladem šířka nosní dírky nebo velikost ucha. Tvrdí se, že tyto fluktuující asymetrie jsou markerem environmentálního stresu a evolučního „zdraví“ organismu. Jak poznamenal Van Valen,

u stejné postavy může být přítomno více typů asymetrie a není třeba uvažovat o samostatných kategoriích. Když se snažíme prozkoumat potenciální vztahy mezi asymetrií a výkonem, je důležité vzít v úvahu typ asymetrie, která byla určena.

Vlivem jednostranného zatěžování organismu a případnou absencí kompenzačních cvičení dochází ke vzniku a rozvoji tzv. svalových dysbalancí. Příčiny nežádoucích změn v kosterních svalech spočívají hlavně v odlišnosti svalových skupin, kde převažuje činnost tonická od svalových skupin s převažující funkcí fázickou (Kabelíková, Vávrová 1997; Véle, 1997). Podle Page et al. (2010) je svalová dysbalance v podstatě porucha svalové souhry, která vyplývá ze špatné distribuce svalového napětí.

Svalová dysbalance je porucha svalové souhry, kdy svaly působící proti sobě nejsou ve vzájemné rovnováze. Jedna skupina svalů bývá oslabená a druhá zkrácená. Svaly ztrácí svoji správnou funkci a vzhledem k tomu nejsou klouby drženy v ideální poloze. Zvyšují se tak rizika traumat pohybového aparátu, zejména vazů, kloubů a šlachových úponů. Díky těmto faktům se snižuje celková efektivita a výkonnost pohybů (Véle, 1995).

2. 1. Typy asymetrie

Typy asymetrií jde členit mnoha způsoby. Máme asymetrii pravé a levé strany těla, kdy jedna z nich bývá dominantní a tedy s ní dokážeme vykonávat záležitosti běžného života. Třeba 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 zvednout pouze prostředníček u nohy, bylo by to pro většinu lidí nemožné. To stejné platí naopak, pro lidi není komfortní chůze po ruce stejně jako po nohou.

Asymetrie u antagonistických svalů, kdy jeden z nich bývá silnější než druhý je dalším dělením. 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 zkrácování. 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.

Zvolila jsem členění asymetrií dle studie *The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review* z roku 2019 od autora Sean J Maloney.

a) Lateralita a dominance končetin

Laterální preference, často nazývaná lateralita, popisuje koncept, že lidé budou přednostně používat jednu stranu svého těla, když je jim předložen motorický úkol, který mají provést. U sportovního výkonu je však důležité rozlišovat mezi lateralitou (neboli „dovednostní“ dominancí) a silovou dominancí (tj. končetina vykazující v daném úkolu vyšší silové kvality). Například Lake a kol. 2011 nepozorovali významné asymetrie v profilu síly reakce na zemi zadního dřepu při kategorizaci končetin na základě vnímané ručičky (tj. dominance dovedností; střední asymetrie mezi -2,5 a 8,2 %), ale pozorovali asymetrii při kategorizaci na základě reakce země dominance síly (průměrné asymetrie mezi 13,5 a 20,7 %; $p < 0,05$). To kopíruje zjištění Newtona a kol. 2006, kteří porovnávali silovou dominanci u softballových sportovkyň v rámci řady silových a silových úkolů. Při srovnání levé a pravé končetiny nebyly zaznamenány signifikantní asymetrie u bilaterálního dřepu na zádech, bilaterálních a unilaterálních vertikálních skoků a testu 5-hop. Při porovnání dominantní končetiny (tj. končetiny s větší silou, výškou skoku nebo vzdáleností poskoku) s nedominantní končetinou v rámci každého úkolu byly ve všech případech pozorovány výrazné asymetrie. Nicméně je důležité si uvědomit, že ačkoliv všech čtrnáct softballových sportovců byli pravorucí házeči, čtyři (29 %) byli leváci. Převaha dovedností jako taková může být považována za specifickou pro daný úkol, a šetření by proto měla jasně stanovit, jak byla v jejich kohortě určena.

Ačkoli dominance dovedností (tj. ručnost) 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 pravonohý hráč australského fotbalu by vystavoval levou nohu opakovanému a rychlému excentrickému zatížení, čímž by se zvýšila pravděpodobnost silové dominance levé nohy. Proto je důležité, aby výzkumy usilující o prozkoumání asymetrie jasně definovaly, jak jsou končetiny kategorizovány a atletické pozadí experimentální kohorty.

b) Sportovní nároky a asymetrie

Motorické úkoly lze seskupit čtyřmi způsoby v souladu s návrhy Guiarda: (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). Může být také rozumné zvážit kategorizaci sportů pomocí tohoto systému. Například 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. Ačkoli existence laterality může být jasná u úkolů skupiny 1 nebo skupiny 2, je možná méně zřejmá ve skupině 3 a 4. Široký přehled od Carpes et al. 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 v kohortách 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 charakteristika, jako je 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. Přirovnání tohoto typu „sportovní asymetrie“ k markeru vývojové dysfunkce je proto nutné zpochybnit. Tento přezkum skutečně navrhuje definici sportovní asymetrie jako dalšího čtvrtého typu asymetrie, který je funkcí dlouhodobé účasti sportovce v jejich sportu.

c) Sportovní asymetrie

Takové typy sportovních asymetrií byly prokázány u širokého spektra populací. Patří sem sportovci skupiny 1, jako jsou skokani do dálky a šermíři, sportovci skupiny 2, jako jsou fotbalisté australských pravidel a fotbalisté, sportovci skupiny 3, jako jsou sprinteři a vytrvalostní běžci. A sportovci skupiny 4, jako jsou vzpěrači a siloví trojbojaři.

Velikost sportovní asymetrie vyvinuté sportovcem pravděpodobně závisí na typu sportu, který provozuje. Bussey zkoumal pánevní asymetrii (určenou z měření výšky a šířky mezi pánevními spinózními výběžky) u čtyřiceti elitních sportovkyň a dvaceti aktivních kontrolních subjektů; unilaterální sportovci (pozemní hokej, lední hokej a rychlobruslení) vykazovali větší pánevní asymetrii než bilaterální sportovci (triatlon, přespolní běh a veslování s jednou lebkou) nebo kontrolní subjekty ($p = 0,001$ a $0,01$, v tomto pořadí). Luk a kol. 2014 hodnotili asymetrie v produkci síly vyjádřené během skákání na jedné noze u skokanů 3. divize National Collegiate Athletic Association a soutěžních silových trojbojařů; index symetrie končetin byl vyšší u skokanů ($6,7 \pm 1,8$ %) než u powerlifterů ($2,7 \pm 0,7$ %; $p = 0,04$).

Typ aktivity, kterou sportovec provozuje, spolu s objemem, v jakém je sportu vystaven, pravděpodobně ovlivní velikost asymetrie. Hart a kol. 2016 porovnávali muskuloskeletální morfologii dolní části těla zkušených (>3 roky; $n = 28$) a méně zkušených (≤ 3 roky; $n = 27$) 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.

d) Kolísající asymetrie a výkon

Fluktuující asymetrie by měla popisovat charakteristiku, u které se očekává, že se bude vyvíjet symetricky na obou stranách těla. Předpokládá se proto, že odchylky od symetrie odrážejí „vývojovou nestabilitu“, neschopnost organismu odolávat environmentálním stresorům bez vyvolání morfologické reakce. Morfologická prezentace vývojové dysfunkce bude pravděpodobně jen malá, pokud nedojde k odchylkám v raném stádiu embryonálního vývoje.

Negativní vztahy mezi vývojovou dysfunkcí a výkonností byly prokázány u druhů jako *Equus caballus* (dostihoví koně), *Canis familiaris* (závodní psi) a *Sturnus vulgaris* (špačci), než byly zkoumány asociace u lidí. Výzkumy na lidech se snažily prozkoumat vývojové dysfunkce pomocí bilaterálních antropometrických měření, která pravděpodobně nebudou mít velký vliv na sportovní účast. Příklady zahrnují šířku nosní dírky, velikost ucha a šířku zápěstí, což jsou všechny vlastnosti, u kterých se očekává, že se budou vyvíjet symetricky.

Případy pro potenciálně škodlivé účinky vývojové dysfunkce na výkon lze uvést na základě zjištění řady šetření, včetně těch v atletických kohortách. Bylo navrženo, 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. Důkazy o opaku však existují. Tomkinson a Olds nepozorovali žádný vliv vývojové dysfunkce na několik měření fyziologické zdatnosti u netrénovaných jedinců. Následné šetření stejné výzkumné skupiny také uvedlo, že vývojová dysfunkce nerozlišuje mezi elitními (profesionálními) a subelitní (poloprofesionálními) jedinci australských basketbalových a fotbalových hráčů.

Přestože je nezbytný další výzkum, než bude možné uzavřít jasný vztah mezi vývojovou dysfunkcí a sportovním výkonem, je třeba zvážit i potenciální aplikaci takového výzkumu. Jak navrhli Manning a Pickup, zvýraznění symetrických jedinců by mohlo být součástí identifikace talentu, pokud by byla stanovena účinnost konkrétních měření. Například Trivers et al. pozorovali, že vývojová dysfunkce ve věku 8 let predikovala 3 až 4 % rozptylu ve výkonu ve sprintu o 14 let později. Bez ohledu na problémy týkající se současné rovnováhy důkazů na podporu této představy musí být používání protokolů k přednostnímu výběru jednotlivců a jejich „chování“ pro sportovní

úspěch spojeno s etickými zájmy. Možná je vhodné provést srovnání mezi stanovením vývojové dysfunkce a genetickým testováním, pro které bylo zveřejněno jasné konsensuální prohlášení v *British Journal of Sports Medicine*. 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. Z tohoto důvodu se doporučuje, aby hodnocení vývojové dysfunkce pro účely identifikace talentů nebylo podporováno.

2.2. Trénink, asymetrie a výkon

Zjištění Bazylera a kol. 2014 naznačují, že bilaterální trénink demonstruje potenciál snížit asymetrii. Nicméně se zdá, že jednostranné tréninkové intervence mohou být preferovány před bilaterálními intervencemi, pokud se snaží snížit asymetrii. Nicméně, ačkoli Gonzalo-Skok et al. uvedli, že jednostranný trénink byl spojen s lepším výkonem COD, Sannicandro et al. uvedli jinak. Případová studie podrobně popsána Brownem a kol. 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 a kol. 2014 poznamenali, že jak silní, tak slabí sportovci zlepšili výkon při 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. Podobně Impellizzeri et al. uváděli zlepšení silového výstupu slabé končetiny, nikoli však silné končetiny, ale učinili tak u nedávno zraněné kohorty a závěry je třeba interpretovat s ohledem na tuto skutečnost.

I když na základě současné literatury nelze vyvodit jasné závěry, existují určité důkazy, které naznačují, že sportovci vykazující předintervenční asymetrii 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 a kol. 2013 představují zjevně silný 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 ($r = 0,28-0,52$; všechny $p < 0,05$).

Vyšetřování však nezkoumalo asymetrii během skokových úloh, ani neuvádí vztah mezi maximální silou IMTP a asymetrií IMTP. Presentace asymetrie byla již dříve prokázána jako specifická pro daný úkol, zejména u slabších sportovců. Bailey a kol. 2013 porovnávali asymetrie zaznamenané u skokových a IMTP úloh u kohorty vysokoškolských sportovců. Sportovci v nejsilnějším kvartilu (seskupení podle maximální síly IMTP) prokázali určitý stupeň korepondence mezi asymetriemi zaznamenanými v různých úkolech, ale sportovci v nejslabším kvartilu nikoli.

