

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Bc. Adam Balatka

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Katedra fyzioterapie

**Posturální stabilita trupu ve vztahu k poranění dolních  
končetin u hráčů florbalu**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

**PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.**

Vypracoval:

**Bc. Adam Balatka**

Praha, duben 2024

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Terezy Novákové, Ph.D. Všechny použité informační zdroje a literaturu jsem citoval v seznamu použité literatury. Tato práce ani její část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

Adam Balatka

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí práce, PhDr. Tereze Novákové, Ph.D., za vstřícnou konzultaci a cenné rady během zpracovávání teoretické i praktické části. Dále bych rád poděkoval florbalovému oddílu FBC Liberec, který mi poskytl vhodné podmínky pro uskutečnění praktické části studie. Zároveň bych rád poděkoval všem hráčům, kteří se zúčastnili výzkumu. V poslední řadě děkuji i všem, kteří mi byli nápomocni během zpracovávání diplomové práce.

# Abstrakt

**Autor:** Bc. Adam Balatka

**Název:** Posturální stabilita trupu ve vztahu k poranění dolních končetin u hráčů florbalu

**Cíle:** Cílem této diplomové práce je vyšetřit úroveň posturální stability hodnocením kvality funkce hlubokého stabilizačního systému u vrcholových hráčů florbalu. Následně vzít v úvahu její vztah k výskytu poranění dolních končetin v anamnéze u jednotlivých hráčů. Dalším cílem je pak porovnat tyto výsledky s měřením stabilizačních schopností dolních končetin.

**Metody:** Výzkumu se zúčastnilo 28 vrcholových hráčů florbalu z klubu FBC Liberec. Hráči byli ve věku 16-35 let. Testování a sběr dat proběhlo v období září a října 2023 před tréninkovou jednotkou v prostorách posilovny florbalového klubu FBC Liberec. U všech hráčů byla nejprve odebrána anamnéza, zaměřující se především na poranění dolních končetin. Následně byla vyšetřena úroveň trupové stability pomocí bráničního testu a testu flexe kyčelního kloubu dle Koláře. Poté bylo provedeno měření Y-balance testu a hodnocení dle Return to activity algorithm Level 4 (90° balance hop a square hop test). Pro vyhodnocení dat byl využit program MS Excel 365 a statistický software Jamovi (verze 2.3). Pro vyhodnocení výsledků byl použit model logistické regrese, lineární regrese a Pearsonův korelační kvocient. Jako hladina statistické významnosti byla považována  $\alpha=0,05$ .

**Výsledky:** Ze statistického vyhodnocení naměřených výsledků se nepodařilo prokázat souvislost mezi kvalitou trupové stability a množstvím poranění dolních končetin v minulosti. Dále se nepotvrdila hypotéza, předpokládající četnější výskyt poranění u hráčů s horšími výsledky posturální stability, měřené Y-balance testem a Return to activity algoritmem (Level 4). V poslední řadě se také nepodařilo prokázat souvislost mezi kvalitou trupové stability a výsledky těchto testů posturální stability dolních končetin. Po detailnějším zhodnocení dat, avšak mimo rámec původně navržených hypotéz bylo zjištěno, že existuje statistická významnost mezi kvalitou trupové stability

a četností poranění dominantní dolní končetiny u jednotlivých hráčů. Dále bylo zjištěno, že výsledky Y-balance testu nezáleží na dominanci dolní končetiny nebo na prodělaných poraněních dolních končetiny. Ukázalo, že pokud hráč dosahuje špatných výsledků na jedné dolní končetině, bude tomu tak i na druhé.

**Klíčová slova:** trupová stabilita, trupová stabilita a sport, riziko poranění dolních končetin, testování rizika poranění dolních končetin, florbal, Y-balance test, Return to activity algorithm

# Abstract

**Author:** Bc. Adam Balatka

**Title:** Postural stability of the trunk in relation to floorball players' lower limbs injuries

**Objectives:** The aim of this diploma thesis is to investigate the level of postural stability by evaluating the quality of the deep stabilization system function in elite floorball players. Then, take into account its relation to the occurrence of lower extremity injuries in the anamnesis of each player. The next goal is to compare these results with evaluation of the stabilizing abilities of the lower extremities.

**Methods:** 28 elite floorball players from the FBC Liberec club took part in this research. The players were 16-35 years old. Testing and data collection were done in September and October 2023 before practise unit in the gym of the floorball club FBC Liberec. Anamnestic data focused mainly on lower extremities injuries were taken at first from each player. Subsequently, the level of trunk stability was examined using the diaphragm test and the hip joint flexion test according to Kolář. Then was measured the Y-balance test. Finally was done the evaluation according to the Return to activity algorithm Level 4 (90° balance hop and square hop test). The MS Excel 365 program and statistic software Jamovi (version 2.3) were used for data evaluation. The results were processed using logistic regression, linear regression model and Pearson correlation coefficient. As a level of statistical significance was considered  $\alpha=0,05$ .

**Results:** The statistical evaluation of the measured data did not show any correlation between the quality of trunk stability and the number of lower limb injuries in the past. Furthermore, the hypothesis predicting a higher incidence of injuries in players with worse postural stability results, measured by the Y-balance test and the Return to activity algorithm (Level 4), was not confirmed. Finally, it was also not possible to demonstrate a connection between the quality of trunk stability and the results of these lower limbs postural stability tests. After a more detailed evaluation of the data, but outside the framework of the originally proposed hypotheses, it was found that there

is a statistical significance between the quality of trunk stability and the frequency of injuries of the dominant lower limb in individual players. Then it was found that the results of the Y-balance test do not depend on the dominance of the lower limb or on the lower limb injuries. It showed that if a player performs poorly on one leg, it will be the same on the other one.

**Keywords:** core stability, core stability in sport, risk of lower limb injury, floorball, Y-balance test, Return to activity algorithm



## Seznam zkratk

CNS – centrální nervová soustava

m. – musculus

mm. – muscoli

DNS – dynamická neuromuskulární stabilizace

DMO – dětská mozková obrna

CMP – cévní mozková příhoda

HSSP – hluboký stabilizační systém páteře

HSS – hluboký stabilizační systém

č. – číslo

např. – například

tzv. – tak zvaný

LBP – low back pain

SI – sakroiliakální

ACL – přední zkřížený vaz

SEBT – The Star Excursion Balance test

RTA – Return to activity

DKK – dolní končetiny

DK – dolní končetina

PDK – pravá dolní končetina

LDK – levá dolní končetina

LSI – limb symmetry index

SIAS – spina iliaca anterior superior

composite score DK – composite score dominantní dolní končetiny

composite score ND – composite score nedominantní dolní končetiny

počet zranění DK – počet zranění dominantní dolní končetiny

počet zranění ND – počet zranění nedominantní dolní končetiny

# Obsah

Abstrakt	1
Abstract	3
Seznam zkratek	5
Obsah	7
1 Úvod	10
2 Teoretická část	12
2.1 Posturální funkce	12
2.1.1 Posturální stabilita	12
2.1.2 Posturální stabilizace	13
2.1.3 Posturální reaktibilita	14
2.2 Řízení posturálních funkcí	14
2.3 Stabilizační systémy	16
2.4 Hluboký stabilizační systém	17
2.4.1 Hluboký stabilizační systém páteře	18
2.4.2 Funkční anatomie a fyziologie HSSP	18
2.4.3 Ideální aktivita svalů HSSP	19
2.5 HSS a sport	20
2.6 Dysfunkce HSS	21
2.6.1 Syndrom přesýpacích hodin	22
2.6.2 Syndrom rozevřených nůžek	22
2.6.3 Porucha neuromuskulární koordinace a bolesti pohybového aparátu	23
2.6.4 Dysfunkce HSS a poranění dolní končetiny	25
2.6.5 HSS v kontextu rehabilitace	26
2.7 Vyšetření postury a posturální stabilizace	27
2.8 Dynamická neuromuskulární stabilizace	28

2.9	Metody testování posturální stability	30
2.9.1	NeuroCom Smart EquiTest	30
2.9.2	Brániční test	30
2.9.3	Test flexe kyčle	31
2.9.4	Y-Balance test a SEBT	32
2.9.5	Return to activity (RTA) algorithm	35
2.10	Florbal	36
2.10.1	Vliv na pohybový aparát	38
2.11	Obecná problematika pohybové aktivity a poranění	39
2.11.1	Obecný přehled zranění ve florbale a jejich příčiny	39
2.11.2	Výzkumy zaměřené na zranění ve florbale	40
3	Cíle a úkoly práce, hypotézy	41
3.1	Cíle práce	41
3.2	Úkoly práce	41
3.3	Výzkumné otázky	41
3.4	Hypotézy	42
4	Metodika práce	43
4.1	Metodický postup při vytváření teoretické části práce	43
4.2	Metodický postup při vytváření praktické části práce	43
4.2.1	Charakteristika sledovaného výzkumného souboru	44
4.3	Získ dat a použité metody	44
4.4	Analýza dat	49
5	Výsledky	50
5.1	Výsledky měření	50
5.2	Testování hypotéz	51
5.2.1	Hypotéza 1	51

5.2.2	Doplnění k Hypotéze 1	53
5.2.3	Hypotéza 2 a 3	56
5.2.4	Hypotéza 4	58
6	Diskuse	60
6.1	Diskuse k hypotéze č. 1	60
6.1.1	Diskuse k doplnění hypotézy č. 1	61
6.2	Diskuse k hypotéze č. 2 a 3	62
6.3	Diskuse k hypotéze č. 4	65
6.4	Diskuse nad metodami měření	67
6.4.1	Testování HSS	67
6.4.2	Y-Balance test	67
6.4.3	RTA algorithm	68
6.5	Diskuse k limitacím výzkumu	69
7	Závěr	71
8	Zdroje	73
9	Seznam příloh	83

# 1 Úvod

Tato diplomová práce pojednává především o problematice úrovně trupové stability a jejímu vztahu k poranění a stabilizačním schopnostem dolních končetin u vrcholových hráčů florbalu. Trupová stabilita je ve světě fyzioterapie poměrně detailně prozkoumané téma a její důležitost pro správnou funkci pohybového aparátu je podložena řadou teoretických informací, ale i praktickými experimenty. V posledních letech se začíná brát v potaz její důležitost i v oblastech vrcholového sportu. Existuje značné množství prací, které popisují její roli vzhledem ke sportovnímu výkonu nebo také vzniku poranění. Žádná z nich se však ještě nezabývala problematikou trupové stability u vrcholových hráčů florbalu. Možná i z toho důvodu, že florbal je poměrně mladý sport. I navzdory jeho rychlému rozvoji v mnoha státech není z celosvětového pohledu moc rozšířen. V České republice je však jeden z dominantních sportů a náš národ patří k jedněm z nejlepších na celém světě.

Práce je rozdělena na teoretickou a speciální část.

V teoretické části jsou nejprve definovány základní pojmy, jako jsou postura, posturální stabilita, stabilizace a reaktibilita. Dále je popsán neurofyziologický proces jejich řízení. Poté jsou zde popsány různé úhly pohledu na pojem stabilizační systém. Práce se pak detailněji zabývá pojmem hluboký stabilizační systém, jeho anatomii, funkcí, dysfunkcí a jejími následky. Značná část je věnována kontextu posturální stability vzhledem ke sportu a vzniku poranění. Jako další jsou popsány konkrétní metody a možnosti hodnocení posturální stability. V poslední řadě je popsán florbal jako sport a jeho problematika vzhledem k poranění a vlivu na pohybový aparát.

Speciální část je zaměřena na hodnocení vrcholových hráčů florbalu. Konkrétně se jedná o 28 hráčů ve věku 16-35 let z elitního týmu mužů klubu FBC Liberec, který je dlouhodobě členem nejvyšší soutěže v České republice.

Cílem práce je vyšetřit kvalitu trupové stability u těchto hráčů a porovnat je s výskytem poranění dolních končetin, ke kterým dochází ve florbale poměrně často. Dalším cílem bude zjistit, jestli tato data mají spojitost se stabilizačními schopnostmi dolních končetin, která může hrát ve florbale klíčovou roli z hlediska sportovního výkonu nebo právě vzniku poranění.

Na základě informací o trupové stabilitě se předpokládá, že bude jasná souvislost mezi kvalitou její funkce a četností poranění v anamnéze. Konkrétněji tak, že u hráčů s nižší úrovní trupové stability bude vyšší četnost poranění v anamnéze. Zároveň se dá předpokládat, že s těmito daty budou korelovat i horší výsledky testování stabilizačních schopností dolních končetin.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Posturální funkce

Definice pojmu postura může být značně variabilní a vždy záleží na úhlu pohledu jednotlivých autorů. Kolář (2009) definuje posturu jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, přičemž v běžném životě se nejčastěji jedná o sílu gravitační. Postura je základní podmínkou pro pohyb a je součástí jakékoliv polohy nebo pohybu. Běžně se používá tvrzení R. Magnuse, že postura doprovází pohyb jako stín (Kolář et al, 2009).

Funkcí posturální motoriky je zajistit především stabilitu a bezpečné provedení pohybu tak, aby byly klouby ideálně zatěžovány a nedocházelo k přetížení. V případě neadekvátní funkce posturální motoriky tak mohou vznikat mikrotraumata nebo traumata. Posturální aktivita je základem pro dosažení pohybových cílů jemné motoriky. Posturální a jemná motorika jsou silně provázány a vzájemně se ovlivňují. Udržování postury je aktivní proces, tím je udržována pohotovost k rychlému přechodu do pohybu nebo naopak z pohybu do klidu. O změně polohy těla se rozhoduje již v průběhu řízení o pohybu. Klidová poloha se mění v polohu pohotovostní, která se nazývá stand by. Ta pak přechází v cíleně zaměřenou polohu nazývanou se atituda. Až poté dochází k provedení konkrétního pohybu (Véle, 1995).

V rámci globálního pohledu na posturální funkce dále rozlišujeme pojmy posturální stabilita, posturální stabilizace a posturální reaktivita (Kolář et al, 2009).

#### 2.1.1 Posturální stabilita

Jedná se o schopnost zajistit držení těla tak, aby nedošlo k neřízenému pádu (Kolář et al, 2009). Lidské tělo je soubor hmotných částic v pevném, plynném a tekutém stavu. Tyto části tvoří vnitřní prostředí, jsou vůči sobě pohyblivé a od okolního prostředí je dělí elastický a pevný kožní obal. Proměnlivý tvar a pohyblivá vnitřní struktura dělají lidské tělo značně nestabilním. Dalším faktorem, který přispívá nestabilitě jsou neustále probíhající respirační pohyby (Véle, 1995). Je důležité si uvědomit, že i v případě, kdy je lidské tělo v klidu a nemění svou polohu v prostoru, dochází k dynamickým dějům, které vyrovnávají tuto přirozenou labilitu pohybové soustavy. Zaujetí jedné polohy tak není pouze statickým stavem, ale jedná



se o dynamický děj, a tak můžeme hovořit spíše o zaujímání stále polohy než pouze o jejím zaujetí (Kolář et al, 2009).

Stabilita je ovlivněna mnoha faktory. Jedny z nich jsou fyzikální parametry jako je například hmotnost a výška těla, působení již zmíněné gravitační síly, struktura jednotlivých tělesných segmentů, vlastnosti oporné plochy a další (Véle, 1995). Opěrná plocha je část podložky, která je v přímém kontaktu s tělem (Kolář et al, 2009). Dalšími faktory ovlivňující stabilitu jsou biomechanické a neurofyziologické aspekty. Z pohledu biomechanického je kromě opěrné plochy důležitá i velikost opěrné báze. Opěrná báze je celá plocha ohraničená nejvzdálenějšími hranicemi plochy nebo ploch opory. Bývá tak většinou větší než opěrná plocha (Kolář et al, 2009). Se zvyšující se velikostí opěrné báze vzrůstá i stabilita. Proto je rozkročení výhodnější pozicí pro udržení stability (Véle 1995). Podmínka pro udržení stability v kterémkoliv momentu je, že průmět těžiště se musí vždy nacházet v opěrné bázi. Do opěrné plochy se však promítat nemusí. Obecně platí, že udržení stability je tím těžší, čím více je průmět těžiště blíže okrajům oporné báze (Kolář et al, 2009). Těžištěm se rozumí hypotetický bod, kde se nachází působiště tíhové síly. V tomto bodě je výsledek momentů všech tíhových sil, které působí na jednotlivé segmenty těla roven nule (Bizovská et al, 2017).

Dále přichází na řadu i neurofyziologické faktory, které ovlivňují stabilitu. Ta je dána aktivitou CNS, která neustále přijímá informace o měnících se podmínkách vnitřního a vnějšího prostředí, které následně vyhodnocuje a řídí vhodnou svalovou aktivitu nutnou pro zachování stability. V poslední řadě nesmíme také opomenout psychické vlivy a emoční vyladění CNS (Kolář et al, 2009, Véle 1995).

### 2.1.2 Posturální stabilizace

Kolář (2009) definuje posturální stabilizaci jako aktivní svalové držení jednotlivých segmentů těla proti působení zevních sil řízené CNS. Schopnost koordinované aktivity agonistů a antagonistů (koaktivace) zajišťuje relativní tuhost jednotlivých skloubení při statických situacích. Právě koaktivace tak umožňuje působení proti zevním silám, opět především gravitační síle. V případě absence koordinované svalové aktivity by došlo ke zhroucení kostěných struktur našeho těla. Posturální stabilizace umožňuje nejen vzpřímené držení těla, ale je součástí i všech lokomočních pohybů (Kolář et al, 2009).

### 2.1.3 Posturální reaktibilita

Svalová síla, která je generována pro provedení jakéhokoliv pohybu lidského těla vyvolá reakční svalové síly ve zbytku celého pohybového systému. Právě tato reakční stabilizační funkce se nazývá posturální reaktibilita. Cílem je dosažení maximálního možného zpevnění jednotlivých pohybových segmentů kloubu a stability tak, aby klouby byly co nejvíce odolné vůči působení zevních sil. V rámci posturální reaktivity v praxi hovoříme o punctum fixum a punctum mobile. Punctum fixum je úponová část svalu, která je zpevněna aktivitou ostatních svalů. Tato část pak umožňuje druhé úponové části svalu (punctum mobile) provádět pohyb v kloubu. Tuhost jednotlivých kloubních spojení je dána koordinovanou aktivitou agonistů a antagonistů, která je značně variabilní dle potřeby (Kolář et al, 2009). Punctum fixum nemusí však vždy být nutně fixní bod. Často při pohybu dochází k pohybu obou úponových částí. Je proto možná vhodnější používat termín relativní opora namísto punctum fixum. Příkladem může být pohyb lopatky po hrudníku, ke kterému dochází při pohybu paže. Lopatka však stále plní opornou funkci pro humerus (Véle, 1995).

Každý pohyb musí být doprovázen zajištěním tuhosti kloubního segmentu v úponové oblasti. Příkladem je pohyb do flexe v kyčelním kloubu, kdy nutně musí dojít k ideálnímu zpevnění pánve a páteře, kde se upínají flexory kyčelního kloubu. Na tuto stabilizační aktivitu navazuje aktivita dalších svalů, které stabilizují zbylé segmenty pohybového aparátu. V případě nefyziologické aktivity dochází k decentraci a neideálnímu zatížení, dále pak k řetězení poruch i do zdánlivě vzdálených míst pohybového systému. Hlavními stabilizačními svaly, které zpevňují trup a umožňují tak pohyb horních i dolních končetin jsou svaly pánevního dna, bránice, břišní a zádové svaly (zejména m. transversus abdominis a m. multifidus). Tyto svaly jsou navíc aktivní ještě před započatím pohybu končetin (Kolář et al, 2009).

## 2.2 Řízení posturálních funkcí

Z neurofyziologického pohledu je posturální aktivita podmíněná aktivitou paleomotorickým řídicím systémem. Tento systém je zodpovědný především za řízení hrubé motoriky. Jedná se hlavně o nastavování tonu antigravitačních svalů, tím pádem i o udržování vzpřímeného držení těla. Paleomotorický systém řídí také například bipedální lokomoci (Dylevský, 2009a). Posturální aktivita je částečně hrubě

naprogramována, nicméně dochází k neustálé adaptaci na podmínky vnitřního i vnějšího prostředí (Véle, 1995).

Posturální funkce je zjištěna multisenzorickou integrací informací z jednotlivých receptorů (Massion, 1994). Informace z vnitřního a vnějšího prostředí jsou snímány jednotlivými receptory, které vedou aferentní vzruchy do CNS, která je následně vyhodnocuje a zajišťuje tak adekvátní motorickou odpověď v podobě posturální funkce. Hlavní 3 senzorycké systémy, které se podílejí na řízení rovnováhy a postury jsou vizuální, vestibulární a somatosenzorický systém (Ivanenko, Gurfinkel, 2018). Tyto systémy jsou dominantními ve vnímání tělesného schématu, které je nezbytné a jeho kvalita ovlivňuje schopnost řízení posturálních funkcí. V CNS je spuštěna posturální aktivita na základě informací právě z těchto 3 systémů v různém poměru. Vždy totiž záleží na tom, za jakých podmínek řízení postury probíhá. Například s rostoucí šířkou oporné baze klesá důležitost informací vedených z vizuálního systému (Massion, 1994).

Pro ideální funkci je nutná intaktnost každého senzoryckého systému, který se na řízení podílí. V případě poruchy některého systému může docházet k vadnému řízení posturálních funkcí. V případě, že je porušen pouze jeden senzorycký systém a ostatní 2 zůstávají intaktní, mohou do jisté míry kompenzovat tuto nedostatečnost, která se tak nemusí ani projevit. Pokud je však postiženo více senzoryckých systémů zároveň, tak je riziko vzniku poruchy velmi vysoké (Caccese et al, 2021). Dále nesmíme opomenout důležitost obou složek řízení posturální aktivity – aferentní (senzorycká) i eferentní (motorická). Tyto 2 složky jsou sice odlišné, ale porucha na úrovni jedné z nich se projeví do celkové kvality řízení a tím i do výsledné posturální aktivity (Schoneburg et al, 2013).

Somatosenzorický systém je primárním zdrojem informací pro řízení posturálních funkcí (Cobanoglu, 2021). Hlavními receptory jsou svalová vřeténka, která podávají informace o délce svalu a rychlosti probíhající kontrakce. Umožňují tak vnímat průběh pohybu a poskytují zpětnou vazbu (feedback), která je nezbytná pro reflexní i volní motorický projev (Kröger, 2018). Největší množství svalových vřetének se nachází v šjíjových svalech v suboccipitální oblasti, zhruba po úroveň C3. Svalová vřeténka z této oblasti mají přímá nervová spojení se subkortikálními strukturami zodpovědnými za řízení posturální motoriky, jako jsou např. mozeček nebo vestibulární jádra. Tato oblast je proto klíčová v celkovém procesu řízení a svalová

dysfunkce (např. po whiplash injury) může být příčinou poruchy somatosenzorického systému, a tak i poruchy na úrovni řízení posturálních funkcí (Kristjansson, Treleaven, 2009).

Zrakový systém je dalším z primárních sensorických systémů a často kompenzuje nedostatečnost vestibulárního systému. Hlavním funkčním prvek vizuálního systému je vestibulookulární reflex, který umožňuje pohyb očí a optickou fixaci při pohybu hlavy (Thakkar, Kanase, 2022, Pritcher et al, 2008). Vizuální systém je schopen vnímat i pomalé výchylky polohy, na rozdíl od vestibulárního (Thakkar, Kanase, 2022). Ten naopak vnímá rychlejší změny polohy hlavy v prostoru. Pomáhá udržovat polohu očí a hlavy vůči trupu. Podílí se na řízení statických i dynamických posturálních reakcí (Sanlaville, Verloes, 2007).

### **2.3 Stabilizační systémy**

Vymezení pojmu stabilita je značně problematické, stejně tak jako je tomu u postury. Stabilita je velice široký pojem, na který lze nahlížet z mnoha úhlů pohledu. Každý specialista se na stabilitu kouká trochu jinak, a zejména proto dochází ke značným nesrovnalostem v rámci této problematiky (Bizovská et al, 2017). K pochopení stability a stabilizace vzhledem k problematice pohybového aparátu budou stačit předchozí odstavce. Nyní bych rád zmínil jednotlivé stabilizační systémy a jejich principy. Opět se však pohledy jednotlivých autorů mohou v některých situacích lišit a jindy zase překrývat.

