

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA PEDAGOGICKÁ

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2022**

**Aneta Baštářová**

FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
CENTRUM TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Aneta Baštářová**

Studijní program: Pedagogika pohybové prevence

**VÝZNAM AKTIVITY HLUBOKÉHO STABILIZAČNÍHO  
SYSTÉMU V PREVENCI ZRANĚNÍ U SPORTOVCŮ**

**Diplomová práce**

Vedoucí práce: Mgr. Tereza Klečková

PLZEŇ 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval/a samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl/a v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne

.....

vlastnoruční podpis

## **Předmluva**

Důvodem zpracování mé diplomové práce na téma „Význam aktivity hlubokého stabilizačního systému v prevenci zranění u sportovců“, je nejen zjištění, jak jsou atleti schopni aktivovat trupovou stabilizaci, ale i jaký přínos má hluboký stabilizační systém do sportovního výkonu. Účelem práce je obecně prohloubit znalosti o tomto tématu a dát jiný úhel pohledu na danou problematiku jedincům pohybujícím se v tomto oboru.

## **Poděkování**

Děkuji Mgr. Tereze Klečkové za ochotu, vstřícnost, odborné vedení mé práce a poskytování rad.

# OBSAH

SEZNAM GRAFŮ .....	8
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	9
SEZNAM TABULEK .....	10
SEZNAM ZKRATEK .....	11
ÚVOD.....	12
TEORETICKÁ ČÁST .....	13
1.1 HLUBOKÝ STABILIZAČNÍ SYSTÉM PÁTEŘE .....	13
1.2 Charakteristika .....	13
1.3 Základní terminologie.....	13
1.3.1 Postura .....	13
1.3.2 Stabilita.....	13
1.3.3 Stabilizace.....	14
1.3.4 Posturální stabilita .....	15
1.3.5 Posturální stabilizace .....	15
1.3.6 Posturální reaktivita.....	15
1.4 Stabilizační systém páteře.....	16
1.4.1 Význam svalové systematizace .....	16
1.4.2 Lokální stabilizátory bederní páteře .....	17
1.4.3 Globální stabilizátory bederní páteře.....	17
1.5 Důležité struktury Hssp .....	18
1.5.1 Bránice (diaphragma) .....	18
1.5.2 Svaly pánevního dna (diaphragma pelvis).....	19
1.5.3 Musculus transversus abdominis.....	19
1.5.4 Musculi multifidi .....	20
1.6 Fyziologické zapojení Hssp .....	21
1.6.1 Hluboký stabilizační systém a dýchání .....	22
1.7 Patologické zapojení Hssp .....	22
1.8 Diferencovaný pohybový vzor.....	23
1.8.1 Kontralaterální vzor .....	23
1.8.2 Ipsilaterální vzor .....	24
2 METODY A KONCEPTY .....	25
2.1 Panjabiho model .....	25
2.2 Akrální koaktivační terapie.....	28
2.2.1 Podstata metody Roswithy Brunkow .....	28
2.2.2 Podstata metody ACT.....	28

2.2.3	Základní principy ACT.....	29
2.2.4	Využití ACT u sportovců .....	29
2.3	Dynamická neuromuskulární stabilizace .....	30
2.3.1	Charakteristika.....	30
2.3.2	Centrace kloubu.....	31
2.3.3	Nitrobřišní tlak.....	32
2.3.4	DNS přístup .....	32
3	HSSP A SPORTOVNÍ VÝKON .....	34
3.1	Sportovní výkon.....	34
3.2	Riziko zranění .....	34
3.3	Posouzení stability jádra .....	36
3.4	Nábor svalů .....	37
3.5	Svalová síla a vytrvalost .....	37
3.6	Hodnocení funkčního pohybu.....	38
3.7	Trénink core stability pro prevenci zranění .....	38
3.8	Neuromuskulární kontrola a nábor svalů.....	40
4	MOŽNOSTI FYZIOTERAPIE .....	41
4.1	Obecné principy nácvikových technik.....	41
	PRAKTICKÁ ČÁST .....	43
5	CÍL A ÚKOLY PRÁCE .....	43
5.1	Hlavní cíl.....	43
5.2	Dílčí cíle.....	43
6	VÝZKUMNÉ PROBLÉMY/OTÁZKY .....	44
7	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU .....	45
8	METODIKA PRÁCE .....	49
8.1	Příprava testování .....	49
8.2	Průběh testování.....	49
8.3	Zpracování výsledků.....	49
8.4	Vybrané klinické testy DNS a jejich hodnocení .....	50
8.4.1	Test nitrobřišního tlaku (v sedě).....	50
8.4.2	Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu.....	51
8.4.3	Nízký medvěd - pozice lopatky v opoře o HK .....	51
8.4.4	Náklon trupu variace: klik tricepsový .....	52
9	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ .....	53
9.1	Výsledky k hypotéze H1 .....	53
9.2	Výsledky k hypotéze H2.....	55
9.3	Výsledky k hypotéze H3.....	57

9.4	Výsledky k hypotéze H4.....	58
9.5	Celkové zhodnocení aktivace trupové stabilizace u atletů .....	60
9.5.1	Test nitrobřišního tlaku.....	60
9.5.2	Brániční test.....	61
9.5.3	Test nízký medvěd.....	62
9.5.4	Test klik .....	63
DISKUZE.....		64
9.6	Diskuze k hypotézám.....	66
9.7	Návrhy na další zkoumání .....	69
9.8	Limity práce.....	70
ZÁVĚR.....		71
RESUME, SUMMARY .....		73
SEZNAM LITERATURY.....		74
SEZNAM PŘÍLOH .....		77
PŘÍLOHY .....		78

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Zastoupení pohlaví u kontralaterálního vzoru.....	46
Graf 2 Zastoupení disciplín u kontralaterálního vzoru.....	46
Graf 3 Zastoupení pohlaví u ipsilaterálního vzoru .....	47
Graf 4 Zastoupení disciplín u ipsilaterálního vzoru .....	48
Graf 5 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpce mediálně od SIAS, kontralaterální vzor.	53
Graf 6 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpce mediálně od SIAS, ipsilaterální vzor .....	54
Graf 7 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, kontralaterální vzor .....	55
Graf 8 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, ipsilaterální vzor .....	56
Graf 9 Test Nízký medvěd, kontralaterální vzor .....	57
Graf 10 Test Klik, kontralaterální vzor .....	58
Graf 11 Test Klik, ipsilaterální vzor .....	59
Graf 12 Test nitrobřišního tlaku, celková suma .....	60
Graf 13 Brániční test, celková suma.....	61
Graf 14 Test nízký medvěd, celková suma.....	62
Graf 15 Test klik, celková suma.....	63
Graf 16 Test Nízký medvěd, ipsilaterální vzor.....	68



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Zajištění dynamické stability axiálního systému.....	14
Obrázek 2 Převažující vlastnosti lokálních a globálních stabilizátorů v rámci stabilizačního systému .....	16
Obrázek 3 Základní složky jádra hlubokého stabilizačního systému.....	20
Obrázek 4 Souhra mezi ventrální a dorsální muskulaturou Hssp.....	21
Obrázek 5 Kontralaterální vzor - běh      Obrázek 6 Kontralaterální vzor - rychlobruslení.	23
Obrázek 7 Ipsilaterální vzor - hod oštěpem      Obrázek 8 Ipsilaterální vzor - Golf .....	24
Obrázek 9 Panjabiho model.....	26
Obrázek 10 Panjabi - Fungování stabilizačního systému páteře .....	26
Obrázek 11 Panjabi - Dysfunkce stabilizačního systému páteře .....	27
Obrázek 12 Regulace IAT bránicí, pánevním dnem a transversus abdominis .....	32
Obrázek 13 Stabilita funkčního jádra. ....	36

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Zastoupení pohlaví u kontralaterálního vzoru .....	45
Tabulka 2 Zastoupení disciplín u kontralaterálního vzoru .....	46
Tabulka 3 Zastoupení pohlaví u ipsilaterálního vzoru .....	47
Tabulka 4 Zastoupení disciplín u ipsilaterálního vzoru.....	47
Tabulka 5 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpance mediálně od SIAS, kontralaterální vzor .....	53
Tabulka 6 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpance mediálně od SIAS, ipsilaterální vzor	53
Tabulka 7 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, kontralaterální vzor .....	55
Tabulka 8 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, ipsilaterální vzor.....	55
Tabulka 9 Test Nízký medvěd, kontralaterální vzor .....	57
Tabulka 10 Test Klik, kontralaterální vzor.....	58
Tabulka 11 Test Klik, ipsilaterální vzor .....	58
Tabulka 12 Test nitrobřišního tlaku, celková suma.....	60
Tabulka 13 Brániční test, celková suma.....	61
Tabulka 14 Test nízký medvěd, celková suma.....	62
Tabulka 15 Test klik, celková suma .....	63
Tabulka 16 Test nitrobřišní tlak, asymetrie u kontralaterálního vzoru .....	67
Tabulka 17 Test nitrobřišní tlak, asymetrie u ipsilaterálního vzoru .....	67
Tabulka 18 Brániční test, asymetrie u kontralaterálního vzoru.....	67
Tabulka 19 Brániční test, asymetrie u ipsilaterálního vzoru .....	67
Tabulka 20 Test Nízký medvěd, ipsilaterální vzor.....	68
Tabulka 21 Test klik, asymetrie u kontralaterálního vzoru .....	69
Tabulka 22 Test klik, asymetrie u ipsilaterálního vzoru .....	69

## **SEZNAM ZKRATEK**

ACT .....	Akrální koaktivační terapie
CNS .....	Centrální nervový systém
DNS .....	Dynamická neuromuskulární stabilizace
HSSP.....	Hluboký stabilizační systém páteře
IAT .....	Intra - abdominální tlak
ISSS .....	Integrated spinal stabilizing systém (Integrovaný stabilizační systém páteře)
LBP.....	Bolest dolní části zad (Lower back pain)
OKŘ.....	Otevřený kinematický řetězec
UKŘ.....	Uzavřený kinematický řetězec

## ÚVOD

Hluboký stabilizační systém páteře (Hssp) zahrnuje svalovou souhru, která zajišťuje stabilizaci během pohybu neboli, zpevnění páteře. Tyto svaly jsou aktivovány jak při statickém zatížení (sed, stoj apod.), tak při dynamickém. Jsou součástí každého cíleného pohybu končetin (horních i dolních). Zapojení svalů do stabilizační funkce je automatické. Svaly vždy pracují ve svalovém řetězci, z důvodu svalového propojení. Nikdy se nepodílí pouze jeden sval. Díky svalové souhře se také eliminují vnější síly, které působí na páteřní segmenty. (Palasčáková, 2012, str. 15)

Při klasickém posilování se vychází převážně z anatomické funkce svalu, protože cvičení jsou odvozena z jeho začátku a úponu. Na stejném, či podobném principu je sestavené i velké množství posilovacích strojů nacházejících se v posilovnách. Při posilování by se nemělo vycházet pouze z průběhu svalu jako takového. Mělo by se přemýšlet nad tím, jak je sval začleněn do biomechanických řetězců. „*Ty však nelze odvozovat pouze z anatomických souvislostí, ale také z řídicích procesů CNS (centrálních programů).*“ Pokud se cvičí a zvyšuje svalová síla například u prsních svalů, jsou vždy současně aktivovány i svaly, které ovlivňují jejich úpony (svaly zádové, břišní, bránice atd.). „*Tato funkce je automatická a u většiny lidí velmi omezeně ovládaná volným způsobem, nemluvě o hlubokých svalech, které jsou pro posturální (stabilizační, zpevňovací) funkci obzvláště důležité.*“ (Kolář et al., 2009, str. 233)

Jednotlivé pohybové segmenty jsou zpevněny díky koordinované spolupráci agonistů a antagonistů (koaktivační synergii) při statické zátěži i při lokomoci. „*Posturální aktivita předchází a doprovází každý cílený pohyb.*“ I přes to, že sval dosahuje ve své anatomické funkci maximálních hodnot, může nastat situace, že jeho posturální funkce je zcela nedostatečná a tím pádem sval v této funkci selhává. Tento stav, kdy se projeví insuficience svalu při zpevnění segmentu, se nazývá posturální instabilita. Špatný nábor svalů si jedinec nevědomě, automaticky zafixuje do všech vykonávaných pohybů. „*Důsledkem je stereotypní přetěžování, které je významným etiopatogenetickým faktorem řady hybných poruch.*“ (Kolář et al., 2009, str. 234).

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 HLUBOKÝ STABILIZAČNÍ SYSTÉM PÁTEŘE

### 1.2 Charakteristika

Integrovaný stabilizační systém páteře (ISSS) popsaný Kolářem se skládá z vyvážené koaktivace mezi hlubokými krčními flexory a extenzory páteře v krční a horní hrudní oblasti, dále hraje velkou roli bránice, pánevní dno a všechny úseky břišních a míšních extenzorů v dolní hrudní a bederní oblasti. Bránice, pánevní dno a transversus abdominis regulují intra-abdominální tlak (IAT) a zajišťují přední lumbopelvicou posturální stabilitu. Tyto vnitřní stabilizační svaly páteře zajišťují pevnost páteře v koordinaci s IAT, která slouží k zajištění dynamické stability páteře. Tvoří „hluboké jádro“ a fungují pod automatickým a podvědomým kontrolním mechanismem zpětné vazby a předcházejí jakémukoli účelovému pohybu. (Frank et al., 2013)

### 1.3 Základní terminologie

#### 1.3.1 Postura

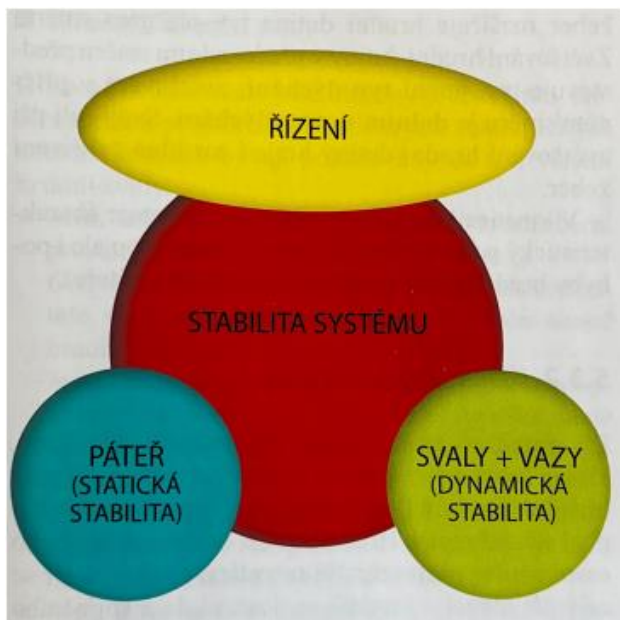
Postura je definována jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil. „*Postura je zajištěna vnitřními silami, hlavní úlohu hraje svalová aktivita řízená CNS.*“ Vyžaduje vždy zpevnění osového orgánu. Zaujetí a udržení postury je důležitou a rozhodující součástí všech motorických programů. Aby byl pohyb proveden optimálně, je nutné zaujmout a udržet optimální posturu. (Palašáková, 2012, str.8). Dle Koláře však postura není synonymem vzpřímené pozice (stoje nebo sedu), ale je součástí jakékoliv polohy. „*Postura je základní podmínkou pohybu a nikoliv naopak.*“ (Kolář et al., 2009, str. 38)

#### 1.3.2 Stabilita

Dle Dylevského stabilita osového systému znamená v podstatě schopnost fixovat tzv. klidovou konfiguraci páteře, která je daná tvarem obratlů a zakřivením páteře jako celku. Tedy schopnost udržet toto základní postavení i při fyziologickém rozsahu pohybu. Jde-li o udržení v „klidové pozici“, jedná se o statickou stabilitu. Jde-li o fixaci změn, ke kterým dochází v průběhu pohybu, jedná se o dynamickou stabilitu. Statická stabilita osového systému zahrnuje pilíře, které tvoří obratlová těla s meziobratlovými destičkami provázanými podélnými vazy, kloubní výběžky, pouzdra intevertebrálních kloubů a vazy svazující sousedící obratle. K statickému systému patří i pletence horní a dolní končetiny a kostra hrudníku.

Dynamická stabilita osového systému je složena a zabezpečována pružností axiálních vazivových struktur a svaly. „Ve vazivu se akumuluje část energie, kterou generují svaly při své aktivaci, a vazivo svojí pružností působí jako brzda – tlumič nárazů vznikajících při náhlých pohybech.“ Vazivo také zajišťuje přenos svalového stahu i na velmi vzdálené struktury. Dále i velmi významným zdrojem aferentace, která po zpracování v CNS zajistí dynamickou stabilitu příslušných segmentů. (Dylevský, 2009, str. 90-91)

Obrázek 1 Zajištění dynamické stability axiálního systému



Zdroj: Dylevský, 2009: 91

Z fyzikálního pohledu se stabilita může definovat jako stabilní rovnovážný stav, udržení rovnovážného stavu nebo polohy. Z biomechanického hlediska znamená spíše stabilita osového orgánu stav rovnováhy, kdy se systém po vyvedení z klidu vrací do původní polohy. V oblasti pohybového systému je stabilita chápána jako stav, kdy kloubní struktury (kloubní pouzdra, disky a ligamenta) jsou nejméně namáhané, svaly pracují v co nejlepší kooperaci (ve vzájemné koaktivaci potřebné k udržení požadovaného postavení) a pohyb je vykonáván co nejvíce výhodně (nejekonomičtěji). „Stabilita by měla být chápána jako dynamický proces zajišťující statickou polohu, ale zároveň v případě potřeby umožňující kontrolovaný pohyb trupu.“ (Palašáková, 2012, str. 8)

### 1.3.3 Stabilizace

O stabilizaci se mluví jako o zpevnění páteře během všech pohybů. Je zajištěna díky souhře svalů Hssp. Ty jsou aktivovány při jakémkoliv statickém zatížení (stůj, sed apod.).

Každý cílený pohyb jak horních, tak dolních končetin je doprovázen stabilizací. „Zapojení svalů do stabilizace páteře je automatické.“ V důsledku svalového propojení, se na stabilizaci podílí celý svalový řetězec, nikoliv jeden sval. (Palaščáková, 2012, str. 8)

Dle Koláře et al. (2009) se posturální funkce rozlišuje na posturální stabilitu, stabilizaci a reaktibilitu.