Je také důležité zvážit vztah mezi stavem tréninku a asymetrií. Lze očekávat, že silnější jedinci budou vykazovat menší asymetrii a také by se očekávalo, že budou podávat lepší výkony ve skokových úlohách. Například Bazylar a kol. 2014 medián rozdělil rekreačně trénované mužské subjekty na silné a slabé skupiny na základě izometrické maximální síly ve dřepu. Udávaný index symetrie u silné skupiny ($1,9 \pm 1,1$ %) byl významně nižší než u slabé skupiny ($3,9 \pm 1,8$ %; $p = 0,007$). Bailey a kol. 2013 pozorovali podobná zjištění při analýze maximální síly IMTP u vysokoškolských sportovců. Index symetrie nejsilnějšího decilu ($4,7 \pm 0,1$ %) byl také významně nižší než u nejslabšího decilu ($9,4 \pm 0,1$ %; $p = 0,03$; $d = 0,82$). Důležité je, že Bazylar a kol. 2014 poznamenali, že vztah síla-asymetrie může být modulován tréninkem. Po sedmítýdenním tréninku dřepu se u silných i slabých skupin zlepšil výkon dřepu s maximálním 1 opakováním (RM) (silný: 5,0 %, slabý: 6,6 %; oba $p < 0,05$), ačkoli pouze slabá skupina snížila izometrickou asymetrii dřepu (od $3,9 \pm 1,8$ do $1,9 \pm 1,5$ %; $p < 0,05$). Tato zjištění naznačují, že presentace asymetrie může být značně ovlivněna tréninkovým stavem sportovce. Při snaze prozkoumat vztahy mezi asymetrií a výkonem je třeba při výběru vhodných testů k identifikaci asymetrie vzít v úvahu stav tréninku a znalost cvičení.

Bell a kol. 2014 uvedli, že rozdíly ve výšce protipohybového skoku (CMJ) nebyly statisticky významné napříč různými úrovněmi síly CMJ nebo asymetriemi síly CMJ u vysokoškolských sportovců. Vyšetřovatelé však pro analýzy také seskupili sportovce do pásem asymetrie (0–5 %, 5–10 %, 10–15 % a >15 %). Bell a kol. 2014 zdůraznili, že asymetrie výkonu CMJ > 10 % výkonu vedla ke snížení výšky skoku o 0,09 m, což ve svém článku uvádí jako klíčové zjištění. Tato srovnání jsou však založena na skupině pouhých 9 sportovců vykazujících asymetrii > 10 % ve srovnání se 158 sportovci, kteří zaznamenali asymetrii < 10 %. Je také důležité poznamenat, že třicet čtyři sportovců vykazovalo silovou asymetrii CMJ větší než 10 % a žádná taková srovnání mezi skupinami nebyla zmíněna. Je zajímavé, že tabulky autorů naznačují, že sportovci s >15% asymetrií pro sílu CMJ ($n = 7$; $38,8 \pm 7,9$ cm) prokázali v tomto výzkumu nejvyšší výšky skoku ve srovnání s $36,1 \pm 8,5$ cm u sportovců s 0–5 % silové asymetrie ($n = 88$). Vzhledem k malé velikosti vzorku a pozorovaným asociativním vztahům, nemluvě o potenciálně protichůdných zjištěních, by

se tvrzení, že „obnovení asymetrie síly mezi končetinami by mělo pozitivní dopad na sportovní výkon“, zdálo neopodstatněné. S ohledem také na zjištění Maloney et al. 2017, by se zdálo předčasné usuzovat na jasný vztah mezi asymetrií a skokovým výkonem.

b) Asymetrie ovlivňující výkon ve sprintu

Ačkoli Sannicandro a spol. 2011 prokázali vztah mezi asymetrií a zhoršeným výkonem ve sprintu, Lockie a kol. 2012 uvedl opak. Novější výzkumy také nepodpořily žádnou souvislost mezi asymetrií a výkonem ve sprintu. Sannicandro a kol. 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 jako posterová prezentace s malou metodologickou podrobností a analýzou výsledků.

Lockie a kol. 2012 určili asymetrie koncentrické síly mezi končetinami extenzorů a flexorů kolena při úhlových rychlostech 60, 180 a 240°·s⁻¹ a asymetrie excentrické síly při 30°·s⁻¹. Vyšetřovatelé uvedli, že bilaterální rozdíly točivého momentu extenzorů kolena při 180° (r = 0,53–0,58; p < 0,05) a 240°·s⁻¹ (r = 0,77–0,90; p < 0,05) byly spojeny s rychlejšími časy sprintu přes 10 -, 20- a 40-m vzdálenosti (tj. rychlejší sportovci vykazovali větší asymetrii). Asymetrie pevnosti byly také stanoveny v následné studii od stejné výzkumné skupiny. Lockie a kol. 2012 zaznamenali asymetrie síly, síly a rychlosti ve cvičení 5RM, zadní noha, zvednuté, dělené dřepy, ale tentokrát nepozorovali žádný významný vztah mezi asymetrií a dobou sprintu.

Asymetrie v rámci kinetiky a kinematiky sprintu byly zkoumány ve třech výzkumech. Všechny tři studie uváděly významné asymetrie mezi končetinami; žádný však nevedl souvislost mezi asymetrií a celkovým výkonem ve sprintu. Ačkoli zjištění Meyerse et al. byli pozorováni u kohorty jedenácti až šestnáctiletých chlapců, Exell et al. a Haugen a kol. 2018 odebrané z populací dobře trénovaných sprinterských sportovců. Haugen a kol. 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 by se tedy zdálo, že asymetrie by neměly být považovány za škodlivé pro výkon sprintu.

c) Asymetrie ovlivňující výkon ve změně směru

Vzhledem k tomu, že výkon při změně směru (COD) je jednostranným úkolem skupiny 1, může být rozumné navrhnout, že asymetrie bude méně pravděpodobně ovlivňovat výkon než bilaterální úkoly typu 3 nebo 4. Výkony v úlohách COD se spoléhají na extenzní síly generované

jednou končetinou, na rozdíl od „kompenzace“ mezi končetinami, která je patrná při bilaterálních úlohách. Skutečně se zdá pravděpodobné, že asymetrie zjevné během bilaterálních úkolů jsou funkcí nervových (tj. regulace úsilí mezi končetinami) a nikoli mechanických (tj. maximální kapacita produkce síly) faktorů.

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 T-testu u sportovců týmových sportů ($r = 0,57$; $p = 0,002$). Protichůdná zjištění uvedla Maloney et al. 2017 u rekreačně trénovaných jedinců prokázalo, že asymetrie skokové výšky byla spojena se zhoršenou výkonností COD ($R = 0,60$; $p = 0,009$). Asymetrie v rámci samotného testu COD (tj. rychlejší vs. pomalejší doba řezání končetiny) však nebyla spojena s celkovým výkonem COD. Důležité je, že Maloney a kol. 2017 také poznamenali, že směr asymetrie během skoku dropem nekorespondoval dobře se směrem asymetrie během testu COD (tj. levá končetina může podávat lepší výkon v úloze skoku drop, ale horší v úloze COD). Byla také hlášena špatná shoda pro asymetrie COD s asymetriemi chmele i IMTP, což dále zdůrazňuje specifičnost úkolu asymetrie. Navíc, jak již bylo diskutováno dříve, asymetrie mohou být důsledkem nižšího obecného výcvikového stavu a motorické kompetence v rámci daného úkolu. Maloney a kol. 2017 odebrali vzorky jedinců s nižším výcvikovým statutem ve srovnání s ostatními šetřeními a jejich výsledky by měly být interpretovány s ohledem na tuto skutečnost.

d) Asymetrie ovlivňující silový výkon

Typy silových výkonů hodnocené v dochované literatuře byly všechny úkoly typu 4, u kterých lze očekávat nejvyšší nezbytnou úroveň symetrie. Sato a Heise nepozorovali žádný vliv asymetrie rozložení hmotnosti (určené při klidném stání) na maximální výkon při dřepu. Nicméně Bailey a spol. od té doby 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 souvise asymetrie zjištěné během jednostranných úkolů s oboustranným silovým výkonem.

e) Asymetrie ovlivňující výkon v cyklistice

Přítomnost kinetických asymetrií v cyklistice je hlášena již několik desetiletí. Výzkumy již dříve uváděly, že zvýšení zátěže kadence je spojeno se snížením prezentace asymetrie. Zkoumání vztahu mezi asymetrií a výkonem však bylo zkoumáno teprve nedávno.

Vzhledem k zdánlivě symetrickému působení cyklistiky, což je úkol typu 3, je možná neočekávané, že Bini a Hume pozorovali významný pozitivní vztah mezi asymetriemi v efektivní síle šlapání a výkonem v časovce na 4 km (tj. větší asymetrie byly spojeny s rychlejší časy). Bini a Hume však neuvodili žádný vztah pro celkovou sílu šlapání, což se následně opakovalo. Zjištění Garcíi-Lópeze et al. rovněž zpochybňují existenci vztahu mezi asymetrií a výkonem. Kinetické nebo kinematické asymetrie zjištěné během cyklistiky se nelišily mezi elitními a subelitními cyklisty.

Rannama a kol. 2015 uvedli, že asymetrie může negativně ovlivnit výkon. Výzkumníci určili špičkové izokinetické asymetrie točivého momentu a zkoumali jejich vztah k výstupnímu výkonu během pěti sekundového testu maximálního cyklu. Bylo hlášeno, že asymetrie extenzorů kolena při $180^\circ \cdot s^{-1}$ negativně korelovaly s výkonem, ale korelace nebyly pozorovány u jiných kloubů nebo při pomalejších či vyšších rychlostech. Rannama a kol. 2015 také detekovali negativní vztahy mezi kinematickými asymetriemi (určenými během jízdy na kole) trupu a pánve s výkonem, ale ne pro kotník, koleno a kyčle, tedy klouby odpovědné za produkci síly během jízdy na kole.

f) Další výkonnostní úkoly

Dvě studie zkoumaly asymetrie během předního kraulového plavání a jejich souvislost s plaveckým výkonem, což přineslo protichůdné výsledky. dos Santos a kol. 2013 navrhli škodlivý účinek kinetické asymetrie na výkon po dobu dvou minut, zatímco Morouço et al. neuvodil takový účinek po dobu třiceti sekund. Zda by tento rozpor mohl souviset s délkou výkonu nebo s věkem hodnocených kohort (věk: ~22 vs. ~16 let), by bylo možné dále prozkoumat.

Podobné nesourodé nálezy byly hlášeny pro výkon při kopání. Hart a kol. 2016 uvedli negativní vliv izometrické silové asymetrie na přesnost kopů ve fotbale podle australských pravidel. Při hodnocení izokinetické asymetrie točivého momentu a přesnosti kopů ve futsalu Vieira et al. nepozorovali žádnou souvislost. Ještě jednou, nedostatek konzistence mezi měřeními asymetrie a hodnocením kohort ztěžuje vyvozování jakýchkoli závěrů.

2.3. Negativní dopad asymetrie

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

Existují důkazy mezi silovou nerovnováhou mezi abduktory a adduktory, kdy výrazně slabé adduktory oproti abduktorům mají spojitost s větší možností zranění třísel. Už ale není vztah mezi silovou pravolevou nerovnováhou samotnými adduktory (Markovic et al., 2020). Každá pohybová činnost vyžaduje zapojení svalů podle nějakého pohybového schématu (vzorce). Na základě repetice pohybů pak vzniká pohybový stereotyp, který je elementární jednotkou hybnosti. Svalová dysbalance má za následek porušení stupně aktivace nebo časové závislosti v rámci určitého hybného stereotypu, a tak dochází k patologickému narušení funkčních vztahů mezi svaly, respektive tzv. inkoordinaci, která má nepříznivý vliv na průběh pohybu (Janda, 1981).