Panjabi (1992) popsal celkovou stabilitu páteře jako systém, který je tvořen 3 subsystémy. Jedná se o systém pasivní, aktivní a neurální. Pasivní systém je tvořen jednotlivými obratli a jejich skloubeními, dále meziobratlovými disky, ligamenty a kloubními pouzdry. Aktivní systém tvoří svaly obklopující jednotlivé klouby. Do neurální systému pak spadají jednotlivé receptory, nervové dráhy a řídicí centra. Každý z těchto systémů je funkčně nezávislý, nicméně jejich koordinace je nutná pro zajištění stability. V případě dysfunkce jednoho ze subsystémů se poruchy mohou promítnout i do ostatních subsystémů, a tím i do celkové stability (Panjabi, 1992).

Panjabi dále rozdělil stabilitu na úzkou centrální a širší zevní stabilizační zónu. V rámci úzké centrální zóny nelze pozorovat žádné výchylky jednotlivých segmentů. Roli v této stabilizaci hrají tak zvané shunt muscles. Jedná se o tonické svaly krátké

a hluboko uložené. Jejich funkcí je jemné nastavování polohy jednotlivých kloubů (např. dvou sousedních obratlů). Jsou zodpovědné za centraci kloubů. Tyto svaly jsou aktivní už při představě pohybu a aktivují ještě před započítáním samotného pohybu. Hovoříme takzvaně o vnitřní segmentové stabilizaci (Véle, 1995).

Naopak v širší zevní zóně jsou viditelné titubace a výchylky polohy v prostoru. Jedná se o náročnější stabilizaci, která je také proto zajištěna silnějšími, fázičnými a delšími svaly. Nazývají se spurt muscles a propojují vzdálenější segmenty pohybového aparátu. Jejich cílem je silná a rychlá aktivita, která zabrání riziku pádu. V tomto případě hovoříme o sektorové stabilizaci (Véle, 1995).

Jiní autoři dělí svaly na lokální a globální stabilizátory. Lokální stabilizátory jsou popisovány také jako krátké a hluboko uložené svaly zodpovědné za centraci kloubů. Jejich aktivita je spojena s minimální změnou délky a hovoříme o nich jako o hlubokých stabilizátorech. Z toho vyplývají pojmy jako hluboké flexory krční páteře, krátké extensory šíje a další. Do kategorie těchto svalů také spadají například mm. multifidi, svaly pánevního dna, m. transversus abdominis a bránice (Suchomel, 2006). Důležitou vlastností těchto svalů je vysoký počet proprioceptorů. Udává se, že tyto svaly mají až 7x více svalových vřetének než dlouhé svaly (Norris, 2008).

Globální stabilizátory vedou přes více kloubních segmentů a bývají uspořádány do svalových řetězců a smyček. Zajišťují především rychlé, silné a méně přesné pohyby (Suchomel, 2006).

Na jednotlivé svaly a jejich stabilizační funkci však nikdy nelze koukat izolovaně, vždy je musíme chápat jako jeden celek. Stabilizační systém lze tak chápat jako aktivní prostředek CNS, důležitý pro udržení stability. Oba systémy totiž vždy spolupracují a vzájemně se ovlivňují. Činnost pouze jednoho ze systémů by zcela určitě nebyla dostatečná pro dosažení potřebné kvality stability. Je však důležité si uvědomit nepostradatelnost hlubokého (lokálního) systému pro kvalitu pohybu. Funkčnost hlubokého systému dále podmiňuje funkci globálního systému, nikdy ne naopak (Suchomel, 2006).

## **2.4 Hluboký stabilizační systém**

Tento pojem by se dal chápat jako obdobné označení hluboko uložených shunt muscles nebo lokálních svalů. Vlastnosti těchto svalů byly popsány v předchozí části. Často

se v literatuře můžeme setkat s pojmem hluboký stabilizační systém páteře (HSSP), který je označením pro hluboký stabilizační systém trupu (Suchomel, 2006). Pohled jednotlivých autorů se značně liší v tom, jaké konkrétní svaly jsou jeho součástí.

Neměli bychom však opomíjet fakta, že i kořenové klouby nebo například ploska nohy mají svůj hluboký stabilizační systém, který analogicky odpovídá důležitosti i funkcím hlubokého stabilizačního systému páteře (Suchomel, 2006). Možná i proto se v dnešní době nahrazuje pojem HSSP termínem integrovaný stabilizační systém páteře, který propojuje jednotlivé hluboké stabilizační systémy dohromady (Frank et al, 2013).

#### 2.4.1 Hluboký stabilizační systém páteře

Jedná se o svalovou souhru, která zajišťuje stabilizaci páteře během jakéhokoliv pohybu. Svaly HSSP jsou však aktivní i v rámci statických činností jako je například stoj nebo sed. Tento systém umožňuje ideální rozložení sil působících na páteř. Stabilizace není zajištěna aktivitou pouze jednoho svalu HSSP, tyto svaly se vždy aktivují v rámci celého řetězce (Kolář, Lewit, 2005). Vědecké důkazy například dokládají, že kontrakce *m. transversus abdominis* s sebou přináší i kontrakci *m. multifidus* a naopak (Richardson et al, 1999).

Součástí problematiky hlubokého stabilizačního systému páteře je nitrobřišní tlak, který pomáhá docílit stabilizace především v bederní oblasti. Nitrobřišní tlak je zajištěn koordinovanou aktivitou *m. multifidus*, bránice, pánevního dna a břišními svaly. Během provádění různých aktivit snižuje správná koordinace těchto svalů a vytvoření ideálního nitrobřišního tlaku zátěžové síly, působící na páteřní segmenty (Frank et al, 2013). V případě krční a horní hrudní oblasti páteře hraje roli souhra mezi hlubokými flexory a extenzory páteře (Kolář, Lewit, 2005).

#### 2.4.2 Funkční anatomie a fyziologie HSSP

V rámci problematiky hlubokého stabilizačního systému páteře a nitrobřišního tlaku je klíčové pochopení anatomie a s ní spojenou fyziologii funkce hlavních 4 svalů. Těmi jsou již výše zmíněné: bránice, *m. transversus abdominis*, svalstvo pánevního a *m. multifidus*. Uspořádání i funkce svalů jsou zajištěny tak, aby byly schopné zajistit stabilitu pohybu ve všech 3 rovinách (Kibler et al, 2006a). Svaly tak vytváří třídimenzionální prostor, který shora ohraničen bránicí, zespod pánevním dnem, břišním

svalstvem (m. transversus abdominis) z ventrální strany a paravertebrálními svaly (m. multifidus) z dorzální strany. Takto svaly vytváří jakýsi korzet se stabilizačním účinkem ve tvaru válce (Huxel Bliven, Anderson, 2013).

Aktivita břišních svalů, v tomto případě především m. transversus abdominis, s koordinovanou aktivitou bránice, pánevního dna a m. multifidus umožňuje zvýšení nitrobřišního tlaku, stabilizaci bederní páteře a vytvoření pomyslného válce v oblasti břišní dutiny (McGill, Norman 1987). Ačkoliv aktivita těchto svalů předchází jakýkoliv funkční pohyb horní nebo dolní končetiny, nedochází k nijak výrazné aktivitě, co se týče síly kontrakce. Během běžných denních aktivit dochází ke kontrakcím zhruba o velikosti síly 5 % z maximální možné volní kontrakce (Cholewicki, et al, 1999). Bránice je iniciátorem zvýšení nitrobřišního tlaku, ale je důležité, aby její stabilizační funkce byla nezávislá funkci respirační (Ebenbichler et al, 2001). Z důvodu obtížného přímého vyšetření pánevního dna je často přehlíženou komponentou HSSP v rámci diagnostiky i terapie. Pánevní dno však tvoří nepostradatelnou opornou basi pro břišní a zádové svaly (Kibler et al, 2006a).

Když se detailněji zaměříme na přesnou anatomii jednotlivých svalů, tak zjistíme, že nezajišťují pouze společnou funkci, ale existuje mezi nimi i strukturální propojení. Jedním z těchto propojení je thorakolumbální fascie, která pokrývá hluboké svaly, tedy i m. multifidus. Zároveň je však jedním z úponových míst břišních svalů, kam patří i m. transversus abdominis. Thorakolumbální fascie dále propojuje svaly trupu se svaly horních končetin (skrze m. latissimus dorsi) a dolních končetin (skrze m. gluteus maximus) a je tak součástí mnoha pohybových kinematických řetězců, jako je například házení (Kibler et al, 2006a). Další anatomická provázanost existuje mezi bránicí a kraniálními vlákny m. transversus abdominis, která začínají z kaudálních 6-7 žeber. Na těchto žebrech také začínají vlákna kostální části bránice. V těchto místech dochází ke střídání a vzájemnému prolínání jednotlivých úponových snopců obou svalů (Dvořák, Holibka, 2006). Poslední anatomické spojení se nachází mezi nejhluběji uloženou vrstvou pánevního dna a zádovými a břišními svaly (Dylevský, 2009b).

### 2.4.3 Ideální aktivita svalů HSSP

Pro ideální funkci HSSP je klíčové postavení jednotlivých segmentů osového orgánu. Důležité je, aby bylo vyvážené svalové napětí mezi agonisty a antagonisty jednotlivých

segmentů (hrudník, páteř, pánev). Pro ideální funkci bránice je nutné neutrální postavení hrudníku, které bývá často změněno z důvodu dysbalance mezi dolními fixátory (břišní svaly) a horními fixátory (prsí svaly, skalenové svaly a m. sternocleidomastoideus). V postavení pánve pak hraje roli vyváženost mezi paravertebrálními a břišními svaly, svaly pánevního dna, ale i svaly kyčelního kloubu, které se na pánev upínají. Do této skupiny patří ischiokrurální svaly a flexory kyčelního kloubu, jako jsou m. rectus femoris, m. iliacus, m. sartorius a m. tensor fasciae latae (Kolář et al, 2009).

Aby byla páteř dokonale zpevněna dochází ke kontrakci bránice, která se mírně oplošťuje a klesá. Dochází tak ke stlačení obsahu dutiny břišní, ve které vzrůstá tlak a rozšiřuje se. Břišní svaly na tuto změnu reagují koncentrickou nebo izometrickou kontrakcí a pomáhají tak zvýšit nitrobřišní tlak. Postupně se jejich aktivita mění v excentrickou z důvodu probíhajících respiračních pohybů. Aktivitu bránice a břišních svalů doprovází i aktivita hluboko uložených extenzorů páteře. Jejich kontrakce by měla být izolovaná od povrchových svalů. Povrchově uložené svaly by se měly zapojit až pouze v případě zvýšených silových nároků na stabilizaci. K vytvoření ideální nitrobřišního tlaku pak přispívá i synchronní aktivita svalů pánevního dna, které reagují na tlak vnitřních orgánů způsobený kaudálním posunem bránice (Kolář et al, 2009).

## 2.5 HSS a sport

Jak již bylo zmíněno, trupová stabilita je nutnou podmínkou pro ideální provedení jakéhokoliv funkčního pohybu. V rámci sportovních aktivit a zvýšení fyzické náročnosti, platí toto tvrzení o to více. Svaly hlubokého stabilizačního systému nám umožňují pohyb trupu vůči pánvi a jeho kontrolu. Umožní tak optimální generaci, přenos a kontrolu sil potřebných pro podání požadovaného sportovního výkonu. Výsledkem je schopnost vytvoření kvalitní proximální stability, která umožňuje dostatečnou, ale bezpečnou mobilitu distálních kloubů. Kvalitní zapojení HSS při sportovních aktivitách tak výrazně snižuje riziko poranění zad a ostatních distálních kloubů (Kibler et al, 2006a).

V rámci sportovních aktivit dochází k zapojení jednotlivých svalů v komplexu kinematických řetězců. Příkladem může být rozbor pohybu nadhazovačů při baseballu, který ukázal, že celý pohyb začíná aktivitou kontralaterálních břišních svalů a pokračuje dále na ipsilaterální paži (Hirashima et al, 2002). Svalstvo trupu je pak důležité i v rámci kontroly pohybového vzoru, při které je nutné vyvinout dostatečnou brzdící



sílu, která zajistí bezpečnost pohybu. Při hodů je až 85 % této brzdící síly zajištěno aktivitou břišních svalů (Happee, Van der Helm, 1995).

V případě, že je trupové svalstvo správně zapojováno a je dostatečně silné, aby zajistilo potřebnou stabilitu, umožní tak posílení jednotlivých kinematických řetězců potřebných pro výkon (Kibler et al, 2006a, Dello Iacono et al, 2015). Tento fakt potvrzují i některé studie konkrétních pohybů. Například bylo zjištěno, že pokud je lopatka stabilizována aktivitou m. trapezius nebo mm. rhomboidei, dochází ke zvýšení maximální aktivace svalů rotátorové manžety až o 24 % (Kibler et al, 2006b).

Ve fyzické složce přípravy sportovců by zcela určitě měla být věnována pozornost nácviku trupové stability. Zejména z důvodu snížení rizika zranění, které je krom rovnovážného poměru sil mezi agonisty a antagonisty jednotlivých kloubů také ovlivněno kvalitou trupové stability. Trénink HSS u sportovců vede ke zlepšení stability pohybu na jedné dolní končetině, což je důležitý ukazatel při určování rizika poranění dolní končetiny. Jako ideální se při snaze snížit riziko zranění jeví trénink lokálních stabilizátorů kloubů v kombinaci s tréninkem globálních stabilizátorů a jejich propojení do transferu sil v rámci specifických pohybových vzorů.

Dalším důvodem je vyrovnání svalových dysbalancí, efektivnějšímu přenosu sil v rámci pohybových vzorů a zlepšení celkové stability. V rámci tréninkového procesu je také důležité, aby byla aktivita stabilizačních svalů trénovaná ve specifických pohybových vzorech, které jsou charakteristické pro danou pohybovou aktivitu. Bylo zjištěno, že sportovci dosahují lepších výsledků v testech, hodnotících aktivitu stabilizačních svalů trupu, které připomínají jejich sportovní činnost z hlediska směru zatížení. Co se nesespecifických pohybových činností týče, tak se výsledky studií liší. Některé tvrdí, že rekreační sportovci dosáhnou podobných výsledků jako ti profesionální. Všeobecně však studie dokládají, že sportující část populace dosahuje lepších výsledků než nespportující (Barbado et al, 2016).

## **2.6 Dysfunkce HSS**

V posledních letech značně vzrůstá povědomí o důležitosti především trupové stability. Nedostatečná funkce HSS s sebou přináší komplikace a poruchy v rámci pohybového

aparátu. Nicméně zatím není zcela ideálně zpracován přehled univerzálních doporučení, jakým způsobem se zaměřit na zlepšení funkce HSS (Huxel Bliven, Anderson, 2013).

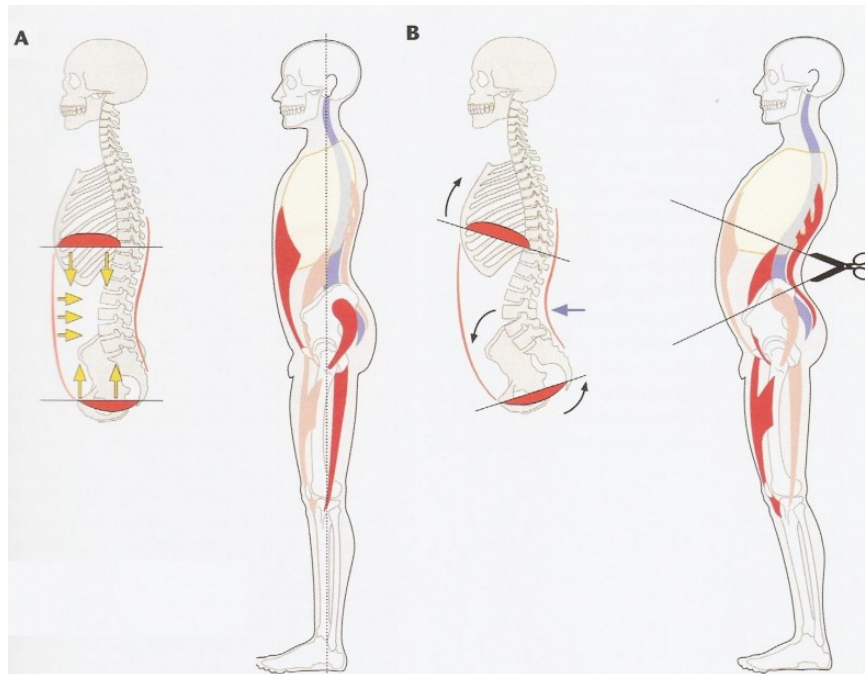
Změna svalové aktivity HSS může způsobit změny v posturální aktivitě jedince, což má za následek změnu v biomechanickém zatížení jednotlivých kloubů a změnu v napětí a délce ostatních svalů. Stejně tak, ale může změna postavení segmentů ovlivnit svalovou aktivitu. V rámci diagnostiky a terapie je pak důležité zjistit primární příčinu dysfunkce HSS. Je nutné odlišit funkční poruchu na úrovni svalové aktivity od strukturální změny postavení jednotlivých segmentů.

### 2.6.1 Syndrom přesýpacích hodin

Jednou z častých dysfunkcí na úrovni HSS může být tzv. syndrom přesýpacích hodin. V tomto případě dochází k paradoxní (inverzní) funkci bránice. Název této dysfunkce vyplývá z toho, že je změněno punctum fixum a punctum mobile bránice. Centrum tendineum, vazivově úponová část svalových vláken bránice, se mění v punctum fixum. Punctum mobile se pak nachází na žebrech, které se tak při aktivitě bránice pohybují směrem dovnitř a kraniálně, namísto toho, aby docházelo k jejich fyziologickému roztažení. Takto nedostatečná funkce bránice dále způsobuje zvýšenou aktivitu pomocných nádechových svalů, se kterou také souvisí změna držení osového systému a jeho zatěžování (Kolář et al, 2009).

### 2.6.2 Syndrom rozevřených nůžek

Další typickou odchylkou od fyziologické funkce může být tzv. syndrom rozevřených nůžek. Pro tento syndrom je typické inspirační postavení hrudníku, které s sebou přináší omezený pohyb ve spojení mezi jednotlivými žebry a obratli. Toto omezení je pak kompenzováno pohybem páteřních segmentů. Odchylka od ideálně horizontálního postavení hrudníku vede i ke změně funkce bránice ve smyslu směru jejího působení. Dalším nálezem bývá i anteverzní postavení pánve. Změna postavení pánve do anteverze následně vede k tomu, že svaly pánevního dna nejsou schopny dostatečně reagovat na zvýšení nitrobřišního tlaku způsobeného bránicí. Tato dysfunkce pak vede k přetěžování zejména bederních segmentů páteře a povrchových paravertebrálních svalů (Kolář et al, 2009).



Obrázek č. 1 – Porovnání fyziologického postavení a syndrom rozevřených nůžek (Kolář et al, 2009)

### 2.6.3 Porucha neuromuskulární koordinace a bolesti pohybového aparátu

Na první pohled by se mohlo zdát, že dysfunkce stabilizačních svalů vzniká na podkladě jejich snížené síly. Studie však dokazují, že tomu tak není. Klíčem ke kvalitní funkci je totiž neuromuskulární koordinace řízená CNS, která se stará o ideální načasování a míru aktivity jednotlivých svalů, které umožní vytvoření ideálního nitrobršního tlaku (Huxel Bliven, Anderson, 2013, Frank et al, 2013). Příčinou poruchy této koordinace může být například změna propriocepce z důvodu vadného držení těla, porucha čítí nebo nociceptivní dráždění (Cholewicki et al, 2005). Na koordinovanou aktivitu stabilizačních svalů lze nahlížet jako na kinematický řetězec. V případě dysfunkce jednoho svalu z řetězce může dojít ke změně funkci i všech ostatních svalů a řetězec tak nebude plnit ideálně svou funkci. V případě, že dysfunkce řetězce není odstraněna, dochází k fixování neoptimálních pohybových vzorů, které mohou způsobit snížení sportovního výkonu nebo dokonce bolesti pohybového aparátu (Frank et al, 2013). Neuromuskulární koordinace je sice primární ukazatel kvality funkce HSS, nicméně nesmíme zapomínat, že i sílová nebo vytrvalostní trénovanost svalů HSS je pro jejich správnou funkci důležitá (Huxel Bliven, Anderson, 2013).

Nedostatečnost kvalitní funkce HSS je často příčinou bolestí pohybového aparátu. V dnešní době se velmi často spojuje s bolestí dolní části zad neboli low back

pain (LBP), kterou někdy během života trpí až 80% populace (O'Sullivan, 2000). Přičemž z tohoto množství je 90 % bolestí nespecifického charakteru (Koes et al, 2006).

Ze studií vyplývá, že LBP bývá provázána poruchou právě neuromotorické koordinace, kdy při náhlém zatížení trupu dochází ke snížené rychlosti i míře zapojení svalů a hrozí tak riziko poškození páteřních segmentů (Cholewicki et al, 2005). Jak již bylo zmíněno, tak při nedostatečné funkci hluboko uložených svalů dochází k zapojení a přetěžování povrchových svalů. Tyto svaly však mají značně limitovanou schopnost udržet páteř v neutrálním postavení, a tak nejsou schopni ji ochránit z hlediska biomechanické zátěže. Přetížení těchto svalů navíc často vede k jejich zkrácení, případně spasmu, což může stát za příčinou vzniku LBP (Jebavý et al, 2020).

LBP není však jednoznačně závislá pouze na kvalitě HSS, ale její problematika je poněkud složitější. Příčiny bolestí jsou vždy značně individuální a multifaktoriální. Motorická kontrola a koordinace svalů v oblasti bederní páteře určitě patří do jednoho z faktorů, nemůžeme však tvrdit, že každý jedinec s nedostatečnou neuromotorickou koordinací svalů musí trpět LBP a naopak. Roli dále hrají například biomechanické faktory zatěžování páteře v rámci pohybových stereotypů jedince. Příčinou může být tak například nadměra pohybů v předklonu páteře spojených s rotací. Dále se na LBP podílí i psychické (deprese či neuspokojivé zaměstnání) a osobnostní (výška, váha, životní styl a další) faktory (Cholewicki et al, 2005).

Nespecifická bolest dolní části zad je dále velmi často provázána i problémy v oblasti kyčelních kloubů. Příčinou je pravděpodobně dysfunkce na úrovni neuromuskulární koordinace svalů jako jsou m. multifidus, m. transversus abdominis, m. obliquus internus abdominis a m. gluteus maximus. Tato dyskoordinace vede k instabilitě SI skloubení, a to se dále projevuje do oblasti kyčelních kloubů. Charakteristické je oslabení trupového svalstva, abduktorů a extenzorů kyčelních kloubů. Naopak typicky dochází k přetěžování m. piriformis a flexorů kyčelních kloubů, které kompenzují toto oslabení (Kim, Yim, 2020).

Další z experimentů zjistil, že u lidí trpících LBP dochází k opožděné aktivitě m. transversus abdominis. Tento sval se nezapojuje před započítím pohybu horní nebo dolní končetiny, jako by to bylo v ideálním případě. K zapojení svalu dochází až v průběhu pohybu. To vede ke snížené stabilizaci proximálních segmentů a tím pádem i změně jejich výchozí polohy pro funkční pohyb. Takto změněná poloha může

být predispozicí ke vzniku poranění horní nebo dolní končetiny (Huxel Bliven, Anderson, 2013).

#### 2.6.4 Dysfunkce HSS a poranění dolní končetiny

Jak již bylo zmíněno, trupová stabilita je klíčová pro pohyb celé dolní končetiny. Především pak v rámci generaci síly pro pohyb dolních končetin, zároveň také kontrolu, přenos a absorpci sil během pohybu distálních kloubů (Kibler et al, 2006a).