#### **1.3.4 Posturální stabilita**

I přesto, že ve statické poloze sice tělo jako celek nemění svou polohu v prostoru, tak každá statická poloha implicitně obsahuje i dynamické děje. Při zaujetí statické pozice jde tedy spíše o určitý pochod či proces, který pracuje s přirozenou labilitou pohybové soustavy. Nejedná se o jednorázové zaujetí jedné, stálé polohy, ale kontinuální zaujímání stále polohy. Schopnost zajistit takové držení těla, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu, se nazývá posturální stabilita. Důležitou roli při tomto procesu hraje i velikost opěrné plochy. (Kolář et al., 2009, str. 39); (Vařeka, 2002)

#### **1.3.5 Posturální stabilizace**

Posturální stabilizace je chápána jako aktivní (svalové) držení segmentů těla proti působení zevních sil řízené centrálním nervovým systémem. Svalovou aktivitou se zpevňují segmenty těla, proti kterým působí zevní (především tíhové) síly. Ve statických pozicích je díky koaktivační aktivitě agonistů a antagonistů zajištěna relativní tuhost skloubení, která umožňuje v dané pozici bojovat s gravitační silou. Díky zpevnění segmentů, může být tělo drženo ve vzpřímené pozici a může být dosažena lokomoce. Bez této koordinované svalové aktivity by se kostra zhroutila. Posturální stabilizace je součástí všech pohybů, i když se jedná pouze o pohyb končetin. (Kolář et al., 2009, str. 39)

#### **1.3.6 Posturální reaktibilita**

Při každém náročnějším pohybu těla, kdy je potřeba překonat odpor (jako je například při zvedání nebo držení břemen, pohyb končetiny proti odporu, hod míčkem apod.) je vždy generována kontrakční síla. V celém pohybovém systému je poté vyvolána reakční stabilizační funkce, která se nazývá posturální reaktibilita. Účelem posturální reaktivity je zpevnění jednotlivých pohybových segmentů, aby bylo zajištěno co nejstabilnější tzv. punctum fixum a aby kloubní segmenty dokázaly odolávat účinkům zevních sil. To znamená, že jedna z úponové části je zpevněná. Mezi tím druhá úponová část může vykonávat pohyb v kloubu (označováno jako tzv. punctum mobile). (Kolář et al., 2009, str. 40)

## 1.4 Stabilizační systém páteře

### 1.4.1 Význam svalové systematizace

Při stabilizaci pohybového aparátu se podílí svalový systém jako celek. Podle autorů se může z hlediska kvality svalový systém diferencovat. Janda rozdělil svalový systém na tonický a fázický. Podle toho, zda svaly mají tendenci k útlumu (hypotonii až oslabení) nebo mají tendenci k hyperaktivitě (hypertonii až zkrácení). Svaly obou svalových skupin mají vždy posturální funkci. Záleží na tom, jakým způsobem jsou jednotlivé svalové skupiny schopné koaktivace v kontextu schématu celého těla. Kolář rozdělil svalový systém na ontogeneticky mladší (fázický) a starší (tonický) systém, podle postupného časového zapojení do posturální funkce v průběhu vývoje. (Palaščáková, 2012, str. 12)

*„Z pohledu dynamické stabilizace segmentů osového orgánu je nejvhodnější dělení na lokální a globální stabilizátory dle Bergmarka (1989). Tyto svalové skupiny se liší svojí anatomii, histologií, fyziologií a tím pádem samozřejmě svojí pohybovou „stabilizační“ funkcí.“ (Palaščáková, 2012, str. 12)*

Stabilita bederní páteře je zajištěna především zvyšující se aktivitou lokálních stabilizátorů bederní páteře. Důležitou roli při funkčních činnostech hraje i aktivita globálních stabilizátorů. Díky vzájemné koordinované spolupráci a souhře obou těchto systému může dojít k zajištění mechanické stability bederní páteře. (Palaščáková, 2012, str. 13)

*Obrázek 2 Převažující vlastnosti lokálních a globálních stabilizátorů v rámci stabilizačního systému*

Hledisko	Lokální stabilizátory	Globální stabilizátory
ANATOMIE	• intersegmentální průběh	• často multiartikulární průběh
HISTOLOGIE	• „tonické“ motorické jednotky (svalová vlákna I. typu)	• „fázické“ motorické jednotky (svalová vlákna II. typu)
METABOLIZMUS	• více mitochondrií, oxidativní metabolismus, nižší unavitelnost	• málo mitochondrií, glykolytický metabolismus, vyšší unavitelnost
FUNKCE	• antipace, propiocepce, lokální, segmentální, dynamická centrace, přímá kontrola neutrální zóny	• „vnější“ stabilita, „silový pohyb“, výrazný odpor kladený pohybu, převod sil a zatížení mezi končetinami a trupem

*Zdroj: Palaščáková, 2012: 13*



### 1.4.2 Lokální stabilizátory bederní páteře

Lokální stabilizátory mají převážně intersegmentální průběh (výjimkou je např. m. transversus abdominis). Tím zajišťují vnitřní, tedy přímou segmentální stabilizaci. Pokud jsou správně a včas aktivovány, tak bude příslušný segment lépe chráněn před postupným přetěžováním a degenerací. Toto je důležité pro ekonomickou práci globálních svalů, které jsou na kvalitně vytvořeném „punctu fixu“ prostřednictvím hlubokých svalů závislé. Co se týče histologické struktury, jsou lokální hluboké svaly více zastoupené pomalými, tonickými svalovými vlákny (I. typ svalových vláken). Mají tedy pomalejší nástup kontrakce, ale o to větší vytrvalost v dané kontrakci. Drobné intersegmentální svaly mají asi sedmkrát více svalových vřetének než svaly „velké“. S tím je spojena vzájemná proprioceptivní aferentace. Některé svaly (např. mm. Intertrasversari nebo mm. Interspinales) mají i velkou proprioceptivní funkci. Informují tedy o počínajících odchylkách. (Palaščáková, 2012, str. 13-14)

*“Mezi lokální stabilizátory bederní páteře patří: m. transversus abdominis, mm. multifidi v oblasti bederní páteře, dále svaly upínající se přímo na bederní obratle: m. quadratus lumborum (iliolumbální a costovertebrální část), m. psoas major, m. iliocostalis lumborum, m. longissimus lumborum, bránice a posteriorní vlákna m. obliquus abdomini internus upínající se do thorakolumbální fascie, která je součástí lokální stabilizačního systému. Stabilizační funkce mm. multifidi je nutná k zachování bederní stabilizace. Aktivita hlubokých břišních svalů, přes thorakolumbální fascii, zajišťuje rotační a laterální stabilizaci páteře při zachování úrovně intraabdominálního tlaku.”* (Palaščáková, 2012, str. 13)

### 1.4.3 Globální stabilizátory bederní páteře

Do globálního svalového systému se řadí velké svaly ležící na povrchu. Nemají tedy úpony přímo na jednotlivých obratlích. Globální svaly přemostňují často více kloubů, mají tedy multiartikulární průběh a pracují ve funkčních svalových řetězcích a smyčkách. Tento systém zodpovídá za vnější stabilizaci trupu (bez přímého vlivu na osový orgán). Globální stabilizátory umožňují převod vnějších sil a zatížení mezi trupem a končetinami. Kontinuálně tedy regulují (minimalizují) výsledné zatížení osového orgánu. Tento systém je více zúčastněn při silovějších a rychlejších pohybech. Má tedy menší využití při přesných pohybech. Tyto povrchové svaly jsou sice velmi důležitou složkou Hssp, ale při insuficienci lokálního systému nezajistí stabilizaci páteře. *„Koaktivace globálních stabilizátorů udržuje správnou polohu osového orgánu a vyvolává vznik tlakové síly působící na bederní páteř.“*

Pokud se ale zvýší zátěž globálních svalů, může dojít k nárustu tlakové síly, která působí na bederní páteř, a ta vyvolá zvýšení tlaku mezi meziobratlovými destičkami. Tento jev je jedním z rizikových faktorů, který může vést k bolestem a degenerativním změnám. Bolesti zad může vyvolat i nadměrná aktivita globální stabilizátorů při jednoduchých funkčních pohybech. (Palaščáková, 2012, str. 14)

*“Mezi globální stabilizátory patří: m. rectus abdominis, m. obliquus abdominis externus a internus, m. longissimus thoracis, m. iliocostalis thoracis, m. iliopsoas, iliocostální část m. quadratus lumborum, m. erector spinae, m. latissimus dorsi, m. gluteus maximus, m. biceps femoris. Tyto svaly jsou spojené spíše s lumbálním a dolním hrudním úsekem páteře a komunikují spolu prostřednictvím jednotlivých listů thorakolumbální fascie.”* (Palaščáková, 2012, str. 14)

## 1.5 Důležité struktury Hssp

### 1.5.1 Bránice (diaphragma)

Bránice je plochý, kopulovitě vyklenutý sval, který odděluje hrudní dutinu od dutiny břišní. Centrum tendineum tvoří šlašitý střed bránice, od kterého se rozbíhají svalová vlákna směrem dolů k úponům na periférii.

#### **Funkce bránice:**

Bránice je hlavní inspirační sval. Kromě funkce dechové má i funkci stabilizační, která je velmi důležitou funkcí tohoto svalu. *„Díky svým úponům může ovlivnit bederní lordózu, pohyb žebér a konfiguraci hrudníku i páteře. Bránice má zásadní vliv na přední stabilizaci páteře pomocí nitrobřišního tlaku.“* Při aktivaci, tedy zvýšení nitrobřišního tlaku se břišní dutina a dolní hrudní apertura rozšiřují. Bránice s její stabilizační funkcí musí předcházet činnosti břišních svalů. Pokud je porucha v tomto timingu, může dojít ke zvýšené aktivitě paravertebrálních svalů s maximem v přechodu thorakolumbálním, tím pádem dojde nedostačující stabilizaci páteře. (Palaščáková, 2012, str. 20)

Během raného posturálního vývoje funguje bránice především jako dýchací sval. S pokračujícím zráním a vývojem CNS do věku přibližně 4½ měsíce je sagitální stabilizace páteře, pánve a hrudníku plně zajištěna pro následné pohyby, které se vyskytují v příčné rovině, (např. válení, otáčení, plížení, plazení) a případně přechod do vzprámeného držení těla. Bránice začíná plnit svou dvojí funkci jako dýchací i posturální sval, když je břišní

dýchání koordinované s hrudním dýcháním ve věku asi 6 měsíců. Dvojitá role bránice je nezbytná pro stabilitu páteře a všechny výsledné pohyby, zejména pro komplexní úkoly, které zahrnují sportovní výkon. (Frank et al., 2013)

Existuje studie (Kolář et al, 2011), která prokázala, že abnormální posturální aktivace bránice při aplikaci izometrického odporu na končetiny, může sloužit jako základní mechanismus vzniku chronické bolesti dolní části zad kvůli velkému namáhání ventrální oblasti páteře. Podle Koláře může být regulace IAT a ISSS narušena nedostatečnou posturální funkcí bránice, což má často za následek zvýšené tlakové síly na páteř v důsledku kompenzační aktivity povrchových extenzorů páteře a abnormální polohu hrudníku nebo žeber v důsledku nerovnováhy mezi horní a dolní hrudní svalovinou. (Frank et al., 2013)

### **1.5.2 Svaly pánevního dna (diaphragma pelvis)**

Mezi svaly pánevního dna řadící se ke svalům Hssp, patří hlavně m. levator ani a m. coccygeus ze skupiny diaphragma pelvis.

#### **Funkce svalů pánevního dna:**

Svaly pánevního dna jsou důležitou složkou trupové stabilizace. Jsou součástí břišní dutiny, kde tvoří pružné dno v oblasti pánve a brání tak prolapsu pánevních orgánů. Mají významný vliv jak v posturální, tak v dýchací funkci. Společně s bránicí a m.transversus abdominis regulují nitrobřišní tlak. Svalstvo pánevního dna ovlivňuje konfiguraci a postavení pánve a působí tím na konfiguraci osového orgánu. „*Pro výsledný silový vektor při stabilizaci osového orgánu proto hraje velkou roli správné nastavení pánve.*” (Palašáková, 2012, str. 23)

### **1.5.3 Musculus transversus abdominis**

M. transversus abdominis tvoří nejhlubší vrstvu břišní stěny.

#### **Funkce m. transversus abdominis:**

Musculus transversus abdominis má převážně funkci stabilizační (více než pohybovou). „*Při pohybu trupu má pouze omezenou schopnost se účastnit. Hlavní funkcí tohoto svalů je preaktivace při jakémkoliv pohybu dolních a horních končetin.*“ Při pohybu by se měl příčný břišní sval aktivovat jako první. Musculus transversus abdominis přispívá k vnitřní stabilitě. Tento sval má horizontální průběh svalových vláken, díky tomu sval při

své aktivitě způsobí oploštění břišní stěny, zvýší nitrobřišní tlak a napětí thorakolumbální fascie. Účastní se také respirace. (Palasčáková 2012, str. 21)

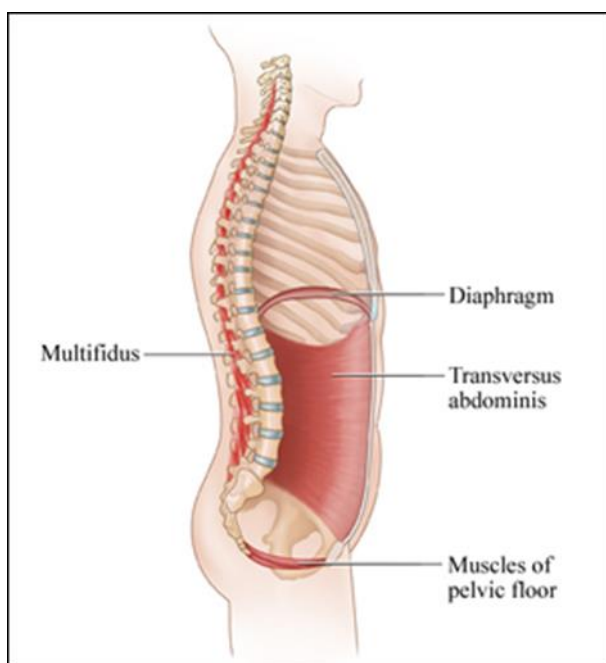
#### 1.5.4 Musculi multifidi

Musculi multifidi se řadí mezi autochtonní zádové svaly, které tvoří hlubokou vrstvu zádových svalů. Jsou součástí transverzospinálního systému, neboť spojují bederní obratle mezi sebou, a také bedra s křížovou kostí.

#### Funkce musculi multifidi:

Musculi multifidi patří mezi primární složky Hssp. Jejich funkcí je vzájemné nastavení obratlů již před samotným průběhem, tedy při jeho představě (anticipaci). Díky své aktivitě snižují tlak na meziobratlové ploténky. (Palasčáková, 2012, str. 24)

Obrázek 3 Základní složky jádra hlubokého stabilizačního systému



Zdroj: (Sharma et al., 2020)

Neméně důležitou strukturu je thorakolumbální fascie, která spojuje dolní končetiny (přes gluteus maximus) s horními končetinami (prostřednictvím m.latissimus dorsi). To umožňuje zahrnout „jádro těla“ do integrovaných kinetických řetězových aktivit, jako je házení. Pokrývá hluboké svaly zad a trupu včetně musculi multifidi. Thorakolumbální fascie má také úpony na vnitřní šikmé svaly a příčné břišní svaly, čímž poskytuje trojrozměrnou podporu bederní páteři a napomáhá stabilitě jádra. Pomáhá vytvořit „obruč kolem břicha,

skládající se z fascie posteriorně, břišní fascie vpředu a šikmých svalů laterálně, což vytváří stabilizační korzetový efekt. (Kibler et al., 2006)

## 1.6 Fyziologické zapojení Hssp

“Zásadní pro správnou stabilizační funkci je funkční souhra mezi *m.transversus abdominis* a *mm. multifidi* a hlubokým fasciálním systémem v oblasti bederní a křížové páteře.“ Prostřednictvím fasciálního systému mají (díky úponům thorakolumbální a abdominální fascie) hluboké břišní svaly vliv na stabilizaci páteře, a to hlavně na rotační laterální stabilitu. Velmi potřebná je spolupráce mezi ventrální a dorzální muskulaturou. Díky těmto kooperacím se vytváří neoptimálnější podmínky pro pohyb jako takový a napřímení páteře, která je základem dalších pohybů. V průběhu stabilizace se musí vždy nejdříve zapojit hluboké extenzory páteře, pokud nastává situace, při níž dochází k větším silovým nárokům, kontrahují se i svaly povrchové. Aktivita extenzorů je vyvážená zapojením hlubokých flexorů krku a také souhrou mezi břišními svaly, bránicí a pánevním dnem. (Palaščáková, 2012, str. 15-17)

Obrázek 4 Souhra mezi ventrální a dorzální muskulaturou Hssp

Část páteře	Ventrální muskulatura	Dorzální muskulatura
Krční a horní hrudní úsek HSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m. longus coli</li> <li>• m. longus capitis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mm. semispinalis capitis et cervicis</li> <li>• mm. splenius capitis et cervicis</li> <li>• mm. longissimus cervicis et capitis</li> </ul>
Dolní hrudní a bederní úsek HSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diaphragma</li> <li>• m. transversus abdominis</li> <li>• m. obliquus abdominis internus (posteriorní vlákna upínající se na thorakolumbální fascii)</li> <li>• m. quadratus lumborum (pars iliolumbalis et costovertebralis)</li> <li>• svaly pánevního dna (mmb. levator ani et m. coccygeus)</li> <li>• m. psoas major (zadní vlákna)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m. multifidus</li> <li>• m. rotatores</li> <li>• mm. intertransversarii</li> <li>• mm. interspinales</li> <li>• m. longissimus (pars lumbalis)</li> <li>• m. iliocostalis (pars lumbalis)</li> </ul>

Zdroj: Palaščáková, 2012: 16

### 1.6.1 Hluboký stabilizační systém a dýchání

Během nádechu v klidu stoupá nitrobřišní tlak a břišní stěna se mírně vyklenuje. Zvýšením nitrobřišního tlaku se stabilizuje bederní páteř. Tohoto se docílí díky aktivitě bránice, m. transversus abdominis, břišních svalů a svalů pánevního. V průběhu nádechu se zvyšuje aktivita bránice a bránice se kontrahuje koncentricky, m. transversus abdominis se prodlužuje a kontrahuje excentricky. Při výdechu je to opačně. Pokud dojde k zvýšení nároků na respiraci, začnou se aktivně zapojovat i pomocné dýchací svaly, a to jak při nádechu, tak při výdechu. Míra oploštění souvisí s působením zevních sil. Je závislá na velikosti těchto sil. „*Ve fázi, kdy je zvýšený nitrobřišní tlak a probíhá dýchání, tak je zásadní spolupráce bránice a břišních svalů, které excentricky ustupují inspirační kontrakci bránice.*“ Pokud dojde k narušení této kooperace, může dojít k nedostatečné přední stabilizaci páteře a přetížení extenzorů páteře. (Palaščáková, 2012, str. 17)

### 1.7 Patologické zapojení Hssp

Způsob zapojení svalů do stabilizace (dysfunkce v tomto směru) je jedním z hlavních příčin vzniku vertebrogenních potíží. Funkce svalů také rozhodne o kompenzaci dané poruchy. Pokud nastane insuficience stabilizační funkce svalů, může to vést k nepřiměřenému zatížení kloubů a ligament v oblasti páteře, což může způsobit akutní, popřípadě chronické bolesti zad či instabilitu páteře. Dochází k tomu při svalové nerovnováze při zapojení svalů během jejich stabilizační funkce. Pokud lokální stabilizátory nedostatečně pracují, částečně budou přebírat jejich funkci stabilizátory globální. Dochází k nedostatečné fixaci (resp. jsou fixovány v nevýhodném postavení) jednotlivých segmentů při pohybu. Jsou tak zvýšené nároky na bederní páteř. To vede k výraznému chronickému přetěžování a nastává nedostatečná svalová ochrana jednotlivých úseků páteře během pohybu. „*Například u pacientů po akutní atace bolestí zad v oblasti bederní páteře dochází k atrofii mm.multifidi na straně bolesti. Návrat jejich funkce není spontánní, a pokud nedojde k návratu stabilizační funkce mm. multifidi, dochází často k recidivě potíží.*“ (Palaščáková, 2012, str. 18)

“*Při vzniku patologie je zásadní, že kineziologický vzor posturální stabilizace páteře je integrovaný do všech našich pohybů.*“ Nejčastějším problémem je nedostatečnost přední flexorové složky stabilizace páteře, proto naopak dochází k převaze extenční aktivity povrchových zádových svalů. Dále může dojít k převaze až přetížení globálních stabilizátorů při zapojení do stabilizace páteře bez primárního zapojení lokálních stabilizátorů. (Palaščáková, 2012, str. 18)

## 1.8 Diferencovaný pohybový vzor

Při cvičení v diferencovaných pozicích se musí dbát na vzájemné nastavení hrudníku a pánve. Bránice a pánevní dno by měli být v paralelní pozici. Dalším důležitým prvkem je napřímená páteř, která umožní segmentální rotaci obratlů, a optimálně regulovaný nit-robřišní tlak. Vyvážený trénink by měl obsahovat trénování opěrné i nákročné funkce. To ovlivní a vybalancuje dysbalance ve svalovém tonu a optimalizuje zatížení měkkých tkání. V nových pozicích se musí klást důraz na správnou stabilizaci trupu a pánve, poté se může přidat pohyb a následně i odpor a zátěž obecně. (Rehabilitation Prague School, 2020)

### 1.8.1 Kontralaterální vzor

Kontralaterální vzor znamená, že končetiny na opačné straně provádějí stejný pohyb. Ve vývojových pozicích jsou opěrné končetiny vůči nákročným končetinám na opačné straně. Kontralaterální vzor je spojen s pohybem vpřed. Osy pánve a ramen se pohybují při pohybu proti sobě do rotace (kontra- rotace). Hrudník a pánev jsou v průběhu pohybu v paralelní pozici. Do kontralaterálního vzoru se řadí například chůze, běh, skoky, lezení, šplh atd. V tréninku se mohou využívat přechodová pozice z šikmého sedu do lezení, trénování pohybu dopředu proti odporu nebo rotace trupu. (Rehabilitation Prague School, 2020)

Obrázek 5 Kontralaterální vzor - běh



Zdroj: <https://complementarytraining.net/experts-answer-what-is-your-take-on-field-testing-for-sprinters/>

Obrázek 6 Kontralaterální vzor - rychlobruslení



Zdroj: <https://www.koaa.com/news/speed-skating-legend-martina-sablikova-uncertain-future-after-seventh-medal>

### 1.8.2 Ipsilaterální vzor

V ipsilaterálním vzoru stejnostranné končetiny provádějí stejný pohyb. Osy ramen a pánve v průběhu pohybu rotují stejným směrem a jsou paralelní. Ipsilaterální vzor je spojen s otáčením. Do ipsilaterálního vzoru se řadí házení, odpaly či golfový švih. V tréninku u těchto disciplín lze využít jakoukoli fázi otáčení, přechod ze šikmého sedu na čtyři a zpět, otáčet trup vůči opěrné noze ve stoje. (Rehabilitation Prague School, 2020)

Obrázek 7 Ipsilaterální vzor - hod oštěpem



Zdroj: <https://sport.aktualne.cz/hod-oste-pem/l~i:keyword:120549/>

Obrázek 8 Ipsilaterální vzor - Golf



Zdroj: <https://www.golfinfo.cz/jak-hrat-golf/videoinstrukce-svih-a-spravne-tempo>



## 2 METODY A KONCEPTY

### 2.1 Panjabiho model

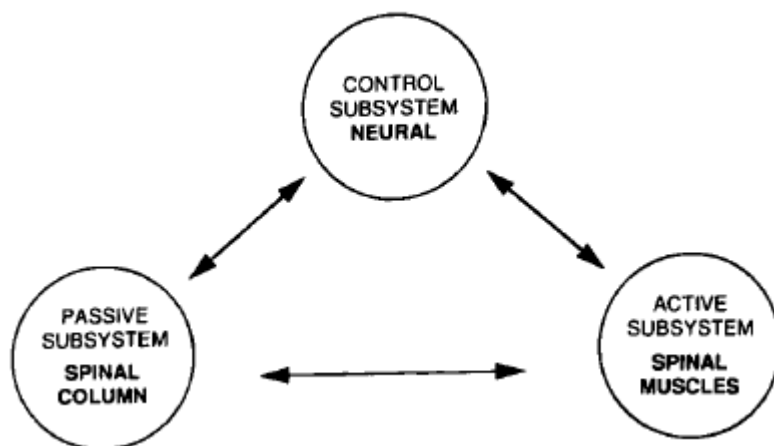
Panjabi rozděluje stabilizační systém páteře do tří subsystémů: pasivní, aktivní, a nervové řízení.