Závěry studie *The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review*

Jasnou souvislost mezi asymetrií a sportovním výkonem nelze v současné době určit, a to vzhledem k nedostatku konzistence mezi vyšetřováními. Jako náhradní markery vývojové stability byly použity fluktuující asymetrie, jako je šířka nosních dírek nebo velikost ucha. Existují důkazy spojující FA se zhoršenou výkonností; tyto typy asymetrie však nebyly hodnoceny se stejnou plodností jako „sportovní“ asymetrie. Sportovní asymetrie, jako je výkon nebo výška skoku, jsou pravděpodobně funkcí dominance končetin a jsou umocněny dlouhodobou účastí sportovců v jejich sportu. Zdá se, že sportovní asymetrie nemají jasný vliv na měření atletického výkonu vzhledem k současné vyváženosti dostupné literatury. Dosavadní výzkumy se nejen okrajově zabývaly tím, jak může konkrétní sportovní zázemí modulovat jakýkoli vztah mezi sportovní asymetrií a výkonem. Například nebyl prozkoumán potenciál rozdílů vlivu sportovní asymetrie na výkon mezi bilaterálně a jednostranně dominantními sportovci. Nedávné výzkumy ukázaly, že tréninkové intervence mohou snížit sportovní asymetrie a zlepšit výkon. Tyto studie se však nesnažily zhodnotit, do jaké míry může být snížení asymetrie spojeno se zlepšením výkonu. Existuje jasná potřeba

randomizovaných kontrolovaných studií, které se snaží rozlišit mezi zlepšením výsledných proměnných (tj. maximální síla, výška skoku atd.) vyvolaným tréninkem a přímým snížením sportovních asymetrií.

Asymetrie byla široce prosazována jako škodlivá pro sportovní výkon, ale toto tvrzení není silně podpořeno vědeckými důkazy a typ asymetrie často není definován. Předpokládá se, že kolísající asymetrie ukazují na vývojovou stabilitu organismu a mohou být negativně spojeny s výkonem. Nicméně je nepravděpodobné, že by použití FA testování v rámci síly a kondice ovlivnilo praxi. Mnoho „sportovních“ asymetrií je důsledkem dominance končetin a je umocněno účastí ve sportu. Dosud hlášená zjištění neprokázala jasný vliv sportovních asymetrií na výkon. Testování na existenci asymetrií, kolísavých nebo sportovních, pro potenciální plánování intervence tedy nemusí být přínosné. Tréninkové intervence mohou snížit sportovní asymetrie a zlepšit výkon, i když je třeba ještě určit, zda tyto změny souvisejí nebo jsou na sobě nezávislé. Pro praktikujícího je možná nejlepší dívat se na sportovní asymetrie ve světle „vývojových oken“, která mohou být zaměřena pro dosažení obecnějších neuromuskulárních zlepšení.

3. Asymetrie ve sportovních hrách

Abychom asymetrii lépe pochopili, ve zkratce představím několik sportů, ve kterých se naše tělo zapojuje asymetricky, tzn. každá polovina těla se zapojuje jinak. Následně se podrobněji zaměřím na softbal, který vykonávají testované probandky tohoto výzkumu.

Mezi asymetrické sportovní hry řadíme například baseball, volejbal, tenis a basketbal. U tenisu hráč přetěžuje primárně jednu horní končetinu, ve které drží 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 máme sporty, ve kterých se naše tělo vychyluje na jednu stranu při držení hokejky, těmito sporty jsou florbal a hokej. U těchto hráčů můžeme po nějaké době pozorovat asymetrii například v držení těla.

3.1. Softball

Softball je velice podobný mnohem populárnějšímu baseballu, ze kterého s několika odlišnostmi v pravidlech vznikl. Základní myšlenkou bylo hraní baseballu v tělocvičně, například v zimním přípravném období, a to s většími měkkými míči. Proto slovo „soft“ v názvu. V roce 1920 se však softball vrátil zpět, už s tvrdým míčem, na venkovní hřiště a během několika let se z něj stal ucelený sport s vlastními pravidly a soutěžení (Süss, 2003).

Softball mohou hrát muži i ženy, v takzvaném slow – pitch (rekreační verze softballu) dokonce i spolu ve smíšených družstvech. Softball i baseball jsou týmové sportovní hry, ve kterých však na výsledek utkání mohou mít větší vliv individuální výkony hráčů, než týmový herní výkon. Dominance individuálního výkonu v obraně se může týkat nadhazovače a zadáka, v útoku pak pálkaře či běžce. Zdánlivě složitá pravidla nejsou obtížná, jakmile hráči pochopí smysl hry. Z pohledu kondiční náročnosti v softballovém ani v baseballovém utkání nedosahují hráči z hlediska energetické spotřeby maximálního zatížení. Důvodem je pravidelné střídání činností prováděných s vysokou intenzitou s činnostmi, jejichž intenzita je podprůměrná (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

V jedné studii s názvem *Asymmetry of Muscle Mass Distribution and Grip Strength in Professional Handball Players* rozebírali asymetrický pohyb těla u zážené 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 (MM), svalstva pravé a levé strany těla a segmentů těla (trup, horní a dolní končetiny).

Hodnocení potvrdilo existenci nesrovnalostí na pravé a levé straně těla hráčů u většiny parametrů. Byla také pozorována zkřížená asymetrie a významné bilaterální diskrepance ve svalstvu trupu. Morfologická asymetrie může ovlivnit výkon ve sportu, protože může způsobit nepříznivé funkční změny, které následně zvyšují riziko zranění a stavů způsobených nadměrnou námahou.

Z tohoto výsledku se tedy domnívají, že je důležité zdůraznit důležitost individualizované symetrizace během sportovní praxe a důsledného sledování asymetrií vyskytujících se v různých částech těla; to by mělo zlepšit sportovní výsledky a minimalizovat riziko zranění.

Jako další příklad asymetrie použiju studii *Asymmetry of quadriceps muscle oxygenation during elite short-track speed skating*, ve které zkoumali asymetrické okysličování quadricepsu při rychlobruslení. VO₂ 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 celý zbytek TT (hodnota sklonu = 0,01), zatímco % TSI levé nohy stabilně rostlo (hodnota sklonu = 0,16), což vedlo k významné asymetrii ($P < 0,05$) 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 zatačení; když bruslaři cestovali 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

Studie s názvem *Relationship Between Muscle Strength Asymmetry and Body Sway in Older Adults* nám ukazuje 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.

Studie *Motor strategy during postural control is not muscle fatigue joint-dependent, but muscle fatigue increases postural asymmetry* měla 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 tedy 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. Asymetrické zapojování svalstva

Studie *Asymmetry of Blinking* zkoumala asymetrické zapojování svalstva, které mají za úkol mrkání. Lidé vykazují několik motorických, smyslových a funkčních asymetrií, ve kterých je jedna strana těla dominantní nebo citlivější než druhá. Nejzřetelnější motorickou asymetrií je ručnost, přičemž lidé jsou typicky praváci nebo leváci. Kromě této dobře známé asymetrie, lidské výrazy štěstí a smutku produkují větší pohyby levé než pravé strany obličeje. Přijímaným vysvětlením této obličejové motorické asymetrie je specializace pravé mozkové hemisféry na emoční výraz. Tato pozorování naznačují, že dominance pravé kortikální kůry nad obličejovými svaly by měla způsobit větší pohyby levého než pravého víčka s dobrovolným mrkáním.

Studie zjišťovala, zda u normálních jedinců bez jakéhokoliv postižení existuje asymetrie očních víček a také zkoumala, zda asymetrie víček vyplývá z kortikálních mechanismů nebo mechanismů mozkového kmene. Posouzení načasování a amplitudy pohybu levého a pravého víčka

pomocí kortikálně řízených dobrovolných mrkání a trigeminálních reflexních mrknutí generovaných mozkovým kmenem prokazuje přítomnost funkční asymetrie víček. Porovnání asymetrie očního víčka přítomné u dobrovolného a reflexního mrkání ukázalo, že rozdíl v dráždivosti motoneuronu je primárním důvodem asymetrie víček u dobrovolného i reflexního mrkání. Také dokázali, že asymetrie očních víček je modifikovatelná vlastnost motorického systému víček.

Dle výsledků se s dobrovolným mrkáním jedno víčko začalo zavírat dříve a dělalo větší pohyb než druhé. Stimulace supraorbitální větve trigeminálního nervu vyvolala relativně větší amplitudu mrkání v jednom víčku, která korelovala s asymetrií dobrovolných mrknutí. U všech subjektů existovala kontinuita asymetrie očních víček, která byla stabilní a nezávislá na jiných biologických asymetriích, jako je ručkování. Krátké snížení pohyblivosti očních víček vytvořilo dlouhotrvající změnu asymetrie víček s mrkáním.

4.2. Asymetrie dolních končetin

Studie „*Influence of between-limb asymmetry in muscle mass, strength, and power on functional capacity in healthy older adults*” zkoumala 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. Síla a síla nohou pozitivně korelovaly s funkcí dolních končetin. 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.

4.2.1. Komplikace spojené s asymetrií délky dolních končetin

Funkční zkrácení DK — je definované jako fyziologická reakce organismu na biomechanickou změnu v kinetickém řetězci DK. Tyto změny se vyskytují na jakékoliv úrovni od BK po chodidlo. Příčinou jsou svalové a kloubní kontraktury, laxicita ligament, změněná biomechanika nohy a dysfunkce SI kloubu, hypertonus adduktorů BK, m. QL, m. iliopsoas a m. piriformis. Pokud je rozdíl v délce DK jen zdánlivý, po podložení domnelo KDK nedochází k symetrizaci a nebo se rozdíly prohlubují. Na vyšetření symetrie zatížení DK se používá vážení na

dvou váhách. Diferenciace v zatěžování DK může být 10 – 15 kg, přitom pacient má pocit, že zatěžuje obě DK stejně (Dvořák, Krainová, Janura, Elfmark, 2000).

Následky zkrácení DK pro muskuloskeletární systém – LLD podmiňuje základní vzorec funkčních kompenzačních mechanismů, které bazálně vyjadřuje vybočení páteře ve frontální rovině, posun v SI kloubech, vzájemná nutace pánevních kostí. Postavení chodidla – jako kompenzační mechanismus LLD – se projeví pronací chodidla na straně DDK, supinací a plantární flexí v ČK na strane KDK. Skoliotické držení je fyziologickou reakcí páteře na sešikmení horního okraje sakra, když bederní páteř je nucená následovat tuto změnu skoliotickou křivkou. Druhá kompenzační skoliotická křivka vzniká v oblasti hrudní páteře, dochází tak k asymetrickému postavení ramen. Na rozdíl od skoliózy se skoliotické držení většinou vyrovnává v sedě nebo v lehu (Caselli, 2006, Dobřík, Žák, 2008, Poděbradská, 2018).

5. Fáze ročního tréninkového cyklu (RTC)

5.1. Přípravné období (PO)

Přípravné období je nejdůležitější částí ročního tréninkového cyklu (dále jen 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 měla také věnovat pozornost maximální síle v přípravném období.

Podstata přípravného období vychází z vytvoření „dostatečné zásobárny trénovanosti“ pro hlavní období. Proto se zaměřujeme na zvýšení tzv. funkčních stropů, které projevujeme především v oblastech kapacity srdečně-cévního systému, dýchacího systému, energetických rezerv v organismu, racionalizace pohybů, řízení pohybů apod. Základním cílem přípravného období je tedy rozvoj trénovanosti v podobě obecných i speciálních pohybových schopností a dovedností. 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. Atlet v tomto období nabírá potřebnou kondici, úroveň techniky a trénovanost, které jsou potřebné pro nadcházející období. Můžeme jej rozdělit do dvou nebo tří kratších úseků, ve kterých se mění poměr specifických a všeobecných tréninkových prostředků a cviků. Nejprve převažují všeobecné tréninkové prostředky, oproti druhé a třetí části, kde je trénink zaměřen více na specifické tréninkové prostředky. Poměr mezi trénováním objemu a intenzity se také v průběhu tohoto období mění. Zatímco nabývání objemu sevňuje začátek tréninkového procesu, ke konci je naopak žádoucí nárůst intenzity.