Poranění předního zkříženého vazy (ACL) je jedním z nejběžnějších zranění dolní končetiny ke kterému dochází při sportovních aktivitách. K poranění typicky dochází při dynamické činnosti valgózním mechanismem. Stabilita kolenního kloubu je řízena motorickou reakcí na základě senzoričtých podnětů při pohybu. V případě nedostatečně kvalitní neuromuskulární koordinace svalů, které zajišťují trupovou stabilitu, může dojít ke snížení schopnosti aktivní stabilizace kolenního kloubu. To vede k většímu zatížení pasivních stabilizátorů kloubu, kterými jsou právě vazy, tedy i ACL. Vazy však nemusí mít dostatečně vysokou odolnost vůči takovému zatížení a hrozí riziko jejich poranění. Z mnoha dostupných studií zcela jasně vyplývá, že zhoršená kvalita trupové stabilizace může být prediktor poranění ACL a zároveň, že trénink cílený na její zlepšení je efektivní v rámci prevence tohoto typu poranění (Zazulak et al, 2007).

Problém nedostatečné stabilizační funkce proximálních svalů není ukazatelem pouze rizika akutních traumatických poranění. Často se také mohou vyskytovat poranění, či bolesti z důvodu dlouhodobě nevhodného zatěžování. Typickým příkladem mohou být iliotibiální či patelofemorální syndrom (Leetun et al, 2004).

Dalším velmi častým poraněním v oblasti dolní končetiny při sportu je výron hlezenního kloubu, který v literatuře bývá označován termínem lateral ankle sprain. Typicky dochází k inverznímu mechanismu poranění, kdy jsou poškozeny laterální vazy hlezenního kloubu. Pro toto poranění je velmi typická jeho recidiva a riziko poranění je tak značně větší, pokud už k němu někdy v minulosti došlo (Dastmenash et al, 2012, Hertel, Corbett, 2019). V případě opakovaného poranění tohoto typu hrozí vznik chronické nestability hlezenního kloubu. Příčina zranění je opět multifaktoriálně podmíněna. Jako jedny z hlavních příčin se uvádí senzoričtý deficit a také zhoršená funkce posturální kontroly, která jednoznačně souvisí s problematikou svalů HSS (Hertel, Corbett, 2019).

U poranění dolních končetin v kontextu s dysfunkcí HSS nelze jednoznačně predikovat, jestli je riziko vzniku poranění dolní končetiny větší ve směru disto-proxiálním nebo naopak proximo-distálním (Dastmenash et al, 2012).

### 2.6.5 HSS v kontextu rehabilitace

Procesu rehabilitace zaměřenému na zlepšení stabilizační funkce svalů HSS by vždy mělo předcházet kvalitní vyšetření HSS a jeho vztahu k pohybu ostatních segmentů. Cvičební plán a program by se měl podle individuálních potřeb zaměřovat na všechny svalové aspekty jako jsou flexibilita, síla, vytrvalost a ideální svalová souhra s ostatními segmenty v rámci kinematických řetězců (Kibler et al, 2006a).

V počátcích rehabilitace je nejlepší nejprve cílit na zlepšení neuromuskulární koordinace. Snažíme se tak zlepšit neuromotorický nábor jednotlivých svalů. Ideální je provádět cviky v napřímené pozici páteře, tedy mezi flexí a extenzí, jelikož je to nejbezpečnější výchozí poloha pro silovou činnost. Na počátku celého procesu by se měly objevovat selektivní cviky, které umožní izolovanou aktivitu jednotlivých svalů. Příkladem může být nácvik aktivity svalů břišní stěny nebo nácvik bráničního dýchání. Tyto cviky mohou dobře vnímány a vytvořit tak představu o fyziologické svalové aktivitě. Sensorické informace tohoto typu dokážou reorganizovat řízení pohybových vzorů v motorických oblastech mozkové kůry, což vede ke zlepšení neuromotorické koordinace (Huxel Bliven, Anderson, 2013).

Důležité je si však uvědomit, že aktivovat svaly pouze selektivně z anatomického pohledu by bylo neefektivní. Musí cílit i na jejich stabilizační funkci (Frank et al, 2013). Toho nejlépe docílíme principem progresu, kdy budeme zvyšovat náročnost jednotlivých cviků. Postupně budeme při cvičeních volit posturálně náročnější pozice. Dále pak budeme upouštět od izolovaných a statických cvičení a nahrazovat je cviky dynamickými. Ve finální fázi bychom se měli dopracovat k nácviku dynamicky specifických pohybových vzorů s ohledem na individuální potřeby jedince (Huxel Bliven, Anderson, 2013). V rámci progresu bychom neměli také zapomínat na to, aby docházelo k nácviku svalové aktivity ve všech rovinách pohybu a abychom ve finální fázi skutečně aktivovali celý svalový řetězec potřebný pro funkční pohyb (Kibler et al, 2006a).

Výsledky studí jasně potvrzují, že takto zaměřené cvičení jsou efektivní a vedou k vyšší míře aktivace lumbopelvicke oblasti při provádění funkčních pohybů (Marshall,

Murphy, 2003). Nácvik aktivity HSS je také velmi efektivní u pacientů v rámci rehabilitační péče o pacienty trpící LBP. Jak již bylo zmíněno, nedostatečná svalová aktivita a často i jejich slabost koreluje s výskytem LBP (Kim, Yim, 2020).

Dále lze všeobecně říci, že téměř každý proces rehabilitace by se měl zaměřovat na zkvalitnění funkce HSS, pokud to daný jedinec potřebuje. I v případě rehabilitace z důvodu poranění, bolesti nebo jiné dysfunkce musíme vždy myslet na důležitost HSS. Korekci a zdokonalení jeho funkce bychom navíc měli zařadit do počátečních fází rehabilitačního programu. Důvodem je zajištění ideální výchozí pozice segmentů, která zajistí jejich ideální biomechanické zatížení a navíc umožní předcházet recidivu problémů (Kibler et al, 2006a). Dalším příkladem může být již výše zmíněná problematika, kdy dysfunkce HSS souvisí s LBP, ale i dysbalancemi a případně bolestmi kyčelního kloubu. V tomto případě dochází k vzájemnému ovlivňování segmentů a často není jednoduché zjistit primární příčinu problémů. Dysfunkce HSS může ovlivnit kyčelní kloub, ale zároveň je tomu naopak. Výhodou však je, že tento stejný princip platí i pro rehabilitaci. Zlepšení funkce HSS může odstranit bolesti kyčelního kloubu, to platí také obráceně (Kim, Yim, 2020).

Práce na zlepšení funkce HSS by měla být i součástí sportovní přípravy. Běžný silový trénink však nemusí být dostačující pro kvalitní neuromuskulární koordinaci svalů, zajišťujících trupovou stabilitu (Wilkerson et al, 2012). I z tohoto důvodu by se měla část jejich přípravy věnovat doplňkovým cvičením, které cíleně aktivují HSS, a ne pouze povrchové svaly, jako je tomu u mnoha silových cviků. Příkladem může být pozice tripod. Studie navíc dokazují, že takto cílená cvičení u sportovců mohou efektivně snížit bolest v oblasti bederní páteře a všeobecně zlepšit posturu (Jebavý et al, 2020).

## **2.7 Vyšetření postury a posturální stabilizace**

Hodnocení posturálních funkcí může být složitý a zavádějící proces, nicméně je velmi důležitý. Správné vyšetření postury nám umožní udělat si lepší představu o náchylnosti pacienta k přetížení nebo poranění (Kolář et al, 2009). Vždy je důležité vycházet z toho, jak by mělo vypadat fyziologické držení těla. Definice fyziologického držení těla a posturální stabilizace je značně nejasná z důvodu vysoké variability. Většina autorů se zaměřuje na hodnocení běžných posturálních situací jako jsou stoj nebo sed. Toto hodnocení však nemusí být dostačující, jelikož nezahrnuje pohybové aktivity

(Kobesová et al, 2020). Každá pohybová činnost vyžaduje určitou míru posturální podpory, která je během pohybu řízena nevědomě (Martin, 1977). Posturální stabilizace je přímoúměrná trupové stabilizaci (core stabilization) (Dastmenash et al, 2012). Nabízelo by se tedy řešení komplexního hodnocení trupové stabilizace ve smyslu síly, vytrvalosti, flexibility a kontroly a funkce (Kahraman et al, 2016). To by však také nebylo optimální, protože chybí proces porovnání s ideálním stavem (Cook et al, 2014). V tomto případě by se mohlo stát, že jedinci budou trénovat vadné pohybové stereotypy, které by ještě více prohloubily nedostatečnosti v posturální stabilizaci (Kobesová et al, 2020).

Jedna z optimálních hodnotících metod vychází ze znalostí vývojové kineziologie. V rámci vyšetření dochází k porovnání postury s ideální posturou na podkladě centrálních programů posturální ontogeneze. Během ontogenetického vývoje je primárním cílem vytvořit co nejefektivnější pohyb z hlediska biomechanického i neurofyziologického. Z biomechanického pohledu se jedná o ideální charakter zatížení a z pohledu neurofyziologického o složku řídicí stabilizační aktivitu svalů. Vždy je potřeba vycházet z toho, že aktivita jednotlivých posturálních svalů je podmíněna zráním centrální nervové soustavy. Svalová aktivita a koordinace následně určují vývoj a zároveň funkci jednotlivých kloubů (Kolář et al, 2009, Kobesová et al, 2020). Cook uvádí, že k rozvoji funkce jednotlivých svalů dochází směrem proximo-distálním. V tomto případě jsou nejprve stabilizovány jednotlivé klouby páteře a trupu, dále také proximální kořenové klouby končetin. Distální klouby mohou být kvalitně stabilizovány až následně. K disto-proximální stabilizaci dochází až v případě učení specifických dovedností a pohybem (Cook, 2014).

## **2.8 Dynamická neuromuskulární stabilizace**

Konkrétní neurofyziologickou metodou, která se zabývá vyšetřením, ale i terapií právě na podkladě vývojové kineziologie, je Dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS) (Kobesová et al, 2016).

Součástí metody je široká škála posturálních testů, které se zaměřují na celkové a individuální hodnocení posturální stabilizace. Během testování je pacient slovně, případně manuálně instruován k provedení specifického pohybového úkonu. Jakmile se objeví vadná stabilizace, tak je test ukončen. Kvalita provedení testu je hodnocena a porovnávána podle ideálního provedení zdravým kojencem. Pro hodnocení používá



terapeut především aspekci, případně palpaci. Výsledek testu je zapsán do záznamového archu. Vzhledem k tomu, že se jedná především o kvalitativní metodu hodnocení, je v praxi potřeba vzít v úvahu individuální parametry pacienta, jako jsou věk, konstituce postavy, sportovní aktivity a životní styl, které pravděpodobně ovlivní průběh a výsledky testování. Statistické hodnocení reliability jednotlivých DNS testů není momentálně známo. Nicméně terapeutický efekt metody je potvrzen mnoha autory, které před indikací terapie vycházeli právě z těchto testů (Kobesová et al, 2020).

Terapeutické využití metody se efektivně uplatňuje zejména pro úlevu bolesti páteře, zlepšení svalové koordinace, stoje, chůze a instability. Dále je výhodné její použití i u neurologických onemocnění, jako je například DMO nebo stavu po CMP, kdy dochází ke zvýšení celkové trupové stabilizace (Kobesová et al, 2020).

1. Breathing stereotype test: Seated	Left	Right	Functional DNS tests		
Lower ribs remain in caudal position			<b>Mark each box:</b> 1= Failed, 2= Poor, 3= Sufficient but not ideal, 4=Ideal		
Shoulders remain in neutral position			<b>7. Arm Lifting Test: Supine</b>		
<b>2. Intra-abdominal Pressure Regulation Test: Seated</b>	Left	Right	Thorax remains in neutral position		
The lower abdominal wall activation			Neutral T/L junction at shoulder flexion		
Umbilicus remains in neutral position			<b>8. Trunk Extension Test: Prone</b>	Left	Right
Proportional activation of the rectus			Head and cervical spine remain in neutral position		
Chest in caudal position			Spinal extension is proportional involving all spinal segments and the spinal curve is smooth		
<b>3. Diaphragm Test: Seated</b>	Left	Right	Scapulae remain in neutral position		
Activation of latero-dorsal abdominal wall			Pelvis remains in neutral position		
Lower ribs expand laterally			Adequate activation of ischiocrural muscles		
Shoulders remain in caudal position			<b>9: Quadruped Position Test: Hands and knees support</b>		
Maintain upright position of spine			Head remains in neutral position		
<b>4. Hip Flexion Test: Seated</b>	Left hip flexion	Right hip flexion	Proportional loading of the palms		
Trunk stable in frontal plane			Neutral position of scapulae		
Spine stable in sagittal plane			Thoracic spine stays stable in a sagittal plane		
Pelvis stable			Pelvis remains in neutral position		
<b>5. Supine Test with Legs Raised Up</b>	Left	Right	<b>10. Bear Position Test: Hands and feet support</b>		
Cervical spine upright			Neutral position of head		
T/L junction stability (low back adheres to the table)			Upright and elongated thoracic spine in sagittal plane		
Proportional activation of entire abdominal wall			Neutral position at knees		
Balanced activation of rectus abdominis without diastasis			Proportional loading of the feet		
<b>6. Trunk and Neck Flexion Test: Supine</b>	Left	Right	<b>11. Squat Test</b>		
Head in neutral position			Head maintains neutral position		
Thorax kept in caudal position			Shoulders and spine remain in neutral position, with shoulders aligned over the great toes		
Lower ribs fixed in caudal position			Knees remain in line, with hips and feet position over the great toes		
Balanced activation of rectus abdominis without diastasis			Neutral ankle and foot centration		

Trunk stability tests in frontal plane: If lateral shift occurs, describe to which side the trunk shifts  
 Spine stability tests in sagittal plane: Indicate if increased kyphosis or lordosis occurs  
 Pelvis stability tests: Indicate if anterior or posterior tilt occurs

Obrázek č. 2 – DNS záznamový arch (Kobesová et al, 2020)

## 2.9 Metody testování posturální stability

V praxi můžeme využít celou řadu klinických testů zaměřených na testování posturální stability. Některé testy jsou na provedení časově, finančně i co se potřebného vybavení týče nenáročné (např. metoda DNS). Jiné vyžadují specifické pomůcky ve formě speciálních podložek (Square hop test), nebo schopnosti ovládat moderní přístrojové diagnostické metody (NeuroCom Smart EquiTest). V diagnostice však musíme vždy vybrat vhodnou metodu dle potřeb pro každého pacienta individuálně. V této kapitole jsou postupně popisovány jak přístrojové varianty, tak klinické testy pro hodnocení posturální stability.

### 2.9.1 NeuroCom Smart EquiTest

Jedná se o speciální počítačové zařízení, které se ve zdravotnictví běžně využívá k hodnocení posturální stability pacientů. Nezpochybnitelnou výhodou zařízení je, že vyšetření dokáže zacílit na jednotlivé složky posturálního systému. Je schopno vyšetřit vizuální, vestibulární i propioceptivní systém. V případě poruchy posturální kontroly dokáže tak i rozlišit, na úrovni, jakého systému se vyskytuje největší deficit. Další výhodou je schopnost snímání těžiště těla v čase a objektivizace výsledků. Toto zařízení se používá hlavně v rámci diagnostiky neurologických pacientů. Dá se ale také použít v terapeutické formě. Nespornou nevýhodou této metody je zcela jistě finanční náročnost. Další limitací je také velikost přístroje, která neumožňuje zařízení využít v terénních podmínkách mimo laboratoř. Z tohoto důvodu jsou proto často voleny jiné klinické testy, které jsou finančně méně náročné a dají se využít i bez specifického vybavení téměř kdekoliv a za jakýchkoliv okolností (Wittstein et al, 2020).

### 2.9.2 Brániční test

Tento test je založen na podkladě vývojové kineziologie a vychází z metodiky DNS. Konkrétně se zaměřuje na hodnocení funkce bránice, která by zhruba ve 3 měsících věku měla být schopna plnit izolovaně respirační i posturální funkce. Při koncentrické kontrakci bránice dochází k jejímu posunu směrem kaudálně, což vede ke zvýšení tlaku na obsah břišní dutiny. Ideální reakcí je excentrická aktivita břišní stěny a pánevního dna, které slouží jako podpora pánevních orgánů. To umožňuje ideální kontrolu zvýšení nitrobřišního tlaku a vede tak k optimální spinální stabilizaci (Kobesová et al, 2020).

Testování probíhá vsedě, vyšetřovaná osoba drží napřímenou páteř a horní i dolní končetiny jsou relaxované. Vyšetřující osoba zezadu palpuje prostory dolních žeber a dorzolaterální břišní stěny z obou stran. Následně vyšetřovaného instruuje, aby provedl hluboký nádech směrem ke jeho prstům. Palpačně se hodnotí laterální pohyb dolních žeber a jeho symetrie, dále pak schopnost a symetrie aktivity dorzolaterální oblasti břišní stěny. Aspekci se pak dále hodnotí výchylky páteře z výchozí pozice, souhyb ramen, případně další odchylky od výchozí polohy (Kobesová et al, 2020).

Za chybný stereotyp provedení je považována neschopnost laterálního pohybu dolních žeber, případně jeho stranová asymetrie. Dále elevace hrudního koše a ramen, nebo neschopnost udržet napřímenou páteř, kdy dochází k jejímu vychýlení z výchozí pozice. Typicky může docházet k jejímu laterálnímu posunu, zvýšení kyfózy nebo změně postavení páve směrem do anteverze či retroverze (Kobesová et al, 2020).

### 2.9.3 Test flexe kyčle

Test flexe kyčle je založen na stejném podkladě jako brániční test. Vychází z předpokladů, že zhruba v 9 měsících věku je kojeneček schopen udržet rovnovážný sed s napřímenou páteří, hrudníkem a pánví v neutrálním postavení. Díky ideální koordinaci stabilizátorů osového orgánu je dítě schopno provést zvednutí dolní končetiny od podložky izolovanou flexí v kyčelním kloubu bez souhybu páteře nebo pánve (Kobesová et al, 2020).

Testování probíhá vsedě, vyšetřovaná osoba drží napřímenou páteř a horní i dolní končetiny jsou relaxované. Dolní končetiny by se neměly dotýkat země. Vyšetřující palpuje oblast dorzolaterální břišní stěny, stejně jako je tomu u bráničního testu. Vyšetřovaná osoba poté provede flexi v kyčelním kloubu a nadzvedne tak jednu dolní končetinu o 10-20 cm. Vyšetřující aspekčně hodnotí souhyby v oblasti páteře a pánve (Kobesová et al, 2020).

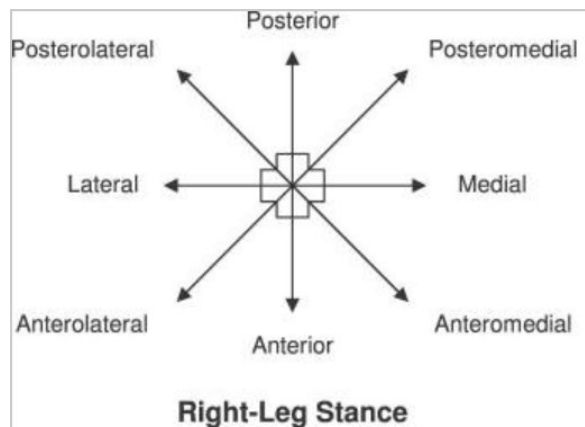
Při chybném provedení není páteř udržena v neutrální pozici, nebo dochází k laterálnímu posunu pánve nebo celého trupu. Za neideální provedení se považuje i chybějící nebo asymetrická aktivita dorzolaterální oblasti břišní stěny (Kobesová et al, 2020).

#### 2.9.4 Y-Balance test a SEBT

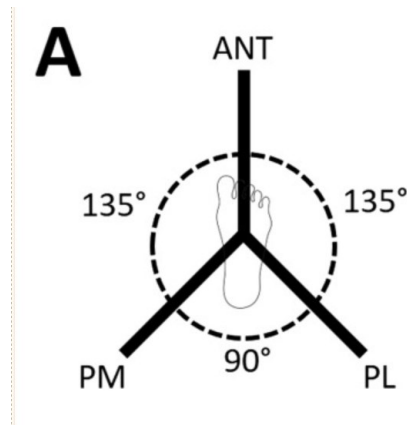
Y-Balance test a SEBT byly vytvořeny za účelem testování dynamické neuromuskulární koordinace neboli posturální stability dolních končetin. Dynamická neuromuskulární stabilita dolních končetin je klíčová pro hodnocení rizika poranění. Z mnoha studií vyplývá, že zlepšení posturální stability dolních končetin v rámci preventivních cvičebních programů sportovců vede k snížení počtu zranění. Vyšetření posturální stability dolní končetiny může být taktéž použito jako jedno z kritérií při rozhodování o návratu do sportovního tréninku po zranění (Plisky et al, 2021, Walker, 2016). Pro vyšetření se běžně využívají testy, které imitují nároky sportovní aktivity. Běžně se využívá různých skoků, poskoků, změn směru s udržením rovnováhy nebo cíleně posuvných pohybů okolo oporné baze s udržením rovnováhy (Gribble et al, 2012).

Původně byl pro toto testování využíván plně responsivní, validní i reliabilní The Star Excursion Balance Test (SEBT). Y-Balance test vznikl až následně z důvodu zvýšení reliability a zjednodušení celého procesu testování (Plisky et al, 2021). Dle výzkumů má Y-Balance dostatečnou reliabilitu a je senzitivním ukazatelem rizika zranění dolních končetin (Powden et al, 2019, Walker, 2016). Principy a důvody testování jsou u obou těchto testů stejné, liší se však svým provedením.

Při SEBT stojí testovaná osoba na jedné dolní končetině, přesně na bodě průniku 8 čar, které svírají úhel  $45^\circ$  a tvoří hvězdicí. Dotyčná osoba se pak snaží dosáhnout kontralaterální dolní končetinou co nejdále do všech 8 směrů za využití podřepu na stojné dolní končetině. Y-Balance oproti tomu využívá testování pouze do 3 směrů (anteriorně, posteromediálně a posterolaterálně). Výsledky SEBT a Y-Balance testu mezi sebou však neleze porovnávat. Bylo zjištěno, že se naměřená vzdálenost maximálního dosahu liší, i když je u obou testů provedena do stejného směru (Powden et al, 2019).

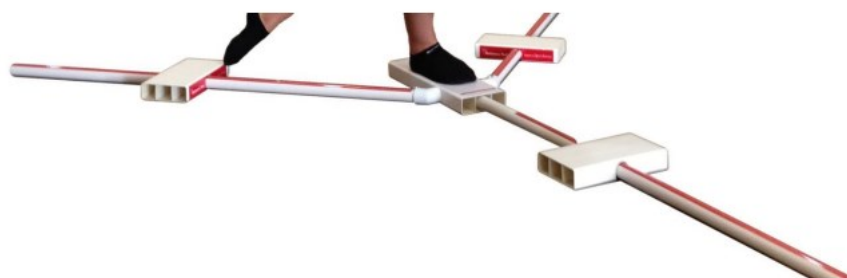


Obrázek č. 3 – Směry testování SEBT (Gribble et al, 2012)



Obrázek č. 4. - Směry testování Y-Balance test (Powden et al, 2019)

Jak již bylo zmíněno Y-Balance test vyšetřuje pohyby do 3 směrů. Pro provedení testu je nutné speciální vybavení, To se skládá ze 3 plastových tyčí, které jsou umístěny na zemi ve 3 směrech testování, tedy anteriorně, posteromediálně a posterolaterálně. Posterolaterální a posteromediální tyč spolu svírají úhel 90°, zatímco anteriorní tyč s nimi svírá úhel o velikosti 135° (Obrázek č. 4). Na každé tyči jsou zakresleny centimetry pro určení dosažené vzdálenosti. Dále je potřeba speciální jezdec, který je dolní končetinou posouván po tyči. Dosažená vzdálenost se pak jednoduše určí podle vzdálenosti na tyči, kam až byl jezdec posunut (Fratti Neves et al, 2017).