Pasivní (ligamentózní) subsystém - zahrnuje statické tkáně, včetně obratlů, meziobratlových plotének, vazy a kloubní pouzdra, stejně jako pasivní vlastnosti svalů. Primární funkcí těchto statických tkání je stabilizovat v koncovém rozsahu pohybu. Pasivní komponenty pravděpodobně fungují v blízkost neutrální polohy jako převodníky (zařízení produkující signál) pro měření obratlových poloh a pohybů. Přenáší tedy informace o poloze a zatížení do neurální kontrolního subsystému přes mechanoreceptory. Tento subsystém je tedy pasivní pouze v tom smyslu, že sám nevytváří pohyby páteře, ale je dynamicky aktivní při monitorování signálů převodníku. (Bliven et al., 2013); (Panjabi, 1992)

Aktivní (muskulotendenní) subsystém se skládá z hlubokého svalstva. Svaly a šlachy aktivního subsystému jsou prostředky, kterými páteřní systém vytváří síly a poskytuje páteři požadovanou dynamickou stabilitu. Velikost síly generované v každém svalu se měří pomocí snímačů síly zabudovaných do šlach svalů. Nervový řídicí subsystém je centrem pro příchozí a odchozí signály, které v konečném důsledku vytvářejí a udržují stabilitu jádra. (Bliven et al., 2013); (Panjabi, 1992)

Subsystém neurální kontroly - nervový subsystém přijímá informace z různých měničů, určuje specifické požadavky na stabilitu páteře a způsobuje, že aktivní subsystém dosahuje cílené stability. Jednotlivé svalové napětí se měří a upravuje, dokud není dosaženo požadované stability. Přestože pasivní, aktivní a neurální řídicí subsystémy jsou koncepčně oddělené, jsou funkčně vzájemně závislé. (Panjabi, 1992)

Obrázek 9 Panjabiho model

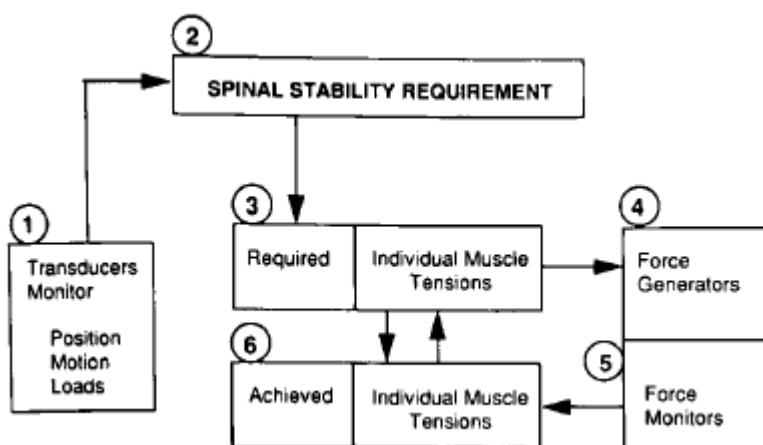


System stability páteře se skládá ze tří podsystémů: pasivní páteře, aktivních páteřních svalů a neurální řídicí jednotky.

Zdroj: Panjabi, 1992: 2

Normální funkcí stabilizačního systému je zajistit páteři dostatečnou stabilitu, aby odpovídala okamžitě se měnícím požadavkům na stabilitu díky změnám polohy páteře a statickému a dynamickému zatížení. Tyto tři subsystémy pracují společně, aby dosáhly cíle, jak je schematicky znázorněno v následujícím obrázku.

Obrázek 10 Panjabi - Fungování stabilizačního systému páteře



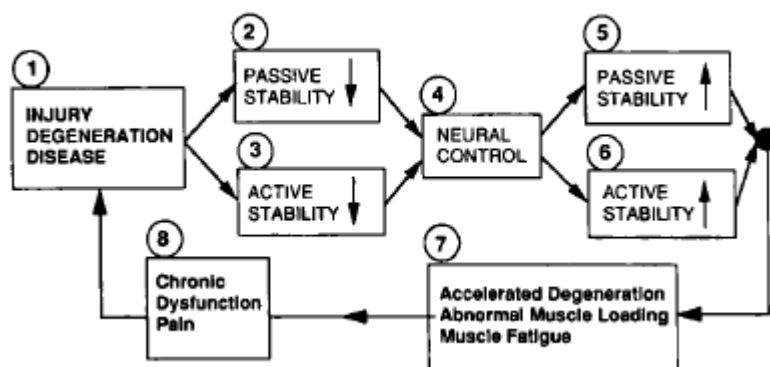
Informace z (1) pasivního subsystému stanoví specifické (2) požadavky na stabilitu páteře. V důsledku toho jsou požadavky na (3) individuální svalové napětí určovány jednotkou ner-

vové kontroly. Zpráva je odeslána do (4) generátorů síly. Zpětnou vazbu poskytují (5) monitory síly porovnáním (6) „dosažených“ a (3) „požadovaných“ jednotlivých svalových napětí.

Zdroj: Panjabi, 1992:3

Dysfunkce páteřního stabilizačního systému může být způsobena zraněním, degenerací a/nebo onemocněním kteréhokoli ze subsystémů. Nervový řídicí subsystém vnímá tyto nedostatky, které se mohou vyvíjet náhle nebo postupně, a snaží se je kompenzovat iniciováním vhodných změn v aktivním subsystému. Ačkoli může být obnovena nezbytná celková stabilita páteře, následné následky mohou být škodlivé pro jednotlivé složky páteřního systému (např. zrychlená degenerace různých součástí páteře, svalové křeče, zranění a únava). Postupem času mohou být důsledky chronické dysfunkce a bolesti. (Panjabi, 1992)

Obrázek 11 Panjabi - Dysfunkce stabilizačního systému páteře



(1) Poranění, degenerace a/nebo onemocnění mohou snížit (2) pasivní stabilitu a/nebo (3) aktivní stabilitu. (4) Nervová řídicí jednotka se pokouší napravit ztrátu stability zvýšením stabilizační funkce zbývajících komponent páteře: (5) pasivní a (6) aktivní. To může vést k (7) zrychlené degeneraci, abnormálnímu zatížení svalů a svalové únavě. Pokud tyto změny nemohou adekvátně kompenzovat ztrátu stability, může se vyvinout (8) chronická dysfunkce nebo bolest.

Zdroj: Panjabi, 1992: 3

„Při dysfunkci složky jednoho ze subsystémů může dojít k těmto reakcím organismu:

- k okamžité kompenzaci - normalizace funkce
- k dlouhodobému adaptačnímu procesu jednoho nebo více subsystémů - s normalizační funkcí, ale se změnou ve stabilizačním systému

- *k postižení jedné nebo více složek některého systému - s celkovou dysfunkcí, která vede např. k bolestivému syndromu bederní páteře – LBP“ (Palaščáková, 2012, str. 11)*

Důležité je, že žádný subsystém nepracuje samostatně; nepřetržitá interakce mezi všemi 3 subsystémy je potřeba k udržení stability. Zatímco tyto subsystémy fungují tak, aby udržovaly stabilitu jádra, cílená cvičení lze začlenit do tréninku pro zlepšení funkce jednoho nebo více těchto subsystémů. (Bliven et al., 2013)

## **2.2 Akrální koaktivační terapie**

### **2.2.1 Podstata metody Roswithy Brunkow**

Fyzioterapeutka Roswitha Brunkow si při úrazu poranila páteř a na několik měsíců byla upoutána na invalidní vozík. Při vzpěru na rukou zpozorovala účinek napřimování v oblasti trupu a ramen. V průběhu let vypracovala výchozí pozice a jim odpovídající povely pro vedení pohybu. Své zákonité „patterns“ neboli svalové vzory ale nestihla popsat. (Palaščáková, 2021)

Za hlavní terapeutický prostředek této metody jsou považována napínací vzpěrná cvičení, jejichž základem jsou maximální volní dorsální flexe rukou a nohou. Jedná se o vzpěr o zápěstí a paty v distálním směru proti pomyslnému odporu nebo pevné ploše. *„Fixní bod aktivace svalových řetězců v průběhu dorsální flexe leží proximálně, tím samym směrem probíhá i aktivace. Izometrické vzpírání aktivuje svalové řetězce, které mají fixní body v distálních částech končetin a aktivace postupuje z proximální oblasti distálně.“* Některé mechanismy nebyly ale zcela objasněné. (Palaščáková, 2021, str. 13)

### **2.2.2 Podstata metody ACT**

Metoda akrální koaktivační terapie (ACT) využívá některé prvky a základní myšlenky právě z metody Roswithy Brunkow a rozvíjí vybrané neurofyziologické principy. ACT využívá princip motorického učení, tréninku a repetitivního provádění pohybových vzorů na základě opory o akrální části končetin. Vzpěr v ACT se provádí o kořeny rukou a paty. Díky tomuto vzpěru dochází v průběhu cvičení ke vzpřímenému držení osového orgánu a aktivnímu držení postury (segmentů těla) proti působení zevních sil. U novorozence probíhá pohyb končetin v otevřených kinematických řetězcích (OKŘ). *„V průběhu dalšího postnatálního vývoje je organismus dítěte náhodně konfrontován s možnostmi CNS v rámci zaujetí postury v uzavřených řetězcích.“* Je nutné, aby jedinec zvládnul aktivity v uzavře-

ných kinemtických řetězcích (UKŘ), které jsou důležité pro vytvoření posturálních předpokladů všech motorických činností. Vyspělá motorika využívá jak řetězců otevřených, tak uzavřených. UKŘ prokazatelně facilitují svalovou koordinaci všech angažovaných svalů. „Zvládnutí cvičení v uzavřených biomechanických řetězcích je univerzálně nezbytné proto, aby příslušný segment mohl být součástí i otevřených řetězců.“ Proto je vhodné zahájit rehabilitační či tréninkový program v opoře. Polohy ACT vychází z variant poloh fyziologického vývoje motoriky. (Palaščáková, 2021, str. 13-14)

### **2.2.3 Základní principy ACT**

„Svalové řetězce začínají a končí v ACT na akrech. Na základě jejich aktivace nebo inhibice pomocí exteroceptivních a proprioceptivních stimulů dochází k odpovědi na trup ve smyslu napřímení.“ Nastavení akcer během cvičení je velmi zásadní. Má rozhodující vliv na napřímení trupu a aktivaci svalových řetězců. Mezi základní cíle terapie ACT se řadí:

1. Napřímit a stabilizovat páteř, končetiny a trup (aktivací svalových řetězců přes pozici akcer).
2. Nеспецифická mobilizace žeber a končetin.
3. Posílení svalových řetězců končetin a trupu ve vzájemné ko-kontrakci.
4. Nabídnout jedinci pohybovou aktivitu v rámci prevence a terapie onemocnění pohybového aparátu dle přesně definovaných opor.
5. Fixace nových pohybových vzorů.
6. Zlepšit kondici jedince a jeho pohybové dovednosti. (Palaščáková, 2021, str. 17-28)

### **2.2.4 Využití ACT u sportovců**

Výkon každého sportovce je ovlivňován jeho pohybovými dovednostmi, zkušenostmi, svalovou koordinací, fyzickými parametry, ale také psychickou odolností vůči stresu. ACT nabízí sportovcům aktivaci svalů přes otevřené a uzavřené pohybové řetězce a také svalovou koaktivaci, která je potřebná pro napřímení páteře. Díky vzpěru o akra se u sportovce aktivují cílené pohybové vzory, které se významně podílejí při dosažení maximálního výkonu. Jednotlivé cviky dle této metody mohou být v tréninku dávkované pro rozvoj vytrvalostní síly. A to pomocí zvýšení počtu opakování cviků, jednotlivých sérií či frekvencí opakování. Tyto cviky mají vliv i na držení těla sportovce. To je základním předpokladem pro následující

vývoj jeho kvality techniky a celkové výkonnosti. Díky ACT se může dosáhnout správného zapojení svalových skupin (timingu) během pohybu. Cíle metody ACT u sportovců jsou tedy: zabránění svalovým dysbalancím, zvýšení svalové síly končetin a trupu, zlepšení koordinace končetin a trupu vůči opoře o akra, aktivace pohybových vzorů oporou o akra (v závislosti na potřebách daného sportu/ disciplíny), zlepšení techniky a výkonu sportovce. (Palašáková, 2021, str. 104); (Palašáková, 2017)

## **2.3 Dynamická neuromuskulární stabilizace**

### **2.3.1 Charakteristika**

Dynamická neuromuskulární stabilizace nebo také „DNS“, je manuální a rehabilitační přístup vedoucí k optimalizaci pohybového systému založený na vědeckých principech vývojové kineziologie. Vývojář DNS je profesor Pavel Kolář, PT, PhD, český fyzioterapeut. DNS se využívá ve sportovní rehabilitaci a výkonnostní aréně jak pro zotavení z muskuloskeletálního přetížení, tak pro prevenci zranění. Základem teorií, které jsou součástí vývojové kineziologie je, že vývoj motorických funkcí člověka v raném dětství je geneticky předurčen a řídí se předvídatelným vzorem. Tyto motorické vzorce nebo programy se vytvářejí, když centrální nervový systém zraje, což umožňuje kojenci ovládat držení těla, dosáhnout vzpřímeného držení těla proti gravitaci a cíleně se pohybovat prostřednictvím svalové aktivity. Vývojová kineziologie zdůrazňuje existenci centrálních pohybových vzorců, které jsou vrozené a „pevně nastavené“. Kojenec se například nemusí učit, kdy a jak zvedat hlavu, uchopit hračku, překulit se, plazit se nebo lézt. Všechny tyto pohybové vzorce nebo svalové synergie se vyskytují automaticky ve specifické vývojové sekvenci v průběhu zrání CNS. (Frank et al., 2013)

Existuje také silná synchronizace mezi zráním CNS a strukturálním nebo anatomickým vývojem kostí, svalů a dalších měkkých tkání. Stručně řečeno, zrání mozku ovlivňuje vývoj motorických vzorů, které zase ovlivňují strukturální vývoj. Tento vztah je velmi patrný v přítomnosti léze CNS, kde je tato vývojová synchronie a svalová koordinace nepříznivě ovlivněna. Narušená svalová koordinace, vývoj měkkých tkání a kloubů následně mění postavení kloubů, morfologický vývoj, a nakonec i celé držení těla. (Frank et al., 2013)

Dynamická neuromuskulární (core) stabilita je nezbytná pro optimální sportovní výkon a nedosahuje se pouze přiměřenou silou břišních svalů, extenzorů páteře, hýždřových svalů nebo jakéhokoli jiného svalstva. Spíše se stabilizace jádra provádí přesnou koordinací těchto

svalů a regulací intraabdominálního tlaku centrálním nervovým systémem. Pochopení vývojové kineziologie poskytuje rámec pro pochopení regionální provázanosti a propojení kostry, kloubů, svalů během pohybu a důležitosti tréninku jak dynamické, tak stabilizační funkce svalů v kinetickém řetězci. (Frank et al., 2013)

### 2.3.2 Centrace kloubu

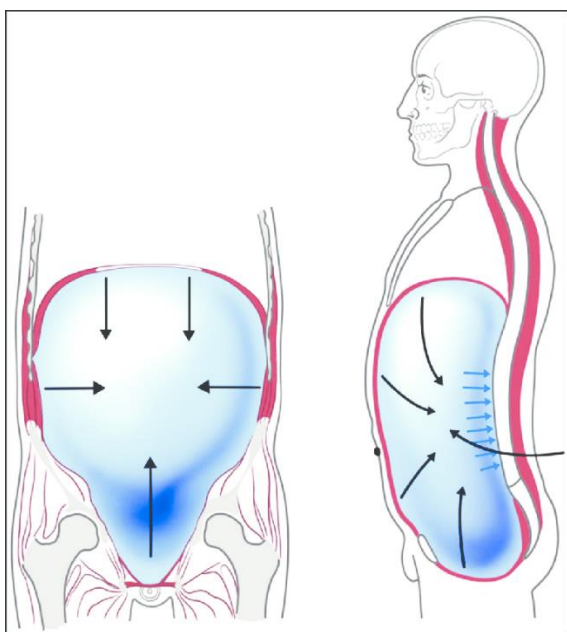
Funkční centrace kloubů (neutrální pozice kloubu) je dynamická neuromuskulární strategie, vedoucí k takové pozici kloubu (segmentu), která umožní jeho nejvíce efektivní biomechanické využití. Toto nastavení nám může pomáhat v prevenci zranění při fyzické aktivitě i ke zlepšení ekonomiky sportovního výkonu. Výchozí pozice tělesných segmentů nás informuje o kvalitě svalové souhry. *„Funkční centrace kloubu není definována úhlově, ale je specifická pro každou fázi pohybu. Každý pohyb může být prováděn „správně“, i s velkou zátěží nebo velkým rozsahem pohybu.“* (Rehabilitation Prague School, 2020)

ISSS poskytuje „punctum fixum“ (pevnou stabilní základnu), ze které mohou svaly generovat pohyb. Například m. psoas major funguje jako flexor kyčle s minimálním mechanickým dopadem na páteř, když ISSS funguje dostatečně. V případě nedostatečného ISSS však může tah m. psoas major zvýšit napětí na bederních segmentech. Tato neuromuskulární strategie není statická, ale je svou povahou dynamická, aby poskytla funkčně „neutrální nebo centrovaný“ kloub. Při centrovaném postavení segmentů je v kontaktu co možná největší povrch styčných ploch. Neutrální pozice proto nastává, když je kloubní povrch kongruentní a svaly, které kloub podporují, mají optimální mechanickou výhodu v celém rozsahu pohybu a jsou tak schopny produkovat různé síly podle požadované dovednosti. Centrovaná pozice je tedy založena na vyvážené koaktivitě svalstva v oblasti kloubu. Centrovaný kloub umožňuje optimální přenos zatížení svalových sil napříč kloubem a podél kinetického řetězce s minimálním mechanickým namáháním pasivních struktur, jako jsou vazy, pouzdra, chrupavky a kloubní povrchy. Neadekvátní proporcionalní aktivace stabilizačních svalů může způsobit vnitřní napětí v těle a může ohrozit držení těla a výsledný pohyb končetin, což zvýrazňuje účinek vzájemné regionální závislosti. Nedostatečná funkce Hssp může mít za následek větší aktivitu okolních svalů, což pravděpodobně povede k napětí nebo nadměrnému zatížení v důsledku kompenzačních pohybů. Pokud se tedy poruší centrace v jednom segmentu, povede to k decentraci v rámci celého kinematického řetězce, stejně jako k projevům svalové nerovnováhy. (Frank et al., 2013); (Rehabilitation Prague School, 2020)

### 2.3.3 Nitrobřišní tlak

Stabilita (neboli pevnost) páteře je závislá na dynamické koordinaci četných synergických a antagonistických svalů pro přesné řízení nadměrného pohybu kloubu a zároveň umožňuje generování potřebných točivých momentů pro požadovaný vícekloubový pohyb. Jedním z parametrů ovlivňujících mechaniku a pevnost páteře je intraabdominální tlak. Regulovaný nitrobřišní tlak je výsledkem vyvážené ko-aktivity bránice, pánevního dna a všech svalů trupu propojujících hrudník a pánev. IAT se zvyšuje během nádechu, kdy se bránice pohybuje dolů a stlačuje břišní dutinu. „Nitrobřišní tlak je hlavním stabilizátorem trupu a pánve. IAT je předpokladem „správného“ pohybu.“ (Rehabilitation Prague School, 2020); (Frank et al., 2013)