5.2. Předzávodní období (PZO)

Jeho délka je přibližně shodná s délkou přípravného období (tedy obvykle 2-4 měsíce). Zde by mělo dojít k převedení všeobecně rozvíjejícího tréninku na speciální. Trénink si zachovává vysoký objem i intenzitu, přičemž dosažená úroveň funkčních parametrů organismu se převádí do požadavků dané sportovní specializace. Proto jsou již zařazována speciální cvičení, která jsou však stále ještě

kombinována s cvičeními všeobecně rozvíjejícími. V konci období přichází speciální způsob tréninku, který slouží k převedení vysokého stupně trénovanosti do tzv. sportovní formy. Jeho délka je nejčastěji mezi 10 dny až třemi týdny (Perič, Dovalil, 2010).

Jeho zásahy:

- 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 závodního období je dosažení co nejlepšího výkonu v soutěžích. Trénink by měl být zaměřen na udržení (případně ještě další zlepšení) sportovní formy. Vlastní formu však není možné udržet příliš dlouho (max 2-3 měsíce). Poté již dochází k zákonitému poklesu. Trénink má proto především roli udržovací a zaměřuje se na přípravu na další start (utkání, závod apod.). Délka období je velmi variabilní – 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).

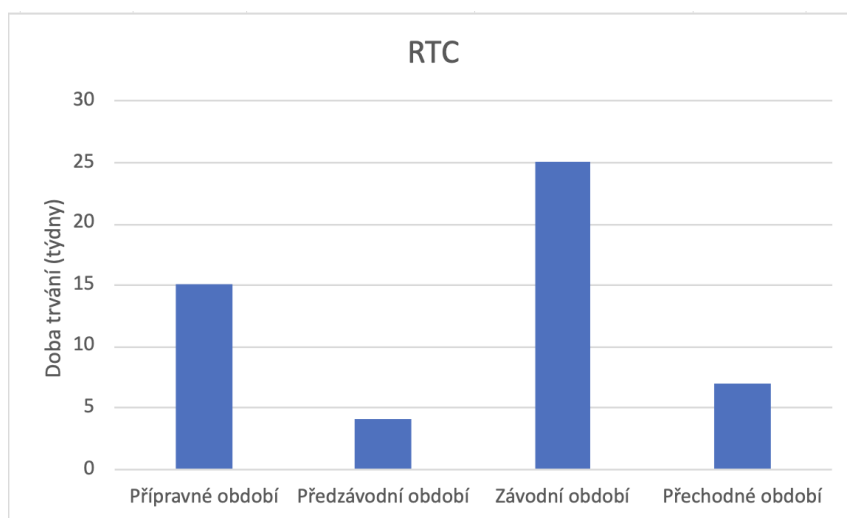
V tomto období by se také podle Bompa a Buzzichelliho 2015 mělo zaměřovat na sílu a maximální sílu.

Podle Zahradníka a Korvase 2012 toto období může trvat od dvou do pěti měsíců, a proto 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)

Jeho cílem je především regenerace a odpočinek sportovců. Tento úkol se snaží plnit po fyzické i psychické stránce. Hlavním rysem je snížení objemu i intenzity zatížení, výrazně se snižuje i specifická jednotlivých cvičení. Tréninky by měly plnit především zotavnou funkci, jednotlivá cvičení jsou obvykle situována od aerobní oblasti. Jejich obsahem jsou různé doplňkové sporty, sportovní hry, významným aspektem se stává i psychické zotavení. Často dochází ke změně prostředí, snahou je přitom pobyt v příjemné atmosféře (např. les, příroda, moře) a vlastní tréninkový proces by měl probíhat zábavnou emocionální formou, bez zvýšených nároků na rigidní plnění tréninkových povinností. I přes důslednou regeneraci by nemělo dojít k zásadnímu poklesu výkonnosti (Perič, Dovalil, 2010). Toto období trvá standardně 2-6 týdnů v závislosti na délce přípravného a soutěžního cyklu (<https://www.fsps.muni.cz>). Přechodné období by podle Bompy a Carreraa 2005 nemělo trvat déle než šest týdnů z důvodu, aby se nedostavil nechtěný detraingový syndrom.

Graf 1 – Jednotlivá období RTC a jejich trvání v týdnech. Zvolila jsem RTC softballu/baseballu, protože každý sport může mít jednotlivá období různě dlouhá, hlavně závodní období.



Tabulka 1 – Rozdíl mezi ročním plánem pro 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

Dominantní schopnost je síla vyobrazená ve specifických pohybech: v odpalování, nadhazování, reagování a vysoké akceleraci. Jakékoli omezení umístěné v tréninku během dlouhé přípravné fáze, hlavně v profesionálním baseballu, může omezit množství přípravného času a dlouhá soutěžní fáze může vést k únavě nebo zranění. Od síly a akcelerace závisí značně na schopnosti zapojit co největší množství rychlých svalových vláken, maximální síla je velmi důležitá schopnost. Udržování síly a maximální síly pomáhá hráčům, aby se jim dařilo po celou sezónu (Bompa, Buzzichelli, 2015).

6. Silový trénink

Síla nebo svalová síla je schopnost vyvinout maximálně maximální sílu (Zatsiorsky, Kraemer, 2006). Silové schopnosti lze diferencovat na sílu absolutní, výbušnou, rychlou a vytrvalostní. Toto dělení využíváme spíše jako výhodný nástroj pro praxi. Mezi jednotlivými typy síly není ostrá hranice, naopak projevy jednotlivých složek sil spolu složitě souvisejí. Zároveň ale existují fakta o určité specifičnosti 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. 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. Tento proces se nazývá akomodace.
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. při běhu 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

Ke koncentrické kontrakci dochází tehdy, když sval vyprodukuje větší sílu, než je odpor. Svalová vlákna se zkracují a v průběhu činnosti se mění intramuskulární napětí. Tato kontrakce je typická pro většinu sportů a uskutečňuje se např. při odrazu, hodů, nebo vrhu (Lehnert 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. Výsledkem je 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 je zpomalován (Dovalil et al., 2012).

V silovém tréninku zastupuje významnou roli hluboký stabilizační systém. Podle Laure (2011) je tělesné jádro základem všech pohybů a veškeré pohyby tělesných segmentů začínají aktivací svalů tělesného jádra. Proto je důležité se na počátcích přípravy stimulace silových schopností primárně zaměřit na aktivaci svalů HSS a tělesného jádra (Jebavý, 2017). Co přesně znamená HSS a jak se člení vysvětlují v další kapitole.

7. 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).

Pod pojmem HSS si dle Koláře (2006 a 2009), Buchtelové, Vaníkové, Jelínka (2017) můžeme představit souhru mnoha svalů zabezpečujících zpevnění (stabilizaci) páteře během každého našeho pohybu, ale i v průběhu jakéhokoliv statického zatížení.

Důležitost HSS je v posledních letech často zmiňována jak cvičiteli, terapeuty a učiteli, tak trenéry. Jedná se o automatickou, vůlí neovlivnitelnou souhru svalů, která vede ke zpevnění trupu a páteře během pohybu. HSS trupu a páteře zabezpečuje stabilizaci (zpevnění) páteře během všech našich pohybů. Aktivace svalů HSS je zahájena i při jakémkoli statickém zatížení (stojí, sedu atd.). HSS funkčně souvisí s aktivací břišních svalů. Z hlediska posturální ontogeneze se podílí na budoucím lordoticko-kyfotickém zakřivení páteře. HSS se aktivuje při pouhé představě (anticipaci), automaticky přednastavuje výchozí polohu páteře a trupu pro následný pohyb. Aktivita HSS je řízena podkorově (centrálně podmíněná funkce). Spolupráce svalů HSS je vždy koaktivní - při zhoršené funkčnosti jednoho svalu bude zhoršena funkčnost celého HSS. Chrání páteř proti přetěžování (vertebrogenní poruchy). Aktivita HSS je tlumena při dlouhodobém sedu (nadměrná statická zátěž), což vede ke zvýšenému klidovému napětí (přetěžování) povrchových zádových svalů (Levitová, Hošková, 2015).

7.1. 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 dvojitou 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 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 dna se zařazují mezi nejvýznamnější části lidského těla. Účastní se nitrobřišního tlaku a tím zajišťují stabilitu zejména v lumbo-pelvické oblasti (Suchomel, 2006).

Obrázek 1: Bránice



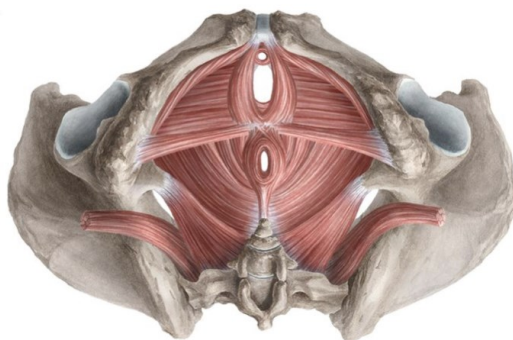
7.2. Pánevní dna

Svaly pánevního dna 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 Palaščáková, 2010).

Poskytuje jak statickou podporu pánevním a břišním orgánům, tak také plní funkci sfinkterovou. Má na starosti močovou a defekační kontingenci (Malá, Pipková, Šťovíček, Keil Kvapil, 2013). Je účastníkem při tvorbě nitrobřišního tlaku a tím zajišťuje stabilitu zejména v lumbo-pelvické oblasti (Suchomel, 2006).

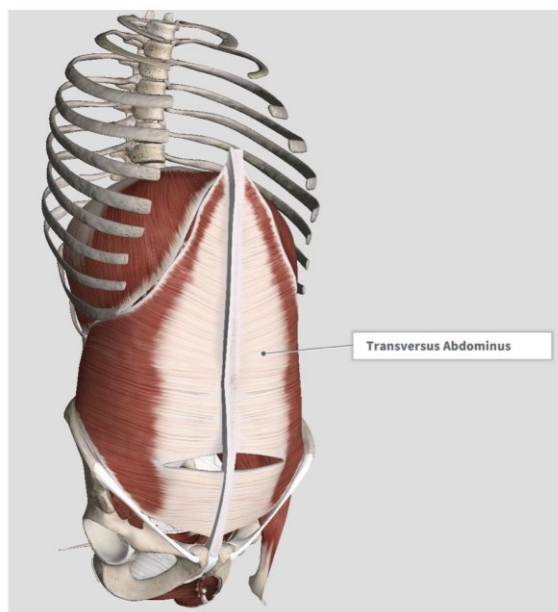
Obrázek 2: Pánevní dno



7.3. Příčný sval břišní (m. transversus abdominis)

Tvoří nejhlubší vrstvu břišní stěny. Spolu s bránicí napomáhá dýchání a vytváří tzv. břišní lis. Ten vyvoláme tak, 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 zpevněný 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).