Obrázek č. 5 – Testovací platforma Y-Balance test (Walker, 2016)

Před provedením testu by se měla vyšetřovaná osoba adekvátně rozcvičit. Dále by měla mít možnost shlédnout správné provedení testu ve formě videa nebo názorné ukázky. Následně by měla provést 6 zkušebních pokusů na každou dolní končetinu, aby si osvojila provedení testu (Fratti Neves et al, 2017, Walker, 2016). Některé zdroje však uvádí, že 4 zkušební pokusy by měly být dostačující (Robinson et al, 2009).

Při samotném vyšetření stojí vyšetřovaná osoba, buď naboso nebo ve sportovní obuvi, přímo uprostřed testovací platformy. Následně provede 3 pokusy každou dolní končetinou. Nejprve anteriorně poté posteromediálně a na konec posterolaterálně. Pro to, aby byl pokus uznán jako platný musí splňovat určité podmínky. Stojná dolní končetina se nesmí nijak nadzvednout, ale musí zůstat po celou dobu v plném kontaktu s podložkou. Dále musí být nejdelší prst přímo na začáteční čáře. Horní končetiny by měly být v bok po celou dobu provádění pokusu. Volná dolní končetina musí jezdec posouvat plynule nikoliv kopnutím. V poslední řadě nesmí vyšetřovaná osoba ztratit rovnováhu během pokusu, to znamená, že se musí vrátit do výchozí pozice bez dotyku s podložkou. Dolní končetinu však může položit na zem mezi jednotlivými pokusy. V případě, že dojde k porušení jedné z těchto podmínek, tak je pokus označen za neplatný. Maximální možný počet pokusů do jednoho směru je 6. V případě, že toho není vyšetřovaný schopen, tak je výsledek 0 cm (Walker, 2016, (Fratti Neves et al, 2017).

Po provedení a změření všech pokusů se provede zpracování výsledků. Ideální je vypočítat absolutní dosaženou vzdálenost. Ta je dána průměrem všech 3 vzdáleností dosažených do konkrétního směru. Aby mohly být výsledky objektivně porovnávány mezi jednotlivými probandy musí se vzít v úvahu funkční délka jejich dolní končetiny (vzdálenost od spina iliaca anterior superior po malleolus medialis). Prakticky se to provede tak, že se naměřená hodnota (absolutní vzdálenost) vydělí funkční délkou dolní končetiny a poté vynásobí 100. Tato vypočítaná hodnota se nazývá relativní vzdálenost a je uváděna v procentech. V poslední řadě se vypočítá tzv. composite reach distance, která je součtem všech 3 nejlepších pokusů do každého směru vydělená 3x délkou dolní končetiny a následně vynásobena 100. Hodnota se opět udává v procentech a může být využita jako prediktor zranění (Walker, 2016). Bylo však zjištěno, že výsledky mohou být ovlivněny typem sportovního zaměření i jeho

výkonnostní úrovni. Vliv, ale také hrají ostatní faktory jako jsou pohlaví, věk, národnost a další (Plisky et al, 2021).

Ze studií vyplývá, že pokud je u jedince stranová asymetrie v dosažené vzdálenosti mezi dolními končetinami rovna nebo větší než 4 cm v anteriorním směru a 6 cm v posteromediálním či posterolaterálním směru, tak u něho hrozí až 4x větší riziko poranění dolní končetiny (Gonell et al, 2015). Studie dále ukazují, že pokud je hodnota composite reach distance menší než 94 %, tak je u daného jedince riziko zranění až 3,5x větší. Zhoršené výsledky dále mohou poukazovat na chronickou instabilitu hlezenního kloubu (Walker 2016, Fratti Neves et al, 2017). Zajímavým výsledkem jedné studie je, že jedinci, u kterých byla cíleným cvičením zlepšené trupová stabilita poté dosahovali lepších výsledků v Y-Balance testu. Toto tvrzení tak jenom potvrzuje, že trupová stabilita je klíčovou prerekvizitou stability dolních končetin a může se podílet na riziku vzniku zranění (Chimera, Warren, 2016).

### 2.9.5 Return to activity (RTA) algorithm

Tento funkční algoritmus byl vytvořen za účelem hodnocení léčby pacientů po poranění dolní končetin. Vyšetřuje funkční stav pacienta a je schopen odhalit asymetrie mezi postiženou a nepostiženou dolní končetin, případně riziko opětovného zranění. Dále umožňuje vzít v úvahu individuální stav pacienta, průběh jeho rehabilitačního programu a přizpůsobit tak adekvátně jeho další průběh rehabilitace. To následně umožní bezpečný a dobře načasovaný návrat k jeho individuálně požadovaným aktivitám. Nutno podotknout, že je potřeba dalších výzkumů, které by ověřily, že tento algoritmus může být použit pro predikci zranění u zdravé populace, která neprochází procesem rehabilitace po zranění.

Proces testování se skládá celkem ze 4 levelů, které se liší mírou obtížnosti zatížení pohybového aparátu. Testuje se především statická a dynamická stabilizační schopnost jedince. Každý z levelů zahrnuje jak kvalitativní, tak kvantitativní vyšetření.

Nejprve se vždy provádí kvalitativní test založen na vyšetření dřepu nebo jeho modifikaci. Kritéria správného provedení dřepu jsou jasně dané. Hodnotí se postavení dolních končetin a trupu v sagitální a frontální rovině. Pokud je výsledek kvalitativního testu dřepu (nebo jeho modifikace) dostačený, tak se může přistoupit i ke kvantitativnímu hodnocení daného levelu. V případě, že jsou oba testy adekvátně splněny, může být provedeno testování na náročnějším levelu. Při vyšetření se testuje

každá dolní končetina zvlášť. Výsledky se následně však musí porovnat, jestli jedinec dosahuje tzv. laterální symetrie. Výsledek laterální symetrie znamená, že se naměřené hodnoty obou dolních končetin v daném levelu alespoň z 90 % shodují.

První level testování spočívá v kvalitativním vyšetření stoje a podřepu na jedné dolní končetině. Kvantitativní test se pak skládá z Y-Balance testu. Cílem tohoto testu je navrátit se ke každodenním aktivitám, jako je například chůze, chůze do schodů.

Level 2 se zaměřuje již na dynamické testování stability v sagitální rovině. Odhalí tak, jestli je jedinec schopen zvládat například běh. Kvalitativní test spočívá v provedení skoku 40 cm vpřed a udržení 3 sekundy ve stabilní pozici. Pokud účastník splní kritéria, tak může přistoupit ke kvantitativnímu testu, kterým je skok do dálky s odrazem i dopadem na stejnou dolní končetinu.

Ve třetím levelu testování už se objevují prvky zatížení ve frontální rovině. Cílem je vyšetřit, jestli dotyčný zvládá dynamické zatížení při změnách směru, aby byl schopen bezpečně provádět aktivity jako jsou například tenis nebo squash. Kvantitativní test spočívá v provedení skoku bokem a následným dopadem s udržením stabilní pozice na jedné dolní končetině. Při kvantitativním testu jsou prováděny skoky stranou mezi 40 cm od sebe vzdálených čar. Výsledkem je množství platných skoků za 30 sekund.

Poslední úroveň obtížnosti se zaměřuje na dynamické zatížení všemi směry. Schopnost dynamické stability ve všech směrech je nezbytnou podmínkou většiny dynamických týmových sportů jako jsou fotbal, házená nebo basketbal. Kvalitativně je testován skok z jedné dolní končetiny na vzdálenost 40 cm současným otočením o 90° a následným dopadem a udržením stabilní pozice po dobu 3 sekund. Následně je kvalitativně hodnocen provedený počet skoků za 30 sekund, které dotyčný provede skokem do čtverce 40x40 cm a zase ven. S každým skokem se však mění směr zatížení. Při testování LDK proti směru hodinových ručiček a při testování PDK se mění po směru hodinových ručiček. V praxi tedy jedinec skočí do čtverce a poté z něj ihned vyskočí směrem vpravo (při testování LDK), poté zpět do čtverce a opět vyskočí, tentokrát směrem vpřed, a tak to pokračuje dále (Keller et al, 2016).

## **2.10 Florbal**

Florbal je jednou z nejdynamičtěji se rozvíjející sportovní hrou (Kysel 2010). Aktuálně je to i jeden z nejoblíbenějších sportů u nás. Co se počtu členské základny týká,



tak florbal předstihl mnoho tradičních sportů a je po fotbale druhým nejoblíbenějším sportem v ČR. Aktuálně je registrovaných 2 500 týmů v 9 různých kategoriích shodných pro muže i ženy. Členem florbalové asociace je aktuálně přes 76 000 lidí 1984 (Český florbal, 2022).

Výhodou florbalu, oproti například lednímu hokeji, je jeho minimální náročnost na vybavení. Dále má velmi jednoduchá pravidla a velmi snadno se učí, proto s ním lze začít už v poměrně mladém věku. Florbal je zároveň divácky velmi atraktivní díky svému vysokému tempu, množství vstřelených branek a rychlým zvrátům ve skóre (Kysel, 2010).

Florbal se rozšířil do České republiky ze Skandinávie v roce 1984. Původně však tento sport vznikl v USA v roce 1958, odkud se šířil dál, především do Kanady a právě Skandinávie. Florbal je kolektivní sport míčového a brankového typu. O výsledku rozhoduje větší počet nastřílených branek jednoho ze dvou družstev. Hraje se v indoorovém prostředí na hřišti o velikosti 40x20 metrů. Hřiště je kolem dokola ohraničeno mantinely vysokými 50 cm. Hrací čas je shodný jako u ledního hokeje, tedy 3x20 minut, ale s pauzou pouze 10 minut mezi třetinami. Utkání řídí 2 rozhodčí se stejnými pravomocemi (Kysel, 2010, Zlatník, Vancl, 2001).

Každé družstvo má během hry na hřišti 5 hráčů s hokejkami a 1 brankáře, který hokejku nepoužívá. Jedno družstvo může mít na soupisce pro utkání maximálně 20 hráčů. Střídání hráčů během zápasu probíhá hokejovým způsobem. Mohou tedy vystřídat kdykoliv v průběhu hry stylem „jeden za jednoho“ (Kysel, 2010).

Florbalová hokejka je obvykle vyrobená z kompozitních materiálů, nejčastěji směs karbonových a skelných vláken, proto je poměrně lehká a pružná. Na konci hole se nachází plastová čepel, která slouží ke kontrole plastového míčku, střelbě či přihrávce. Hlavním vybavením brankáře je helma s kovovou mřížkou, která chrání hlavu. Dále je oblečen do speciálně vyztužených kalhot, vesty a dresu, které chrání zbytek těla. Brankář může k zabránění vstřelení gólu použít jakoukoliv část svého těla. Jedinou podmínku, kterou musí dodržet je ta, že se alespoň část jeho těla musí nacházet v brankovišti. Brankoviště je oblast v okolí branky o velikosti 4x5 metrů (Kysel, 2010).

Florbalová sezóna v Česku trvá od září do dubna. Vyvrcholením sezóny je superfinále, ve kterém proti sobě nastoupí dva nejlepší týmy proběhlé sezóny a utkají se titul mistra ČR (Kysel, 2010, Skružný et al, 2005).

Jednotlivé herní činnosti jsou prováděny ve velmi vysoké intenzitě a často zároveň také ve velmi krátkém čase a na malém prostoru. Florbalisté se neobejdou bez kvalitní kondiční připravenosti. Během zápasu jsou vystaveni krátkodobým intervalům práce, a to zejména explozivního rychlostně-silového charakteru. Klíčová je reakční a startovní rychlost v kombinaci s agilitou (změnami směru). Vysoká intenzita je zachována díky intermitentnímu režimu, kdy se jednotliví hráči, většinou celé pětice hráčů, střídají. Další nepostradatelnou dovedností florbalisty by měla být vysoká míra koordinace, a to právě ve vysoké rychlosti (Kysel, 2010).

### 2.10.1 Vliv na pohybový aparát

Je nutné si uvědomit, že u florbalistů, a to zejména těch vrcholových, dochází k dlouhodobému a jednostrannému přetěžování pohybového aparátu. Samotný běh i hra s hokejkou jsou prováděny ve flekčním držení páteře, které velmi často přetrvává i při odpočinku v sedě na střídačce. Pohyby s hokejkou jsou typicky prováděny torzními pohyby v oblasti bederní páteře a nerovném předklonu (Kysel, 2010). Všeobecně platí, že výhřezy meziobratlových plotének vznikají s vyšší pravděpodobností při dlouhodobém a nevhodném zatěžování než na příklad při akutní traumatické situaci (Adams et al, 2012). Právě torzní pohyby ve spojení s flexí bederní páteře jsou z biomechanického pohledu nejméně ideálním typem zatížení pro meziobratlové ploténky. Dochází zde ke vzniku nejvyššího smykového zatížení tkání, což vede k vyššímu riziku vzniku posterolaterálního výhřezu meziobratlové ploténky (Veres, et al, 2010).

Bez konzistentně prováděných kompenzačních cvičení vede asymetrické a dlouhodobé přetěžování určitých svalových partií ke vzniku svalových dysbalancí a provádění vadných pohybových stereotypů. U florbalistů tak můžeme často pozorovat vadné držení těla, typicky se jedná o výskyt horního i dolního zkříženého syndromu. Dále může z důvodu asymetrického držení hokejky na jednu stranu docházet ke skoliotickému držení těla. Vadnému držení těla a provádění vadných pohybových stereotypů se snažíme zabránit pravidelným prováděním specificky cílených protahovacích, posilovacích a relaxačních cvičení (Kysel, 2010).

## 2.11 Obecná problematika pohybové aktivity a poranění

Pozitivní vliv a důležitost pravidelné pohybové aktivity pro člověka jsou naprosto zřejmé. Jedná se o jeden ze základních pilířů v rámci zachování zdraví a prevenci vzniku civilizačních onemocnění jako jsou choroby KVS, obezita, DM 2. typu. Pravidelná pohybová aktivita zároveň snižuje riziko předčasného úmrtí. I přes tyto a mnoho dalších benefitů představuje pohybová aktivita značné riziko v rámci ovlivnění zdravotního stavu jedince. Nejčastější komplikací pohybové aktivity bývají úrazy a zranění. Riziko je zde však podstatně nižší, než jsou výše uvedené zdravotní problémy. Benefity pohybové aktivity zcela určitě převažují nad jejími riziky ve spojitosti se zraněním (Bahr, Maehlum, 2003).

Při pravidelné sportovní aktivitě jsou sportovní zranění běžná a pravděpodobně žádný jedinec, ať už na jakékoliv sportovní úrovni, se jim nevyhne. Bolest a omezená pohybová kapacita nejsou jedinými komplikacemi zranění. To přináší také negativní ovlivnění emočního a ekonomického stavu. V nejhorších případech může sportovní zranění vést i ke smrti (Whiting, Zernicke, 2008).

### 2.11.1 Obecný přehled zranění ve florbale a jejich příčiny

Stejně tak jako u ostatních sportů vznikají úrazy ovlivnitelnými i neovlivnitelnými faktory. Úraz si přivodí buď hráč sám svou neopatrností, anebo vzniká zaviněním druhého hráče v zápalu boje. Florbal byl sice původně bezkontaktním sportem, ale postupně, spolu se zvyšující se fyzickou připraveností hráčů, se stal sportem, ve kterém je fyzický kontakt běžný. Zejména pak přetlačování v okolí mantinelů. Roli ve vzniku zranění může hrát i technické vybavení, jako např. náraz do rozpojených mantinelů, branky, nebo také údery hokejkou. Kromě typických nezávažných poranění jako jsou odřeniny a zhmožděniny může při florbale dojít i k poměrně vážným poraněním, jako je např. otřes mozku po nárazu nebo zásahu hokejkou. Dále může dojít k poranění svalů ve smyslu distenze nebo ruptury. Časté jsou také úrazy kloubů dolních končetin, zejména kolenního a hlezenního kloubu (Skružný et al, 2005, Kysel 2010).

### 2.11.2 Výzkumy zaměřené na zranění ve florbale

Vědeckých výzkumů, které by se zaměřovali čistě na problematiku zranění ve florbale není mnoho. Pravděpodobně je to z důvodu toho, že florbal je relativně mladý sport, který prozatím nemá v mnoha zemích svou tradici.

Z hlediska charakteristiky sportu se ukazuje, že se jedná o velmi rizikový sport z hlediska vzniku poranění. Pasanen et al (2008) provedli studii, která zahrnovala sledování téměř 400 finských florbalistek z elitní soutěže po dobu jedné sezóny. Výsledky studie uvádí, že zhruba třetina hráček se během jedné sezóny musela potýkat se zraněním. Důvodu zranění může být mnoho od dlouhodobě jednostranného přetěžování, nedostatečné fyzické připravenosti, únavy, kontaktu s protihráčem, vlivu umělé palubovky, zásahu míčkem nebo hokejkou a mnoho dalších. Naprostá většina poranění byla však traumatického typu (70 %), zatímco zbylých 30 % tvořila poranění vzniklá z důvodu dlouhodobého přetěžování. Ukázalo se, že nejčastěji poraněnou oblastí jsou dolní končetiny, které tvořily až polovinu všech poranění. Nejvíce poranění vzniklo v oblasti hlezenního a kolenního kloubu. Ze všech poranění kolenního kloubu připadlo 46 % z nich na poranění ACL (Pasanen et al, 2008). I mnoho dalších autorů se svými studii podporuje tyto informace a teorii vysokého rizika poranění, zejména pak právě hlezenního a kolenního kloubu v čele s poraněním ACL. Studie navíc dokazují, že k většině poranění dojde během zápasů, kdy je tempo hry i fyzická náročnost znatelně vyšší (Trevo, Nordström, 2014, Pasanen et al, 2018).

Poměrně překvapivě dochází velmi často i k poranění v oblasti obličeje, zejména pak poranění očí. Podle jedné z finských studií, která sledovala poranění očí při sportu po dobu 6 měsíců, připadlo až 45 % z nich na florbal (Leivo et al, 2007). Obdobná švédská studie dokládá čísla ještě o něco vyšší, a to až 56 % (Maxén et al, 2011). I možná toto bude důvod, proč je ve finských soutěžích povinnost hrát s ochrannými brýlemi až do juniorského věku (Pasanen et al, 2018).

## 3 Cíle a úkoly práce, hypotézy

### 3.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce je vyšetřit úroveň trupové stability testy dle Koláře u vrcholových hráčů florbalu. Následně uvážit její vztah k výskytu poranění DKK v anamnéze daného jedince. Dalším cílem je změřit posturální stabilitu pomocí Y-balance testu a výsledky porovnat s úrovní trupové stability a výskytem poranění v anamnéze. Posledním cílem je pak vyšetření dynamické stabilizace DKK pomocí 90° balance hop a square hop testu (RTA algorithm – Level 4), který určí, jestli je dotyčný jedinec schopný provádět pohybovou aktivitu charakteristickou pro florbal, s nízkým rizikem zranění.

### 3.2 Úkoly práce

- Provedení rešerše české i zahraniční literatury, která se zabývá problematikou spojenou s touto diplomovou prací a následné vypracování všechna teoretická východiska
- Stanovení cílů, úkolů a hypotéz
- Vybrání vhodné metody měření posturální stability a dynamické stabilizace ve vztahu k poranění DKK
- Vybrání vhodných probandů z florbalového klubu
- Odebrání anamnézy zaměřené na poranění DKK
- Provedení konkrétního měření
- Zpracování a interpretace dat
- Vyhodnocení výsledků a porovnání s hypotézami

### 3.3 Výzkumné otázky

1. Jaká je úroveň trupové stability u vrcholových hráčů florbalu v souvislosti s výskytem poranění DKK v anamnéze?
2. Jsou výsledky posturální stability měřené Y-balance testem ovlivněny úrovní trupové stability dle Koláře a výskytem poranění DKK v anamnéze?

3. Ovlivní kvalita trupové stability a četnost poranění DKK v anamnéze výslednou dynamickou stabilizaci DKK spojenou s pohybovou aktivitu charakteristickou pro florbal.

### **3.4 Hypotézy**

H1: Předpokládám, že vyšší četnost poranění DKK v anamnéze se bude vyskytovat s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.

H2: Předpokládám, že vyšší četnost poranění dominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s horšími výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu u jednotlivých hráčů (na totožné DK).

H3: Předpokládám, že vyšší četnost poranění nedominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s horšími výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu u jednotlivých hráčů (na totožné DK).

H4: Předpokládám, že horší výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu se budou vyskytovat společně s horší úrovní trupové stability.

## 4 Metodika práce

### 4.1 Metodický postup při vytváření teoretické části práce

Teoretická část této diplomové práce byla zpracována formou literární rešerše. Zdroje a použitá literatura v této části byly čerpány z dostupné české a zahraniční literatury o dané problematice. Všechna odborná literatura, ze které bylo čerpáno, byla zapůjčena v Ústřední knihovně Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, dále také v Národní technické knihovně v Praze. Pro vyhledávání odborných článků a studií byly použity internetové databáze: Web of Science, EBSCOhost, PubMed, Scopus a Google Scholar. Pro vyhledávání v daných knihovnách i uvedených databázích bylo nutné nejprve stanovit klíčová slova pro vyhledávání. Pro českou literaturu jimi byly: trupová stabilita, trupová stabilita a sport, riziko poranění dolních končetin, testování rizika poranění dolních končetin, florbal, Y-balance test, Return to activity algorithm. Pro anglickou literaturu jimi byly: core stability, core stability in sport, risk of lower limb injury, floorball, Y-balance test, Return to activity algorithm. Všechny získané informace a zdroje byly následně důkladně prostudovány a do teoretické části řazeny do kapitol a podkapitol. Každý použitý zdroj byl náležitě označen citací, dle citační normy ČSN ISO:690 a také uveden v seznamu použité literatury.

### 4.2 Metodický postup při vytváření praktické části práce

Vzhledem k tomu, že praktická část této práce zahrnuje výzkum, kterého se zúčastňují lidé, byla před kompletní realizací samotného výzkumného projektu vytvořena Žádost Etické komisi UK FTVS. Tato žádost byla Etické komisi UK FTVS elektronicky odeslána a Etická komise UK FTVS tento projekt schválila 22.5.2023 pod jednacím číslem 143/2023 Na základě schváleného projektu výzkumu byla provedena realizace. Každý z účastníků a vždy i jeho zákonný zástupce před vstupem do projektu podepsali informovaný souhlas, jehož znění bylo také schváleno Etickou komisí UK FTVS. Žádost Etické komisi UK FTVS je uvedena v přílohách (Příloha č. 1) stejně tak vzor informovaného souhlasu pro dospělé (Příloha č. 2) i nezletilé (Příloha č. 3) účastníky.

#### 4.2.1 Charakteristika sledovaného výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl tvořen vrcholovými hráči florbalu z klubu FBC Liberec. Věkové rozpětí, které bylo stanoveno pro zařazení do práce, bylo 16–35 let v době měření. Výsledný průměrný věk probandů byl  $x = 21,75$  let. Pro tuto studii byl využit výběr hráčů jednoho sportovního klubu. Výzkumný soubor byl tedy vybírán záměrně po splnění určených kritérií. Dotyčný musí být vrcholový hráč florbalu a musí být zdravotně způsobilý. Z výzkumného souboru také museli být někteří účastníci ještě před započítáním výzkumu vyloučeni, a to, protože byla také stanovena kritéria, která probandy přímo vylučovala. Výzkumu se nemohli zúčastnit brankáři a hráči s aktuálním poraněním nebo jinou zdravotní limitací. Pouze 2 z původního počtu 30 probandů nespĺňovali adekvátní podmínky pro zařazení do výzkumného souboru. Po zohlednění všech uvedených kritérií pro výběr účastníků tvořilo celkový výzkumný soubor 28 probandů. Žádný jiný z probandů v průběhu výzkumu s aktivitou neskončil, ani neporušil pravidla pro zařazení do výzkumu.

### 4.3 Zisk dat a použité metody

Měření a sběr dat probíhal v období září a října 2023 před tréninkovou jednotkou v prostorách posilovny florbalového klubu FBC Liberec. Zástupce klubu souhlasil s využitím prostor pro účely této diplomové práce. Během měření byla zajištěna maximální bezpečnost a klid, aby měření bylo ovlivněno co nejméně rušivými faktory. Každý proband, případně jeho zákonný zástupce podepsal před zahájením měření informovaný souhlas schválený Etickou komisí UK FTVS (Příloha č. 2 a 3).