Obrázek 12 Regulace IAT bránicí, pánevním dnem a transversus abdominis



Zdroj: Frank et al., 2013

### 2.3.4 DNS přístup

Klíčovým předpokladem přístupu DNS je, že každé postavení kloubu závisí na stabilizaci svalové funkce a koordinaci lokálních i vzdálených svalů, aby bylo zajištěno neutrální nebo centrované postavení kloubů v kinetickém řetězci. Kvalita této koordinace je rozhodující pro funkci kloubu a ovlivňuje nejen lokální, ale i regionální a globální anatomické a biomechanické parametry v kinetickém řetězci. Ačkoli existují omezená objektivní měření neuromuskulárních poruch, přístup DNS je založen na porovnání stabilizačního vzorce sportovce se stabilizačním vývojovým vzorem zdravého dítěte se záměrem nasměrovat léčbu tak, aby se narušený stabilizační vzorec co nejvíce přiblížil těmto ideálním vzorcům, jak



definuje vývojová kineziologie. Přístup DNS se snaží aktivovat ISSS a obnovit ideální regulaci IAT s cílem optimalizovat efektivitu pohybu a předcházet přetěžování kloubů. DNS zdůrazňuje důležitost přesného svalového načasování a koordinace pro efektivní pohyb a také odolnost vůči tlakovému zatížení, ke kterému dochází ve statických nebo trvalých pozicích. DNS představuje sadu funkčních testů pro posouzení ISSS a pro pomoc při hledání „klíčového spojení“ dysfunkce v posturálně – lokomočním systému, jako je aktivace bránice, elevace paže na zádech, flexe a extenze hlavy a trupu, flexe kyčle, dřep, pozice medvěda a další funkční testy. (Frank et al., 2013); (Kobesová et al., 2020)

## 3 HSSP A SPORTOVNÍ VÝKON

### 3.1 Sportovní výkon

Optimální posturální funkce by měla být správně udržována během všech dynamických aktivit. Měla by tedy být součástí v průběhu jakýchkoliv cvičení. Důležité je, aby pohyb ve sportu vycházel z kvalitního posturálního založení. Trupová stabilizace je tedy předpokladem každého pohybu. Dobrá posturální podpora souvisí s maximem rozsahu pohybu, maximem síly a rychlosti a ochranou pasivních struktur. Sportovní výkon je výsledkem automatické integrace pohybových vzorů běžného života do dané sportovní disciplíny. Vyžaduje se vyšší úroveň pohybových schopností jako jsou rychlé přechody mezi rozdílnými pohybovými vzory, modifikované pohybové vzory v kombinaci s využitím speciálního sportovního vybavení (oštěp, golfová hůl, loď apod.). Stabilita trupu je tedy významná složka při maximalizaci efektivity sportovní funkce. Tato funkce je nejčastěji vytvářena kinetickým řetězcem, koordinovanou, sekvenční aktivací segmentů těla, která umístí distální segment do optimální polohy s optimální rychlostí s optimálním načasováním pro vytvoření požadovaného atletického úkolu. Pevný střed těla je důležitý pro zajištění lokální síly, rovnováhy a pro snížení poranění zad. Svalové skupiny v oblasti kyčle a pánve jsou základní podporou trupového svalstva. Kromě stabilizační role, pomáhají i v přenosu sil. Mohou generovat velké množství síly a zlepšit tak sportovní výkon. Oblast kyčle - trupu přispívá přibližně 50 % kinetické energie k celému vrhacímu pohybu. (Rehabilitation Prague School, 2020); (Kibler et al., 2006)

### 3.2 Riziko zranění

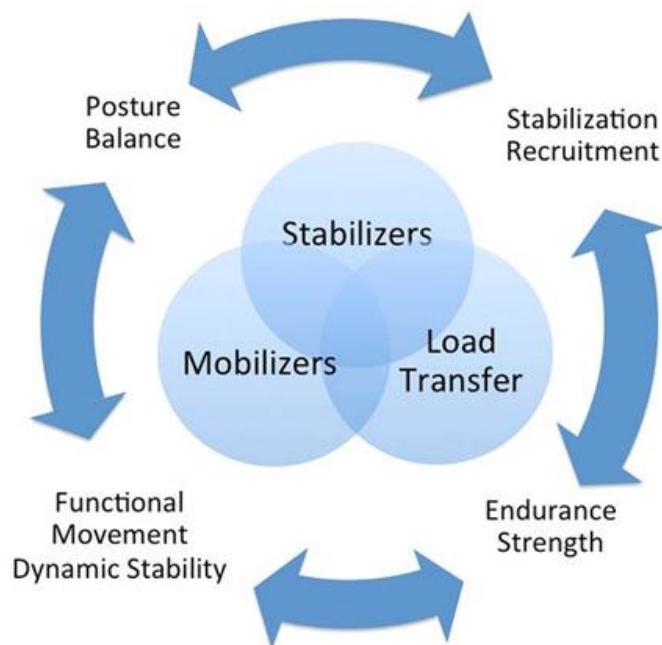
Cvičení na střed těla jsou prováděna podle teoretického rámce, že dysfunkce základního hlubokého svalstva souvisí se (muskuloskeletálním) zraněním. Proto cvičení, která obnovují a posilují stabilitu jádra, souvisejí s prevencí zranění a rehabilitací. Neexistuje mnoho důkazů, které by podporovaly vztah mezi špatnou stabilitou trupu a muskuloskeletálním poškozením. Existují ale podstatné důkazy prokazující změny v náboru hlubokého svalstva u pacientů s bolestí dolní části zad (LBP) ve srovnání se zdravými kontrolními jedinci. Transversus abdominus a multifidus – lokální stabilizační svaly, vykazují v náboru a morfologii změny, které omezují jejich schopnost účinně stabilizovat páteř a poskytovat přesné proprioceptivní informace. Hodges et al (1998) zkoumali vzorce náboru středového svalstva

během pohybů horních a dolních končetin u pacientů s LBP ve srovnání se zdravými kontrolními jedinci. Prvním rekrutovaným svalem byl transversus abdominus, následovaný svalem multifidus, obliques a rectus abdominus. Všechny svaly středu těla (lokální i globální) byly aktivovány před jakýmkoli pohybem končetiny, což naznačuje, že svaly Hssp poskytují proximální stabilitu pro distální mobilitu. U pacientů s LBP byl nábor transversus abdominus opožděn při pohybech horních a dolních končetin ve všech směrech (flexe, extenze, abdukce). Celkově tyto studie ilustrují změny v náboru svalů, což naznačuje, že nedostatky ve stabilizaci jádra a svalů na přenos zátěže mohou souviset s funkcí dolních končetin a zraněním. (Bliven et al., 2013)

Několik studií prokazuje svalovou slabost spojenou se stavem zranění. Nadler et al. (2002) testovali sportovce s LBP a zjistili, že deficit síly abduktorů kyčle předpovídá LBP. Leetun et al studovali rozdíly v testech stability jádra a síly dolních končetin mezi muži a ženami ve vztahu k atletickým zraněním během sezóny. Provedli předsezónní testy na vyšetření trupové stabilizace a izometrické silové testy na abdukci a vnější rotaci kyčle na 139 sportovcích, kteří byli sledováni kvůli zranění během jedné soutěžní sezóny. Muži měli celkově vyšší hodnoty síly středu těla a v oblasti kyčle než ženy, se signifikantními rozdíly v abdukci kyčle, vnější rotaci kyčle a testu bočního můstku. Sportovci, kteří utrpěli zranění během sezóny, měli obecně nižší hodnoty síly svalů v oblasti kyčle a trupových svalů, nicméně, pouze testy na sílu kyčle byly zjištěny jako výrazně odlišné. Došli k závěru, že síla vnější rotace kyčle byla nejsilnějším prediktorem zranění. Riziko zranění, kterému lze předejít správným tréninkem, může představovat slabost svalů kyčle, které slouží k přenosu zátěže, nikoli svalů lokálního a globálního stabilizátoru. Je zajímavé, že většina studií uvádí změny v náboru svalů (tj. načasování, amplituda a vytrvalost), nikoli snížení síly, což naznačuje, že dysfunkce středu těla může být spíše problémem neuromuskulární kontroly než problémem síly. Neúměrná míra úrazů dolních končetin mezi muži a ženami vedla k výzkumu, který měl identifikovat rizikové faktory. Neuromuskulární mechanismy bezkontaktních rizikových faktorů předního zkříženého vazy a preventivní programy začaly vysvětlovat souvislost mezi stabilitou středu těla a muskuloskeletálním poraněním dolních končetin. Předpoklad pro asociaci je založen na svalových úponech. Svaly kyčle neboli svaly přenášející zátěž mají úpony v oblasti beder a pánve. Oslabení těchto svalů může vyvolat změny polohy kyčlí a trupu. Změny v aktivitě svalů kyčle jsou spojeny se zvýšenou varozitou kyčle, a tím zvýšenou valgózní polohou kolene při dřepch nebo přistávacích manévrech, které zvyšují

zatížení předního zkříženého vazy. Slabost při zevní rotaci kyčle koreluje s výskytem poranění kolene. Narušená stabilita jádra vytváří nestabilní proximální základnu, čímž omezuje kontrolu a polohování dolní končetiny pro funkční pohyby a zátěž, a zvyšuje riziko zranění. Chyba v centrální neuromuskulární kontrole může být spojena se zvýšeným rizikem poranění kolene, zejména u sportovkyň. Trupová stabilizace je primární složkou funkčního pohybu, nezbytná v každodenním životě a atletických aktivitách. (Bliven et al., 2013); (Kibler et al., 2006)

Obrázek 13 Stabilita funkčního jádra



Tento obrázek ilustruje různé komponenty a role, které se vzájemně ovlivňují za účelem dosažení funkční stabilizace jádra.

Zdroj: Bliven et al., 2013

### 3.3 Posouzení stability jádra

Preventivní programy, které se zabývají stabilitou trupu, se zaměřují na posílení náboru lokálních a globálních stabilizátorů, globálních mobilizátorů a svalů zajišťující přenos zátěže, na obnovení svalové síly a vytrvalosti a znovuzískání správného držení těla a rovnováhy prostřednictvím regulace nervosvalového kontrolního systému pro celkové zlepšení funkce. Rozvoj preventivních programů musí nejprve identifikovat konkrétní rizikové faktory a nedostatky. Trupová stabilizace je komplexní interakce mezi místními, globálními svaly a svaly (v oblasti kyčle) přenášejícími zátěž, nervosvalovou kontrolou a specifickými

požadavky prováděného úkolu. Poměrně složitým úkolem je přesné posouzení právě funkce hlubokého stabilizačního systému. Hssp měří množství testů, z nichž mnohé jsou spolehlivé a platné. Tyto testy často měří jeden aspekt stability jádra, jako je nábor svalů, svalová síla a vytrvalost, posturální kontrola, rovnováha nebo pohybové vzorce. Obrovské množství testů, které hodnotí různé dimenze, již zdůrazňuje /í komplexní a vícerozměrnou roli jádra v kinetickém řetězci pro funkční pohyby. (Bliven et al., 2013)

### **3.4 Nábor svalů**

Snad nejjednodušším posouzením funkce centrálního svalu je určení, zda sportovec může vyvolat dobrovolnou kontrakci hlavních svalů, konkrétně např. příčného břišního svalu nebo musculi multifidi. Změněné vzorce náboru těchto svalů řadí se do základních složek Hssp byly nalezeny u pacientů s LBP nebo sníženou stabilitou trupu. Zpožděné reflexní reakce trupového svalstva mohou být ve skutečnosti již existujícím stavem, a ne výslednou adaptací po nástupu LBP. Předběžné důkazy naznačují, že neuromuskulární kontrola trupových svalů je reorganizována v motorické kůře u jedinců s LBP, a že selektivní nábor multifidi vede ve zvýšené hladině aktivace. Vědomá kontrakce příčného břišního svalu se hodnotí palpací hlubokých svalů mediálně a pod kyčelními trny, laterálně od příčného břišního svalu. Posouzení multifidu lze provést, ale kvůli hluboké uložení to může být obtížné klinicky ocenit. Tyto počáteční testy mohou identifikovat sportovce s abnormálním nábořem nebo funkcí svalů a naznačit potřebu dalšího, komplexnějšího hodnocení. (Bliven et al., 2013)

### **3.5 Svalová síla a vytrvalost**

Kromě volní kontrakce svalů středu těla, četné testy měří sílu a vytrvalost svalů trupu. Tři testy měřící Hssp, které lékaři ve světě široce používají, zahrnují pravý a levý boční most, test odolnosti flexorů a test odolnosti extenzorů trupu. Tyto testy nemusí přesně odrážet svalovou funkci během fyzické aktivity. Některé testy nejsou adekvátním prediktorem poranění dolní končetiny, což naznačuje nutnost testů, které jsou vedeny ve více fyziologických a funkčních polohách a jsou dynamičtější povahy. Funkčtější poloha, která kopíruje sportovní aktivitu, může být prospěšnější při posuzování stability trupu. Kibler et al (2006) doporučují vyhodnotit stabilitu jádra ve funkčních polohách testováním ve více rovinách pohybu, testováním uzavřeného versus otevřeného řetězce a koncentrických versus excentrických svalových kontrakcí (rovnováha ve stoji na jedné noze, dřep na jedné noze a stoj na jedné noze s

exkurzí ve 3 rovinách). Rovnováha ve stoji může být hodnocena pro odchylky, jako je Trendelenburgova pozice, pohyby paže k udržení rovnováhy nebo kontrola posturálního kolébání. Odchylky naznačují deficit stability proximálního jádra, včetně svalů přenášených zátěží na kyčle. Mezi nedostatky v trupové stabilizaci patří používání paží pro udržení rovnováhy, nadměrný pohyb trupu nebo nadměrný valgózní moment kolena během testu. Testy lze postoupit od postoje na obou končetinách k postoji na jedné noze. Tyto testy hodnotí stabilitu trupu během funkčních pozic a pohybů, chybí však dobrá spolehlivost založená na pozorovacích a hodnotících škálách. Další důležitou složkou je svalová vytrvalost. V některých případech může být důležitějším faktorem spíše než svalová síla. (Bliven et al., 2013)

### **3.6 Hodnocení funkčního pohybu**

Testování předchozích složek může odrážet izolované části trupové stabilizace, ale často neposkytne úplný obrázek o celkové stabilitě trupu sportovce při různých zátěžích, pozicích a úkolech. V poslední době se zlepšuje screening a celkové hodnocení pohybových vzorců, což přidává další pohled na izolovaná hodnocení svalové funkce, síly a vytrvalosti. Screening pohybových vzorců zkoumá složky stability a mobility a kvantifikuje funkční kapacitu. V těchto testech poskytuje trupová stabilizace stabilní základ pro přenos zatížení podél kinetického řetězce až do končetin. Trupová stabilizace je klíčovým faktorem základních pohybových vzorců. To bere v úvahu aspekty funkce, včetně neuromuskulární kontroly, propiocepce, stability kloubů, pohyblivosti, síly a rovnováhy. Bez ohledu na to, která hodnocení se používají k hodnocení stability středu těla, je zapotřebí vyvážený přístup právě ke svalové síle, vytrvalosti a senzomotorickému systému v různých pozicích. (Bliven et al., 2013)

### **3.7 Trénink core stability pro prevenci zranění**

Důkazy o preventivních programech, které účinně snižují míru zranění, jsou rozporuplné. Ideální složky programu prevence zranění nebylo možné identifikovat, ale zdá se, že ke snížení míry zranění jsou zapotřebí mnohostranné programy zahrnující sílu, vytrvalost, rovnováhu/držení těla a nervosvalovou kontrolu trupu a dolních končetin. Úspěšný může být progresivní program, který začíná neuromuskulární kontrolou lokálních stabilizátorů, přechází se ke stabilizačním cvičením na podporu kokontrakce lokálních a globálních stabilizátorů a poté pokračuje k dynamickým funkčním aktivitám. Testy na posouzení Hssp mohou určit, kde v tomto kontinuu by měl sportovec začít svůj trénink. (Bliven et al., 2013)

Je důležité, aby všechny stabilizátory byly proporcionálně aktivovány, aby byly zajištěny dobré pohybové vzorce pro funkční aktivity nebo provádění dovedností. Pokud je jeden článek (sval nebo část svalu) nedostatečný a/nebo slabý, může se nabrat další sval (svaly) v kinetickém řetězci, aby nahradil ztrátu stability nebo pohybu. Pokud se svalová nerovnováha nevyřeší pečlivou analýzou a rehabilitací, může to vést k přetrvávajícím a fixovaným suboptimálním motorickým programům v CNS, chronické bolesti a/nebo špatné výkonnosti. Proto by korektivní stabilizační strategie měly být vždy základním principem jakéhokoli tréninkového programu. (Frank et al., 2013)

Mnoho lékařů, kteří se primárně zaměřili na léčbu svalů a kloubů, stále více uznává důležitost „trénování mozku“ tím, že se zaměří na mechanismy řídicí motoriku na úrovni CNS. Autoři se domnívají, že většina běžně pozorovaných dysfunkcí může souviset spíše s CNS nebo „dysfunkcí motorického řízení“ než s lokální dysfunkcí kloubů nebo svalů. Vzhledem k tomu, že CNS je konečným „hnacím motorem“, je třeba věnovat pozornost svalovým koaktivačním vzorcům, které se vyskytují při pohybu, aby byla zajištěna stabilita kloubu. Například, pokud má člověk potíže s provedením dřepu, spíše než se zaměřením na místní „napnuté“ nebo „slabé“ svaly, může být nutné uznat, že tato nedostatečnost může být dysfunkčním vzorcem ISSS na úrovni mozku. V dalším příkladu, při rehabilitaci impingementu rotátorové manžety baseballového nadhazovače, by se člověk neměl soustředit pouze na pouhé protažení nebo mobilizaci těsného glenohumerálního pouzdra/kloubu a posílení svalů rotátorové manžety, ale možná si bude muset položit otázku „proč“ rotátorová manžeta je zasažena. Musí být provedena analýza pohybového vzoru (např. elevace paží nebo házení), aby se zjistilo, zda je ISSS adekvátní a/nebo zda je přítomen slabý článek“ kinetického řetězce. Takové slabé články mohou zahrnovat špatnou dynamickou stabilitu lopatky, zhoršenou pohyblivost dolních končetin, stabilitu a/nebo propiocepci a špatnou pohyblivost nebo stabilitu trupu. Se středem těla souvisejí i vzorce aktivace závislé na síle. Hodnocení vzorců aktivace svalů ve spojení s rychlým pohybem paží ukazuje, že prvními aktivovanými svaly jsou kontralaterální svaly m. gastrocnemius /soleus. Od nich vzorec aktivace postupuje trupem až k paži. To bylo dokázáno při studii zabývající se házením při baseballu, kdy při všech úrovních nadhozu existuje vzorec aktivace svalů, který začíná šikmo kontralaterálně a vede přes trup k paži. Tyto svalové vzorce vedou ke zvýšené úrovni aktivace svalů v končetinách, čímž se zlepšuje jejich schopnosti podírat končetinu nebo s ní hýbat. Podobně dochází k 23–24% zvýšení maximální aktivace rotátorové manžety, když je lopatka stabilizovaná. Fyziologická aktivace svalů má za následek několik biomechanických efektů, které umožňují

efektivní lokální a distální funkci. Předem naprogramované svalové aktivace mají za následek anticipační posturální úpravy, které umístí tělo tak, aby odolalo poruchám rovnováhy vytvářeným silami kopání, házení nebo běhu. (Frank et al., 2013); (Kibler et al., 2006)

Tělo funguje jako jeden celek spíše než v segmentech během jakéhokoli složitého pohybu, jako jsou ty, se kterými se setkáváme při sportovním tréninku a atletickém výkonu. Tyto komplexní pohyby vyžadují lokální i globální synergickou koordinaci různých svalových skupin nutnou pro vícekloubovou koordinaci pohybu. V případě, že dojde k ohrožení stability, mobility a/nebo rovnováhy těchto svalových skupin, je často nepříznivě ovlivněna schopnost účinně přenášet sílu přes trup do končetin. Stabilizace trupu se proto stala klíčovým principem každého tréninkového a kondičního programu. (Frank et al., 2013)

### **3.8 Neuromuskulární kontrola a nábor svalů**

V neutrální poloze páteře a pánve by měl začít trénink trupové stabilizace. Tato pozice je uprostřed mezi bederní flexí a extenzí, anteverzí a retroverzí pánve. Často je to nejbezpečnější pozice pro zahájení tréninku Hssp. Sportovci mohou najít neutrální polohu páteře pomocí manuálních reпозиčních cvičení: v neutrálním nastavení páteře se opakují přední a zadní náklony pánve a poté se vrátí do neutrální polohy. Postupem času sportovec získává proprioceptivní a kinestetické povědomí o neutrální poloze. Na základě funkční klasifikace hlubokého svalstva jsou lokální stabilizátory přijímány před většími globálními stabilizátory. Cvičení s dýcháním do břicha se běžně používají ke zlepšení neuromuskulární kontroly lokálních stabilizátorů. Selektivní náborová cvičení mohou pomoci reorganizovat vzorce motorické kontroly v centrálním kortexu, aby se zlepšily vzorce náboru svalů. Kromě dobrovolného náboru lokálních stabilizátorů mohou brániční dechová cvičení zlepšit stabilitu trupu. Bránice slouží jako horní hranice břišní dutiny. Stažení bránice zvyšuje nitrobřišní tlak a vytváří kokontrakce svalů pánevního dna (pubococcygeus, puborectalis a iliococcygeus) a příčného břišního svalu. (Bliven et al., 2013)



## 4 MOŽNOSTI FYZIOTERAPIE

### 4.1 Obecné principy nácvikových technik

„Při cíleném ovlivňování stabilizační funkce se využívají obecné principy vycházející z posturální ontogeneze (globální vzory - ipsilaterální a kontralaterální vzor lokomoce, centrace kloubu, opěrné funkce, odpor proti plánované hybnosti atd.)“ Cílem je identifikace chybných (patologických) pohybových vzorů a následný nácvik a trénink správných (fyziologických) pohybů. Pro začátek je důležité ovlivnění trupové stabilizace, resp. aktivace hlubokého stabilizačního systému páteře, která je základním předpokladem pro cílenou funkci končetin. Svaly je vhodné cvičit ve vývojových pozicích, v posturálně lokomočních řadách. Začlenění svalů do řetězců (centrálně biomechanických programů), umožní modulovat automatické zapojení svalů v jejich posturálních funkcích. Při cvičení ovlivňující segmentální stabilizaci je třeba brát v úvahu, že zpevnění daného segmentu není nikdy vázáno jen na svaly příslušného segmentu, ale vždy je začleněno v globální svalové souhře vycházející z opory. Důležitá je adekvátní posturální neboli zpevňovací síla, která musí vždy odpovídat síle svalů, které pohyb provádí. Ta nesmí být větší, než je síla stabilizačních svalů. Pokud tato situace nastane, pohyb vychází z kompenzačního řešení, provádějí jej náhradní silnější svaly. Volba cviků by měla vyplývat z cíle, kterého se chce dosáhnout. Jeden ze zásadních cílů je volní kontrola automatické posturální funkce svalů. Souhru stabilizačních svalů by se měl jedinec postupně snažit zařadit do běžných denních činností a aktivit. (Kolář et al., 2009 str.235); (Palaščáková, 2012, str. 45)

Dle Palaščákové (2012) se při ovlivňování stabilizační funkce osového aparátu jedná spíše o edukační proces. Aktivace Hssp se řídí tzv. motorickým edukačním modelem. Ten zahrnuje 3 stádia.