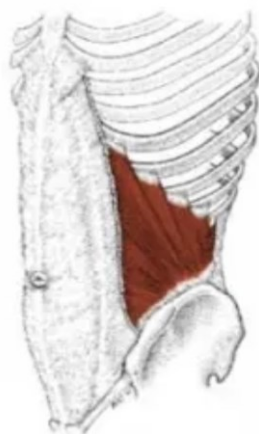
Obrázek 3: Příčný sval břišní



7.4. Vnitřní šikmý sval břišní (m. obliquus internus abdominis)

Vnitřní šikmý sval břišní 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 4: Vnitřní šikmý sval břišní

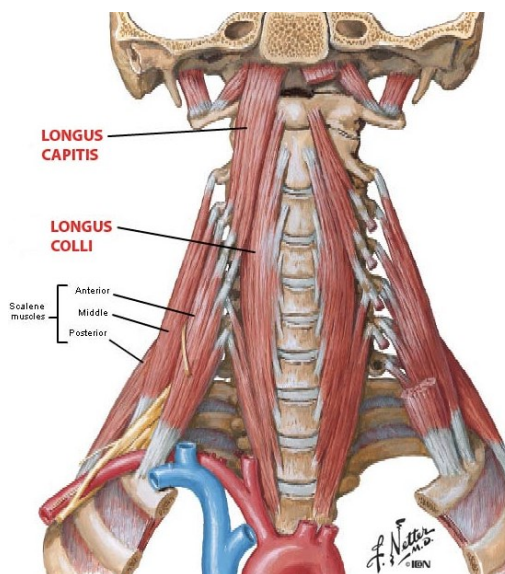


7.5. Hluboké extenzory krční páteře

Hluboké extenzory krční 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 posteriori 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).

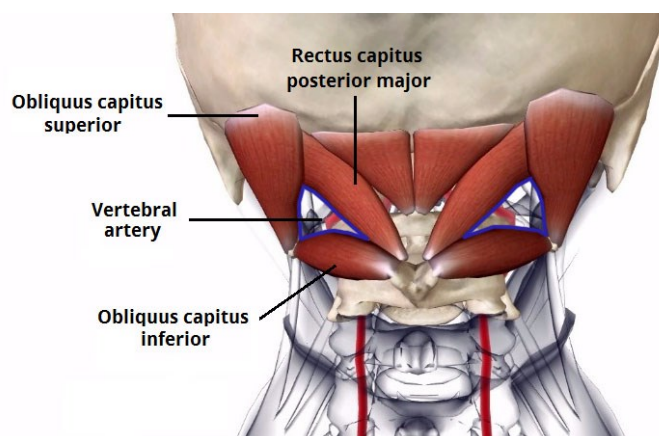
Obrázek 5: Hluboké extenzory krční páteře



7.6. Hluboké flexory krční páteře

Mezi hluboké flexory krční řadíme musculus longus capitis a musculus longus colli. Musculus longus capitis jde od transverzálních výběžků obratlů krční páteře (C3 – C6) k týlní kosti. Jeho 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. Jeho 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).

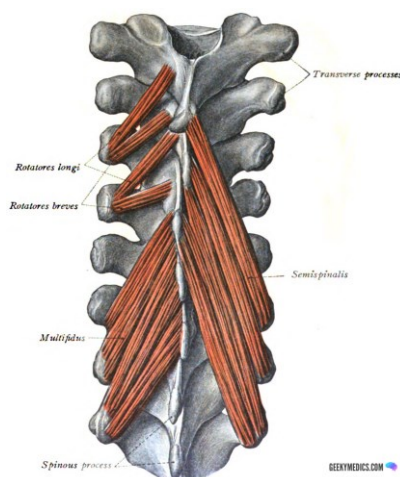
Obrázek 6: Hluboké flexory krční páteře



7.7. Musculi Multifidi et rotatores

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

Obrázek 7: Musculi multifidi et rotatores



7.8. 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 zranění a zdravotních potíží se projevuje zejména přetížením v bederní oblasti, proto se nabízí jako jedna z vhodných variant právě kvalitativní aktivace HSS. V současnosti se stále u řady sportovců vyskytuje názor, že jako vhodná cvičení pro zlepšení činnosti v oblasti trupu a následně i HSS jsou dostačující cviky „starého“ 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).

Ve studiích (Jebavý, Jalovcová, Baláš, 2012 a Jebavý, Baláš, Jalovcová, 2016) se pokoušeli o komparaci nestabilních i stabilních podložek s dopadem na kvalitu aktivace HSS pro amatérské vytrvalostní sportovce. Na základě intervenčních silových programů zaměřených na rozdílné tělesné segmenty došli k závěrům, že jsou stabilní a nestabilní plochy pro kvalitu aktivace HSS u amatérských sportovců podobně efektivní. Z výsledků studie Wahl, Behma (2008), kteří hodnotili EMG aktivitu několika svalových skupin během cvičení na stabilních a nestabilních plochách a vybraných základních silových cviků (výpady vpřed, výpady stranou, extenze kyčle a další) vyplývá, že u dlouhodobě silově trénovaných jedinců (vzpěrači, vrhači, silový trojbojaři) nepředstavují cvičení na nestabilních plochách adekvátní stimul pro nervosvalový systém. Balanční silové cviky mají zejména u tohoto stupně trénovanosti nižší potenciál nárůstu svalové síly než cviky na stabilní podložce, u kterých může být díky tomu využita vyšší intenzita cvičení (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 ve studii *Vliv kompenzačního cvičení a rehabilitace na funkci bederní páteře u hráčů badmintonu do sedmnácti let* 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, navrací zkráceným svalům jejich fyziologickou délku, zlepšují funkci hlubokého stabilizačního systému, zlepšují vnímání a práci s nastavením bederní páteře (Maixnerová, Prausová, Svoboda, Zaatar, 2018).

7.9. 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 bránicí, 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. 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 8: Mrtvý brouk



Cviky ve vzporu

Na začátek je jednodušší varianta vzpor ležmo. Častou chybou bývá antevertze 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. 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 9: Vzpor ležmo



Obrázek 10: Vzpor ležmo s tříbodovou oporou



Nestabilní plochy

Balanční pomůcky mohou mít několik podob, v praxi se primárně využívají v rehabilitaci, fitness nebo ke stimulaci silových schopností v tréninku. K realizaci cvičení využíváme řadu různých balančních pomůcek. Těmito pomůckami jsou: nafukovací akupresurní balanční čochky, 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 expandery či thera bandy. Všechny tyto pomůcky

můžeme také využívat v kombinaci s klasickými osami nebo jednoručními činkami (Jebavý a Zumr, 2014).

Závěsný posilovací systém

Ke cvičení můžeme využít závěsný posilovací systém. Princip tohoto silového tréninku spočívá v zavěšení jedné části těla do popruhů, přičemž druhá část zůstává v kontaktu s podložkou. Náčiní tvoří pevné nastavitelné popruhy a madla pro ruce a nohy univerzálně použitelné pro každý druh postavy. Přínosem tohoto cvičení je především to, že při provádění každého cviku je kromě svalů provádějících konkrétní pohyb maximálně aktivováno stabilizační svalstvo (Stackeová, 2008). Závěsný posilovací systém nám umožňuje balancovat jak ve statických polohách, tak i při současném vykonávání dynamických pohybů (Cissik, 2012).

Samotný silový trénink jako metoda pro rozvoj HSS

Výše bylo zmíněno, že HSS využíváme i v běžném životě například při vzepření těžkých předmětů jako je nákup. I v tomto případě rozvíjíme 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 se stává, že si zvyknou na využívání opasek, který jim dodává jakousi oporu pro udržení pevného středu. Proto je jednou za čas vhodné opasek vyřadit a snažit se udržet pevný střed i bez opory. Metod rozvoje je celá řada. Pro příklad uvádím pouze pár z nich.

7.10. Dýchání

Hlavním dýchacím svaem je bránice. Její pohyb provádí výrazné tlakové změny v hrudní dutině: při vdechu narůstá podtlak, při výdechu přetlak, což zlepšuje výměnu plynů, stimulace se projevuje na funkcích vnitřních orgánů, zlepšuje se krevní oběh i psychika. V prvních letech života dítě dostatečně využívá bránicové dýchání, později se jeho využití snižuje. Podíl bráničního dýchání na celkovém dýchacím objemu je 60 %, podíl středního (kostálního) dýchání je 30 % a podíl

horního (klavikulárního) dýchání je 10 %. Nácvikem 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.

První formou dýchání je **horní hrudní dýchání**, kdy dochází ke zvedání především horní části hrudníku, které je typické pro ženy. Dále pak **dolní hrudní dýchání**, které se projevuje především „roztažením“ dolní části hrudníku. Poslední formou dýchání je **břišní dýchání**, které se projevuje výraznými dechovými pohyby v břišní oblasti (vyskytuje se u dětí) (Kohlíková, 2004).

Dýchání během silového tréninku

Zpočátku u pohybů s menší mírou náročnosti se snažíme vyvarovat zadržování dechu, snažíme se dýchat co nejpřirozeněji, především nosem jak nádech (čistí, ohřívá a zvlhčuje vzduch) tak výdech (odevzdání tepla a vlhka sliznici nazpět). Při intenzivnějším tréninku, kdy už dýchání nosem nestíhá poplácávat po kyslíku, přejdeme k dýchání ústy. Tato změna přijde samovolně (Švejcar, Šťastný, 2013 a Zatsiorsky, Kraemer, 2014).

Valsalvův manévr

Valsalvův manévr je dechovou technikou, která je v silovém tréninku využívána 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). Když se při nádechu, výdechu nebo snaze o výdech se zavřenou hlasivkovou štěrbinou (Valsalvův manévr) vynakládá maximální síla, velikost síly se zvyšuje od nádechu přes výdech po Valsalvův manévr. Mechanismem, který je příčinou tohoto jevu, je pneumomuskulární reflex, při němž zvýšený tlak v plicích slouží jako stimul pro zesílení svalové dráždivosti. Ačkoli by bylo možné Valsalvův manévr považovat za účinnou dýchací techniku přispívající k vyvinutí maximální síly, vyvolává také kardiovaskulární reakci, kterou mnoho lékařů považuje za škodlivou, zejména u osob se srdečními problémy (Zatsiorsky, Kraemer, 2006).

Provádějte Valsalvův manévr (snaha o výdech při zavřené hlasivkové štěrbině) 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 nitrobršišní 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.

7.11. 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). Testy se hodnotí na škálovém principu.

Testy HSS by se měly provést v přípravném období u jakéhokoli sportu. V tomto období máme čas zjistit a vylepšit nedostatky. Pro testování je vhodné zvolit pouze pár testů, protože jejich provedení bývá složitější a je jich velké množství. Před zahájením testů není žádné rozcvičení, pokud bývá test složitější, může se jedinec s testem nejdříve seznámit. Popis testů aplikovaných ve výzkumu spolu s obrázky a popsáním hodnocením se nacházejí v Příloze 1.

Tabulka 2 - DNS cviky 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

Nejčastěji se využívají tyto cviky:

Obrázek 11: Brániční test – aspekce zepředu



Obrázek 12: Test flexe kyčelního kloubu



Obrázek 13: Test medvěda



Obrázek 14: 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 nám dává zpětnou vazbu o stavu testované části. Stabilizér je zařízení, monitorující postavení bederní páteře a poskytující informace o pohybu páteře a aktivitě svalů, stabilizujících bederní páteř prostřednictvím informací o změně tlaku vyvíjeném při aktivaci stabilizačních svalů. Specifické testy s použitím stabilizeru, popřípadě tonometru jako náhrady, 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, Palaščáková, 2010).