#### **Anamnéza**

Nejprve byla odebrána základní anamnestická data probandů, jako jsou věk, výška, váha, dominantní DK. Odebrání anamnestických dat se dále zaměřovalo především na výskyt poranění v oblasti DKK. Proband uvedl všechna poranění, která ho limitovala během jeho kariéry. Detailněji byl pak dotázán doplňující údaje o zranění, jako kdy se vyskytlo, jakým způsobem probíhala léčba, jestli přetrvávají následky do současného stavu. Nejprve byl proband dotázán, jestli je aktuálně limitován poraněním pohybového aparátu, nebo jestli trpí nějakým onemocněním. V případě aktuálního poranění nebo onemocnění se proband nemohl účastnit dalšího měření.



### **Měření trupové stability dle Koláře – Brániční test**

1. Proband seděl na vyšetřovacím lehátku s odhalenou horní polovinou těla.
2. Páteř byla napříměna, horní končetiny visely volně podél těla a dolní končetiny se nedotýkaly podložky.
3. Řešitel palpoval oblast dorzolaterální břišní stěny a dolních žebber z obou stran.
4. Proband byl instruován k hlubokému nádechu směrem pod prsty vyšetřujícího.
5. Palpačně byly vyhodnoceny laterální pohyby dolních žebber a jejich symetrie, dále pak aktivace dorzolaterální břišní stěny. Aspekčně bylo hodnoceno udržení výchozí pozice páteře.
6. Kvalita provedení jednotlivých schopností pak byla ohodnocena 1-4 body dle záznamového archu DNS (Příloha č. 5).

### **Měření trupové stability dle Koláře – Test flexe kyčle**

1. Proband seděl na vyšetřovacím lehátku s odhalenou horní polovinou těla.
2. Páteř byla napříměna, horní končetiny visely volně podél těla a dolní končetiny se nedotýkaly podložky.
3. Řešitel palpoval oblast dorzolaterální břišní stěny a dolních žebber z obou stran.
4. Proband byl instruován k provedení flexe v kyčelním kloubu, tak aby nadzvedl kolenní kloub o 10-20 cm.
5. Aspekčně byla hodnocena schopnost udržet výchozí pozici páteře a pánve. Palpačně se hodnotila schopnost aktivity dorzolaterální břišní stěny.
6. Kvalita provedení jednotlivých schopností pak byla ohodnocena 1-4 body dle záznamového archu DNS (Příloha č. 5).

### **Měření Y-balance testu**

1. Proband přišel do prostor posilovny bos (bez bot a ponožek) ve sportovním oblečení (kraťasy a triko).

2. Vleže na zádech byla změřena funkční délka dolních končetin (vzdálenost od kaudálního bodu SIAS po distální část malleolus medialis).
3. Určila se dominantní dolní končetina.
4. Proband se rozcvičil a protáhl dle vlastních potřeb.
5. Řešitel provedl instruktáž a názornou ukázkou správného provedení testu.
  - proband stojí bos na středu testovací platformy před vyznačenou linií
  - vyšetřovaná DK musí zůstat celou dobu v kontaktu s platformou
  - HKK jsou po celou dobu provádění pokusu v bok
  - volná DK posouvá jezdce plynule, nikoliv kopnutím
  - volná DK posouvá jezdce pouze kontaktem s červenou částí, nesmí se opírat o jeho horní plochu
  - proband nesmí ztratit rovnováhu a dotknout se země během provádění pokusu
  - testování probíhá nejprve anteriorně, poté posteromediálně a nakonec posterolaterálně
6. Proband provedl 4 zkušební pokusy na každou dolní končetinu do každého směru .
7. Následovala pauza 2 minuty.
8. Proband provedl 3 platné pokusy v tomto pořadí:
  - 3x anteriorně na PDK
  - 3x anteriorně na LDK
  - 3x posteromediálně na PDK
  - 3x posteromediálně LDK
  - 3x posterolaterálně na PDK
  - 3x posterolaterálně na LDK

9. Výsledky testu byly měřeny s přesností na 0,5 cm a byly zapsány do záznamového archu (Příloha č. 6).
10. Naměřené hodnoty byly použity pro výpočet absolutní vzdálenosti (průměr ze všech 3 pokusů do daného směru). Dále pro výpočet relativní vzdálenosti (absolutní hodnota vydělena funkční délkou DK a poté vynásobena 100). V poslední řadě se vypočítala hodnota composite reach distance (nejlepší dosažená vzdálenost v každém směru vydělena 3x funkční délkou DK a následně vynásobena 100).

#### **Měření Return to activity algorithm – Level 4 – kvalitativní hodnocení**

1. Proband byl připraven na měření ve sportovním oblečení a obul si sportovní obuv.
2. Provedl zahřátí a rozcvičení formou dřepů, poskoků a dopadů 1 DK.
3. Na podlahu byl pomocí bílé lepicí pásky nalepen čtverec o velikosti 40x40 cm.
4. Řešitel provedl instruktáž a názornou ukázkou kvalitativního vyšetření testu.
  - vyšetřovaný stojí na vyšetřované DK před čtvercem
  - ruce jsou v bok
  - vyšetřovaný provede skok z 1DK a otočením o 90° za úroveň čtverce (vzdálenost 40 cm) – vždy tak, aby vnitřní strana nohy byla blíže k hraně čtverce
  - dopad je proveden na celou oblast plosky nohy
  - dopad je proveden, tak že je kolenní kloub mírně flektován a udržován v sagitální ose DK
  - trup se po dopadu nevychyluje
  - po dopadu se snaží udržet stabilní pozici na vyšetřované DK po dobu 3 sekund
5. Aspekčně byla vyhodnocena kvalita provedení. Hodnotilo se postavení dolní končetiny a trupu ve frontální i sagitální rovině při dopadu. Dále pak schopnost udržení stabilní pozice po dopadu.
6. V případě dostatečné kvality testu byl proband připuštěn i ke kvantitativnímu měření testování.

## Měření Return to activity algorithm – Level 4 – kvalitativní hodnocení

1. Řešitel provedl instruktáž a názornou ukázkou kvantitativního vyšetření testu.
  - vyšetřovaný stojí před čtvercem
  - po dobu 30 sekund provádí co nejrychleji skoky na 1DK do čtverce a zase ven
  - s každým skokem se mění směr
  - nejprve provede skok do čtverce
  - poté doleva (při testování PDK) /doprava (při testování LDK) ze čtverce ven
  - následně zpět do středu čtverce
  - poté vpřed mimo čtverec
  - poté zpět do čtverce
  - následně do poslední strany a zpět do čtverce
  - tento proces opakuje co nejrychleji po dobu 30 sekund
  - snaží se vždy skočit mimo čtverec, tak aby nebyl v kontaktu s páskou (hranou čtverce)
  - pokud se dotkne pásky (hrany čtverce), tak je pokus označen za neplatný a nepočítá se do celkového součtu
  - na konci je sečten celkový počet platných pokusů
  - pokud je více jak 25 % pokusů neplatných musí se test po 3 minutách opakovat
2. Proband provedl několik zkušebních pokusů dle vlastních potřeb.
3. Poté bylo provedeno samotné vyšetření po dobu 30 sekund.
4. Byl sečten a zaznamenán celkový počet platných pokusů pro vyšetřovanou DK.
5. Následovala krátká pauza dle potřeb probanda.
6. Proband opět provedl několik zkušebních pokusů druhou DK dle vlastních potřeb.
7. Poté se přešlo k provedení testování druhé DK po dobu 30 sekund.
8. Byl sečten a zaznamenán celkový počet platných pokusů pro vyšetřovanou DK.

9. Na konec byla vypočítána laterální symetrie (porovnání výsledků PDK a LDK), která by neměla být nižší než 90 %.

## 4.4 Analýza dat

V elektronické podobě v MS Excel 365 byla data rozpracována do tabulek, které tak poskytly data přehledněji a umožnily jejich rychlejší a snadnější popis i analýzu. Následně byla konkrétní data podrobena statistické analýze za využití statistického softwaru Jamovi (verze 2.3).

Pro vyhodnocení dat byl nejprve využit model logistické regrese, který pracoval se vztahem výskytu poranění a výsledky jednotlivých měření (kvality HSS, Y-balance testu a RTA protokolu). Pro statistickou významnost byla stanovena hodnota  $p=0,05$ . V případě výsledku, že byla hodnota  $p<0,05$ , byl u porovnaných dat statisticky významný rozdíl.

Jako další byl pro určení prediktorů zranění použit model lineární regrese. Jako statisticky významná byla opět stanovena hodnota  $p=0,05$ . V případě, že byla hodnota  $p>0,05$ , tak nebyla považována za statisticky významnou.

V poslední řadě byl pro posouzení korelace jednotlivých výsledků testování použit korelační model, konkrétně Pearsonův korelační kvocient. Pro statistickou významnost byla stanovena hodnota  $p=0,05$ . V případě výsledku, že byla hodnota  $p<0,05$ , vyskytovala se u porovnaných dat statisticky významná korelace.

## 5 Výsledky

Tato část se skládá ze dvou kapitol. Nejprve jsou v tabulkách uvedené hodnoty všech měření. V následující části jsou pak detailněji zobrazeny a porovnány v podobě grafů vzhledem k jednotlivým hypotézám práce.

### 5.1 Výsledky měření

V tabulkách jsou zaznamenána všechna důležitá anamnestická data a všechny naměřené hodnoty jednotlivých testovacích metod. U každého jedince se je zaznamenán údaj o jeho věku, dominantní DK a počtu zranění na dominantní a nedominantní DK. Dále je uveden celkový počet bodů ze dvou klinických testů kvality HSS dle Koláře. Maximální možné skóre bylo 52 bodů a nejnižší možné skóre bylo 13 bodů. Pro hodnocení Y-balance testu byla použita hodnota composite score. Ta se vypočítala tak, že se nejprve ze 3 úspěšných pokusů v každém směru vybral ten nejlepší. Poté se sečetly nejlepší výsledky do každého směru, výsledné číslo se vydělilo 3x délkou DK a vynásobilo 100. Poslední naměřenou hodnotou je procentuální rozdíl výsledků kvantitativního hodnocení Levelu 4 z RTA protokolu.

Prodand	Věk	Dominantní DK	Počet zranění DKK	Počet zranění dominantní DK	Počet zranění nedominantní DK
1	24	P	5	4	1
2	20	P	2	2	0
3	20	P	0	0	0
4	21	P	0	0	0
5	17	P	6	3	3
6	35	P	5	3	2
7	29	P	5	3	2
8	31	P	3	1	2
9	22	P	1	1	0
10	24	P	0	0	0
11	17	P	4	2	2
12	17	P	0	0	0
13	19	P	4	1	3
14	22	P	9	3	6
15	21	P	0	0	0
16	20	P	2	2	0
17	18	P	1	1	0
18	25	P	4	1	3
19	27	P	1	1	0
20	16	P	1	0	1
21	22	L	4	2	2
22	20	L	2	1	1
23	25	P	2	1	1
24	19	P	2	1	1
25	22	P	0	0	0
26	17	P	0	0	0
27	19	P	0	0	0
28	17	P	1	0	1

Tabulka č. 1 – Charakteristika výzkumného souboru

Prodand	Body HSS	RTA % rozdíl	Composite score dominantní	Composite score nedominantní
1	40	9,59	109,57	105,26
2	22	16,18	86,34	89,74
3	43	3,53	90	87,78
4	25	6,35	89,12	94,5
5	16	4,05	91,8	87,96
6	27	8,57	96,81	94,33
7	30	8,06	91,13	81,21
8	40	1,19	91,76	96,93
9	34	5,71	85,48	88,12
10	44	12,31	95,63	90,57
11	18	7,46	98,71	94,38
12	28	5,97	100,18	95,6
13	43	0	91,76	92,01
14	32	10,91	97,87	93,12
15	51	17,14	101,77	103,9
16	28	16,95	90,18	85,71
17	31	2,74	86,49	89,47
18	42	5,56	91,29	94,32
19	33	10,14	94,81	98,15
20	33	12	88,83	86,83
21	48	5,26	102,93	97,8
22	35	2,3	92,71	95,11
23	26	4,62	92,2	91,49
24	32	4,71	96,53	96,18
25	40	8,57	94,54	93,22
26	42	12,9	92,01	89,06
27	44	1,41	80,56	83,33
28	48	11,11	112,32	107,97

Tabulka č. 2 – Výsledky měření

## 5.2 Testování hypotéz

Pro statistické hodnocení naměřených dat a vyhodnocení hypotéz byly použity modely logistické regrese, lineární regrese a Pearsonův korelační kvocient. Všechny statistické testy byly provedeny na hladině významnosti 0,05. Výsledky hodnoty p jsou zaokrouhlena na tři desetinná místa.

### 5.2.1 Hypotéza 1

*H1: Předpokládám, že vyšší četnost poranění DKK v anamnéze se bude vyskytovat s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.*

Pro vyhodnocení první hypotézy byly použity modely logistické a lineární regrese. Logistická regrese byla nadefinována následujícím způsobem: 0 = dotyčný proband dosud neprodělal žádné zranění dané dolní končetiny, 1 = dotyčný proband už prodělal zranění dané dolní končetiny. Tento model nepočítá s detailním počtem zranění

u jednotlivých hráčů. Následně byl také použit model lineární regrese, který už počítal s konkrétním počtem zranění dané dolní končetiny u jednotlivých hráčů.

Hypotéza (H1) nebyla statistickým modelem logistické regrese potvrzena. Výsledek p-hodnoty, který udává počet poranění DKK v minulosti vzhledem ke kvalitě HSS byl větší než 0,05. Konkrétně se jednalo o hodnotu  $p=0,091$  (tabulka č. 3)

Model Coefficients - Výskyt zranění

Predictor	Estimate	SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Body HSS	-0,0948	0,0561	-1,69	0,091	0,91	0,815	1,02

Note. Estimates represent the log odds of "Výskyt zranění = 1" vs. "Výskyt zranění = 0"

Tabulka č. 3 – Výsledky logistické regrese DKK – HSS

Výsledky lineární regrese také neurčily statisticky významnou souvislost mezi konkrétním počtem zranění DKK u jednotlivých hráčů a kvalitou jejich HSS. Hodnota p byla větší než 0,05 a výsledky tudíž nejsou statisticky významné. Konkrétně  $p=0,124$  (Tabulka č. 4).

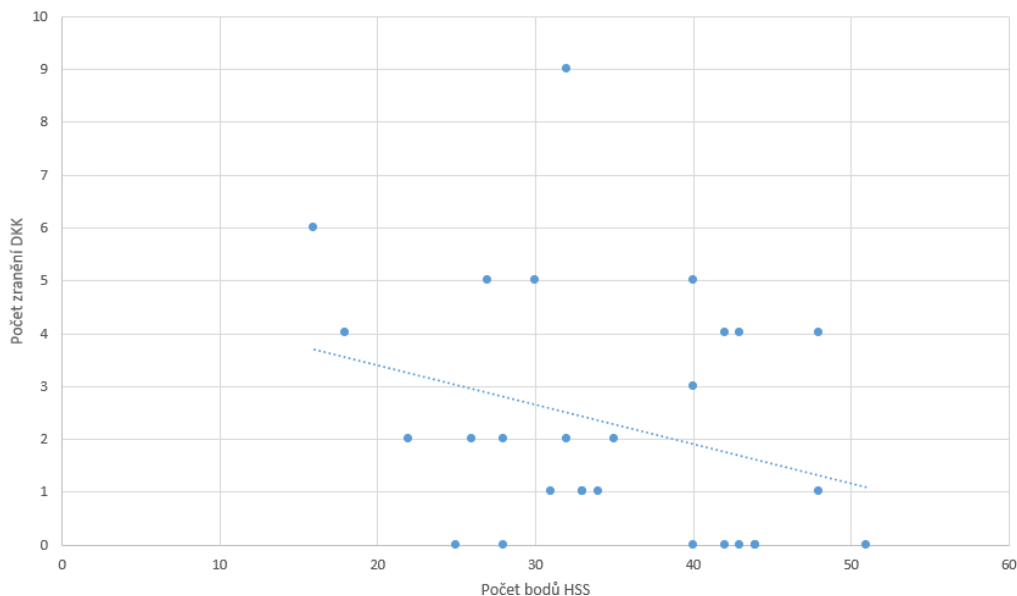
Model Coefficients - Celkový počet zranění

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Body HSS	-0,0746	0,0469	-1,59	0,124	-0,298	-0,682	0,0873

Tabulka č. 4 – Výsledky lineární regrese DKK – HSS

Pro doplnění výsledků této hypotézy přikládám graf z MS Excel, který zobrazuje zadané vstupní hodnoty. Nejedná se ale o statisticky zpracovaná data. Je vidět, že graf vykazuje jistou tendenci ve smyslu potvrzení hypotézy, která však nebyla statistickými výpočty doložena.





Graf č. 1 – Tendence Hypotézy č. 1

### 5.2.2 Doplnění k Hypotéze 1

Po zjištění, že H1 nebyla statisticky potvrzena, jsem se rozhodl dále analyzovat získaná data a zkusit je podrobit detailnějšímu hodnocení. Ze získaných dat jsem zkusil porovnat, jestli má u daného souboru vztah úroveň trupové stability s dominancí DK a četností poranění v anamnéze. Výsledky H1 jsem pak doplnil o navržení H1.1 pro dominantní DK a H1.2 pro nedominantní DK.

*H1.1: Předpokládám, že vyšší četnost poranění dominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.*

Pro ověření platnosti hypotézy byly použity modely logistické regrese, která byla nadefinována následujícím způsobem: 0 = dotyčný proband dosud neprodělal žádné zranění dominantní dolní končetiny, 1 = dotyčný proband už prodělal zranění dominantní dolní končetiny. Tento model nepočítá s detailním počtem zranění u jednotlivých hráčů. Následně byl také použit model lineární regrese, který už počítal s konkrétním počtem zranění dominantní dolní končetiny u jednotlivých hráčů.

Hypotéza byla oběma použitými modely statisticky potvrzena. Hodnota logistické regrese vyšla  $p=0,035$  a lineární regrese ještě nižší, a to konkrétně  $p=0,006$  (tabulka č. 5 a 6). Výsledné hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách a detailně je zobrazeno i grafické znázornění (Graf č. 1 a 2).

Model Coefficients - Výskyt zranění DK

Predictor	Estimate	95% Confidence Interval		SE	Z	p	Odds ratio	Upper
		Lower	Upper					
Body HSS	-0,1527	-0,2945	-0,0109	0,0724	-2,11	0,035	0,858	0,989

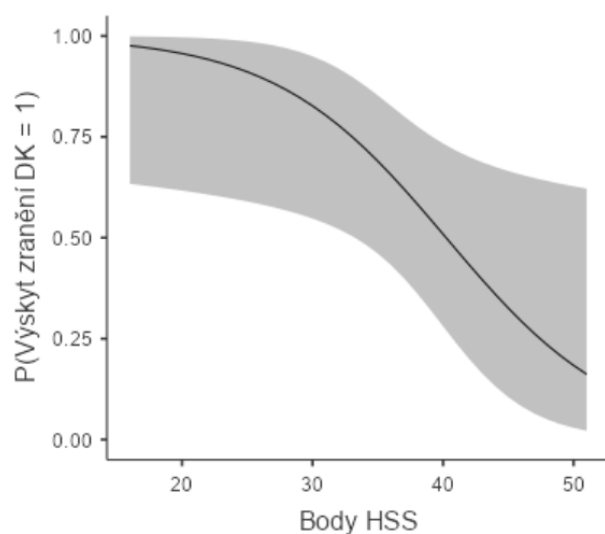
Note. Estimates represent the log odds of "Výskyt zranění DK = 1" vs. "Výskyt zranění DK = 0"

**Tabulka č. 5 – Výsledky logistické regrese dominantní dolní končetiny – HSS**

Model Coefficients - Počet zranění DK

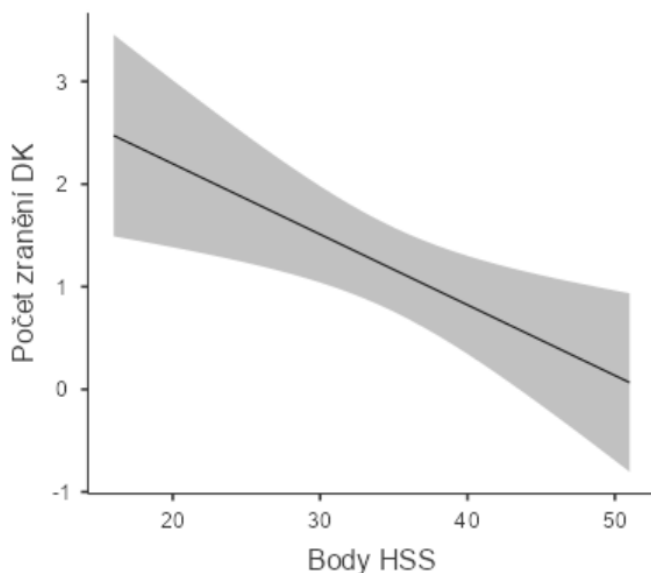
Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Body HSS	-0,0688	0,023	-2,992	0,006	-0,5327	-0,90029	-0,165

**Tabulka č. 6 - Výsledky lineární regrese dominantní dolní končetiny – HSS**



**Graf č. 2 – Hypotéza 1.1 - Výsledky logistické regrese**

**Graf č. 2 – Poznámka k popisu osy s popisem „Body HSS“ – číselné hodnoty vyjadřují počet bodů získaných hodnocením klinických testů HSS dle záznamového archu DNS (viz. Příloha č. 5)**



**Graf č. 3 - Hypotéza 1.1 - Výsledky lineární regrese**

**Graf č. 3 – Poznámka k popisu osy s popisem „Body HSS“ – číselné hodnoty vyjadřují počet bodů získaných hodnocením klinických testů HSS dle záznamového archu DNS (viz. Příloha č. 5)**

H1.2: *Předpokládám, že vyšší četnost poranění nedominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.*

Pro ověření platnosti hypotézy byly použity modely logistické regrese, která byla nadefinována následujícím způsobem: 0 = dotyčný proband dosud neprodělal žádné zranění nedominantní dolní končetiny, 1 = dotyčný proband už prodělal zranění nedominantní dolní končetiny. Tento model nepočítá s detailním počtem zranění u jednotlivých hráčů. Následně byl také použit model lineární regrese, který už počítal s konkrétním počtem zranění nedominantní dolní končetiny u jednotlivých hráčů.

Hypotéza nebyla použitými modely statisticky potvrzena. Hodnota logistické regrese vyšla  $p=0,279$  a lineární regrese  $p=0,419$  (tabulka č. 7 a 8). Výsledné hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách.

Model Coefficients - Výskyt zranění ND

Predictor	Estimate	SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Body HSS	-0,0551	0,0508	-1,08	0,279	0,946	0,857	1,05

Note. Estimates represent the log odds of "Výskyt zranění ND = 1" vs. "Výskyt zranění ND = 0"

**Tabulka č. 7 - Výsledky logistické regrese nedominantní dolní končetiny – HSS**

Model Coefficients - Počet zranění ND

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Body HSS	-0,0267	0,0325	-0,8219	0,419	-0,172	-0,606	0,261

Tabulka č. 8 - Výsledky lineární regrese nedominantní dolní končetiny – HSS

### 5.2.3 Hypotéza 2 a 3

H2: *Předpokládám, že vyšší četnost poranění dominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s horšími výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu u jednotlivých hráčů (na totožné DK).*

H3: *Předpokládám, že vyšší četnost poranění nedominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s horšími výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu u jednotlivých hráčů (na totožné DK).*

Pro vyhodnocení těchto hypotéz byl použit model logistické regrese, která byla nadefinována následujícím způsobem: 0 = dotýčný proband dosud neprodělal žádné zranění dané dolní končetiny, 1 = dotýčný proband už prodělal zranění dané dolní končetiny. Tento model nepočítá s detailním počtem zranění u jednotlivých hráčů. Následně byl také použit model lineární regrese, který už počítal s konkrétním počtem zranění dané dolní končetiny u jednotlivých hráčů.