1. Vědomá aktivace lokálních stabilizátorů
2. Cvičení v uzavřených pohybových řetězcích
3. Cvičení v otevřených pohybových řetězcích

V první fázi se učí jedinci aktivovat základní svaly jádra bez substituční aktivity svalů globálního systému při volném dýchání a neutrálním postavení pánve. Začíná se v nižších posturálních pozicích a postupně se přechází do vyšších poloh. Při aktivitě lokálních hlubokých svalů je vhodné využít techniky zpětné vazby (palpace, stabilizer), aby došlo ke

kontrole správné aktivaci svalů. V této části se musí klást velký důraz na správné provedení cvičení. Ve druhé fázi se pracuje s cvičením trupu a končetin v uzavřených pohybových řetězcích. K zvyšování zátěže dochází pomalu. Cílem tohoto stádia je zajistit souhru lokálních stabilizátorů s ostatními svalovými skupinami. Svalové řetězce by měly být aktivovány tak, aby zajistily efektivní a bezpečný přenos zevních a vnitřních sil přes jednotlivé segmenty. Třetí fáze se věnuje integraci stabilizace do běžných aktivit. Soustředí se na souhru všech svalů při cvičení v otevřených pohybových řetězcích. Při stabilizaci musí být zajištěna segmentální stabilita. Nesmí docházet k hyperaktivitě globálních svalů. (Palaščíková, 2012, str. 46-47)

Vědomá aktivace hlubokého stabilizačního systému se může ovlivňovat pomocí metod a konceptu jako je Australská škola, propioceptivní neuromuskulární stabilizace, metoda R. Brunkow, Bobath koncept, senzomotorická stimulace dle Jandy a Vávrové a dalších. (Palaščíková, 2012, str. 47)

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 5 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

### 5.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem diplomové práce je analýza a komparace schopnosti aktivace hlubokého stabilizačního systému v různých polohách mezi atlety pracujícími v ipsilaterálním a kontralaterálním vzoru. Následně se bude posuzovat, zda pohybová aktivita v ipsilaterálním vzoru vede k asymetrii zapojení hlubokého stabilizačního systému.

### 5.2 Dílčí cíle

1. Rešerše dostupné literatury a dalších zdrojů dané problematiky zejména o konceptech a metodách zabývajících se středem těla.
2. Výběr vhodných testovacích poloh.
3. Výběr sledovaného souboru.
4. Vytvoření protokolu pro zápis naměřených hodnot.
5. Analýza výsledků, jejich komparace dle stanovených parametrů a vyvození závěrů.

## 6 VÝZKUMNÉ PROBLÉMY/OTÁZKY

Na základě cíle práce jsou stanoveny následující hypotézy:

**H1:** Je předpokládáno, že při testu nitrobřišního tlaku bude přítomna asymetrie proti palpaci u ipsilaterálního vzoru ve větším zastoupení, než u skupiny pracující ve vzoru kontralaterálním.

**H2:** Je předpokládáno, že u bráničního testu bude laterální rozvoj spodních žeber ve skupině ipsilaterální vzor v asymetrickém zapojení u více probandů než u vzoru kontralaterálního.

**H3:** Je předpokládáno, že u jedinců pracujících v kontralaterálním vzoru se neprojeví asymetrie v pozici nízkého medvěda.

**H4:** Je předpokládáno, že při testování funkce lopatky v pozici klik bude ve skupině ipsilaterální vzor přítomna asymetrie mezi dominantní a nedominantní horní končetinou u více probandů, než u vzoru kontralaterálního.

## 7 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Cílovou skupinou testovaných osob byli sportovci ženských a mužských extraligových či prvoligových atletických klubů. Vybráni byli členové ze starších kategorií. Věkové rozmezí probandů se pohybovalo od 18 do 24 let. Mezi kritéria pro výběr probandů se řadil tedy věk (18 let a starší). Dále musel být proband atlet specializující se na určitou atletickou disciplínu spadající buď do kategorie ipsilaterálního či kontralaterálního vzoru.

Celkově se výzkumu zúčastnilo 60 osob, rozdělených podle daných vzorů do skupin. Poměr mužů a žen byl 29:31. Z toho bylo 30 probandů pracujících v kontralaterálním vzoru a 30 v ipsilaterálním.

Atletické disciplíny, které se řadí do kontralaterálního vzoru jsou všechny běhy, jak dlouhé tratě, tak sprinty (i s překážkami). Dále všechny skokanské disciplíny tedy skok: do dálky, výšky, o tyči a trojskok. Mezi disciplíny řadící se do ipsilaterální skupiny patří všechny vrhy a hody, a to tedy hod oštěpem, diskem, kladivem a vrh koulí.

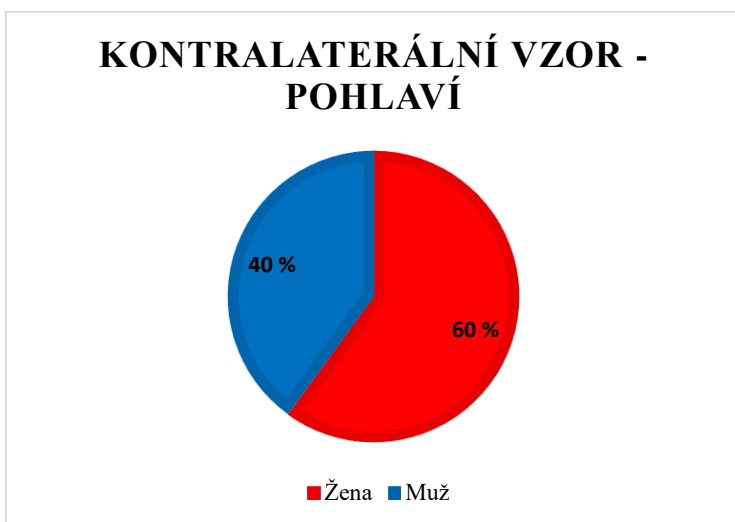
Za kontralaterální vzor bylo otestováno 12 mužů a 18 žen. Z toho reprezentovalo skupinu sprinterů 14 probandů, skupinu běžců na delší tratě 7 atletů, a skokanů bylo otestováno 9. Pravou horní končetinu má dominantních 29 probandů ze 30. Pouze jeden sportovec je levák.

*Tabulka 1 Zastoupení pohlaví u kontralaterálního vzoru*

Kontralaterální vzor	
Pohlaví	Počet
Žena	18
Muž	12

*Zdroj: Vlastní*

Graf 1 Zastoupení pohlaví u kontralaterálního vzoru



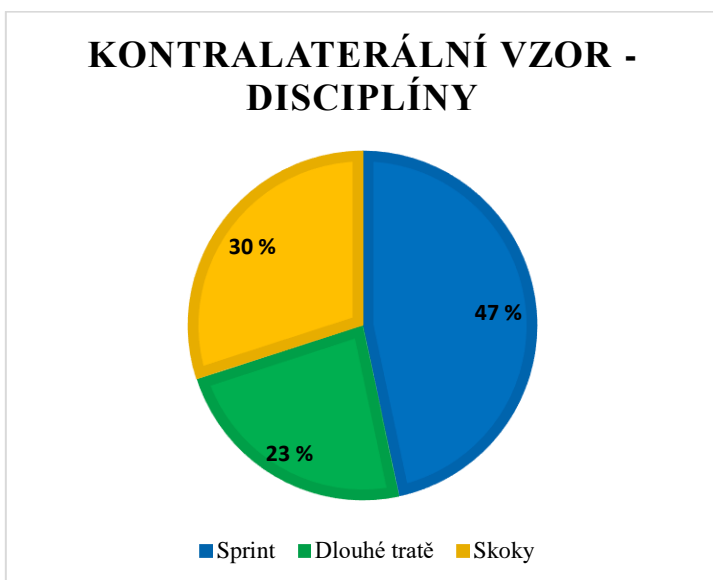
Zdroj: Vlastní

Tabulka 2 Zastoupení disciplín u kontralaterálního vzoru

Kontralaterální vzor	
Disciplína	Počet
Sprint	14
Dlouhé tratě	7
Skoky	9

Zdroj: Vlastní

Graf 2 Zastoupení disciplín u kontralaterálního vzoru



Zdroj: Vlastní

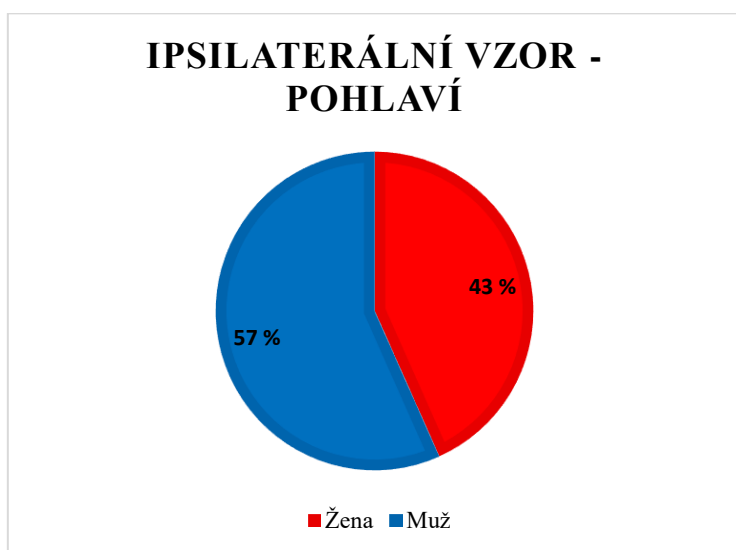
Ve skupině ipsilaterální vzor bylo celkově testováno 17 mužů a 13 žen. Oštěpaře reprezentovalo 8 lidí, koulařů 6, diskářů bylo otestováno 9 a kladivářů 7. Pravou horní končetinu jako dominantní označilo 28 lidí z 30. Jen dva vrhači jsou leváci.

*Tabulka 3 Zastoupení pohlaví u ipsilaterálního vzoru*

Ipsilaterální vzor	
Pohlaví	Počet
Žena	13
Muž	17

*Zdroj: Vlastní*

*Graf 3 Zastoupení pohlaví u ipsilaterálního vzoru*



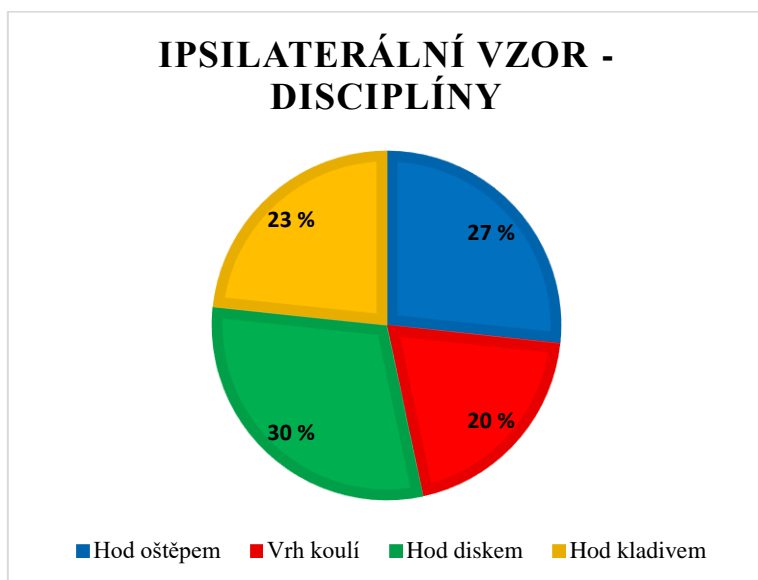
*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 4 Zastoupení disciplín u ipsilaterálního vzoru*

Ipsilaterální vzor	
Disciplína	Počet
Hod oštěpem	8
Vrh koulí	6
Hod diskem	9
Hod kladivem	7

*Zdroj: Vlastní*

Graf 4 Zastoupení disciplín u ipsilaterálního vzoru



Zdroj: Vlastní



## **8 METODIKA PRÁCE**

### **8.1 Příprava testování**

K testování byly vypracovány dva protokoly, do nichž se zaznamenávaly výsledky a anamnestické údaje viz příloha. První protokol byl zaměřen na testování jedinců pracujících v kontralaterálním vzoru, druhý pro atlety ve vzoru ipsilaterálním. Zaznamenávaly se anamnestické údaje jako pohlaví, věk, disciplína a lateralita. Pro kontralaterální vzor byl v nabídce disciplín běh na krátké tratě (sprint), běh na dlouhé tratě nebo obecně skokanské disciplíny. Naopak v ipsilaterálním vzoru byly v nabídce hody a vrhy, a to hod oštěpem, vrh koulí, hod diskem a hod kladivem. Poté už se v protokolu zaznamenávaly samotné výsledky z testování.

### **8.2 Průběh testování**

Testování zahrnovalo vyšetření na aktivaci trupové stabilizace. Byly použity funkční testy z konceptu Dynamické neuromuskulární stabilizace. Konkrétně se jednalo o dva testy vyšetřující nitrobřišní tlak a dva testy věnující se stabilizaci a nastavení lopatek v opoře o horní končetiny. Jako první bylo použito testování trupové stabilizace vsedě, a to test nitrobřišního tlaku, kde se tlak vyšetřuje v oblasti spina iliaca anterior superior. Jako druhý test byl zvolen brániční test, opět v sedě, kde se vyšetřuje rozvoj spodních žebber na laterální straně trupu. Další dva testy byly v pozici na čtyřech. Jako první se vyšetřovala pozice nízkého medvěda, kde se sledovala pozice lopatek v opoře o HK. V druhém testu se vyšetřoval náklon trupu dopředu, a to formou tricepsového kliku. Zde se také sledovala pozice lopatky v opoře o HK, ale již více v dynamice.

### **8.3 Zpracování výsledků**

Sebraná data byla zpracována. Následně byla vyhodnocena přítomnost indikátorů insuficience posturální stabilizace dle profesora Koláře. Tyto výsledky (tedy přítomnost či nepřítomnost indikátorů) byly porovnány se stanovenými hypotézami. Na základě stanovených hypotéz byly vysloveny závěry a doporučení pro sportovní a tělovýchovnou praxi. Souhlas probandů se spoluprací na této diplomové práci je uložen u autora práce.

## 8.4 Vybrané klinické testy DNS a jejich hodnocení

Hodnocení těchto testů vychází z množství patologických či kompenzačních projevů, které proband při testu předvede. U každého testu je známo správné, tedy fyziologické provedení testu, ale také patologické projevy, které se mohou zvýraznit, pokud proband neumí efektivně pracovat se středem těla. Každý test se hodnotí zvlášť. U každého testu se obecně posuzuje, zda atlet dokáže aktivovat trupovou stabilizaci ve vybraných pozicích. Sleduje se, zda aktivaci svede či ne, pokud ano, jestli ji svede symetricky na obou stranách stejně či v asymetrii. Dále může nastat situace, že sportovec sice umí trup v daném testu aktivovat, ale za přítomnosti různých kompenzačních mechanismů.

### 8.4.1 Test nitrobřišního tlaku (v sedě)

Výchozí pozice: Sed na židli. Neutrální nastavení pánve a hrudníku. Horní a dolní končetiny relaxované.

Slovní vedení, instrukce: Sedněte si a narovnejte záda. Volně dýchejte. Nádech, výdech, vytlačte mé prsty. Udržte tlak, zatímco dýcháte.

Testování: Tento test byl vyšetřován pomocí aspekce a palpace. Vyšetřující palpuje prsty oblast nad třísky, mediálně od spina iliaca anterior superior. Jedinec aktivuje nitrobřišní tlak proti prstům vyšetřujícího. Vyšetřující sleduje intenzitu a symetrii/ asymetrii vyvinutého tlaku, rovnoměrnou distribuci napětí břišní dutiny, současně hodnotí změnu tvaru hrudního koše a jeho pozici.

Správné provedení: Pupek zůstává na místě, nemigruje kraniálně a ani není vytlačován dopředu. Sledujeme symetrickou aktivitu tlaku v oblasti nad třísky. Hlava a hrudník zůstávají ve stejné pozici, lopatky zůstávají centrovány, rovná páteř.

Špatné provedení: Neschopnost aktivovat dolní porce břišních svalů, hyperaktivita horní porce přímého břišního a zevního šikmého svalu, asymetrický tlak břišní stěny, zvětšená hrudní kyfóza, zvýšení tlaku přes vtažení břišní stěny dovnitř, pupek se vytáhne směrem nahoru.

#### **8.4.2 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu**

Výchozí pozice: Sed na židli. Neutrální nastavení pánve a hrudníku. Horní a dolní končetiny relaxované.

Slovní vedení, instrukce: Sedněte si a narovnejte záda. Volně dýchejte. Nádech, výdech, vytlačte mé prsty.

Testování: Tento test byl vyšetřován pomocí aspekce a palpce. Vyšetřující palpce oblast spodních žeber. Prsty přiloží na laterální stranu břicha. Hodnotíme symetrii/ asymetrii v zapojení břišní stěny na obou stranách a sílu laterální expanze břišní stěny. Zároveň terapeut aspekčně hodnotí přidružené kompenzační mechanismy. Examinátor stojí za probandem a přikládá ruce z laterální strany trupu v oblasti spodních žeber.

Správné provedení: Hlava a hrudník zůstávají ve stejné pozici, lopatky zůstávají centrovány, rovná páteř, bez tlaku dlaní, stejné zatížení obou stehen, laterální expanze břišní stěny, symetrické zapojení břišní stěny na obou stranách.

Špatné provedení: Nedochozí k dostatečnému rozevírání dolní hrudní apertury, mezižeberní prostory zůstávají zavřené. Asymetrický tlak břišní stěny, laterální expanze břišní stěny skrze zvětšení hrudní kyfózy, zvýšení tlaku přes vtažení břišní stěny dovnitř. Chybí rozvíjení dolních žeber do stran, celý hrudník se při nádechu zvedá nahoru – využívá se extenze v Th/L páteři.

#### **8.4.3 Nízký medvěd - pozice lopatky v opoře o HK**

Výchozí pozice: Vzpore klečmo s oporou o přední část chodidla.

Slovní vedení, instrukce: Zvedněte kolena nad podložku.

Testování: Tento test byl vyšetřován pomocí aspekce. Vyšetřující sleduje nastavení lopatek, zda jsou centrovány / decentrovány. Sleduje, zda se nachází symetrie / asymetrie v timingu zapojení, tzn. zda jde jedna lopatka opožďeně.

Správné provedení: Ramena v neutrální pozici, lopatky centrovány v kaudální pozici, hlava v prodloužení páteře, napřímená páteř, hrudník v kaudální pozici + vzpřímený nad pažemi,

pánev v neutrální pozici + vzpřímená nad stehny, aktivní opora dlaní, dlaně široce rozevřené, aktivně odtlačují tělo od podložky, natažené prsty.