Obrázek 15: PBU



Testování vleže na břicho (prone test)

Pro vyšetření stabilizační funkce m. transversus abdominis a m. obliquus internus abdominis vleže na břicho leží vyšetřovaný s horními končetinami podél těla a Pressure Biofeedback Unit umístíme pod břišní stěnu tak, aby byl distální okraj polštářku na úrovni spojnice pravé a levé SIAS a pupek byl uprostřed. Poté Pressure Biofeedback Unit natlakujeme na hodnotu 70 mmHg a tlak necháme stabilizovat. Vyšetřovaný před samotným testem dostane instrukci, aby relaxoval břišní stěnu. Poté provede nádech a výdech a následně oploští břišní stěnu bez dýchání. Instrukce, kterou pacientovi sdělujeme, zní: „Oploštěte břišní stěnu bez pohybu zad a pánve.“ Tlak by měl klesnout o 6 až 10 mmHg. Jako nejúspěšnější způsob zdůraznění aktivace m. transversus abdominis se ukázala instrukce, aby se vyšetřovaný soustředil na spodní část břišní stěny (Chattanooga Group, 2005; Richardson et al., 2004; Urquhart et al., 2005).

Obrázek 16: Prone test



Testování vleže na zádech (supine test)

Vyšetřovaný leží na zádech na lehátku, horní končetiny má podél těla a dolní končetiny má pokrčené. Pressure Biofeedback Unit umístíme pod bederní páteř a natlakujeme na hodnotu 40 mmHg. Instrukce ohledně dýchání jsou shodné jako při vyšetření vleže na břiše. Pacient poté oploští břišní stěnu bez pohybu zad a pánve a hodnota tlaku na manometru by měla podle původních autorů zůstat beze změny na 40 mmHg (Chattanooga Group 2005, Richardson et al., 2004).

Obrázek 17: 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 (místo, kde byly potlačeny a nepřispívají tedy k intersegmentální stabilitě), trigger-pointy.

Vyzveme pacienta, aby aktivoval mm. multifidi proti naší palpaci, přitom by neměl pohnout pánví ani páteří. Neschopnost provést tento test je velmi častá, zejména v bolestivých segmentech páteře.

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

Testování zapojování svalů můžeme provést také pomocí elektromyografie, která pomáhá doplnit představu svalové aktivace v průběhu pohybu.

8. EMG – Elektromyografie

Elektromyografie (dále jen EMG) je souhrnné označení pro skupinu elektrofyziologických metod, pomocí kterých můžeme vyšetřit stav periferního nervového systému a kosterního svalstva. 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 18: EMG



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 metodik povrchové EMG, nyní 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 vlákny svalu, hodnotit jednotlivé motorické jednotky. Tuto metodu využívají autoři (Stegeman, Zwarts a spol., Nijmegen, Nizozemí) 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).

9. Shrnutí teoretických poznatků

Hluboký stabilizační systém se v posledních pár letech přestal brát na lehkou váhu. Studií zaměřené na HSS je velké množství a potvrzují, že jeho oslabení může vést ke zranění a dalším nežádoucím dopadům. Co se týče asymetrického silového tréninku, vypadá to, že je teprve v začátcích. Mnoho studií ani dostupné literatury se na toto téma nezaměřují. Můžeme pouze předvídat, jestli se tato metoda uchytí a najde své uplatnění u širší veřejnosti.

Ve výzkumné části probereme symetrický a asymetrický silový trénink a jejich rozdílné výsledky z hlediska zlepšení HSS.

II. Výzkumná část

10. Cíle práce, úkoly a hypotézy

10.1. Cíle práce

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

10.2. Hypotézy

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

H2: Probandky s nejhoršími vstupními hodnotami dosáhnou největšího zlepšení.

10.3. Úkoly

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

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. Jsou to hráčky působící v reprezentaci a 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 probandky nakonec nebyly zahrnuty do výsledných dat, mortalita $n=2$. Ve výsledných zaznamenaných datech je 14 hráček, $n=14$. Jedna ze čtrnácti holek 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 20,25 let $\pm 2,7$ (průměr, směrodatná odchylka). Průměrná výška činila 169 $\pm 4,5$ a průměrná váha 65,5 $\pm 9,4$. 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 3 - Demografická tabulka výzkumného souboru

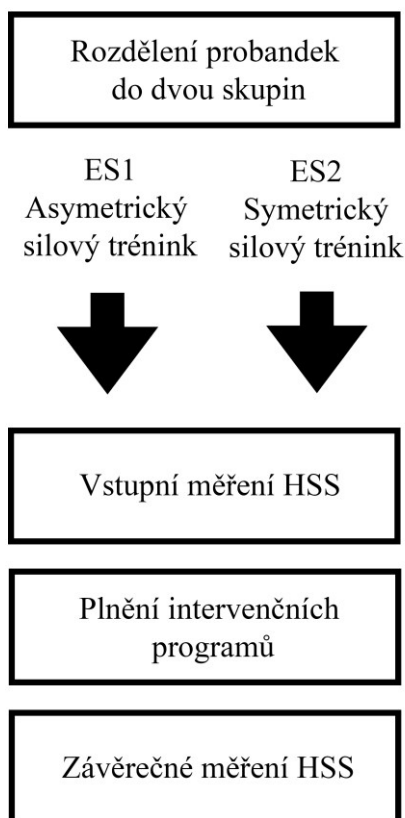
Parametry	Počet probandů*(n=14)	Rozpětí
Věk (rok)	20,4 \pm 2,8	17 - 28
Hmotnost (kg)	65,6 \pm 9,6	52,6 - 86,9
Výška (cm)	169,4 \pm 4,5	159 - 177

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**). Měli jsme k dispozici 14 probandek, které jsme náhodně rozdělili 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**). 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. Na tomto experimentu jsem spolupracovala se spolužákem Martinem Bouchalem, který ve své bakalářské práci zkoumá maximální sílu.

Obrázek 19: Schéma průběhu výzkumu



Testování HSS

Každá z probandek se dostavila za fyzioterapeutkou, která měla připravené testy, jež měly ukázat, v jakém je stavu jejich HSS. Konalo se vstupní měření na začátku výzkumu a výstupní 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, bench press, přitahy, bulharské dřepy, přední dřepy. U všech probandek se zjistilo 1RM na dřep, bench 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:

- Rozklus 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 3.

Hlavní část

Následovala hlavní část intervence. Tabulky s cvičením, obrázky a poznámkami jsou zahrnuty v Příloze 3.

Závěr intervenční jednotky

Tato část trvala přibližně 10 minut, obsahovala zatížení o nízké intenzitě a protahování. Detailnější popis je zahrnut v Příloze 3.

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

Požádala jsem 17 sportovců, kteří vykonávají jakoukoli sportovní hru alespoň na výkonnostní úrovni, aby vyplnili dotazník o znalostech HSS a asymetrickém silovém tréninku. Podle výsledků všichni tázaní znali pojem HSS. Do rozcvičení zařazuje cviky na HSS více než polovina tázaných a počet cviků byla nejčastěji vybrána možnost 1-3. Rozcvička HSS jim často zabere necelých 10 minut. Bývá použita kombinace statických a dynamických cviků. Co se týče obsažení v RTC, tázaní nejčastěji věnují pozornost HSS v přípravném období, na druhém místě bylo předzávodní období, poté závodní období, přechodné období a nakonec tři osoby údajně nevěnují žádnou pozornost HSS. Pojem asymetrický silový trénink znají přibližně tři čtvrtiny tázaných. Následně byl vysvětlen pojem AST. Na otázku, jestli je AST zaujal, odpověděla se zájmem více jak polovina, zbytek sportovců nezaujal nebo si nebyli jistí. Pouze dva sportovci z dotazníku zahrnují AST do svých tréninků. Na dobrovolnou otázku, proč AST nepoužívají, odpověděli pouze čtyři sportovci. Odpovídali se slovy, že s ním mají málo zkušeností nebo se jim zdá riskantní ho zařadit, může být špatně sestaven a způsobit spíš škodu, než užitek. Někdo v AST neviděl smysl pro svůj sport.

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, které následně přepsala do tabulek v MS Excel. Fyzioterapeutka probandky zaznamenávala jejich iniciálami. 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 od 1 do 5, kdy 1 = nejlepší výsledek a 5 = nejhorší výsledek. Tabulky jsem upravila a dodala informaci o tom, kdo vykonával AST a kdo SST. 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). 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 z prvního a závěrečného měření kvality HSS byla shromážděna do dvou tabulek. Probandky jsou zaznamenány v tabulce jejich iniciálami. 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 od 1 do 5, kdy 1=nejlepší výsledek a 5=nejhorší výsledek. Na konci tabulky je vypočítán průměr jednotlivých probandek ze všech testů HSS a v pravém dolním rohu je průměr výsledků celé skupiny. Pátá probandka ve skupině vykonávající AST se nedostavila na závěrečné měření, proto jsem její výsledek z prvního měření nezapočítala.

Tabulka 4 - Výsledky z prvního 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. Modře vyznačená čísla jsou průměrem výsledků skupin. Obě skupiny byly se stavem HSS na podobné úrovni s menší odchylkou, kdy skupina SST měla pouze o 0,03 bodu horší výsledek.

1. MĚŘENÍ										
PROBANDKA	TRÉNINK	B	FT	E	FVK	NT	BL	SUPINE	PRONE	PRŮMĚR
AM	AST	3	4	3	3	4	3	4	3	3,37
AZ	AST	2	3	2	3	2	3	4	5	3
ET	AST	4	3	3	4	4	3	4	5	3,75
KO	AST	2	4	3	3	3	4	2	4	3,1
KS	AST									
KV	AST	2	3	4	3	3	3	4	5	3,37
TK	AST	2	4	3	4	4	4	3	5	3,6
										3,36
AB	SST	2	3	2	2	2	3	4	5	2,8
AL	SST	2	4	4	2	3	4	3	5	3,37
EB	SST	3	3	3	3	3	4	4	4	3,37
GS	SST	3	4	4	4	4	4	5	5	4,1
NŠ	SST	3	3	3	3	3	4	4	5	3,5
TS	SST	3	4	3	4	3	4	3	4	3,5
VL	SST	3	2	3	3	2	3	4	5	3,1
										3,39

Tabulka 5 - 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.

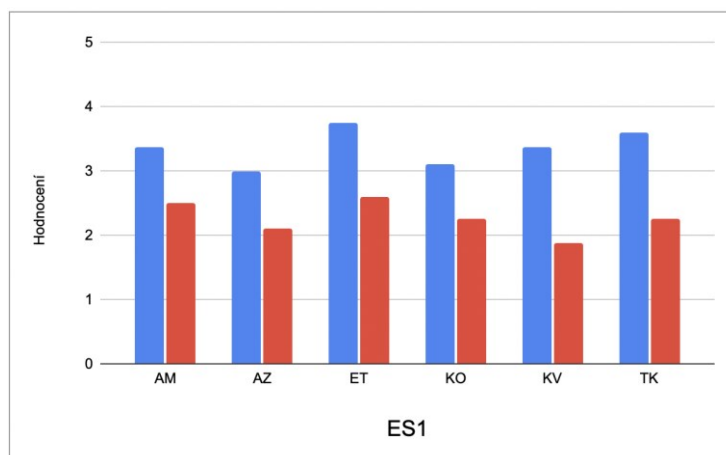
Modře vyznačená čísla jsou průměrem výsledků skupin.