Ani jedna z těchto hypotéz (H2 a H3) nebyla statisticky potvrzena. Výsledky p-hodnoty logistické regrese určující četnost poranění v minulosti vzhledem k výsledkům Y-balance testu (composite score DK a ND) a testu RTA protokolu (RTA % rozdíl) byly větší než 0,05. Konkrétně u dominantní dolní končetiny byla pro výsledky Y-balance testu hodnota  $p=0,321$  a pro výsledky testu RTA protokolu  $p=0,130$  (tabulka č. 9). U nedominantní dolní končetiny byly hodnoty  $p=0,083$  pro výsledky Y-balance testu a  $p=0,076$  pro výsledky testu RTA protokolu (tabulka č. 10).

Model Coefficients - Výskyt zranění DK

Predictor	Estimate	95% Confidence Interval		SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper					Lower	Upper
Composite score DK	0,0711	-0,0692	0,2115	0,0716	0,993	0,321	1,074	0,933	1,236
RTA % rozdíl	-0,1641	-0,3763	0,0481	0,1083	-1,516	0,13	0,849	0,686	1,049

Note. Estimates represent the log odds of "Výskyt zranění DK = 1" vs. "Výskyt zranění DK = 0"

Tabulka č. 9 – Výsledky logistické regrese dominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA

Model Coefficients - Výskyt zranění ND

Predictor	Estimate	SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Composite score ND	0,1358	0,0783	1,73	0,083	1,145	0,982	1,34
RTA % rozdíl	-0,1772	0,1	-1,77	0,076	0,838	0,688	1,02

Note. Estimates represent the log odds of "Výskyt zranění ND = 1" vs. "Výskyt zranění ND = 0"

Tabulka č. 10 - Výsledky logistické regrese nedominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA

Výsledky lineární regrese neurčily statisticky významnou souvislost mezi výsledky Y-balance testu (composite score DK a ND) a testu RTA protokolu (RTA % rozdíl) a počtem zranění dané dolní končetiny. Pro dominantní dolní končetiny byla hodnota  $p=0,055$  pro výsledky Y-balance testu a  $p=0,812$  pro výsledky testu RTA protokolu (tabulka č. 11). U nedominantní dolní končetiny byla hodnota  $p=0,526$  pro výsledky Y-balance testu a pro výsledky testu RTA protokolu byla hodnota  $p=0,259$  (tabulka č. 12).

Model Coefficients - Počet zranění DK

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Composite score DK	0,0638	0,0316	2,02	0,055	0,3729	-0,00814	0,754
RTA % rozdíl	-0,0106	0,0443	-0,24	0,812	-0,0425	-0,40793	0,323

Tabulka č. 11 - Výsledky lineární regrese dominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA

Model Coefficients - Počet zranění ND

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Composite score ND	0,0313	0,0487	0,6438	0,526	0,136	-0,301	0,573
RTA % rozdíl	-0,0685	0,0593	-1,1552	0,259	-0,229	-0,638	0,18

Tabulka č. 12 - Výsledky lineární regrese nedominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA

Tabulka č. 13 – Výsledky lineární regrese DKK – HSS

## 5.2.4 Hypotéza 4

H4: Předpokládám, že horší výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu se budou vyskytovat společně s horší úrovní trupové stability.

Pro vyhodnocení této hypotézy byl použit Pearsonův korelační kvocient. Aby se hypotéza dala považovat za potvrzenou, musela být hodnota  $p < 0,05$ . Tato hypotéza nebyla potvrzena, vzhledem k tomu, že hodnoty  $p$  jsou pro všechny možné korelace vyšší než 0,05 (tabulka č. 13). Pearsonovým testem byla pro vztah úrovně trupové stability (Body HSS) a výsledků Y-balance testu (composite score DK a ND) vypočítána hodnota  $p=0,144$  pro dominantní dolní končetinu a  $p=0,066$  pro nedominantní dolní končetinu. Pro vztah úrovně trupové stability (Body HSS) na výsledky testu RTA protokolu (RTA % rozdíl) byla vypočítána hodnota  $p=0,977$ .

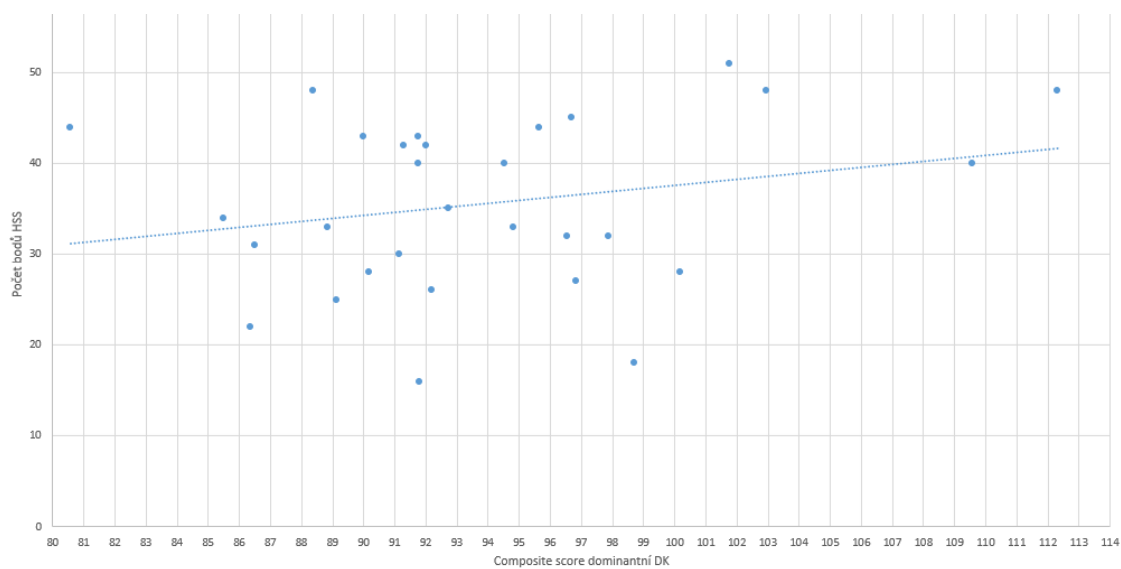
Correlation Matrix		Composite score DK	Composite score ND	Body HSS	RTA % rozdíl
Composite score DK	Pearson's r	—			
	p-value	—			
Composite score ND	Pearson's r	0.833 ***	—		
	p-value	< .001	—		
Body HSS	Pearson's r	0.284	0.352	—	
	p-value	0.144	0.066	—	
RTA % rozdíl	Pearson's r	0.264	0.134	0.006	—
	p-value	0.174	0.497	0.977	—

Note. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

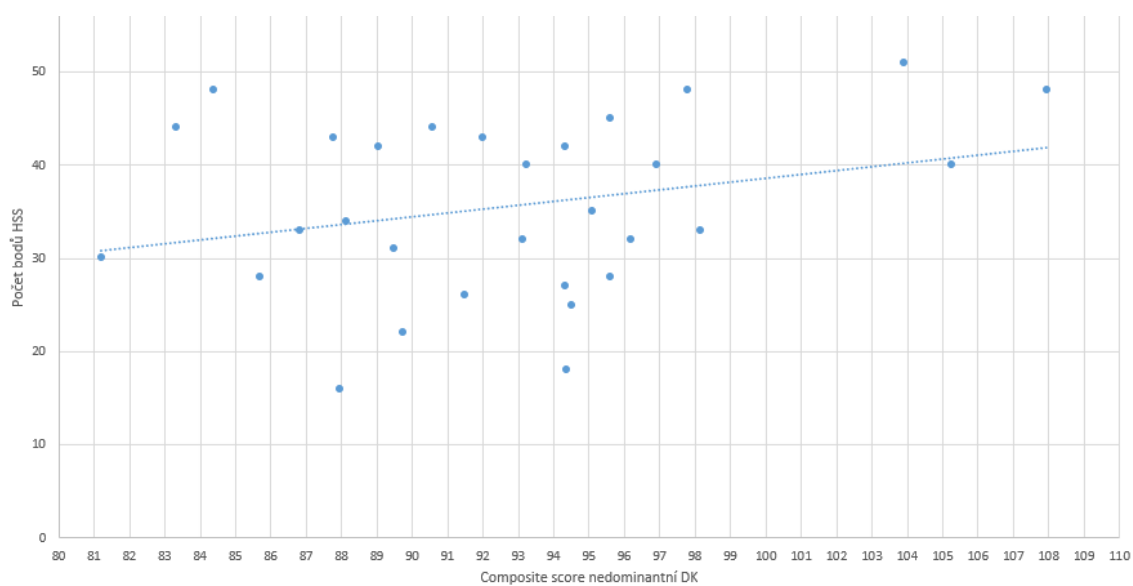
Tabulka č. 14 - Výsledky H4 – Pearsonův korelační kvocient

Jediná statisticky významná hodnota  $p=0,01$  vyšla pro vztah výsledků Y-balance testu dominantní a nedominantní dolní končetiny. Tato hodnota nám říká, že v rámci testování Y-balance testu nezáleží na dominanci dolní končetiny. Pokud daný jedinec dosáhne dobrých výsledků v rámci hodnocení dominantní dolní končetiny, lze tak předpokládat podobný výsledek i na nedominantní dolní končetině. Tato hodnota však nepotvrzuje žádnou z původních hypotéz.

Pro doplnění výsledků této hypotézy přikládám grafy z MS Excel, které zobrazují zadané vstupní hodnoty (kvalitu HSS a výsledky Y-balance testu). Nejedná se ale o statisticky zpracovaná data. Je vidět, že grafy vykazují jistou tendenci ve smyslu částečného potvrzení hypotézy, která však nebyla statistickými výpočty doložena. U hodnot výsledků RTA protokolu a kvality HSS se tato tendence neukazuje.



**Graf č. 4 – Tendence H4 – kvalita HSS a výsledky Y-balance testu dominantní DK**



**Graf č. 5 - Tendence H4 – kvalita HSS a výsledky Y-balance testu nedominantní DK**

## 6 Diskuse

### 6.1 Diskuse k hypotéze č. 1

*H1: Předpokládám, že vyšší četnost poranění DKK v anamnéze se bude vyskytovat s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.*

Hypotéza byla stanovena na podkladě vědeckých výzkumů, které potvrzují provázanost mezi kvalitou trupové stability a poraněním dolních končetin.

Systematická review z roku 2018 porovnával výsledky mnoha studií, které se zaměřovaly na vztah trupové stability a zranění dolních končetin. Nejprve je dle autorů nutné si uvědomit, že kvalita trupové stability může mít mnoho různých podob. Hodnocení by se tak mělo zaměřovat na jednotlivé funkční složky nervosvalového systému. Autoři proto rozdělili studie do několika kategorií, podle toho, jakou kvalitu trupové stability hodnotily. Některé studie se zaměřovaly na vytrvalostní složku svalů, jiné na maximální sílu, další na propiocepci či neuromuskulární kontrolu a celkový balanc. Výsledky studií ukazují na to, že téměř všechny tyto kvality trupové stability mohou být potencionálními ukazateli rizika poranění dolních končetin. Sporné výsledky se vyskytovaly pouze u svalové vytrvalosti v oblasti trupových svalů (De Blaiser et al, 2018).

Jedna ze studií se konkrétněji zabývala vyšetřením posturální stability hráčů a hráček basketbalu pomocí balanční desky NeuroCom. Do studie bylo zařazeno 210 účastníků, kteří neprodělali žádné zranění minimálně za posledních 12 měsíců. Před sezónou byl vyšetřen stoj na jedné dolní končetině po dobu 10 sekund s otevřenýma a poté i zavřenýma očima. Výsledky posturální kontroly byly vyhodnoceny balančním přístrojem NeuroCom. Ukázalo se, že k poranění kotníku došlo v následující sezóně u probandů s jasně horšími výsledky posturální kontroly. Další výsledky ukázaly, že dominance dolní končetiny nehrála žádnou roli (McGuine et al, 2000).

Zazulak et al (2007) se ve své studii zaměřili na sledování posturální stability a výskytu poranění kolenního kloubu u 277 vrcholových sportovců v časovém horizontu 3 let. Nutno podotknout, že byli vybráni pouze ti sportovci, kteří v minulosti neprodělali žádné poranění v oblasti kolenního kloubu. Vstupní vyšetření se skládalo z detailního dotazníku, kde se hodnotil například i výskyt LBP. Dále hodnocení propiocepce



a posturální stability formou schopnosti reagovat na náhlou změnu zatížení. Z výsledků jasně vyplývá, že horší výsledky neuromuskulární kontroly trupových svalů (i v kombinaci s vyšší četností výskytu LBP) vede k vyššímu riziku vzniku poranění sportovců (Zazulak et al., 2007).

Trupová stabilita (core stability) je aktuálně velmi populární součást fyzické přípravy sportovců v rámci prevence vzniku poranění. Zároveň se velmi často využívá v procesu rehabilitace. Aktuální informace z dostupné literatury jsou však mírně skeptické ohledně důkazů vědeckých studií. Je nezpochybnitelné, že trupová stabilita je klíčová komponenta pro ideální provedení pohybových vzorů dolních končetin. Trup zajišťuje optimální proximální stabilitu pro provedení pohybů distálních částí a zároveň je součástí komplexních svalových řetězců. Toto je hlavní důvod, proč se trupová stabilita začala považovat za jeden z klíčových faktorů, který ovlivňuje riziko poranění dolních končetin. Aktuální výzkum však tvrdí, že výsledky studií jsou v tomto ohledu poměrně nedostatečné. Studie se totiž velmi často limitují pouze na vyšetření jen některé z komponent trupové stability u konkrétní skupiny sportovců. Neberou tak trupovou stabilitu jako multifaktoriální funkční jednotku, kde hraje roli svalová síla, vytrvalost, propriocepce, neuromuskulární kontrola a další faktory. Další limitací výzkumu je problematika testování jako prediktoru zvýšeného rizika zranění. Dle literatury neexistuje kompletní validní forma testování, která by se zaměřovala na všechny komponenty trupové stability (De Blaiser et al., 2020).

Nutno však podotknout, že ačkoliv se aktuální informace uvádí jako nedostatečně průkazné, se v literatuře nepodařilo dohledat studii, která by dokazovala opak. Tedy konkrétně to, že trupová stabilita nemá žádnou souvislost s rizikem vzniku poranění dolních končetin. Pravděpodobně ještě nevíme vše ohledně provázanosti trupové stability a poranění dolních končetin. Z literatury je však zřejmé, že jisté souvislosti zde existují.

### 6.1.1 Diskuse k doplnění hypotézy č. 1

H1.1: *Předpokládám, že vyšší četnost poranění dominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.*

H1.2: *Předpokládám, že vyšší četnost poranění nedominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s nižší úrovní trupové stability u jednotlivých hráčů.*

Řada publikací se také zaměřuje na vliv dominance dolní končetiny vzhledem k výskytu poranění. Dohledat studii, která by se zaměřovala čistě na problematiku souvislosti trupové stability a výskytu poranění na dominantní či nedominantní dolní končetině se mi nepodařilo. Nicméně z dohledané literatury vyplývají zajímavé informace.

Otázka ohledně dominance dolní končetiny jako jednoho z faktorů zvyšujících riziko poranění zůstává v odborné literatuře kontroverzní. Některé publikace uvádí dominanci dolní končetiny jako jednu z predispozic k poranění. Jiné ji naopak mezi rizika neřadí vzhledem k nedostatečně průkazným výsledkům vědeckých studií (Svensson et al., 2018, Murphy et al., 2003).

Jedna z retrospektivních studií se zabývala výskytem bezkontaktního poranění ACL u hráčů fotbalu vzhledem k dominanci dolní končetiny. Výsledkem bylo, že hráči fotbalu mají větší náchylnost k poranění dominantní dolní končetiny. Jedním z možných vysvětlení mohou být výraznější typické svalové dysbalance dominantní dolní končetiny. Pro fotbalisty je typická změna poměru svalové síly quadricepsu a hamstringů (větší než 2:1), dále také adduktorů a abduktorů (v poměru 2:1). Tato svalová dysbalance velmi pravděpodobně ovlivňuje postavení pánve v sagitální i frontální rovině. Stranová asymetrie pánve pak přetrvává při statických i dynamických činnostech a zcela určitě tak mění postavení osového systému. To dále může vést ke změně funkce na úrovni trupových svalů, které mohou asymetrické postavení dále prohlubovat a činit tak dominantní dolní končetinu náchylnější k poranění (Brophy et al., 2010).

Vzhledem k dalším výzkumům do budoucnosti by bylo zajímavé zaměřit studie na podobnou problematiku konkrétně u hráčů florbalu. Florbal je výrazně asymetrickým sportem s tendencí vzniku řady dysbalancí pohybového aparátu. Je možné právě asymetrie zatížení, případně vzniklé dysbalance mohou ovlivnit kvalitu trupové stability a také mít vliv na zvýšené riziko jedné z dolních končetin.

## **6.2 Diskuse k hypotéze č. 2 a 3**

*H2: Předpokládám, že vyšší četnost poranění dominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s horšími výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu u jednotlivých hráčů (na totožné DK).*

*H3: Předpokládám, že vyšší četnost poranění nedominantní DK v anamnéze se bude vyskytovat společně s horšími výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu u jednotlivých hráčů (na totožné DK).*

Hypotéza byla stanovena na podkladě vědeckých výzkumů, které potvrzují provázanost mezi kvalitou posturální stability dolních končetin a poraněním dolních končetin.

Y-balance test se zaměřuje na vyšetření posturální stability dolních končetin do 3 směrů. Jeho hlavním využitím je odhalení rizika poranění dolních končetin nebo se také využívá při rozhodování o návratu k pohybové aktivitě v rámci procesu rehabilitace. Dle výzkumů se ukazuje jako dostatečně reliabilní, validní i senzitivní metodou pro hodnocení rizika výskytu poranění dolních končetin (Plisky et al, 2021, Walker, 2016). Aktuální studie dokládá i fakt, že tento test má vysokou absolutní i relativní inter-rater reliabilitu (Foldager et al., 2023). Studie, které provedl Plisky et al. a také Smith et al. poukazují na to, že pokud se v anteriorním směru vyskytuje asymetrie větší než 4 cm, je u daných jedinců vyšší riziko poranění dané dolní končetiny (Plisky et al., 2006, Smith et al., 2015). V jedné z prvotních studií Y-balance testu, která byla prováděna na hráčích basketbalu uvádí Plisky et al., že výsledky composite score nižší než 94% jsou spojeny s vyšším rizikem poranění dolní končetiny (Plisky et al., 2006). V jedné z novějších studií se autoři zaměřili na měření Y-balance testu u hráčů amerického fotbalu v souvislosti s výskytem nekontaktních poranění dolních končetin. Nutno podotknout, že americký fotbal je jeden ze sportů s nejvyšší mírou vzniku poranění dolních končetin. Studie se zúčastnilo celkem 59 hráčů, kteří netrpěli bolestí ani poraněním pohybového aparátu déle než 6 měsíců. Hráči byli pak sledováni v průběhu sezóny vzhledem k výskytu bezkontaktních poranění dolních končetin. Ukázalo se, že ke zranění došlo u hráčů, kteří dosáhli hodnot composite score nižší než 89%. Tato studie ukazuje, že původně udávaná hodnota composite score pro určení rizika poranění (94%) nemusí být tak striktní. Další variantou je vysvětlení, že budou existovat populační rozdíly u jednotlivých skupin sportovců. Je tedy možné, že pro každý sport může být riziková hodnota composite score jiná (Butler et al., 2013).

Toto doplňuje další studie prováděna na 74 profesionálních fotbalistech. Autoři porovnávali dosažené hodnoty Y-balance testu s výskytem bezkontaktních poranění dolních končetin v nadcházející sezóně. Výsledky studie se opět trochu liší od prvotní studie Plisky et al. V této studii se ukázalo, že hráči, u kterých byla přítomna asymetrie 4 cm a více v posteromediálním směru, utrpěli více bezkontaktních poranění

dolní končetiny. Riziko poranění u těchto hráčů bylo až 4x větší. Zároveň výsledky ukázaly, že podprůměrné výsledky composite score (vzhledem k testované skupině) vedly k 2x většímu riziku poranění dolní končetiny (Gonell et al, 2015).

Tvrzení, že testování se zaměřuje na posturální stabilitu dolních končetin však může být lehce zavádějící. Je důležité si uvědomit všechny proměnné, které jsou potřeba pro správné provedení testu. Test vyžaduje silové schopnosti, rozsah pohybu, neuromuskulární koordinaci, balanční a propiocepční schopnosti dolních končetin. Je proto zřejmé, že kvalita výsledků testování posturální stability je značně multifaktoriálně podmíněna. Proto je i důležité se u každého jedince zaměřit na odhalení kvalit, které limitují výsledky testování (Wilson et al., 2018).

Proto se některé studie zaměřují na korelaci jednotlivých kvalit s výsledky Y-balance testu. Autoři jedné z nejaktuálnějších studií, se rozhodli porovnat výsledky testu se silou svalů kyčelního kloubu. Do studie bylo zahrnuto 73 zdravých jedinců u kterých byla měřena maximální izometrická síla abduktorů, extenzorů a zevních rotátorů kyčelního kloubu. Záměrně byly vybrány tyto tři svalové skupiny z toho důvodu, že mají souvislost s pohyby prováděnými při testování a zároveň se ukazuje, že souvisí i s rizikem poranění dolních končetin. Z výsledků vyplývá, že existuje jasná korelace mezi naměřenými hodnotami do všech tří směrů i výsledky composite score a silou abduktorů kyčelního kloubu. Síla zevních rotátorů a extenzorů se neukázala jako prediktor výsledků testování. Síla především abduktorů se ukazuje jako klíčová v rámci rizika poranění dolní končetiny. Hlavní funkcí abduktorů je stabilizovat pánev a kyčelní kloub při pohybech na jedné dolní končetině, které se ve sportu běžně vyskytují. Zabraňují tak pádu kyčelního kloubu do addukce a valgózního postavení celé dolní končetiny. (Wilson et al., 2018).

Další ze studií se zaměřovaly na porovnání výsledků Y-balance testu v souvislosti s mobilitou hlezenního kloubu. Zejména mobilita a rozsah pohybu do dorzální flexe se ukazuje klíčová pro sportovní výkon. Zároveň se dle studií ukazuje, že snížený rozsah pohybu do dorzální flexe je spojen se zvýšenou incidencí poranění dolních končetin. Dorzální flexe hlezna je také jednou z komponent ovlivňujících posturální stabilitu dolních končetin při provádění Y-balance testu. Studie potvrzují, že existuje významná korelace mezi rozsahem pohybu dorzální flexe hlezenního kloubu a naměřenými výsledky anteriorním směrem u Y-balance testu. U výsledků posteromediálním a posterolaterálním směrem nejsou výsledky zcela statisticky

průkazné (Rafagnin et al., 2023, Kang et al., 2015). Chimera a Larson svou studií z roku 2020 doplňují i informace o tom, že výsledek Y-balance testu může ovlivnit i tvar plosky nohy, respektive velikost jednotlivých oblouků kleneb (Chimera a Larson, 2020).

RTA algoritmus je podstatně méně podložen odbornými publikacemi a výzkumy. Jeho využití spočívá především v procesu rehabilitace při návratu k pohybové aktivitě. Dle autorů testovacího protokolu je potřeba v budoucnu dalšími výzkumy prokázat vhodnost použití protokolu u sportovní populace z hlediska preventivního vyšetřování rizika poranění dolních končetin. Nicméně testování je klinicky velmi důležité vzhledem k hodnocení funkční stability dolních končetin vzhledem ke sportovním aktivitám. Zaměřuje se na kvalitativní i kvantitativní hodnocení a umožňuje tak objektivně porovnávat funkční symetrii dolních končetin (Keller et al, 2016).