Špatné provedení: Lopatky kraniálně - odstávají od hrudníku, spodní úhel vytočený laterálně, hlava v protrakci, hypertonie povrchových svalů krku, konkavity v oblasti hlubokých svalů krčních, zvýrazněná hrudní kyfóza, vtažení břišní stěny, ztráta barelu/cylindru, flexe bederní části páteře, pánev v retroverzi, spodní část C páteře a horní úsek T páteře má lordotickou křivku, decentrace dlaní, zatížení vnější strany dlaně, flexe prstů.

#### **8.4.4 Náklon trupu variace: klik tricepsový**

Výchozí pozice: Vzpor klečmo, dlaně 10 cm před rameny, kolena na šířku dlaní (ramen).

Slovní vedení, instrukce: Ohněte lokty a pomalu neste trup směrem k podložce.

Testování: Tento test byl vyšetřován pomocí aspekce. Vyšetřující sleduje nastavení lopatek, zda jsou centrované / decentrované. Sleduje, zda se nachází symetrie / asymetrie v timingu zapojení, tzn. zda jde jedna lopatka opožděně.

Správné provedení: Hlava v prodloužení páteře, páteř napřímená a nesena v prostoru, hrudník v kaudálním postavení, centrované postavení lopatek, symetrické provedení.

Špatné provedení: Hlava v protrakci, ramena v protrakci, decentrace lopatek, asymetrie.

Zdroje testů: (Rehabilitation Prague School, 2020), (Kobesová, 2020)

## 9 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

### 9.1 Výsledky k hypotéze H1

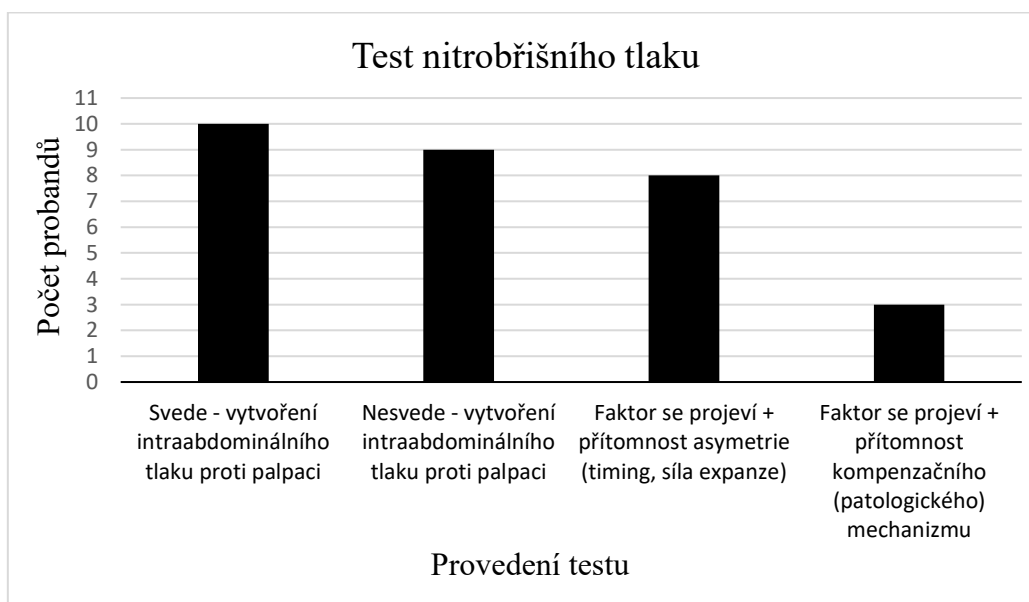
H1: Je předpokládáno, že při testu nitrobřišního tlaku bude přítomna asymetrie proti palpaci u ipsilaterálního vzoru ve větším zastoupení, než u skupiny pracující ve vzoru kontralaterálním.

Tabulka 5 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpance mediálně od SIAS, kontralaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci	10
Nesvede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci	9
<b>Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)</b>	<b>8</b>
Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu	3

Zdroj: Vlastní

Graf 5 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpance mediálně od SIAS, kontralaterální vzor



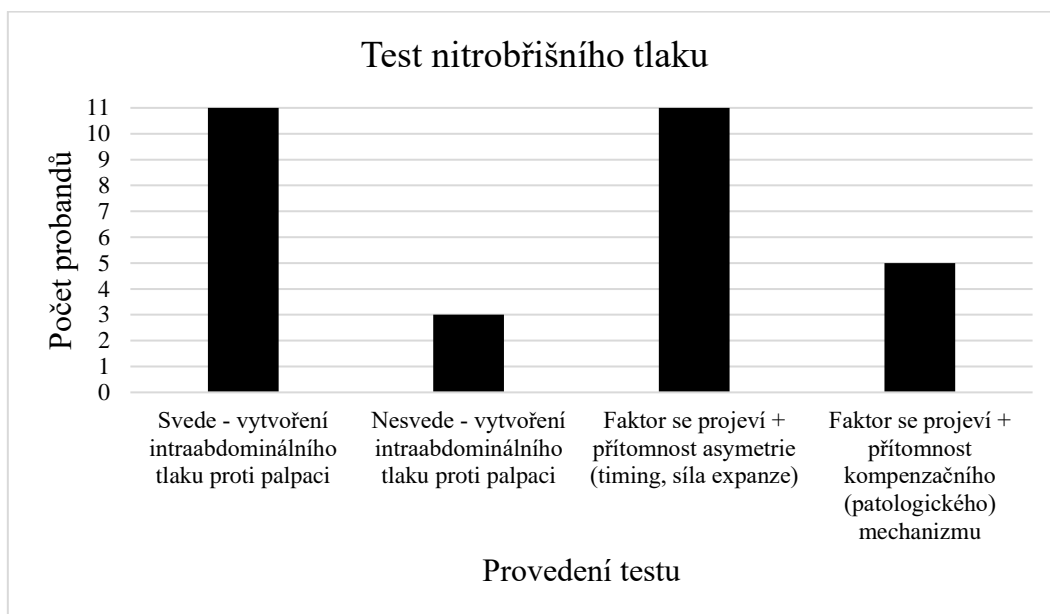
Zdroj: Vlastní

Tabulka 6 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpance mediálně od SIAS, ipsilaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci	11
Nesvede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci	3
<b>Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)</b>	<b>11</b>
Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu	5

Zdroj: Vlastní

Graf 6 Test nitrobřišního tlaku (v sedě), palpce mediálně od SIAS, ipsilaterální vzor



Zdroj: Vlastní

**Odpověď na H1:** U kontralaterální vzoru bylo 8 atletů, kteří měli asymetrický projev. V případě vzoru ipsilaterálního vyšla asymetrie u 11 probandů. Předpoklad, že ipsilaterální vzor bude mít více pozitivních jedinců s asymetrickým zapojením, se potvrdil. Hypotézu tedy nelze vyvrátit.

## 9.2 Výsledky k hypotéze H2

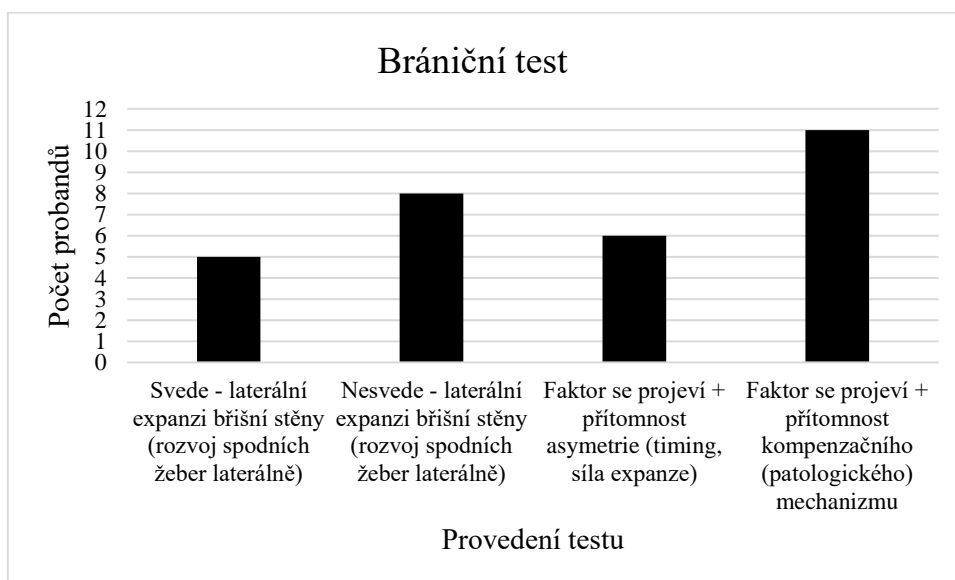
H2: Je předpokládáno, že u bráničního testu bude laterální rozvoj spodních žebber ve skupině ipsilaterální vzor v asymetrickém zapojení u více probandů než u vzoru kontralaterálního.

Tabulka 7 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, kontralaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žebber laterálně)	5
Nesvede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žebber laterálně)	8
<b>Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)</b>	<b>6</b>
Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu	11

Zdroj: Vlastní

Graf 7 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, kontralaterální vzor



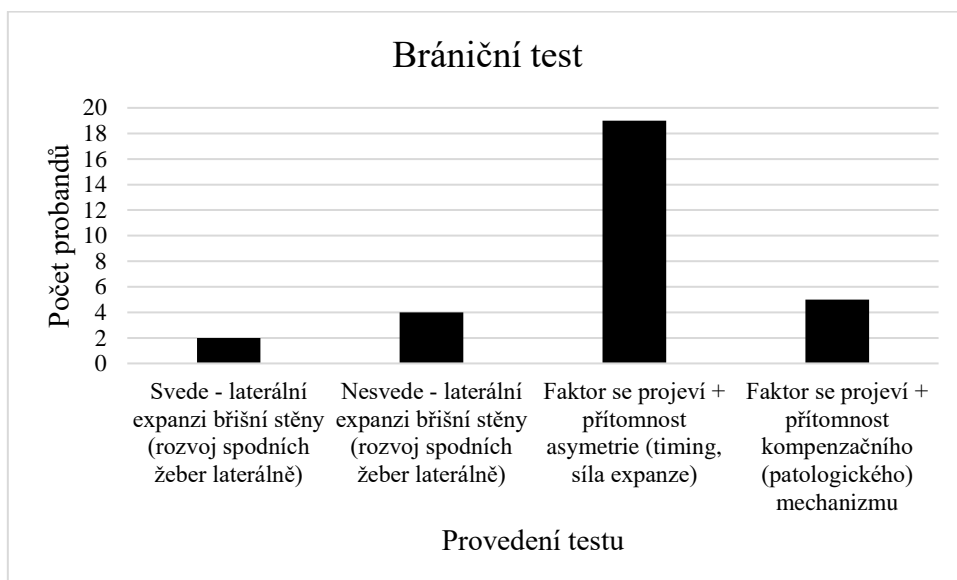
Zdroj: Vlastní

Tabulka 8 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, ipsilaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žebber laterálně)	2
Nesvede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žebber laterálně)	4
<b>Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)</b>	<b>19</b>
Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu	5

Zdroj: Vlastní

Graf 8 Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu, ipsilaterální vzor



Zdroj: Vlastní

**Odpověď na H2:** Při bráničním testu se projevila asymetrie v zapojení u kontralaterálního vzoru v 6 případech. U ipsilaterálního vzoru mělo 19 atletů ze 30 asymetrický projev. Předpoklad, že v tomto testu bude laterální rozvoj spodních žebber ve skupině ipsilaterální vzor v asymetrickém zapojení u více probandů než u vzoru kontralaterálního, se potvrdil. Hypotézu tedy nelze vyvrátit.



### 9.3 Výsledky k hypotéze H3

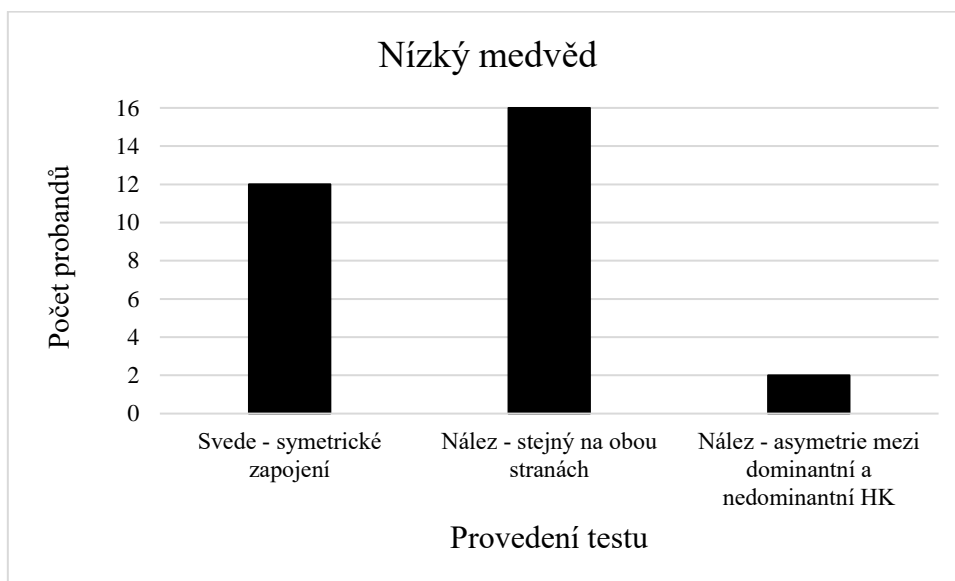
H3: Je předpokládáno, že u jedinců pracujících v kontralaterálním vzoru se neprojeví asymetrie v pozici nízkého medvěda.

Tabulka 9 Test Nízký medvěd, kontralaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - symetrické zapojení	12
Nález - stejný na obou stranách	16
<b>Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK</b>	<b>2</b>

Zdroj: Vlastní

Graf 9 Test Nízký medvěd, kontralaterální vzor



Zdroj: Vlastní

**Odpověď na H3:** Při testování v pozici nízkého medvěda se asymetrické zapojení v oblasti lopatek objevilo u 2 probandů v kontralaterálním vzoru. Pro porovnání ve skupině ipsilaterální byl tento projev vidět u 3 jedinců. Předpoklad, že u jedinců pracujících v kontralaterálním vzoru se neprojeví asymetrie v pozici nízkého medvěda, není pravdivý. Hypotézu tedy lze vyvrátit.

## 9.4 Výsledky k hypotéze H4

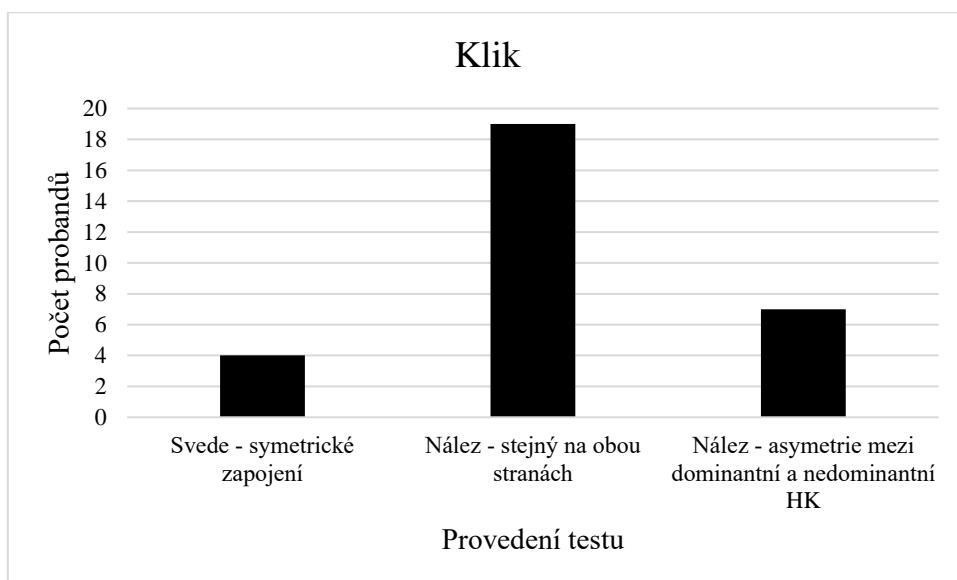
H4: Je předpokládáno, že při testování funkce lopatky v pozici klik bude ve skupině ipsilaterální vzor přítomna asymetrie mezi dominantní a nedominantní horní končetinou u více probandů, než u vzoru kontralaterálního.

Tabulka 10 Test Klik, kontralaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - symetrické zapojení	4
Nález - stejný na obou stranách	19
<b>Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK</b>	<b>7</b>

Zdroj: Vlastní

Graf 10 Test Klik, kontralaterální vzor



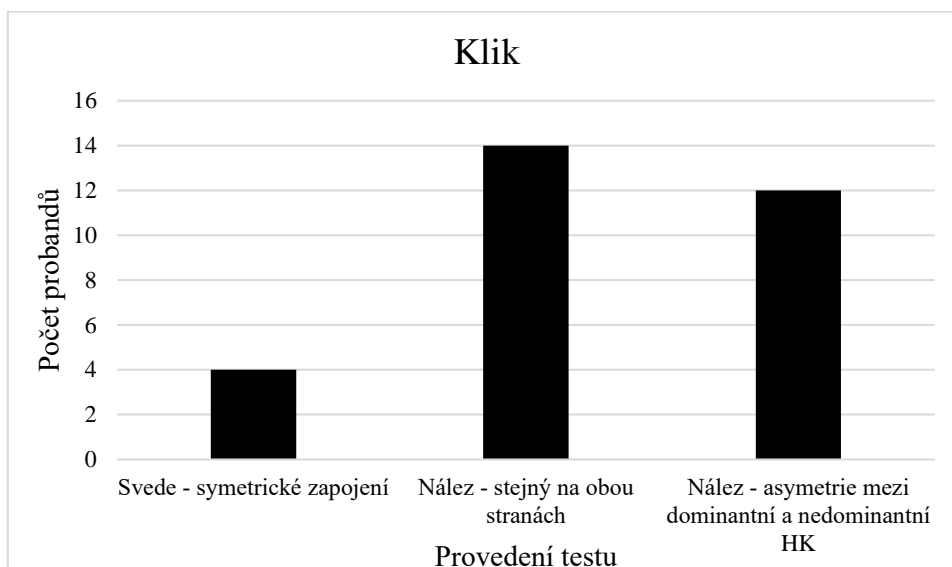
Zdroj: Vlastní

Tabulka 11 Test Klik, ipsilaterální vzor

Provedení testu	Počet probandů
Svede - symetrické zapojení	4
Nález - stejný na obou stranách	14
<b>Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK</b>	<b>12</b>

Zdroj: Vlastní

Graf 11 Test Klik, ipsilaterální vzor



Zdroj: Vlastní

**Odpověď na H4:** U testování v pozici tricepsového kliko se asymetrie v případě kontralaterálních sportovců projevila v 7 případech. Ve skupině ipsilaterální byl tento jev vidět ve 12 případech. Sportovci v ipsilaterálním vzoru měli větší zastoupení, proto tedy předpoklad, že při testování funkce lopatky v pozici klik bude ve skupině ipsilaterální vzor přítomna asymetrie mezi dominantní a nedominantní horní končetinou u více probandů než u vzoru kontralaterálního, se potvrdil. Hypotézu 4 tedy nelze vyvrátit.

## 9.5 Celkové zhodnocení aktivace trupové stabilizace u atletů

### 9.5.1 Test nitrobřišního tlaku

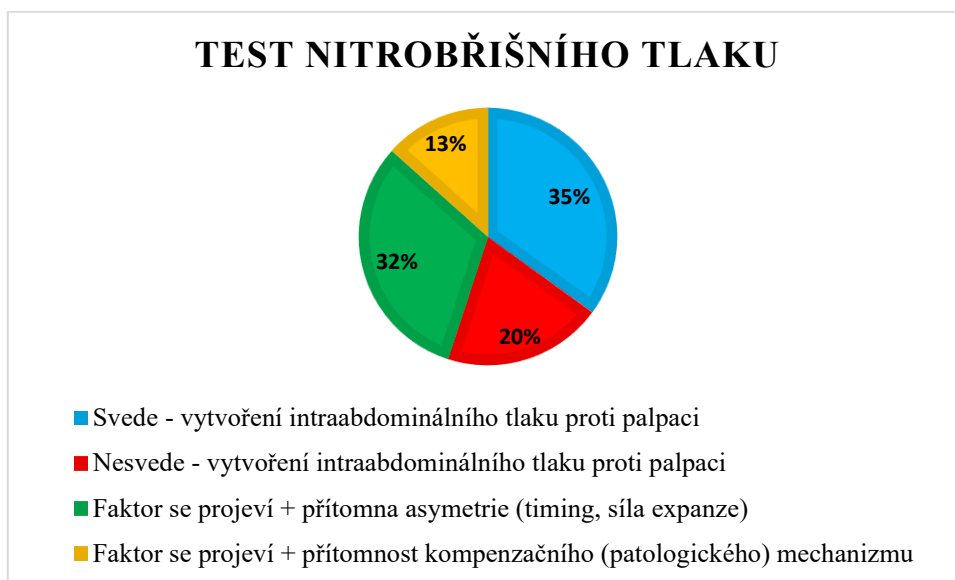
Ze 60 probandů zastupujících kontralaterální vzor zvládlo správnou aktivaci nitrobřišního tlaku, tedy symetrické vytlačení prstů proti palpaci vyšetřujícího, 21 sportovců. 12 atletů aktivaci nezvládlo vůbec. To znamená, že jedinci nebyli schopni lokalizovat dech do oblasti nad tříselnými vazy. U těchto atletů byla tedy odhalena insuficience hlubokého stabilizačního systému. Zbytek probandů do jisté míry aktivaci nitrobřišního tlaku zvládl, ale ve špatném provedení. To znamená, že 19 atletů mělo přítomnou asymetrii, ve smyslu timingu nebo v síle expanze. U zbylých 8 atletů se požadovaný faktor projevil, ale za přítomnosti kompenzačních prvků, jako je kyfotizace v hrudníku nebo kraniální posun pupku.