ZÁVĚREČNÉ MĚŘENÍ											
PROBANDKA	TRÉNINK	B	FT	E	FVK	NT	BL	SUPINE	PRONE	PRŮMĚR	
AM	AST	2	3	3	2	3	3	2	2	2,5	
AZ	AST	2	2	2	2	2	2	3	2	2,1	
ET	AST	2	3	2	3	2	3	2	4	2,6	
KO	AST	1	3	2	3	2	3	2	2	2,25	
KS	AST										
KV	AST	1	2	2	2	3	2	1	2	1,87	
TK	AST	1	2	2	2	2	2	2	5	2,25	
											2,26
AB	SST	2	3	2	2	2	3	4	4	2,75	
AL	SST	2	4	3	2	3	3	3	5	3,1	
EB	SST	2	3	3	2	3	3	4	3	2,8	
GS	SST	3	4	3	3	4	3	4	4	3,5	
NŠ	SST	3	3	2	3	2	3	4	4	3	
TS	SST	2	4	3	3	3	3	3	3	3	
VL	SST	2	2	2	3	2	3	2	5	2,6	
											2,96

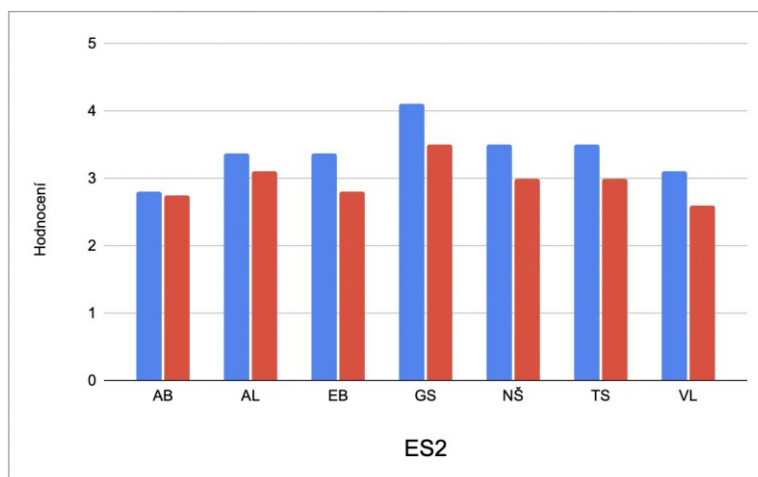
Největší zlepšení bylo zaznamenáno u probandky KV z ES1 vykonávající AST, zlepšení o **1,5 stupně**. Naopak **nejmenší zlepšení** bylo zaznamenáno u probandky AB ze skupiny SST, zlepšení o **0,05 stupně**.

U probandky z ES1 s nejhoršími vstupními hodnotami (3,75) označená jako ET jsme zaznamenali zlepšení o 1,15 stupně. U probandky z ES1 s druhými nejhoršími hodnotami (3,6) označená jako TK bylo zaznamenáno zlepšení o 1,35 stupně. U probandky z ES2 s nejhoršími vstupními hodnotami (4,1) označená jako GS bylo zaznamenáno zlepšení o 0,6 stupně. U probandek z ES2 s druhými nejhoršími vstupními hodnotami (3,5) označené jako NŠ a TS bylo zaznamenáno zlepšení o 0,5 stupně.

Graf 2 - Výsledky testování HSS u jednotlivých probandek z ES1. Na sloupcovém grafu můžeme vidět, jak vypadal výsledek z prvního měření (modré sloupce) a závěrečného měření (červené sloupce) u jednotlivých probandek.



Graf 3 - Výsledky testování HSS u jednotlivých probandek z ES2. Na sloupcovém grafu můžeme vidět, jak vypadal výsledek prvního měření (modré sloupce) a závěrečného měření (červené sloupce) u jednotlivých probandek.



ES1 vykonávající **AST** se průměrně zlepšila v kvalitě HSS o **1,1 stupně** a **ES2** vykonávající **SST** se průměrně zlepšila o **0,43 stupně**. K většímu zlepšení došlo u ES1 o 0,67 stupně.

Dle dvouvýběrového t-testu vyšlo **P=0,034**, což znamená, že výsledky výzkumu jsou statisticky významné. Cohenův *d* koeficient vyšel **2,65**, značí tedy velký efekt.

13. Elektromyografie

Vybrala jsem pár studií, které využily měření EMG u základních cviků: mrtvý tah, dřep, benchpress a v krátkosti vyzdvihnu několik zjištění.

Ve studii *Electromyographic activity in deadlift exercise and its variants. A systematic review* zjistili, že svaly z komplexu kvadricepsů zřejmě vyvolávají největší svalovou aktivaci ve srovnání s gluteus maximus a hamstringy při provádění mrtvého tahu a také že semitendinosus měl obecně tendenci vyvolat o něco větší svalovou aktivaci než biceps femoris v rámci komplexu hamstringů.

Studie *Muscle Activation Patterns During Different Squat Techniques* zastává, že špatně zarovnané dřepy, jak v sagitální, tak frontální rovině, významně mění aktivaci kvadricepsu.

U studie *The Effects of Bench Press Variations in Competitive Athletes on Muscle Activity and Performance* bylo hlavním zjištěním, že provádění 6-RM bench pressu na nakloněné lavici vedlo k nižší aktivaci triceps brachii, ale vyšší aktivaci biceps brachii ve srovnání s plochou a pokleslou pozicí na lavici.

Náš výzkum asymetrického silového tréninku a jeho vliv na hluboký stabilizační systém zahrnoval základní cviky: dřep, benchpress, mrtvý tah. Měli jsme v plánu měření pomocí EMG zapojení hlubokého stabilizačního systému při provádění farmářské chůze, ale nepodařilo se nám získat přístroj. V budoucnu by to mohlo vést k zajímavým informacím.

Obrázky aktivovaných svalů během provádění cviků jsou zahrnuty v Příloze 4.

14. 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. 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). Podle dvouvýběrového t-testu, ve kterém vyšlo $P=0,034$, jsou výsledky statisticky významné. Cohenův d koeficient vyšel 2,65, což značí velký účinek.

Největší zlepšení bylo zaznamenáno u probandky z experimentální skupiny 1, které se zlepšil hluboký stabilizační systém o 1,5 stupně. Naopak nejmenší zlepšení bylo zaznamenáno u probandky z experimentální skupiny 2, které se hluboký stabilizační systém zlepšil o 0,05 stupně.

Celkově se hluboký stabilizační systém experimentální skupiny 1 vykonávající asymetrický silový trénink zlepšil v průměru o 1,1 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. Probandky s nejhorsími vstupními hodnotami z obou skupin nedosáhly největšího zlepšení.

S nalezenými studiemi nemohu výsledky porovnat přímo, protože jsem nenalezla žádnou, která by zkoumala totožné téma.

Studie *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% rozdíly v poloze zatížení mezi stranami tyče) během cvičení na plochem bench pressu při 70%1RM. (Jarozs, Gołaś, Krzysztofik, Matykiewicz, Strońska, Zajac, Maszczyk, 2020). 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. O zapojení svalů hlubokého stabilizačního systému nebylo nic zmíněno.

V ostatních studiích nezkoumaly hluboký stabilizační systém v souvislosti s asymetrickým silovým tréninkem. Těchto studií není dostatek a určitě je to téma na další zkoumání. Další studie jsem zahrnula, protože chci poukázat, že se hluboký stabilizační systém v širší veřejnosti řeší a poukazuje na 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 a nervosvalové kontrola 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 3 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 dřepu nad hlavou a trupu 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, jelikož 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. Další limitací je to, že nebylo provedeno kontrolní měření uprostřed výzkumu, pokud by se studie v budoucnu opakovala, doporučovala bych kontrolní měření provést. Byli jsme jedni z prvních, kteří zkoumali toto téma, výsledky se nedají porovnat s jinými výzkumy.

15. Závěr

Naše studie odpověděla na danou hypotézu a cíl. Zjistili jsme, že co se týče rozvoje hlubokého stabilizačního systému, přínos do praxe je takový, že asymetrický silový trénink má své opodstatnění oproti symetrickému silovému tréninku. Výsledky vyšly statisticky významné. Skupina, která prováděla asymetrický silový trénink měla v závěru studie kvalitnější hluboký stabilizační systém než skupina, která prováděla symetrický silový trénink. Pokud by se asymetrický silový trénink v budoucnu uchytil, 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 jsme 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. Vzhledem k důležitosti hlubokého stabilizačního systému se budou určitě širší veřejností zkoumat další způsoby, jak ho posílit a proto věřím, že jednou přijde na řadu i asymetrický silový trénink. V praxi by mohl být přínosem ke snížení počtu zranění v okolí trupu.

16. 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. BOMPA, T., BUZZICHELLI, C. Periodization training for sports. Human Kinetics 2015. ISBN 978-1-4504-6943-2.
3. 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.
4. CASELLI, M. Evaluation and Management of Leg-length Discrepancy. In: Podiatry Management. [online]. 2006, [cit. 2018-11-14], p. 147-156. Dostupné z: <https://podiatrym.com/cme/Sep06CME.pdf>.
5. CISSIK, J. Strength and conditioning a concise introduction. USA: Routledge 2012. ISBN 978-0-415-66664-0.
6. 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>.
7. ČIHÁK, R. Anatomie 1. 3. vyd. Praha: Grada, 2011, ISBN 978-80-247-3817-8.
8. DOBRÍK, I., ŽÁK, R. Výsledky skúmania odpovede sakroiliakálnych kĺbov a lumbálnej časti chrbtice na nerovnakú dĺžku dolných končatín u žien. In: Rehabilitácia, Vol. 45, No. 3, 2008, ISSN 0375-0922.
9. DOVALIL, J. et al. Výkon a tréning ve sportu. 4. vyd. 2012, Praha: Olympia.
10. 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.

11. 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.
12. DVOŘÁK, R., KRAINOVÁ, 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, No. 3, pp. 102-105. ISSN 1211-2658.
13. DYLEVSKÝ, I. a kol. Funkční anatomie člověka. 1. vyd. Praha: GradaPublishing, 2000. ISBN 80-7169-681-1.
14. DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ, O. Funkční anatomie člověka. Praha: Grada, 2000, ISBN 80-7169-681-1.
15. 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>.
16. HENDL, J. Přehled statistických metod: Analýza a metaanalýza dat. 3. vyd. Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-482-3.
17. 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.
18. 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.
19. CHATTANOOGA GROUP. Stabilizer TM [pdf]. 2005 [cit. 2021-08-29]. 188 s. Dostupné z: https://data2.manualslib.com/pdf6/122/12152/1215120-chattanooga_group/stabilizer.pdf?37aefe25e15c0583ce9c251f27fe5fe5.
20. JANDA, V. Funkční svalový test. Praha: Grada Publishing, 1993. 328 s. ISBN 80-7169-208-5.
21. JANDA, V. Vyšetřování hybnosti: svalový test: vyšetření zkrácených svalů: vyšetření hypermobility: učebnice pro střední zdravotnické školy, obor rehabilitačních pracovníků. 3.

- vyd. Praha: Avicenum, 1981. Učebnice pro zdravotnické školy (Avicenum).
22. JEBAVÝ, R. Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách. Univerzita Karlova, 2017, ISBN 978-80-246-3683-2.
 23. 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.
 24. JEBAVÝ, R., ZUMR, T. Posilování s balančními pomůckami. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5130-6.
 25. KABELÍKOVÁ, K., VÁVROVÁ, M. Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy: průprava ke správnému držení těla. Praha: Grada Publishing, 1997. 240 s. ISBN 80-7169-384-7.
 26. KASSEM, I., EVINGER, C. Asymmetry of blinking [online]. 2006, 47(1), 195-201. Dostupné z doi: 10.1167/iovs.04-1279.
 27. 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.
 28. 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.
 29. KOHLÍKOVÁ, E. Fyziologie člověka. Praha: FTVS UK, 2004. ISBN 80-86317-31-5.
 30. KOLÁŘ, P. Dynamická neuromuskulární stabilizace. Dostupné z: <https://www.dns-cz.com/o-dns>.
 31. KOLÁŘ, P. Vertebrogenní obtížné a stabilizační funkce svalů – diagnostika. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 4 (13), 2006, s. 155-170. ISSN 1211-2658.
 32. KOLÁŘ, P. a kol. Rehabilitace v klinické praxi. 1.vyd. Praha: Galén, 2009. 714 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

33. KOLÁŘ, P. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén. 2009, ISBN 978-80-7262-657-1.
34. KOLÁŘ, P., LEWIT, K. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 2005, ISSN 1213-1814.
35. KOLÁŘ, P. Rehabilitace v klinické praxi. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, xxxi, 713 s. ISBN 978-807-2626-571 [online]. 2014, Dostupné z: <http://www.dns-cz.com/metoda-dns>.
36. LAURE, L. Wave of the fitness future: 3-D Core training. *Volleyball*, 27(5), 22-26. 2011.
37. LEHNERT M., et al. Trénink kondice ve sportu. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. 2010.
38. LEVITOVÁ, A., HOŠKOVÁ, B. Zdravotně-kompenzační cvičení 1. vydání. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4836-8.
39. 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.
40. LISS, V., VÝCHOVSKÝ, P. Pravidla Softballu 2014-2017 [online]. 2014, dostupné z: https://www.softball.cz/download/2014/Pravidla_2014-2017_final_20140228.pdf.
41. 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.
42. 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.
43. 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.