Teoretický podklad tohoto testování prakticky podporuje i studie z roku 2018, která byla prováděna na profesionálech alpského lyžování. Lyžaři byli podrobena silovým tesům (maximální izometrie) i koordinačním testům na bázi skoku. Následně u nich byl určen index symetrie dolních končetin (limb symmetry index – LSI), který se běžně využívá při rozhodování o návratu k pohybové aktivitě po zranění. Ten byl poté porovnán s výskytem zranění dolních končetin jednotlivých sportovců. Korelace těchto dvou proměnných byla statisticky potvrzena. Ukazuje se tak, že porovnávat LSI má skutečně smysl v rámci problematiky rizika poranění dolních končetin. Obecně udávaná norma pro nízké riziko poranění, nebo pro bezpečný návrat k pohybové aktivitě se ukazuje LSI menší než 10% (Steidl-Müller et al., 2018).

### **6.3 Diskuse k hypotéze č. 4**

*H4: Předpokládám, že horší výsledky posturální stability Y-balance testu a testů RTA protokolu se budou vyskytovat společně s horší úrovní trupové stability.*

Obecně se udává, že posturální stabilita je základním kamenem pro pohyb dolních končetin. Z toho vyplývá, že i výsledky těchto testů budou záležet na kvalitě trupové stability.

Svaly v oblasti trupu a pánve zajišťují stabilitu pro mobilitu kloubů dolních končetin. Dle studií se i aktivují před samotným započítáním pohybu. Mají tak významný

vliv na výchozí postavení kloubních segmentů při pohybu. Tím velmi významně ovlivňují biomechaniku pohybu dolních končetin. Studie, kterou provedl Jeong et al. potvrzuje významnost trupové stability na kinematiku dolních končetin. Účastníci studie byli podrobena poměrně intenzivnímu tréninku trupového svalstva po dobu 10 týdnů. Po této době došlo ke značné změně v postavení dolních končetin a aktivaci jednotlivých svalových skupin při dynamických činnostech připomínajících změny směru při sportu. Došlo například ke zmenšení valgózního postavení při pohybu, nebo také ke změně poměru aktivity m. vastus medialis a lateralis. Dále také ke změně poměru aktivity m. quadriceps femoris a hamstringů. Přičemž je důležité zmínit, že síla těchto svalů se nijak nezměnila. Je tak velmi pravděpodobné, že došlo ke změně pouze na úrovni neuromuskulárního řízení stereotypu pohybu na základě změny výchozího postavení kloubu. Dokazuje to tak vliv trupového svalstva na kvalitu provedení pohybu dolních končetin (Jeong et al., 2020).

V další studii se autoři zaměřili konkrétně na souvislost trupové stability a výsledků Y-balance testu u univerzitních hráčů fotbalu. Experimentální skupina hráčů podstoupila trénink trupových svalů 3x týdně po dobu 6 týdnů. Po této době byl opět změřen Y-balance test. U experimentální skupiny hráčů došlo k výraznému zlepšení celkových výsledků oproti kontrolní skupině. Nutno podotknout, že lepších výsledků bylo dosaženo pouze v anteriorním a posteromediálním směru. Výsledky do posterolaterálního směru zůstaly téměř totožné u obou skupin (Nasab a Sahebozamani, 2013).

V roce 2015 byla provedena studie, které se zúčastnilo necelých 200 vrcholových sportovců ve věku 18-24 let. Probandi nejprve odpovídali na osobní dotazník týkající se prodělaných zranění a operací v minulosti. Dále podstoupili funkční pohybové testování, jehož součástí je i vyšetření trupové stability. Dále byl také proveden Y-balance test. Z výsledků studie vyplývá, že zranění v určitých oblastech může souviset s horšími výsledky Y-balance testu do některého z vyšetřovaných směrů. Stejně tak existuje souvislost mezi horším hodnocením specifických pohybů funkčního pohybového testu a konkrétními zraněními. Nicméně výsledky také ukazují, že celkové výsledky Y-balance testu a funkčního pohybového testu nekorelují s výskytem poranění dolních končetin. Tato studie tvrdí, že použití těchto testů v kontextu hodnocení prodělaných zranění není v praxi užitečné. Doporučují zaměřit se detailněji na hodnocení konkrétních a specifických pohybových vzorů (Chimera et al., 2015).

## 6.4 Diskuse nad metodami měření

### 6.4.1 Testování HSS

Testování funkčního motorického chování je v klinické praxi všeobecně poměrně náročné, a to především z hlediska objektivizace. Proto se při vyšetření využívají co nejpraktičtější vytvořené hodnotící protokoly. Příkladem je i hodnotící protokol DNS (Obrázek 2). Metoda DNS využívá subjektivního hodnocení motorických funkcí na podkladě vývojové kineziologie. Aktuální motorický projev subjektu v daném testování porovnává s motorikou zdravého kojence. K hodnocení se využívá zejména aspekce a palpce. Jelikož jde o čistě subjektivní metodu porovnání, tak je vhodné, aby u daného subjektu hodnocení prováděl vždy stejný vyšetřující. V praxi je pak také potřeba vzít v úvahu individuální parametry pacienta, jako jsou věk, konstituce postavy, sportovní aktivity a životní styl, které pravděpodobně ovlivní průběh a výsledky testování. Reliabilita a validita tohoto testování není však v současné době z dosavadních výzkumů zcela potvrzena (Kobesová et al, 2020).

### 6.4.2 Y-Balance test

Y-Balance test je spolu se SEBT jedním z nejčastěji využívaných nástrojů k hodnocení dynamické posturální stability dolních končetin, která je klíčová při provádění jakékoliv fyzické aktivity. Ukazuje se také jako jeden z největších prediktorů rizika vzniku poranění dolních končetin při sportu. Kvalitní vyšetření této dovednosti je tak klíčové v rámci odhalení rizika možnosti vzniku poranění u jednotlivých hráčů. Tím pádem je také velmi efektivní vzhledem ke snížení celkového počtu zranění. Tyto testy se dají také použít v rámci rehabilitačního procesu pro rozhodnutí o návratu k pohybové aktivitě jedince (Powden et al, 2019).

Powden et al (2019) dále ve své systematické review uvádí, že Y-balance test disponuje vysokou inter-rater i intra-rater reliabilitou. Y-balance je dále plně validní a má vysokou senzitivitu vzhledem k poranění dolních končetin (Plisky et al, 2021). Dále studie uvádí, že samotné provedení testu se u jednotlivých autorů studií může značně lišit. Nejčastěji se metodologie měření liší v počtu zkušebních pokusů nebo přísnosti hodnocení pozice těla během testování (např. odlepování paty od podložky

během pokusu). I přes tyto rozdílnosti neuvádí autoři značný vliv na reliabilitu testování. Důležité je však podotknout, že technický postup a hodnocení jednotlivými vyšetřujícími by měli zůstat stejné u všech probandů. Dále je důležité si ověřit, jestli autoři provedli vyhodnocení dat na základě maximální dosažené hodnoty nebo na základě průměrné hodnoty. (Powden et al, 2019, Plisky et al, 2021).

Dalším faktem je, že se objevují rozdíly ve výsledcích testování závislé na věku, pohlaví, specifickém sportu nebo jeho výkonnostní úrovni. Z tohoto důvodu je vhodné využít testování k predikci rizika vzniku poranění u co nejvíce homogenní skupiny (např. u jedinců v podobném věku se stejným sportovním zaměřením i výkonnostní úrovní) (Plisky et al, 2021).

### 6.4.3 RTA algorithm

Všeobecně se jedná o protokol, který využívá různých forem statického a dynamického vyšetření stability dolních končetin. Výhodou tohoto funkčního testu je jeho časová i finanční nenáročnost. Navíc tím, že jsou testy jednotlivých levelů založeny na funkčních pohybech, tak vhodně napodobují reálné sportovní podmínky. Na rozdíl od testování např. svalové síly nebo EMG vyšetření. Testování RTA je používáno pro rozhodnutí o návratu k určitému stupni fyzické aktivity zejména při rekonvalescenci po zranění nebo operaci. Výsledky testů mohou odhalit funkční deficity nebo asymetrie v oblasti dolních končetin, které by mohly znamenat zvýšené riziko vzniku (opětovného) poranění dolní končetiny (Keller et al, 2016).

Toto testování přináší poměrně unikátní formu hodnocení a rozhodování o způsobilosti subjektu k pohybové aktivitě. Velkou výhodou je, že test v každém levelu zahrnuje nejprve kvalitativní složku hodnocení funkčního stavu dolní končetiny. Až když je bezpečně zajištěna kvalita pohybu, tak se přechází ke kvantitativnímu hodnocení, které velmi důležité nejen pro objektivizaci výsledků, ale i pro posouzení výkonnosti jedince. Další výhodou je, že vyhodnocení výsledků neprobíhá pouze z imaginárně ideálních standardních hodnot. K vyhodnocení se používá porovnání symetrie dolních končetin daného jedince, což umožňuje velmi individuální přístup. V poslední řadě je důležité si uvědomit, že hodnocení nemusí být zaměřené pouze na postiženou nebo operovanou dolní končetinu, ale může odhalit deficit nebo asymetrie i na druhé dolní končetině. Jednou z nevýhod může být pravděpodobně subjektivní



hodnocení pacienta. Proto je vždy vhodné, aby ho u daného subjektu prováděl vždy stejný vyšetřující (Keller et al, 2016).

## 6.5 Diskuse k limitacím výzkumu

Největší limitací výzkumu je pravděpodobně samotný výzkumný soubor probandů. Jedná se sice o vrcholové hráče florbalu, kteří hrají na stejné soutěžní úrovni. Ale i přesto zde zůstává celá řada interindividuálních rozdílů, které by mohly ovlivnit výsledky této práce. Jednak je to například rozdílný věk probandů, který se pohyboval v rozmezí 16-35 let. Z toho je zřejmé, že každý hráč má jinak dlouhou sportovní kariéru a různou sportovní minulost. Tento fakt by velmi pravděpodobně mohl ovlivnit vstupní data výzkumu ohledně počtu zranění dolních končetin v anamnéze. Dalším individuálním rozdílem, který by mohl ovlivnit tato data je fakt, že florbal je týmový sport, kde velmi často dochází ke značným rozdílům v ohledu vytíženosti jednotlivých hráčů v zápasech. Je proto možné, že například klíčový hráči stráví průměrně na hřišti více času. Navíc pravděpodobně v důležitých momentech ke konci utkání, které jsou všeobecně více fyzicky i psychicky náročné a hráči jsou ovlivněni únavou, která může zvyšovat riziko poranění.

Dalším limitem by mohl být sběr dat o zranění jednotlivých hráčů. Informace o počtu zranění a jejich výskytu byly získány běžnými anamnestickými dotazy. Informace byly tedy získány pouze rozhovorem s jednotlivými hráči a nebyly nijak dále objektivně podloženy (např. diagnostickým vyšetřením od lékaře). Dále je možné, že někteří hráči, byť nevědomě, nepodali přesné informace o počtu zranění a jejich výskytu.

Jak již bylo zmíněno informace o zranění byly vztaženy na celou florbalovou kariéru jednotlivých hráčů. To může u některých z nich činit i více než 10 let. Možnou limitací hledání souvislostí mezi počtem zranění a testováním kvality HSS a posturální stabilitou DKK je právě dlouhé časové období. Je možné, že testované schopnosti byly v minulosti rozdílné než v aktuálním období testování. Tato limitace by mohla výrazně ovlivnit hledání souvislosti mezi jednotlivými daty.

Dalším faktorem, který by mohl zlepšit kvalitu výzkumu je vyšší počet probandů. Celkový soubor činil 28 subjektů, což zhruba odpovídá základně jednoho elitního týmu mužů z české nejvyšší soutěže. Pro celkové závěry této problematiky

by bylo užitečné provést podobné testování u více elitních klubů v České republice. Dále by bylo vhodné zvážit zařazení subjektů ženského pohlaví do výzkumného souboru.

Limitací měření samotných dat byla pravděpodobně rozdílnost doby, kdy byla data získávána. Měření probíhalo sice v prostorách posilovny před tréninkovou jednotkou, ale u každého jedince probíhalo v jiný den a jinou denní dobu. Každý hráč byl tak měřen v rozdílné fázi tréninkového nebo zápasového cyklu v rámci celého týdne či měsíce. Tento fakt mohl ovlivnit odlišnost výsledků jednotlivých subjektů.

Dále bylo při měření Y-Balance testu využito tvrzení Robinson et al (2009), že 4 zkušební pokusy by měly být plně dostačující před samotným měřením. Z časových důvodů a snížení vlivu únavy hráčů jsem proto použil pouze 4 zkušební pokusy u každého probanda, namísto originálně doporučených 6 pokusů dle Walkera (2016). Dále je potřeba vzít v úvahu, že Y-balance test možná není vhodným testem k využití u tohoto typu studie. Studie od Chimera et al. (2015) měla velmi podobný design a v závěru autoři poukazují právě na tuto limitaci. Tedy, že Y-balance test není vhodný k prokazování souvislostí s prodělanými zraněními v minulosti (Chimera et al., 2015).

Do budoucna by bylo vhodné změřit výzkum na problematiku jednoho konkrétního kloubu případně konkrétního zranění. Nebo provést obdobný typ výzkumu u jiných sportovců.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyšetřit úroveň posturální stability hodnocením kvality funkce hlubokého stabilizačního systému u vrcholových hráčů florbalu. Následně vzít v úvahu její vztah k výskytu poranění dolních končetin v anamnéze u jednotlivých hráčů. Dalším cílem bylo pak porovnat tyto výsledky se stabilizační schopností dolních končetin, měřené pomocí Y-balance tesu a Return to activity algoritmu (Level 4).

Ani jedna z hypotéz navržených dle průzkumu odborné literatury nebyla potvrzena. Hypotéza č. 1 předpokládala vyšší četnost výskytu zranění dolních končetin v anamnéze u hráčů s horšími výsledky testování trupové stability dle Koláře. Respektive, po detailnějším vyhodnocení dat se prokázala platnost pouze z části. Zjištěna byla statisticky významná korelace pouze mezi zraněními dominantní dolní končetiny a kvalitou trupové stability.

Hypotézy č. 2 a 3 pak počítaly s tím, že výsledky posturální stability dolních končetin měřené Y-balance testem a RTA Level 4 (90° balance hop a square hop test) budou horší u hráčů s vyšší četností poranění dolních končetin v anamnéze jednotlivých hráčů. Statistické modely logistické a lineární regrese, které byly použity i pro vyhodnocení hypotézy č. 1, nepotvrdily mezi výsledky skupiny probandů žádnou souvislost.

Poslední hypotéza č. 4 uvažovala souvislost mezi výsledky posturální stability dolních končetin a kvalitou trupové stability jednotlivých hráčů. Ani tato hypotéza nebyla Pearsonovým korelačním kvocientem potvrzena. Jediná statisticky významná data, která vzešla z detailnějšího vyhodnocování hypotézy se týkají výsledků Y-balance testu. Ukázalo se, že dosažené výsledky nejsou ovlivněny dominancí dolní končetiny. Lze tak očekávat podobné výsledky u obou dolních končetin.

I navzdory silné opoře v odborné literatuře a studiích se nepodařilo prokázat žádnou z původně navržených hypotéz. I z těchto výsledků si však můžeme odnést mnoho dalších otázek do budoucna. Florbal jakožto poměrně mladý a rozvíjející sport není zdaleka tolik vědecky prozkoumán, jako jiné populární sporty. Je možné, že informace z literatury nemusí platit u takto specifické skupiny florbalistů. Dále je možné, že progresse např. ve fyzické připravenosti, regeneraci, profesionalitě nebo také dospívání jednotlivých hráčů mohla vést k překrytí příčin dřívějších zranění. Možnou variantou je také to, že z mnoha možných forem testování nebyla zvolena

právě ta optimální forma pro danou skupinu probandů. Vzhledem k aktuálně rostoucím nárokům na sportovní výkony je problematika zranění poměrně populární téma. Otázka ohledně hodnocení náchylnosti k poranění je v této problematice klíčová, protože by umožnila předcházet vzniku poranění. Bude zajímavé sledovat, co nám odhalí další výzkumy a jak se budou lišit konkrétních skupin sportovců.

## 8 Zdroje

1. ADAMS, M., et al. *The Biomechanics of Back Pain*. Churchill Livingstone, 3. vydání, 2012 [cit. 26.4.2023]. ISBN: 9780702043130.
2. BAHR, R., MAEHLUM, S. *Clinical guide to sports injuries*. Human Kinetics, 1. vydání, 2003 [cit. 2.4.2023]. ISBN: 978-0736041171
3. BARBADO, D., et al. Sports-related testing protocols are required to reveal trunk stability adaptations in high-level athletes. *Gait & Posture* [online]. 2016, 49, 90-96 [cit. 16.7.2023]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.027.
4. BIZOVSKÁ, L., JANURA, M., MÍKOVÁ, M., SVOBODA, Z. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017 [cit. 26.4.2023]. ISBN 978-80-244-5259-3.
5. BROPHY, R., SILVERS, H.J., GONZALES, T., MANDELBAUM, B.R. Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2010, 44(10), 694-7 [cit. 11.2.2024]. DOI: 10.1136/bjism.2008.051243.
6. BUTLER, R.J., LEHR, M.E., FINK, M.L., KIESEL, K.B., PLISKY, P.J. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports Health* [online]. 2013, 5(5), 417-422 [cit. 13.2.2024]. DOI: 10.1177/1941738113498703.
7. CACCESE, J. B., et al. Persistent Visual and Vestibular Impairments for Postural Control Following Concussion: A Cross-Sectional Study in University Students. *Sports Medicine* [online]. 2021, 51(10), 2209-2220 [cit. 26.5.2023]. DOI: 10.1007/s40279-021-01472-3.
8. COBANOGLU, G., et al. Static balance and proprioception evaluation in deaf national basketball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* [online]. 2021, 13(1), 9-15 [cit. 26.5.2023]. DOI: 10.29359/BJHPA.13.1.02.
9. COOK, G., et al. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2014, 9(3), 396-409 [cit. 26.3.2023]. PMID: 24944860.
10. Český florbal v kostce. *Český florbal* [online]. 2015, Praha, Česká republika [cit. 20.3.2022]. Dostupné z: <https://www.ceskyflorbal.cz/v-kostce>.

11. DASTMENASH, S., et al. The Effects of Core Stabilization Training on Postural Control of subjects with Chronic Ankle Instability. *Annals of Biological Research* [online]. 2012, 3 (8), 3926-3930 [cit. 28.3.2023]. ISSN: 0976-1233.
12. DE BLAISER, C., ROOSEN, P., WILLEMS, T., DANNEELS, L., BOSSCHE, L. V., DE RIDDER, R. Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2018, 30, 48–56 [cit. 11.2.2024]. DOI: 10.1016/j.ptsp.2017.08.076.
13. DE BLAISER, C., ROOSEN, P., WILLEMS, T., DE BLEECKER, C., VERMEULEN, S., DANNEELS, L., DE RIDDER, R. The role of core stability in the development of non-contact acute lower extremity injuries in an athletic population: A prospective study. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2021, 47, 165-172 [cit. 11.2.2024]. DOI: 10.1016/j.ptsp.2020.11.035.
14. DELLO IACONO, A., PADULO, J., AYALON, M. Core stability training on lower limb balance strength. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2015, 34(7), 671–678 [cit. 28.7.2023]. DOI: 10.1080/02640414.2015.1068437.
15. DVOŘÁK, R., HOLIBKA, V. Nové poznatky o strukturálních předpokladech koordinace funkce bránice a břišní muskulatury. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2006, 2, 55-61 [cit. 15.7.2023]. ISSN: 1805-4552.
16. DYLEVSKÝ, I. Funkční anatomie. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009b [cit. 15.7.2023]. ISBN 978-80-247-3240-4.
17. DYLEVSKÝ, I. Speciální kineziologie. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009a [cit. 26.4.2023]. ISBN: 978-80-247-1648-0.
18. EBENBICHLER, G. R., ODDSSON, L. I., KOLLMITZER, J., ERIM, Z. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [online]. 2001, 33(11), 1889-98 [cit. 30.6.2023]. DOI: 10.1097/00005768-200111000-00014.
19. FOLDAGER, F.N., ASLERIN, et al. Interrater, Test-retest Reliability of the Y Balance Test: A Reliability Study Including 51 Healthy Participants. *International Journal of Exercise Science* [online]. 2023, 16(4), 182-192 [cit. 13.2.2024]. PMID: 37113507.
20. FRANK, C., KOBESOVÁ, A., KOLÁŘ, P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2013, 8(1), 62-73 [cit. 19.5.2023]. PMID: 23439921.

21. FRATTI NEVES, L., C. QUADROS DE SOUZA, M. STOFFEL et al. The Y Balance Test – How and Why to Do it? *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal* [online]. 2017, 2(4), 99-100 [cit. 26.7.2023]. DOI: 10.15406/ipmrj.2017.02.00058.
22. GONELL, A. C., et al. Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International journal of sports physical therapy* [online]. 2015, 10(7), 955-966 [cit. 27.7.2023]. PMID: 26673848.
23. GRIBLLE, P. A, HERTEL, J., PLISKY, P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training* [online]. 2012, 47(3), 339-57 [cit. 25.7.2023]. DOI: 10.4085/1062-6050-47.3.08.
24. HAPPEE, R., VAN DER HELM, F. C. The control of shoulder muscles during goal directed movements, an inverse dynamic analysis. *Journal of Biomechanics* [online]. 1995, 28(10), 1179-91 [cit. 16.7.2023]. DOI: 10.1016/0021-9290(94)00181-3.
25. HERTEL, J., CORBETT, R. O. An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training* [online]. 2019, 54(6), 572-588 [cit. 27.3.2023]. DOI: 10.4085/1062-6050-344-18.
26. HIRASHIMA, M. KADOTA, H., SAKURAI, S., KUDO K., OHTSUKI, T. Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk during overarm throwing. *Journal of Sports Science* [online]. 2002, 20(4), 301-10 [cit. 15.7.2023]. DOI: 10.1080/026404102753576071.
27. HUXEL BLIVEN, K.C., ANDERSON, B.E. Core stability training for injury prevention. *Sports Health* [online]. 2013 5(6), 514-22 [cit. 30.6.2023]. DOI: 10.1177/1941738113481200.
29. CHIMERA, N. J., WARREN, M. Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World Journal of Orthopedics* [online]. 2016, 7(4), 202-17 [cit. 27.7.2023]. DOI: 10.5312/wjo.v7.i4.202.
30. CHIMERA, N.J., LARSON, M. Predicting Lower Quarter Y-Balance Test Performance From Foot Characteristics. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2020, 30(1), 16-21 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.1123/jsr.2019-0358.
31. CHIMERA, N.J., SMITH, C.A., WARREN, M. Injury History, Sex, and Performance on the Functional Movement Screen and Y Balance Test. *Journal of Athletic Training* [online]. 2015, 50(5), 475–485 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.4085/1062-6050-49.6.02.

32. CHOLEWICKI, J., JULURU, K, MCGILL, S. M. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* [online]. 1999, 32(1), 13-7 [cit. 26.6.2023]. DOI: 10.1016/s0021-9290(98)00129-8.
33. CHOLEWICKI, J., SILFIES, S. P., et al. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine* [online]. 2005, 30(23), 2614-20 [cit. 16.7.2023]. DOI: 10.1097/01.brs.0000188273.27463.bc.
34. IVANENKO, Y, GURFINKEL, V. S. Human Postural Control. *Frontiers in Neuroscience* [online]. 2018,12, 171 [cit. 19.5.2023]. DOI: 10.3389/fnins.2018.00171.
35. JEBAVÝ, R., BALÁŠ, J., VOMACKOVA, H., SZARZEC, J., STASTNY, P. The Effect of Traditional and Stabilization-Oriented Exercises on Deep Stabilization System Function in Elite Futsal Players. *Sports (Basel)* [online]. 2020, 8(12), 153 [cit. 19.7.2023]. DOI: 10.3390/sports8120153.
36. JEONG, J., CHOI, D.-H., SHIN, C. S. Core Strength Training Can Alter Neuromuscular and Biomechanical Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2020, 49(1), 183–192 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.1177/0363546520972990.
37. KAHRAMAN, O., et al. Developing a Reliable Core Stability Assessment Battery for Patients with Nonspecific Low Back Pain. *SPINE* [online]. 2016, 41(14), 844–850 [cit. 28.3.2023]. DOI:10.1097/brs.0000000000001403.
38. KANG, M.-H., LEE, D.-K., PARK, K.-H., OH, J.-S. Association of Ankle Kinematics and Performance on the Y-Balance Test with Inclinometer Measurements on the Weight-Bearing-Lunge Test. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2015, 24(1), 62–67 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.1123/jsr.2013-0117.
39. KELLER, M., KURZ, E., SCHMIDTLEIN, O., WELSCH, G., ANDERS, C. Interdisziplinäre Beurteilungskriterien für die Rehabilitation nach Verletzungen an der unteren Extremität: Ein funktionsbasierter Return to Activity Algorithmus [Interdisciplinary Assessment Criteria for Rehabilitation after Injuries of the Lower Extremity: A Function-Based Return to Activity Algorithm]. *Sportverletzung Sportschaden* [online]. 2016, 30(1), 38-49 [cit. 30.7.2023]. DOI: 10.1055/s-0042-100966.
40. KIBLER, W. B., PRESS, J., SCIASCIA, A. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine* [online]. 2006a, 36(3), 189-98 [cit. 26.6.2023]. DOI: 10.2165/00007256-200636030-00001.