Tabulka 12 Test nitrobřišního tlaku, celková suma

Provedení testu	Počet probandů
Svede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci	21
Nesvede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci	12
Faktor se projeví + přítomna asymetrie (timing, síla expanze)	19
Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu	8

Zdroj: Vlastní

Graf 12 Test nitrobřišního tlaku, celková suma



Zdroj: Vlastní

### 9.5.2 Brániční test

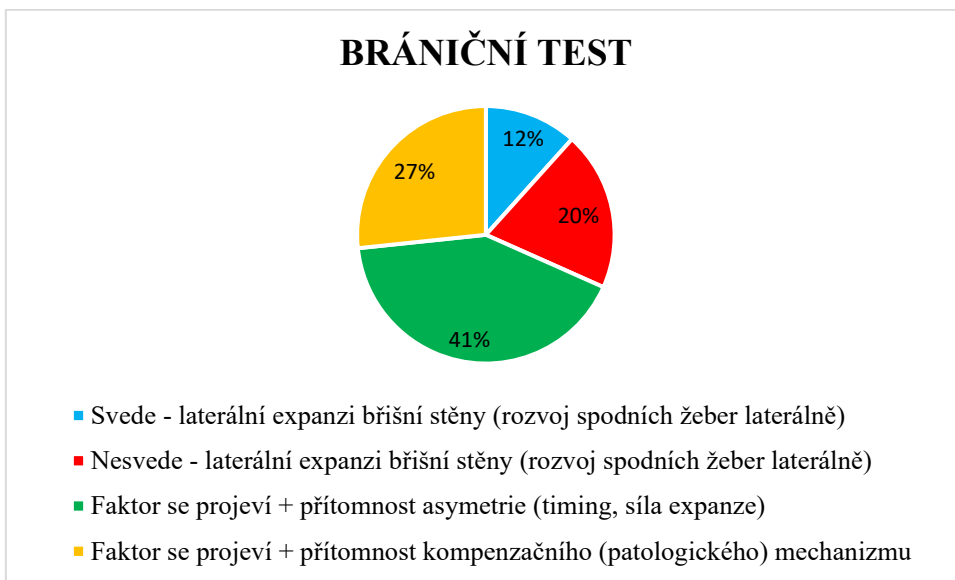
V tomto testu se neschopnost aktivovat hluboký stabilizační systém projevila více než v testu předešlém. Zde měli probandi rozvinout spodní žebra laterálním směrem proti palpaci vyšetřujícího. Správný, fyziologický rozvoj zvládlo 7 ze 60 testovaných. Naopak 12 atletů nezvládlo ani minimální rozvoj žeber. 41 % atletů, tedy 25 probandů, sice bylo schopno proti palpaci tlak vyvinout, ale vše špatným zapojení. Nacházela se zde asymetrie. U zbylých 16 jedinců se nacházel alespoň jeden patologický projev.

Tabulka 13 Brániční test, celková suma

Provedení testu	Počet probandů
Svede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žeber laterálně)	7
Nesvede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žeber laterálně)	12
Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)	25
Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu	16

Zdroj: Vlastní

Graf 13 Brániční test, celková suma



Zdroj: Vlastní

### 9.5.3 Test nízký medvěd

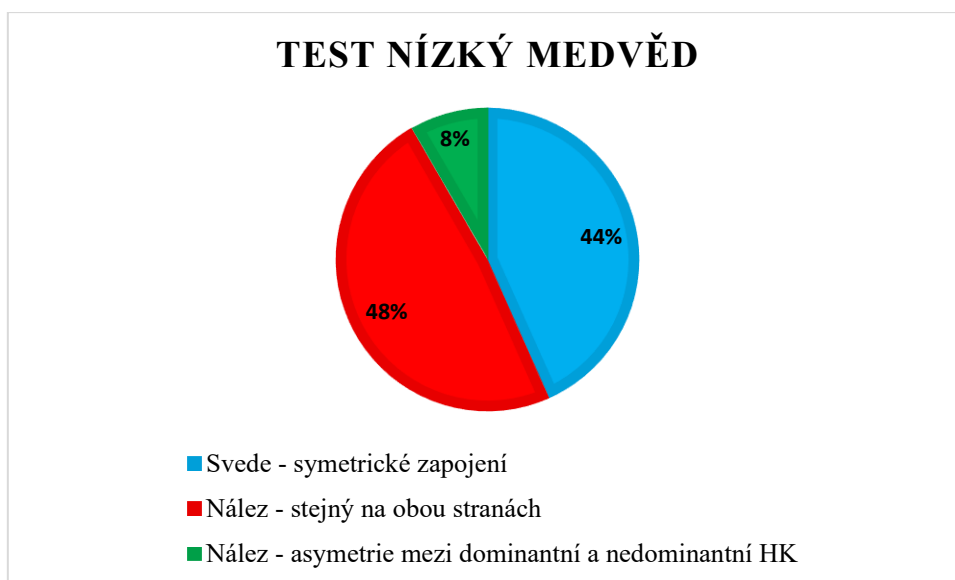
V tomto testu se hodnotilo symetrické zapojení lopatek v opoře o horní končetiny. Z celkového počtu 60 testovaných zvládlo lopatky fyziologicky zapojit 26 atletů. U dalších 29 jedinců byl objeven patologický nález, ale souměrný na obou horních končetinách. V 5 případech se projevila asymetrie.

Tabulka 14 Test nízký medvěd, celková suma

Provedení testu	Počet probandů
Svede - symetrické zapojení	26
Nález - stejný na obou stranách	29
Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK	5

Zdroj: Vlastní

Graf 14 Test nízký medvěd, celková suma



Zdroj: Vlastní

#### 9.5.4 Test klik

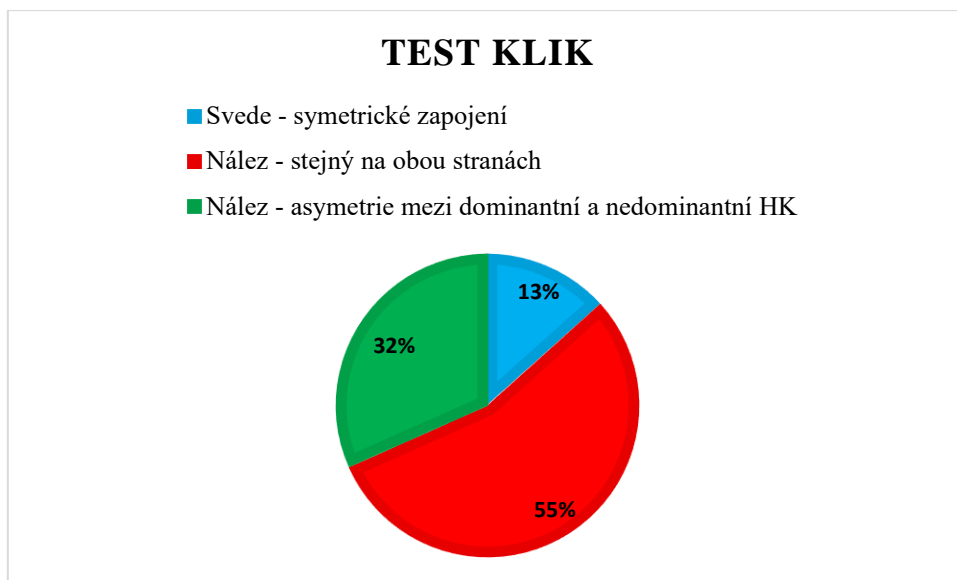
Test náklonu v podobě vývojového tricepsového kliku je poměrně náročný, a proto se zde projevilo více odchylek. Správné symetrické zapojení zvládlo 8 jedinců. 55 % probandů mělo nález na obou stranách. To znamená, že 33 testovaných neudrželo zastabilizované lopatky při náklonu vpřed. U 19 atletů se projevil jednostranný, asymetrický nález.

Tabulka 15 Test klik, celková suma

Provedení testu	Počet probandů
Svede - symetrické zapojení	8
Nález - stejný na obou stranách	33
Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK	19

Zdroj: Vlastní

Graf 15 Test klik, celková suma



Zdroj: Vlastní

## DISKUZE

Sledování proběhlo na počtu 60 osob. Probandi byli rozděleni do 2 skupin dle daného vzoru. Každou skupinu reprezentuje stejný počet (30 atletů) z důvodu porovnání. Tento počet testovaných byl vybrán jako dostačující vzorek k tomu, aby vyšetřená data měly vypovídající hodnotu.

Hluboký stabilizační systém je problematika zahrnující několik faktorů. Nelze ho posuzovat jen izolovaně, ale mělo by se na něj dívat komplexně. Nikdy nepracuje sám, ale naopak v souladu se zbytkem těla. Není tedy jednoduché určit, zda daný jedinec umí s trupovými svaly pracovat či ne. Jsou případy, kdy sportovci dokáží velmi dobře aktivovat střed těla ve statických pozicích, či ve více dynamických pozicích jako jsou přechody mezi danými vývojovými řadami, ale nedokáží trupovou stabilizaci aplikovat, udržet v dynamice, konkrétně v jejich disciplíně. Integrace trupové stabilizace do sportu a běžných denních aktivit je vrcholem a zároveň nejtěžším úkolem při učebním procesu. Cílem této práce bylo zjistit, jak na tom sportovci jsou, konkrétně atleti, co se týče aktivace hlubokého systému. Aktivace těchto hlubokých vrstev souvisí i s kvalitou vnímání těla jako takového. Testovaní atleti dostali představu o tom, v jakém stavu se nacházejí a jak dokáží se středem těla pracovat, popřípadě čemu by se měli nadále věnovat.

Poslední roky je jak v trenérské, tak fyzioterapeutické praxi hluboký stabilizační systém či „core“ často řešeným tématem. Ne vždy je ale princip Hssp správně chápán. Někteří jedinci berou tradiční posilování břicha za posilování core neboli jádra těla. Možný problém vidím i v tom, zda jsou pojmy core a hluboký stabilizační systém chápány správně. Jestli jejich definice je totožná, nebo zda se liší.

Pojem „síla jádra“ nebo „stabilita jádra“ má v literatuře mnoho definic, včetně schopnosti udržovat správnou polohu trupu nad pánví, aby bylo možné účinně vytvářet, kontrolovat a přenášet sílu během jakékoli sportovní aktivity. (Taylor, 2020). Rozdíl může být i v pochopení, zda se jedná opravdu jen o základní složky jádra, či se řeší i globální zapojení a propojenost trupu se zbytkem těla. Některé studie či názory jsou rozporuplné. Stále se může jednat o otevřené, kontroverzní téma, zda zpevňování středu těla má opravdu vliv v prevenci zranění či zlepšení celkového stavu. Bylo ale zdokumentováno, že absence preventivních silových cvičení snižuje efektivitu celkových kondičních programů a může způsobit svalové dysbalance. Studie provedená na elitních hráčích ledního hokeje dospěla k závěru, že tréninková intervence zaměřená na svaly Hssp může odstranit bolest v pánevní oblasti a ovlivnit držení těla. Použitím stabilizačně orientovaných cviků lze předejít zranění a přetížení u elitních sportovců, pro které je typické asymetrické zatížení způsobené laterální preferencí. (Pešán, 2015) Na druhou stranu tradiční



cviky, jako jsou sedy-lehy a kliky, nestimulují Hssp u elitních sportovců a nezabraňují svalovým dysbalancím, pokud nejsou prováděny v kombinaci se stimulací hlubokých trupových svalů. (Jebavy, 2020) Jednoznačné důkazy prokazující souvislost mezi nestabilním trupem a zraněním jsou nedostatečné. Nicméně, mnohostranné programy prevence, včetně stabilizačních cvičení na střed těla se zdají být při zranění končetin efektivní. (Bliven, 2013) Na druhou stranu existují studie, které vyvrací přínos v léčbě pacientů LBP po zařazení specifických cvičení pro stabilizaci páteře. (Cairns, 2006)

Za mě je důležité, aby sportovci či běžná populace uměli se svým tělem pracovat vědomě. Je velmi těžké precizně dodržet všechna přesná nastavení dle literatury jako je správný nábor svalů, timing a dokonalá symetrie v zapojení. I přesto, že se na sportovci nachází patologie, nemusí to hned znamenat velký problém. Pokud umí dostatečně daný stav kompenzovat a jeho pohyb je pod kontrolou, tak v kombinaci se správným tréninkem lze za mě tento stav (ve výjimečných případech) ponechat a nepředělávat kompletně veškeré segmentální nastavení či měnit stereotypy pohybu. Není to založené jen na dýchání do břicha či držení pánve a hrudníku v jedné linii nebo přesné centraci kloubu. Spousta zranění vzniká naopak v decentrované pozici, a proto i tyto fáze by měly být vytrénované. Sportovec by se ale samozřejmě měl přiblížit ideálnímu nastavení. Důležitou roli hraje postura, která je předpokladem pohybu. Informuje nás o plánovaném pohybu a jeho kvalitě. Z toho vyplývá, že vadné držení těla znamená špatný pohyb. Trénink trupové stabilizace a následná integrace do dynamiky je dlouhodobá záležitost a je důležité na nácvik Hssp brát zřetel i během tréninku technických disciplín či běhu.

Testy dle konceptu DNS jsem zvolila z důvodu vhodných testovacích pozic. V praxi tuhle metodu využívám poměrně hodně a přijde mi vhodná jak pro testování, tak do následného zařazení do rehabilitace či tréninku. Neboť byl tento koncept zvolen pro praktickou část, věnovala jsem mu nejvíce prostoru i v teoretické části. Atlety jsem zvolila, protože se sama atletice věnuji, a hlavně jako fyzioterapeut s atlety spolupracuji. Věkové rozmezí probandů se pohybovalo od 18 do 24 let. Jedná se tedy o sportovce z atletických věkových kategorií juniorky/ junioři a ženy/ muži. Dospělí jedinci byli zvoleni z toho důvodu, že se specializují již nějakou dobu na jednu, popřípadě více disciplín. U mladších atletů je to více o všeobecném tréninku. U starších jedinců se tedy spíše můžou objevit odchylky, protože se již nějaký čas pohybují ve vzorech typických pro jejich disciplínu.

Složitě bylo vyhodnotit, který funkční test bude právě pro atlety vhodný zvolit. Atletika zahrnuje spoustu disciplín, každou jinak zaměřenou. Nejedná se tedy o sport, kde všichni vykonávají obdobné stereotypní pohyby. Atletické přípravy obsahují tréninky rychlosti, vytrvalosti,

síly, dynamiky, koordinace, flexibility apod. Každá disciplína má však jiné procento zastoupení těchto složek v tréninku. Není tedy jednoduché vybrat test, který by bylo možno aplikovat na všechna zaměření. Základním testem pro testování trupové stabilizace je aktivace nitrobrišního tlaku. Proto byl nitrobrišní tlak zvolen a hodnocen ve dvou variantách. Vrháči mají jednostrannou zátěž, kde jejich dominantní horní končetina pracuje mnohem častěji než končetina druhá. Proto je i předpoklad, že jeden svalový řetězec bude silnější a bude převládat nad druhou stranou. Neboť se hledala asymetrie v zapojení, byly vybrány pozice, kde jsou horní končetiny v opoře a může se sledovat zapojení lopatek.

Čerpáno bylo jak z českých, tak ze zahraničních zdrojů. Tím, že v České republice vznikly koncepty (DNS, ACT atd.), které se problematikou trupové stabilizace zabývají, je zde poměrně dost kvalitních zdrojů. DNS je celosvětová uznávaná metoda, a proto i hodně článků je psáno ve spolupráci se zahraničními odborníky. Hluboký stabilizační systém byl již řešen i v několika bakalářských a diplomových pracích. Konkrétní studie věnující se problematice probírané v praktické části, tedy rozdíl mezi sportovci pracující v kontralaterálním versus ipsilaterálním vzorem jsem nedohledala.

Celkově lze shrnout, že hluboký stabilizační systém páteře u atletů není vždy správně aktivován. V několika případech byla dokonce vidět velká nedostatečnost. Při testování bylo velmi dobře poznat, kteří atleti již někdy pracovali s trupovou stabilizací, a kteří ne. Někteří trenéři jsou již v této problematice edukováni, a apelují na to, aby se jejich svěřenci věnovali tréninku hlubokých svalů. U jedinců docházejících na pravidelné návštěvy k fyzioterapeutům je znát, že dokáží vnímat své tělo, dokáží aktivovat střed těla i bez předešlých instrukcí o správném provedení daného cviku.

## 9.6 Diskuze k hypotézám

*H1: Je předpokládáno, že při testu nitrobrišního tlaku bude přítomna asymetrie proti palpaci u ipsilaterálního vzoru ve větším zastoupení, než u skupiny pracující ve vzoru kontralaterálním.*

Tím, že jedinci pracující v ipsilaterálním vzoru jsou více zatěžováni na jedné straně, bylo předpokládáno, že se tato dysbalance projeví i v zapojení, konkrétně při aktivaci nitrobrišního tlaku. U skupiny kontralaterální vzor byla asymetrie zjištěna u 8 atletů ze 30. U ipsilaterálního vzoru se projevila u 11 jedinců. U běžců a skokanů se asymetrie objevila v 5 případech z 8 na straně dominantní končetiny. U ipsilaterální skupiny byla asymetrie více na nedominantní straně. Může být řečeno, že pohybová aktivita v ipsilaterálním vzoru vede k asymetrii zapojení hlubokého stabilizačního systému.

*Tabulka 16 Test nitrobřišní tlak, asymetrie u kontralaterálního vzoru*

<b>Nitrobřišní tlak - kontralaterální</b>	
Dominantní	Nedominantní
5	3

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 17 Test nitrobřišní tlak, asymetrie u ipsilaterálního vzoru*

<b>Nitrobřišní tlak - ipsilaterální</b>	
Dominantní	Nedominantní
5	6

*Zdroj: Vlastní*

*H2: Je předpokládáno, že u bráničního testu bude laterální rozvoj spodních žeber ve skupině ipsilaterální vzor v asymetrickém zapojení u více probandů než u vzoru kontralaterálního.*

V tomto testu se často objeví patologický nález. Buď ve smyslu kompenzačního mechanismu nebo ve formě asymetrie. Tou je myšlena síla vytlačení prstů nebo dřívější zapojení jedné strany. U kontralaterální skupiny se asymetrie objevila v 6 případech. V ipsilaterální skupině to bylo dokonce u 19 atletů ze 30. Ve 14 případech z těchto 19 pozitivních jedinců s asymetrickým nálezem bylo na straně dominantní končetiny. Při tomto testu se projevilo výrazně, že pohybová aktivita v ipsilaterálním vzoru vede k asymetrii zapojení hlubokého stabilizačního systému.

*Tabulka 18 Brániční test, asymetrie u kontralaterálního vzoru*

<b>Brániční test - kontralaterální</b>	
Dominantní	Nedominantní
5	1

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 19 Brániční test, asymetrie u ipsilaterálního vzoru*

<b>Brániční test - ipsilaterální</b>	
Dominantní	Nedominantní
14	5

*Zdroj: Vlastní*

*H3: Je předpokládáno, že u jedinců pracujících v kontralaterálním vzoru se neprojeví asymetrie v pozici nízkého medvěda.*

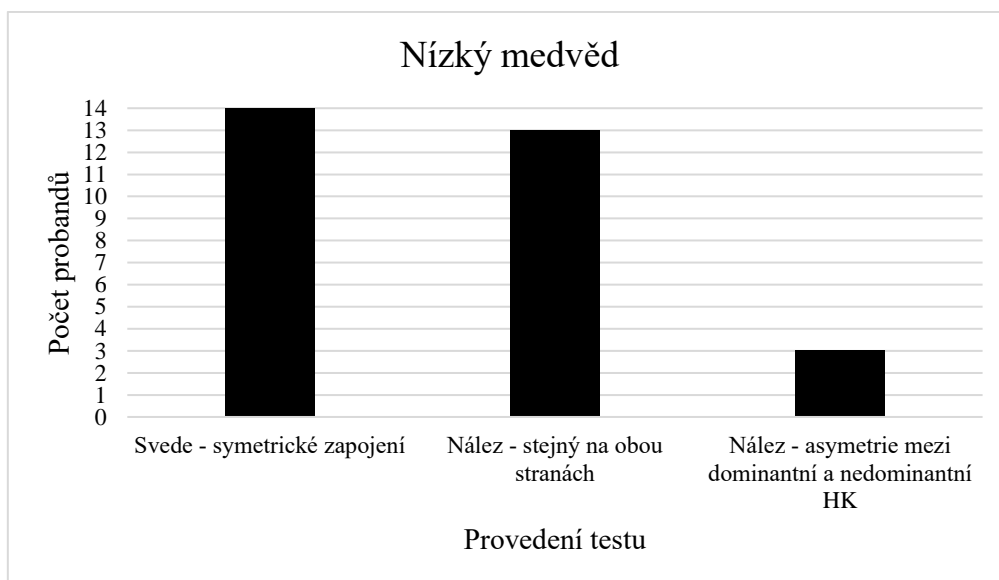
V této pozici se sledovala aktivita lopatek. Dá se zde hodnotit více faktorů. V tomto testu se ale sledovala hlavně práce lopatek, která úzce souvisí s udržením „barelu“. Pokud jedince „zkolabuje“ ve středu těla, bude ovlivněna i stabilizace lopatek. Cílem je udržet lopatky stále zastabilizované, bez kraniálního či mediálního posunu. V tomto testu byla u kontralaterálního vzoru asymetrie potvrzena ve 2 případech. Pro porovnání s kontralaterálním vzorem jsou zde znázorněny výsledky z testování vrhačů v pozici nízkého medvěda. V tomto případě je nález asymetrie téměř totožný v obou skupinách.