44. MUCHOVÁ, M., TOMÁNKOVÁ, K. Cvičení na balanční plošině. Praha: Grada, 2009.
45. MÜLLER, E., FILIP, L., FIALA, V. Kulturistika, 1. vydání. Praha: Sportovní a turistické nakladatelství 1965.
46. ORTH, H. Dítě ve Vojtově terapii. České Budějovice: Kopp, 2009.
47. PAGE, P. et al. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach. Champaign, IL: Human Kinetics, 2010. 297 p. ISBN 978-0-7360-7400-1.
48. 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.
49. PERIČ, T., DOVALIL, J. Sportovní trénink. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
50. PODĚBRADSKÁ, R. Komplexní kineziologický rozbor. Funkční poruchy pohybového systému. Praha, Grada, 2018. 176s. ISBN 978-80-271-0874-9.
51. 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 Meixnerová.
52. RICHARDSON, C., HODGES, P., HIDES, J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization. 2. vyd. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2004. 280 s. ISBN 978-04-430-7293-2.
53. RTC <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/14.html>.
54. SAETERBAKKEN, AH., MO, DA., SCOTT, S., ANDERSEN V. 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.

55. 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.
56. SLOVÁKOVÁ, V. et al. Rehabilitácia pri ochoreniach dýchacieho ústrojenstva a hrudníka. *Rehabilitácia*, 33, 3, 2000, s. 130-192.
57. SNÁŠEL, M. Trénink, správné dýchání a core. Dostupné z: <http://coretraining.cz/2012/11/trenink-spravne-dychani-a-core/>.
58. 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/>.
59. 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>.
60. STACKEOVÁ, D. *Fitness programy – teorie a praxe: metodika cvičení ve fitness centrech. 2., doplněné a přepracované vydání (1. vydání ve vydavatelství Galén). Praha: Galén, 2008. ISBN 978-80-7262-541-3.*
61. STOPPANI, J. *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány: 381 posilovacích cviků. Druhé, přepracované a rozšíření vydání. Praha: Grada, 2016, 640 s. ISBN 978-80-247-5643-1.*
62. STÝBLOVÁ, J. *Reliabilita DNS testů v klinické praxi. 2014, diplomová práce. Vedoucí práce: Doc. MUDr. Alena Kobesová Ph.D.*
63. SÜSS, V. *Softball a baseball. Praha: Grada, 2003.*
64. ŠPRINGROVÁ PALAŠČÁKOVÁ, I. *Funkce - Diagnostika - Terapie hlubokého stabilizačního systému. Rehasping, 2010, ISBN 978-80-254-7736-6.*
65. ŠPRINGROVÁ PALAŠČÁKOVÁ, I. *Funkce, diagnostika, terapie hlubokého stabilizačního systému. Rehasping. 2010, ISBN 978-80-254-7736-6.*
66. ŠVEJCAR, P., ŠŤASTNÝ, M. *Moderní fyziotréning. Praha: Plot, 2013. ISBN 978-80-7428-183-9.*

67. 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.
68. VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997, 271 s. ISBN 80-7169-256-2.
69. VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184100-5.
70. ZAHRADNÍK, D., KORVAS, P. *Základy sportovního tréninku*. Masarykova univerzita, Brno. 2012. ISBN 978-80-210-5890-3.
71. ZATSIORSKY, V. M., KRAEMER, W. J. *Silový trénink. Praxe a věda*. Mladá fronta. 2006. ISBN 978-80-204-3261-2.
72. 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://hannansultan.wordpress.com/2013/08/08/the-secret-to-bellywork/>

Obrázek 2 -

https://anatomie.lf2.cuni.cz/sites/anatomie/files/page/files/2020/topografie_panve_a_krku_eng.pdf

Obrázek 3 - <https://www.thegapphysio.com.au/lumbar-spine>

Obrázek 4 - <https://fitnessfit.cz/rozestup-brisnich-svalu/>

Obrázek 5 - <https://teachmeanatomy.info/neck/muscles/suboccipital/>

Obrázek 6 - <https://www.raynersmale.com/blog/2016/7/26/cervical-motor-control-part-1-clinical-anatomy>

Obrázek 7 - <https://geekymedics.com/deep-back-muscles/>

Obrázek 15 - <https://canarymed.es/product/stabilizer-pressure-biofeedback/>

Obrázek 18 - <https://www.ebme.co.uk/articles/clinical-engineering/electromyography-emg>

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

Obrázky z Přílohy 4

- 1) - <https://www.inspireusafoundation.org/barbell-squat/>
- 2) - <https://www.bodybuildingmealplan.com/types-of-deadlifts/>
- 3) - <https://www.inspireusafoundation.org/barbell-bench-press/>

17. Seznam grafické dokumentace

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Rozdíl mezi ročním plánem pro trojboj a pro ostatní sporty dle Bompa, Buzzichelli, 2015.

Tabulka 2 - DNS cviky podle Koláře.

Tabulka 3 - Demografická tabulka výzkumného souboru.

Tabulka 4 - Výsledky z prvního testování HSS před zahájením intervenčního programu.

Tabulka 5 - Výsledky ze závěrečného testování HSS po skončení intervenčního programu.

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 - Bránice

Obrázek 2 - Pánevní dno

Obrázek 3 - Příčný břišní sval

Obrázek 4 - Vnitřní šikmý sval břišní

Obrázek 5 - Hluboké extenzory krční páteře

Obrázek 6 - Hluboké flexory krční páteře

Obrázek 7 - Musculi multifidi et rotatores

Obrázek 8 - Mrtvý brouk

Obrázek 9 - Vzpor ležmo

Obrázek 10 - Vzpor ležmo s tří bodovou oporou

Obrázek 11 - Brániční test - aspekce zepředu

Obrázek 12 - Test flexe kyčelního kloubu

Obrázek 13 - Test medvěda

Obrázek 14 - Extenční test

Obrázek 15 - PBU

Obrázek 16 - Prone test

Obrázek 17 - Supine test

Obrázek 19 - Schéma průběhu výzkumu

Obrázek 20 - Vzorec výpočtu hodnoty Cohenova d koeficientu velikosti účinku pro dvě srovnávané proměnné

18. Seznam příloh

Příloha 1 - Popis použitých testů DNS

Příloha 2 - Informovaný souhlas

Příloha 3 - Hlavní část intervenčních jednotek v experimentu

Příloha 4 - Aktivované svaly během provádění vybraných cviků

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 inspiriu 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 mezižeberní 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).



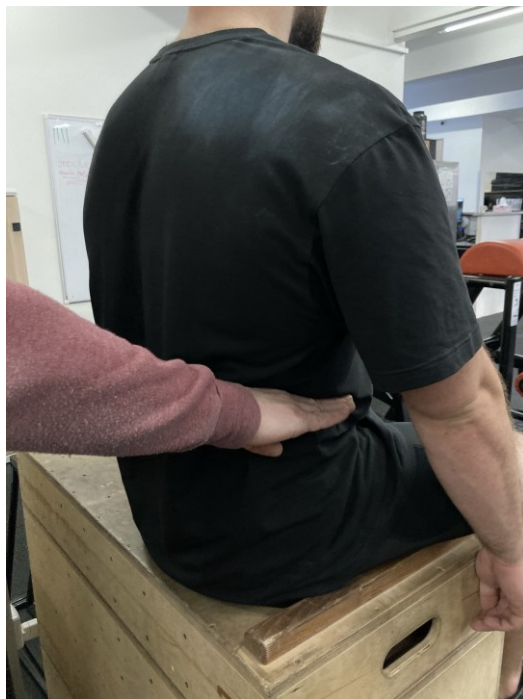
2. Brániční test – palpce zezadu

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, sdostatečnou silou proti palpaci terapeuta. Při svalovém zapojení 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 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 mezižebních 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 kraniiálním, 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 vsagitální 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 iliacaе 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 tří 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 rovnoměrně zatíží horní končetiny o dlaně. Lopatky jsou v neutrálním postavení adheřují 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 anteverze (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, adheze 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 držěn nad pánví. Páteř je napříměná, bez vychylek ve frontálních rovině.

Projevy insuficience: Hlava je vreklinaci. Ramena přesahují špičky prstů u dolních končetin. Kolena 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 - 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) 10m + 10m 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 (3.75kg 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	Přitahy 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

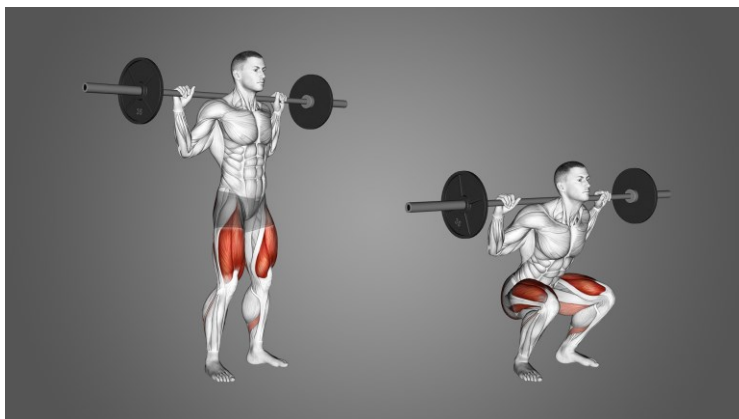
- Mrtvý tah (MT) bez dotyku země.
- Mrtvý tah - používat ODL osu - 25 kg.
- FBP - nohy v 90 stupňů od země.
- Flat BP = Plochý bench press.
- Bulgarian split squat = Bulharský dřep.

Závěrečná část intervenční jednotky

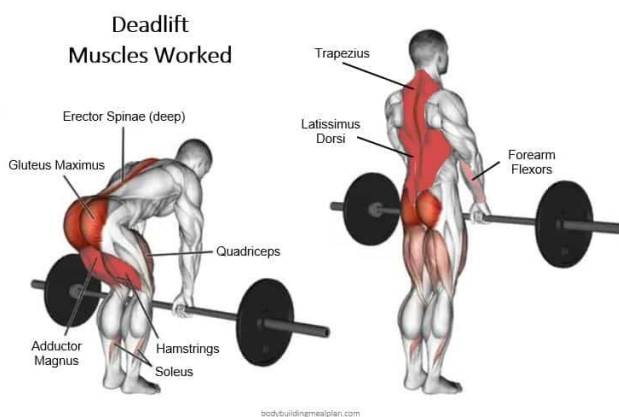
Výklus/veslo/rotoped 5 minut nízké intenzity + 5 minut uvolňující protahování.

Příloha 4 - Aktivované svaly během provádění vybraných cviků

1) Aktivované svaly během provádění cviku dřep



2) Aktivované svaly během provádění cviku mrtvý tah



3) Aktivované svaly během provádění cviku benchpress