*Tabulka 20 Test Nízký medvěd, ipsilaterální vzor*

Provedení testu	Počet probandů
Svede - symetrické zapojení	14
Nález - stejný na obou stranách	13
<b>Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK</b>	<b>3</b>

*Zdroj: Vlastní*

*Graf 16 Test Nízký medvěd, ipsilaterální vzor*



*Zdroj: Vlastní*

*H4: Je předpokládáno, že při testování funkce lopatky v pozici klik bude ve skupině ipsilaterální vzor přítomna asymetrie mezi dominantní a nedominantní horní končetinou u více probandů, než u vzoru kontralaterálního.*

V tomto testu se opět sledovalo symetrické či asymetrické zapojení. Jedná se o náročný cvik, a proto bylo nalezeno více patologických projevů. Buď byl nález oboustranný, symetrický nebo právě v asymetrii. V případě kontralaterální skupiny byla asymetrie nalezena u 7 osob. U 3 z nich byl nález na dominantní končetině. To znamená, že lopatka nezůstala centrována nebo šla dříve do pohybu. V ipsilaterální skupině se asymetrické zapojení objevilo u 12 atletů. V 9 případech to bylo na dominantní končetině. Při tomto testu se opět více asymetrických případů potvrdilo ve skupině ipsilaterální.

*Tabulka 21 Test klik, asymetrie u kontralaterálního vzoru*

<b>Klik - kontralaterální</b>	
Dominantní	Nedominantní
3	4

*Zdroj: Vlastní*

*Tabulka 22 Test klik, asymetrie u ipsilaterálního vzoru*

<b>Klik - ipsilaterální</b>	
Dominantní	Nedominantní
9	3

*Zdroj: Vlastní*

## **9.7 Návrhy na další zkoumání**

Na tuto práci je možno navázat dalším testováním hlubokého stabilizačního systému. Lze vybrat několik dalších možných variant. Konkrétně u sportovců se může vyšetřit trupová stabilizace při pohybu dolních končetin. Mohou se zvolit i vyšší, náročnější vývojové pozice, nebo vymyslet modifikace testů přímo pro konkrétní atletické disciplíny. Vyšetřovat se může též více v dynamice, a to například pomocí videoanalýzy. Pokud by se tato problematika řešila více komplexně, mohla by se vyšetřovat i stabilita dolních končetin a pánve. Věnovat se přenosu sil, opoře, stabilitě a celkově svalové kooperaci. Dále by se výzkum mohl věnovat porovnávání metod testování. Tato práce čerpala z testů založených na vývojové kineziologii dle Dynamické neuromuskulární stabilizace. Mohou se ale využít i jiné testy a metody. Možným rozšířením této práce je věnovat se i jiným sportům, nejen atletice. Okruh probandů by se tedy mohl rozšířit o další sportovce, a porovnat tak jednotlivé sporty a sportovce v této problematice mezi sebou. Dále by mohla být práce zaměřena jen na řešení tématu ipsilaterální a kontralaterální vzor. Teoretickou část lze rozšířit o další metody a přístupy nebo možno doplnit o konkrétní cvičební a terapeutické postupy.

## 9.8 Limity práce

Omezení v této práci je takové, že se vyšetřuje a usuzuje dle subjektivních hodnocení examinátorů. Funkční testy dle metody DNS nejsou standardizované, hodnotí se zde fyziologický či patologický projev. Zjišťují se odchylky a nedostatky. Nejsou ale dané žádné objektivní tabulky, škály apod. Pouze se subjektivně soudí, zda se projeví či neprojeví daný symptom, nebo zda umí jedinec v této pozici správně pracovat. Tyto testy jsem si vybrala z důvodu, že se v praxi dají dobře využít. Informují terapeuty, pedagogy, trenéry nebo svěřence samotné o daném stavu sportovce či pacienta. Mohou se využít v diagnostice před, v průběhu či po sezóně nebo v rehabilitaci. Dále se mohou využít i jako cviky, které se rovnou aplikují v rámci tréninku Hssp. Mohou tedy dát jak svěřenci, tak trenérovi přehled o aktuálním stavu jedince. Objasňují, zda tělo pracuje optimálně nebo se nachází nedostatečnost v zapojení nebo mohou konkrétně určit, na čem nadále pracovat. Do praxe mi tedy toto vyšetření přijde dobře aplikovatelné. Pro přesné hodnocení síly a aktivace je vhodné zvolit dynamometr či elektromyografii.

## ZÁVĚR

Práce se zabývala testováním schopnosti aktivace hlubokého stabilizačního systému v určitých testovacích pozicích. Pro porovnání byly vytvořeny dvě skupiny s jedinci pracujícími v odlišných pohybových vzorech. Teoretická část práce byla zaměřena obecně na všechny sporty, praktická se již specializovala pouze na vyšetřování atletů. Praktická část vycházela z konceptu DNS, který nabízí několik funkčních testů. Vybrané testy poukazovaly na jednotlivé odchylky od fyziologického projevu. Hlavním cílem bylo zjistit, jestli atleti umí či neumí hluboké vrstvy aktivovat. Dílčím cílem bylo vysledovat rozdíl mezi skupinou ipsilaterální a kontralaterální.

Trupová stabilizace je předpokladem každého pohybu, proto je důležité ve všech sportech zařadit program na posílení středu těla do tréninku. Při sportovním výkonu nastává automatická integrace pohybových vzorů běžného života. Na začátku probíhá vědomá korekce pohybu tréninkem, časem přechází do nevědomé korekce během běžných aktivit. Kvalitní trupová stabilizace je velmi důležitou součástí každého pohybu, ale musí být ve správné kooperaci i se zbytkem těla. Trupová stabilizace je zapojena téměř ve všech aktivitách, jako je běh, kopání a házení, a funguje jako anatomická základna pro pohyb distálních segmentů. To lze považovat za “proximální stabilitu pro distální pohyblivost” Proto by se mělo dbát i na její propojení s dolními i horními končetinami. Svalové dysbalance v oblasti kyčle mají často spojitost s poraněním kolene. Proto je vhodné při kondičním tréninku nebo v rehabilitačních programech klást důraz na stabilizaci trupu a posílení svalů v oblasti kyčle. Není tedy dostačující samotný trénink na posílení středu těla. Důležité je pracovat i se stimulací receptorů, stabilitou, silou apod. To vše nám ovlivní posturu, pohyb a sportovní výkon. Ideální postura a pohyb jsou ovlivněny časným vývojem během prvních let našeho života. CNS program nám ovlivní svalovou funkci, ta poté souvisí se zráním struktury kostí a kloubů a celkovou modulací. Proto je důležité již v mládežnických kategoriích sledovat a ovlivňovat odchylky v držení těla.

Celkově je vhodné brát posilování jako komplex, tedy necvičit sval pouze izolovaně, ale snažit se ho zapojit do funkce. Proto jsou vhodné funkční testy, které vypovídají o funkci svalů v pohybu v souhře s okolními svaly. Testovací pozice či polohy se můžou využít jak k diagnostice, tak k samotnému cvičení. Vhodné je stav sledovat průběžně, tedy vyšetřit funkci před zahájením tréninkového procesu, v průběhu i na konci plánu. Trénink Hssp by

se měl stát součástí tréninku všech disciplín. Nemá funkci pouze stabilizační, ale funguje i jako pomocník při přenosu sil z dolních končetin na horní. Nejen na vrcholové úrovni, v nejvyšších ligách je důležitá spolupráce trenéra s fyzioterapeutem, popřípadě rehabilitačním doktorem. Tato spolupráce by měla fungovat i v menších klubech. Hssp je důležitou součástí nejen u elitních sportovců, ale i u rekreačních nadšenců či nespportující populace.

Cíle této práce byly splněny. V teoretické části bylo podrobně popsáno, jakým způsobem hluboký stabilizační systém páteře funguje, a jaké je jeho využití ve sportu v rámci prevence zranění a ovlivnění výkonu sportovce. Jak ho lze otestovat, zařadit do tréninku a jaké jsou fyzioterapeutické možnosti jeho ovlivnění. V praktické části byla provedena analýza a komparace schopnosti aktivace hlubokého stabilizačního systému v různých polohách mezi atlety pracujícími v ipsilaterálním a kontralaterálním vzoru. V celkovém souhrnu dle výsledku testování vyplývá, že pohybová aktivita v ipsilaterálním vzoru může vést k asymetrii zapojení hlubokého stabilizačního systému.

Na toto téma bylo již napsáno několik prací a nejspíše se podobné práce budou vyskytovat i v průběhu dalších let. Metody se stále rozvíjí, dělají se nové výzkumy a je spousta názorů od odborníků na toto téma. Závěry této práce nebo podobných prací mohou pozitivně ovlivnit přístup a pohled na danou problematiku např. u sportovců profesionálních i rekreačních, trenérů, učitelů nebo fyzioterapeutů. Věřím, že nové znalosti z teoretické stránky i možnosti testování budou přínosem do mé praxe či praxe jiných terapeutů a trenérů.



## **RESUME, SUMMARY**

**Název práce:** Význam aktivity hlubokého stabilizačního systému v prevenci zranění u sportovců

### **Souhrn:**

Tato diplomová práce řeší problematiku hlubokého stabilizačního systému. Zabývá se jeho složením, fyziologickou funkcí i dysfunkcí. Hledá symetrické a asymetrické zapojení trupové stabilizace v různých vývojových pozicích mezi atlety pracujícími v ipsilaterálním a kontralaterálním vzoru. Zkoumaly se dvě skupiny atletů, které byly poté vzájemně porovnávány. Z výsledku hodnocení vyplývá, že disciplíny, které jsou vykonávány s převahou v ipsilaterálním vzoru, mohou vést k asymetrii v aktivaci trupové stabilizace.

**Klíčová slova:** Hluboký stabilizační systém, trupová stabilizace, nitrobršišní tlak

**Title of thesis:** Importance of deep stabilization system activity in injury prevention in athletes

### **Summary:**

This diploma thesis solves the issue of deep stabilization system. It deals with its composition, physiological function and dysfunction. It seeks symmetrical and asymmetrical involvement of torso stabilization in various developmental positions among athletes working in the ipsilateral and contralateral model. Two groups of athletes were examined and then compared. The results of the evaluation show that disciplines that are performed predominantly in the ipsilateral model can lead to asymmetries in the activation of hull stabilization.

**Keywords:** Deep stabilization system, torso stabilization, intra-abdominal pressure

## SEZNAM LITERATURY

BLIVEN, Kellie C. Huxel a Barton E. ANDERSON. Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health* [online]. 2013, 5(6), 514–522 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: doi:10.1177/1941738113481200

CAIRNS, Mindy C, Nadine E Foster FOSTER a Chris WRIGHT. Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* [online]. 2006, 31(19), 670-681 [cit. 2022-06-13]. Dostupné z: doi:10.1097/01.brs.0000232787.71938.5d

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha 7: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

FRANK, Clare, Alena KOBESOVÁ a Pavel KOLÁŘ. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2013, 8(1).

HODGES, P W a C A RICHARDSON. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord* [online]. 1998, 11(1), 46-56 [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9493770/>

JEBAVY, Radim, Jiří BALÁŠ, Helena VOMÁČKOVÁ, Jakub Szarzec SZARZEC a Petr ŠŤASTNÝ. The Effect of Traditional and Stabilization-Oriented Exercises on Deep Stabilization System Function in Elite Futsal Players. *Sports* [online]. 2020, 8(12) [cit. 2022-06-11]. Dostupné z: doi:10.3390/sports8120153

KIBLER, W Ben, Joel PRESS a Aaron SCIASCIA. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* [online]. 2006, 36(3) [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200636030-00001

KOBESOVÁ, Alena, Pavel DAVÍDEK, Craig E. MORRIS, Ross ANDEL, Michael MAXWELL, Lenka OPLATKOVÁ, Marcela ŠAFÁŘOVÁ a Kathy KUMAGAI. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* [online]. Elsevier, 2020, 24(3), 84-95 [cit. 2022-06-03]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.01.009>

KOLÁŘ, Pavel a et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha 5: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘ, Pavel, Martin KYNČL, Jan ŠANDA a Jan ŠULC. Postural Function of the Diaphragm in Persons With and Without Chronic Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical* [online]. 2011, 42(4), 352-62 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2012.3830

NADLER, Scott F, Gerard A MALANGA, Lisa A BARTOLI, Joseph H FEINBERG, Michael PRYBICIEN a Melissa DEPRINCE. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Med Sci Sports Exerc* . [online]. 2002, 34(1), 9-16 [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-200201000-00003

PALAŠČÁKOVÁ ŠPRINGROVÁ, Ingrid. *Akrální koaktivační terapie*. 3. ACT centrum, 2021. ISBN 978-80-906440-7-6.

PALAŠČÁKOVÁ ŠPRINGROVÁ, Ingrid. *Akrální vzpěrná cvičení pro napřímená záda u sportovců*. 2. ACT centrum, 2017. ISBN 978-80-906440-3-8.

PALAŠČÁKOVÁ ŠPRINGROVÁ, Ingrid. *Funkce - diagnostika - terapie hlubokého stabilizačního systému*. 2. Rehaspring centrum s.r.o., 2012. ISBN 978-80-260-1698-4.

PANJABI, Manohar M. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of spinal disorders & techniques* [online]. 1992, 5(4), 383-389 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: doi:10.1097/00002517-199212000-00001

PEŠÁN, F., M. JELÍNEK, M. FIALA, P. MATOŠKOVÁ a V. SÜSS. Vliv kompenzačního programu na posturální svaly u extraligových hráčů ledního hokeje. *Rehabilitácia* [online]. *Liečreh*, 2015, 52(1), 3-10 [cit. 2022-06-11]. ISSN 0375-0922. Dostupné z: <https://www.rehabilitacia.sk/archiv/cisla/1REH2015-m.pdf>

REHABILITATION PRAGUE SCHOOL. *Dynamická Neuromuskulární Stabilizace podle Pavla Koláře: DNS Sportovní kurz I - III (Materiály k odbornému kurzu I - III)*. Praha, 2020. Dostupné také z: [www.rehabps.cz](http://www.rehabps.cz)

SHARMA, Kiran a Aashish YADAV. Dynamic Neuromuscular Stabilization- A Narrative Review. *International Journal of Health Sciences and Research* [online]. 2020, 10(9) [cit.

2022-06-03]. ISSN 2249-9571. Dostupné z: [https://www.ijhsr.org/IJHSR\\_Vol.10\\_Issue.9\\_Sep2020/29.pdf](https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.10_Issue.9_Sep2020/29.pdf)

TAYLOR, Jason a Mason REED. Increase Hip and Trunk Stability with Loaded Carries for Injury Prevention, Rehabilitation, and Performance. NSCA Coach [online]. 2020, 7(3) [cit. 2022-06-13]. Dostupné z: <https://www.nasca.com/education/articles/nsca-coach/increase-hip-and-trunk-stability-with-loaded-carries/>

VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (I. část): Terminologie a biomechanické principy. Rehabilitace a fyzikální lékařství [online]. 2002, 9(4), 115-121 [cit. 2022-06-20]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087667\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_1](https://www.researchgate.net/publication/280087667_Posturalni_stabilita_Cast_1)

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Testovací protokol, kontralaterální vzor .....	78
Příloha 2 Testovací protokol, ipsilaterální vzor .....	79
Příloha 3 Testování - nitrobřišní tlak.....	80
Příloha 4 Testování - brániční test.....	80
Příloha 5 Testování - nízký medvěd.....	81
Příloha 6 Testování – klik (náklon trupu).....	81

# PŘÍLOHY

*Příloha 1 Testovací protokol, kontralaterální vzor*

## Význam aktivity hlubokého stabilizačního systému v prevenci zranění u sportovců

Praktická část: Testování atletů - Rozdíl mezi ipsilaterálním a kontralaterálním vzorem

### Kontralaterální vzor

1. Pohlaví
  - Muž
  - Žena
  
2. Věk
  
3. Disciplína
  - Běžec – sprint
  - Běžec – dlouhé běhy
  - Skokan
  
4. Dominantní horní končetina - lateralita
  - Levá
  - Pravá
  
5. Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu
  - Svede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žebor laterálně)
  - Nesvede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žebor laterálně)
  - Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)
  - Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu
  
6. Test nitrobřišního tlaku (v sedě) mediálně SIAS
  - Svede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci
  - Nesvede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci
  - Faktor se projeví + přítomna asymetrie (timing, síla expanze)
  - Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu
  
7. Nízký medvěď - pozice lopatky v opoře o HK
  - Svede - symetrické zapojení
  - Nález - stejný na obou stranách
  - Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK
  
8. Klik - pozice lopatky v opoře o HK
  - Svede - symetrické zapojení
  - Nález - stejný na obou stranách
  - Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK

*Zdroj vlastní*

## Význam aktivity hlubokého stabilizačního systému v prevenci zranění u sportovců

Praktická část: Testování atletů - Rozdíl mezi ipsilaterálním a kontralaterálním vzorem

### **Ipsilaterální vzor**

1. Pohlaví

- Muž
- Žena

2. Věk

3. Disciplína

- Hod oštěpem
- Vrh koulí
- Hod diskem
- Hod kladivem

4. Dominantní horní končetina - lateralita

- Levá
- Pravá

5. Brániční test (v sedě) - laterální strana trupu

- Svede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žeber laterálně)
- Nesvede - laterální expanzi břišní stěny (rozvoj spodních žeber laterálně)
- Faktor se projeví + přítomnost asymetrie (timing, síla expanze)
- Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu

6. Test nitrobřišního tlaku (v sedě) mediálně SIAS

- Svede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci
- Nesvede - vytvoření intraabdominálního tlaku proti palpaci
- Faktor se projeví + přítomna asymetrie (timing, síla expanze)
- Faktor se projeví + přítomnost kompenzačního (patologického) mechanismu

7. Nízký medvěd - pozice lopatky v opoře o HK

- Svede - symetrické zapojení
- Nález - stejný na obou stranách
- Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK

8. Klik - pozice lopatky v opoře o HK

- Svede - symetrické zapojení
- Nález - stejný na obou stranách
- Nález - asymetrie mezi dominantní a nedominantní HK

*Zdroj vlastní*

*Příloha 3 Testování - nitrobřišní tlak*



*Zdroj: Vlastní*

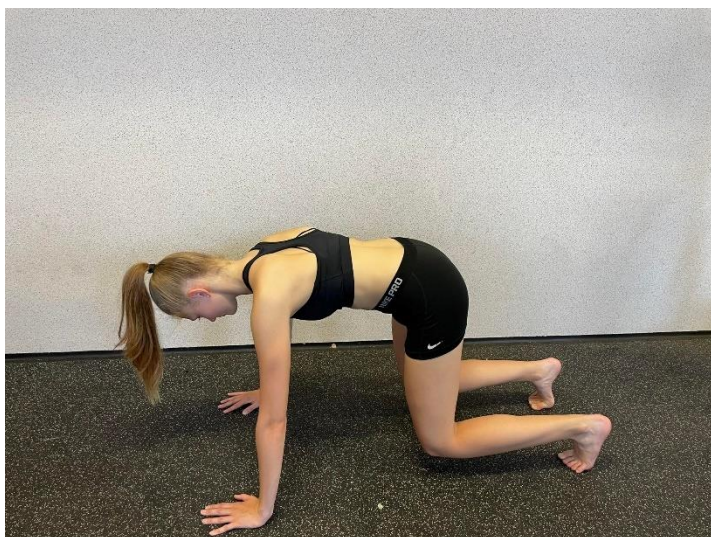
*Příloha 4 Testování - brániční test*



*Zdroj: Vlastní*



*Příloha 5 Testování - nízký medvěd*



*Zdroj: Vlastní*

*Příloha 6 Testování – klik (náklon trupu)*



*Zdroj: Vlastní*