41. KIBLER, W. B., SCIASCIA, A., DOME, D. Evaluation of apparent and absolute supraspinatus strength in patients with shoulder injury using the scapular retraction test. *American Journal of Sports Medicine* [online]. 2006b, 34(10), 1643-7 [cit. 15.7.2023]. DOI: 10.1177/0363546506288728.
42. KIM, B., YIM, J. Core Stability and Hip Exercises Improve Physical Function and Activity in Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine* [online]. 2020, 251(3), 193-206 [cit. 19.7.2023]. DOI: 10.1620/tjem.251.193.
43. KOBESOVÁ, A., et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* [online]. 2020, 24(3), 84-95 [cit. 20.4.2023]. DOI: 10.1016/j.jbmt.2020.01.009.
44. KOBESOVÁ, A., ŠAFÁŘOVÁ, M., KOLÁŘ, P. Dynamic neuromuscular stabilization: exercise in developmental positions to achieve spinal stability and functional joint centration. *Textbook of Musculoskeletal Medicine* [online]. Oxford University Press, Oxford, 2016 [cit. 30.3.2023]. Dostupné z: [https://wikimsk.org/w/img\\_auth.php/6/6b/DNS\\_Exercise\\_for\\_Spinal\\_Stability\\_and\\_Joint\\_Centration\\_-\\_Kolar.pdf](https://wikimsk.org/w/img_auth.php/6/6b/DNS_Exercise_for_Spinal_Stability_and_Joint_Centration_-_Kolar.pdf).
45. KOES, B. W., VAN TULDER, M. W., THOMAS, S. Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ* [online]. 2006, 332(7555), 1430-4 [cit. 19.7.2023]. DOI: 10.1136/bmj.332.7555.1430.
46. KOLÁŘ, P. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, c2009 [cit. 20.4.2023]. ISBN 978-80-7262-657-1.
47. KOLÁŘ, P., LEWIT, K. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi* [online]. 2005, 270-275 [cit. 19.5.2023]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2005/05/10.pdf>.
48. KRISTJANSSON, E., TRELEAVEN, J. Sensorimotor function and dizziness in neck pain: implications for assessment and management. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2009, 39(5), 364-77 [cit. 18.6.2023]. DOI: 10.2519/jospt.2009.2834.
49. KRÖGER, S. Proprioception 2.0: novel functions for muscle spindles. *Current Opinion in Neurology* [online]. 2018, 31(5), 592-598 [cit. 18.6.2023]. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000590.

50. KYSEL, J. Florbal: kompletní průvodce. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010 [cit. 26.3.2023]. ISBN 978-80-247-3615-0.
51. LEETUN, D. T., IRELAND, M. L., WILLSON, J. D., BALLANTYNE, B. T., DAVIS, I. M. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine and Science in Sports Exercise* [online]. 2004, 36(6), 926-34 [cit. 27.3.2023]. DOI: 10.1249/01.mss.0000128145.75199.c3.
52. LEIVO, T., PUUSAARI, I., MÄKITIE, T. Sports-related eye injuries: floorball endangers the eyes of young players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2007, 17(5), 556-63 [cit. 30.7.2023]. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00607.x.
53. MARSHALL, P., MURPHY, B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2003, 13(5), 477–489 [cit. 27.7.2023]. DOI:10.1016/s1050-6411(03)00027-0
54. MARTIN, J. P. A short essay on posture and movement. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 1997, 40(1), 25-29 [cit. 26.3.2023]. DOI:10.1136/jnnp.40.1.25.
55. MASSION, J. Postural control system. *Current Opinion in Neurobiology* [online]. 1994, 4(6), 877–887 [cit. 19.5.2023]. DOI:10.1016/0959-4388(94)90137-6.
56. MAXÉN, M., et al. Eye injuries and orofacial traumas in floorball--a survey in Switzerland and Sweden. *Dental Traumatology* [online]. 2011, 27(2), 95-101 [cit. 30.7.2023]. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2010.00960.x.
57. MCGILL, S. M., NORMAN, R. W. Reassessment of the role of intra-abdominal pressure in spinal compression. *Ergonomics* [online]. 1987, 30(11), 1565-88 [cit. 30.6.2023]. DOI: 10.1080/00140138708966048.
58. MCGUINE, T. A., GREENE, J. J., BEST, T., LEVERSON, G. Balance As a Predictor of Ankle Injuries in High School Basketball Players. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2000, 10(4), 239–244 [cit. 11.2.2024]. DOI: 10.1097/00042752-200010000-00003.
59. MURPHY, D. F., CONOLLY, D. A. J., BEYNNON, B. D. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2003, 37(1), 13–29 [cit. 11.2.2024]. DOI: 10.1136/bjism.37.1.13.
60. NASAB, M.A., SAHEBOZAMANI, M. The Effect of Core Stability Training on

- Y Balance Test Components in Indoor Soccer Players. *Sport Science and Health Research* [online]. 2013, 4(2), 63–86 [cit. 17.2.2024].  
DOI: 10.22059/JSMED.2013.30060.
61. NORRIS, CH. M. Back stability. Champaign: Human Kinetics, 2. vydání, 2008 [cit. 4.5.2023]. ISBN: 978-0736070171.
62. O'SULLIVAN, P. B. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy* [online]. 2000, 5(1), 2-12 [cit. 19.7.2023]. DOI: 10.1054/math.1999.0213.
63. PANJABI, M. M. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders* [online]. 1992, 5(4), 383–389 [cit. 4.5.2023]. DOI: 10.1097/00002517-199212000-00001.
64. PASANEN K., et al. Injury risk in female floorball: a prospective one-season follow-up. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2008, 18(1), 49-54 [cit. 30.7.2023]. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2007.00640.x.
65. PASANEN, K., et al. Acute injuries in Finnish junior floorball league players. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2018, 21(3), 268-273 [cit. 30.7.2023]. DOI: 10.1016/j.jsams.2017.06.021
66. PLISKY, P. J., RAUH, M. J., KAMINSKI, T. W., UNDERWOOD, F.B. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 2006, 36(12), 911-919 [cit. 13.2.2024]. DOI: 10.2519/jospt.2006.2244.
67. PLISKY, P., et al. Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2021, 16(5), 1190-1209 [cit. 25.7.2023]. DOI: 10.26603/001c.27634.
68. POWDEN, C. J., et al. THE RELIABILITY OF THE STAR EXCURSION BALANCE TEST AND LOWER QUARTER Y-BALANCE TEST IN HEALTHY ADULTS: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2019, 14(5), 683-694 [cit. 25.7.2023]. PMID: 31598406.
69. PRITCHER, M. R., et al. The Influence of Age and Vestibular Disorders on Gaze Stabilization. *Otology & Neurotology* [online]. 2008 29(7), 982–988 [cit. 26.6.2023]. DOI:10.1097/mao.0b013e31818457fb.
70. RAFAGNIN, C.Z., FERREIRA, A.S., TELLES, G.F., LEMOS DE CARVALHO, T., ALEXANDRE, D.J.A., NOGUEIRA, L.A.C. Anterior component of Y-Balance test

- is correlated to ankle dorsiflexion range of motion in futsal players: A cross-sectional study. *Physiotherapy Research International* [online]. 2023, 28(4), 20-28 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.1002/pri.2028.
71. RICHARDSON, C. A., JULL, G. A., HODGES, P. W., HIDES, J. A. Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1999 [cit. 4.5.2023]. ISBN: 0-443-05802-4.
72. ROBINSON, R. H., GRIBBLE, P. A. Support for a Reduction in the Number of Trials Needed for the Star Excursion Balance Test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2008, 89(2), 364-370 [cit. 26.7.2023]. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.08.139
73. SANLAVILLE, D., VERLOES, A. CHARGE syndrome: an update. *European Journal of Human Genetics* [online]. 2007, 15(4), 389–399 [cit. 26.6.2023]. DOI: 10.1038/sj.ejhg.5201778.
74. SCHONEBURG, B., et al. Framework for understanding balance dysfunction in Parkinson's disease. *Movement Disorders* [online]. 2013, 28(11), 1474-82 [cit. 26.5.2023]. DOI: 10.1002/mds.25613.
75. SKRUŽNÝ, Z. Florbal. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005 [cit. 30.3.2023]. ISBN: 978-80-247-6465-8.
76. SMITH, C.A., CHIMERA, N.J., WARREN, M. Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes. *Medicine in Science and Sports and Exercise* [online]. 2015, 47(1), 136-141 [cit. 13.2.2024]. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000380.
77. STEIDL-MÜLLER, L., HILDEBRANDT, C., MÜLLER, E., FINK, C., RASCHNER, C. Limb symmetry index in competitive alpine ski racers: Reference values and injury risk identification according to age-related performance levels. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2018, 7(4), 405-415 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.1016/j.jshs.2018.09.002.
78. SUCHOMEL, T. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2006, 3, 112-124 [cit. 4.5.2023]. ISSN: 1211-2658.
79. SVENSSON, K., ECKERMAN, M., ALRICSSON, M., et al. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. *Knee Surgery*,

- Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2018, 26 (3), 933–937 [cit. 11.2.2024].  
DOI: 10.1007/s00167-016-4200-4.
80. TERVO, T., NORDSTRÖM, A. Science of floorball: a systematic review. *Open Access Journal of Sports Medicine* [online]. 2014, 20;5, 249-55 [cit. 30.7.2023].  
DOI: 10.2147/OAJSM.S60490.
81. THAKKAR, R. D., KANASE, S. To Design and Investigate the Effectiveness of a Gaze Stabilization Application on Patients with Impaired Visual Vestibulo-ocular Reflex. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health* [online]. 2022, 22(2), 94-103 [cit. 22.6.2023]. DOI: 10.18311/jeoh/2022/29644.
82. VÉLE, F. Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006 [cit. 20.4.2023]. ISBN 80-725-4837-9.
83. VERES, S. P., et al. The influence of torsion on disc herniation when combined with flexion. *European Spine Journal* [online]. 2010, 19(9), 1468-78 [cit. 26.4.2023].  
DOI: 10.1007/s00586-010-1383-0.
84. WALKER, O. Y BALANCE TEST™. *Science for Sport* [online]. 2016 [cit. 25.7.2023]. Dostupné z: <https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/#toggleid-1>
85. WHITING, W. C., ZERNICKE, R. F. Biomechanics of musculoskeletal injury. *Human Kinetics*, 2. vydání, 2008 [cit. 4.4.2023]. ISBN: 978-0736054423
86. WILKERSON, G. B., GILES, J. L., SEIBEL, D. K. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. *Journal of Athletic Training* [online]. 2012, 47(3), 264-72 [cit. 27.7.2023].  
DOI: 10.4085/1062-6050-47.3.17.
87. WILSON, B. R., ROBERTSON, K. E., BURNHAM, J. M., YONZ, M. C., IRELAND, M. L., NOEHREN, B. The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2018, 27(5), 445-450 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.1123/jsr.2016-0187.
88. WITTSTEIN, M. W., CRIDER, A., MASTROCOLA, S., GUERENA GONZALES, M., Use of Virtual Reality to Assess Dynamic Posturography and Sensory Organization: Instrument Validation Study. *JMIR Serious Games* [online]. 2020, 16, 8(4), 19580 [cit. 17.2.2024]. DOI: 10.2196/19580.
89. ZAZULAK B. T., et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *American Journal of*

*Sports Medicine* [online]. 2007, 35(7), 1123-30 [cit. 26.7.2023].

DOI: 10.1177/0363546507301585.

90. ZLATNÍK, D., VANCL, K. FLORBAL: učebnice pro trenéry. Praha: Česká obec sokolská, 2001 [cit. 26.3.2023]. ISBN: 80-86402-03-7.

## 9 Seznam příloh

Příloha č. 1 - Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 - Informovaný souhlas pro dospělé

Příloha č. 3 – Informovaný souhlas pro nezletilé

Příloha č. 4 – Záznamový arch DNS

Příloha č. 5 – Záznamový arch Y-balance test

Příloha č. 6 – Seznam obrázků

Příloha č. 7 – Seznam tabulek

Příloha č. 8 – Seznam grafů

## Příloha č. 1 - Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

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

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Posturální stabilita trupu ve vztahu k poranění dolních končetin u hráčů florbalu

**Forma projektu:** výzkumná práce – diplomová práce

**Období realizace:** září 2023 – říjen 2023

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

**Předkladatel:** Bc. Adam Balatka, UK FTVS katedra fyzioterapie

**Hlavní řešitel:** Bc. Adam Balatka, UK FTVS katedra fyzioterapie

**Místo výzkumu (pracoviště):** Posilovna florbalového oddílu FBC Liberec

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.

**Popis projektu:** Náplní této práce je vyšetřit kvalitu trupové stabilizace a zároveň také stabilitu dolních končetin u hráčů florbalu ve vztahu k poranění dolních končetin. Trupová stabilizace bude vyšetřena běžným způsobem odpovídajícím kineziologickému vyšetření. Konkrétně budou využity 2 testy hlubokého stabilizačního systému dle Koláře. Stabilita bude měřena pomocí standardizovaného Y-balance testu. Principem testu je stoj na jedné dolní končetině, kdy se účastník snaží dosáhnout co nejdále bez ztráty rovnováhy do 3 směrů (anteriorně, posteromediálně a posterolaterálně). Naměřené hodnoty budou následně převedeny na procenta na základě funkční délky dolních končetin probanda, která bude naměřena krejčovským metrem. Následně budou porovnány výsledky obou dolních končetin. Pro hodnocení dynamické stabilizace budou použity 2 funkční testy z Return to activity algorithm (RTAA) odpovídající Level IV – 90° Balance hop test a Square hop test. 90° Balance hop test je kvalitativním testem, při kterém pacient stojí na 1 dolní končetině a provede skok na vzdálenost 40 cm s otočením o 90° ve směru a proti směru hodinových ručiček. Při tomto musí být splněna určitá kvalitativní kritéria vycházející z metody RTAA, aby byl test platný. Dále musí být účastník schopen udržet stabilní pozici po dobu 3 sekund po dopadu. V případě, že účastník projde tímto kvalitativním testem, tak lze provést i kvantitativní testování v podobě Square hop testu. V tomto testu stojí účastník na 1 dolní končetině a skáče a ihned vyskakuje ze čtverce 40x40 cm do všech 4 směrů (vpřed, vpravo, vlevo a vzad). Směr skákání je vždy ve směru testované dolní končetiny. Během 30 sekund se snaží provést co nejvíce skoků. Každý skok musí opět splňovat určitá kritéria vycházející z RTAA. Test je považován za platný, pokud účastník provede méně než 25% chybných skoků. Výsledky obou dolních končetin se následně porovnají pro výpočet LSI (Limb symmetry index). Dále bude odebrána krátká anamnéza, která se bude zaměřovat na prodělaná zranění jednotlivých účastníků. Cílem bude zjistit, jestli výsledky vyšetření mají vztah ke zraněním, případně odhalí budoucí riziko zranění nebo opětovného zranění u některých účastníků.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Do výzkumného souboru budou zařazeni aktivní hráči klubu FBC Liberec z kategorií mužů a juniorů, ve věku 16-35 let. Účastníci výzkumu musí mít platnou zdravotní prohlídku od tělovýchovného lékaře bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám. Očekávaný počet účastníků je přibližně 30. Do experimentu nemohou být zařazeni jedinci trpící akutním infekčním onemocněním, horečnatým stavem nebo kardio-respiračním onemocněním. Dále jedinci s akutním poraněním pohybového aparátu, nebo jedinci, kteří jsou aktuálně ve fázi rekonvalescence po zranění nebo operaci. Do výzkumného souboru nebudou zařazeni brankáři.

**Zajištění bezpečnosti:** Během experimentu nebudou použity žádné invazivní metody. Experiment bude probíhat v prostorách posilovny florbalového oddílu FBC Liberec. Rizika budou minimalizována zahřátím a rozvečením účastníků před prováděním testování. Adekvátní a bezpečné podmínky pro provádění jednotlivých testů budou zajištěny přítomností řešitele práce po celou dobu výzkumu. Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek, využity budou standardizované testovací metody. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkumu se zúčastní i nezletilí jedinci, kteří spadají do vulnerabilní skupiny. S účastí těchto jedinců v experimentu budou dávat souhlas jejich zákonní zástupci, kteří dobrovolně podepíší souhlas s účastí ve výzkumu. Bylo by přínosné zjistit, jestli se výsledky nezletilých chlapců v juniorském věku liší od dospělých jedinců z kategorie mužů. Zároveň by bylo přínosné, jestli i u nich hraje ve výsledcích roli předchozí poranění dolní končetiny.

**Potenciální střet zájmů:** Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu nebo integritu výzkumu. Výzkum není prováděn žádnou institucí či organizací. Nejsem v pracovním právním ani rodinném vztahu k žádnému z účastníků. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu ani výzkum nevedu k osobnímu prospěchu. Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou.



**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, rok narození, výška, váha, laterality a sportovní anamnéza a další data získaná výše uvedenými metodami. Všechna data budou bezpečně uchována na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru a přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

**Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:** Během výzkumu mohou být pořizované fotografie nebo videozáznamy.

**Fotografie:** Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači a přístup k nim bude mít pouze řešitel a vedoucí diplomové práce. Tyto fotografie budou do 1 dne po testování smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

**Videa:** Během výzkumu se budou pořizovat videozáznamy. Neanonymizované videozáznamy budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači a přístup k nim bude mít pouze řešitel a vedoucí diplomové práce. Tyto videozáznamy budou smazány po ukončení výzkumu. Budou pořizována videa, která nebudou nikde zveřejněna.

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

**Text informovaného souhlasu (IS):** přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 18.5.2023

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 143/2023

dne: 18.5.2023

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

podpis předsedkyně EK UK FTVS

razítko UK FTVS  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
UNIVERZITA KARLOVA

## Příloha č. 2 - Informovaný souhlas pro dospělé

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

### INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 143/2023 (pro dospělé účastníky)

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem: Posturální stabilita trupu ve vztahu k poranění dolních končetin u hráčů florbalu prováděné v prostorách posilovny florbalového oddílu FBC Liberec.

Projekt bude probíhat v období: září 2023 – říjen 2023.

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

Cílem výzkumného projektu je vyšetřit kvalitu trupové stabilizace a zároveň také stabilitu dolních končetin u hráčů florbalu ve vztahu k poranění dolních končetin.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Jedná se o měření, které bude probíhat jednorázově a zabere zhruba 20 minut včetně úvodního rozcvičení.

Budete se účastnit výzkumu, kdy nejprve proběhne vstupní konzultace za účelem získání základních informací a splnění vstupních podmínek do experimentu. Detailněji se Vás budu ptát na poranění dolních končetin. Poté bude změněna délka Vašich dolních končetin, která je nutná pro porovnání výsledků mezi jednotlivými účastníky. Následně se přejde k samotnému testování. Pro testování budou využity standardizované metody. Kvalita trupové stabilizace bude vyšetřena 2 aktivními testy hlubokého stabilizačního systému dle prof. Koláře. Stabilita bude měřena pomocí 3 opakování Y-balance testu. Principem testu je stoj na jedné dolní končetině, kdy se snažíte dosáhnout co nejdále bez ztráty rovnováhy do 3 směrů (anteriorně, posteromedialně a posterolaterálně). Pro hodnocení dynamické stabilizace budou použity 2 funkční testy z Return to activity algorithm (RTAA) odpovídající Level IV – 90° Balance hop test a Square hop test. 90° Balance hop test je kvalitativním testem, při kterém stojíte na 1 dolní končetině a provedete skok na vzdálenost 40 cm s otočením o 90° ve směru a proti směru hodinových ručiček. Po dopadu se budete snažit udržet stabilní pozici po dobu 3 sekund. V případě, že zvládnete splnit tento kvalitativní test, tak budete moci podstoupit i kvantitativní testování v podobě Square hop testu. V tomto testu stojíte opět na 1 dolní končetině a skáчете a ihned vyskakujete ze čtverce 40x40 cm do všech 4 směrů (vpřed, vpravo, vlevo a vzad). Směr skákání je vždy ve směru testované dolní končetiny. Během 30 sekund se snažíte provést co nejvíce skoků.

Během experimentu nebudou použity žádné invazivní metody. Rizika budou minimalizována zahřátím a rozcvičením dle Vašich individuálních potřeb před prováděním testování. Adekvátní a bezpečné podmínky pro provádění jednotlivých testů budou zajištěny přítomností řešitele práce po celou dobu výzkumu. Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek a využity budou standardizované testovací metody. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Během měření pro Vás budou zajištěny maximálně možné komfortní podmínky. Měření může způsobit mírnou svalovou únavu ve spojitosti s výkonem pohybové aktivity nezbytné k měření. Žádná část měření by neměla způsobovat bolest. V případě, že budete pociťovat bolest nebo jiné nepříjemné pocity, tak o nich ihned informujte hlavního řešitele.

Projektu se nemohou zúčastnit osoby s akutním poraněním pohybového aparátu, nebo jedinci, kteří jsou aktuálně ve fázi rekonvalescence po zranění nebo operaci. Nemohou se také zúčastnit hráči, hrající na pozici brankáře. Dále také nebudou zařazeni jedinci trpící akutním (zejména infekčním)

onemocněním, horečnatým stavem nebo kardio-respiračním onemocněním. V poslední řadě se nemohou zúčastnit hráči bez platné sportovní prohlídky od sportovního lékaře.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, rok narození, výška, váha, laterality, sportovní anamnéza zaměřená na poranění dolních končetin a další data získaná výše uvedenými metodami. Všechna data budou bezpečně uchována na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru a přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači a přístup k nim bude mít pouze řešitel a vedoucí diplomové práce. Tyto fotografie budou do 1 dne po testování smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Pořizování videí a audio nahrávek: Během výzkumu se budou pořizovat videozáznamy. Neanonymizované videozáznamy budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači a přístup k nim bude mít pouze řešitel a vedoucí diplomové práce. Tyto videozáznamy budou smazány po ukončení výzkumu. Budou pořizována videa, která nebudou nikde zveřejněna. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Vaše účast v tomto projektu je dobrovolná a nebudete za ni finančně ani jinak materiálně ohodnoceni/a.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mail adrese: adam.bali199@gmail.com

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu Bc. Adam Balatka

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Bc. Adam Balatka Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku od tělovýchovného lékaře bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

## Příloha č. 3 – Informovaný souhlas pro nezletilé

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

### INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 143/2023 (pro nezletilé účastníky)

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho syna ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem: Posturální stabilita trupu ve vztahu k poranění dolních končetin u hráčů florbalu prováděné v prostorách posilovny florbalového oddílu FBC Liberec.

Projekt bude probíhat v období: září 2023 – říjen 2023.

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

Cílem výzkumného projektu je vyšetřit kvalitu trupové stabilizace a zároveň také stabilitu dolních končetin u hráčů florbalu ve vztahu k poranění dolních končetin.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Jedná se o měření, které bude probíhat jednorázově a zabere zhruba 20 minut včetně úvodního rozcvičení.

Váš syn se bude účastnit výzkumu, kdy nejprve proběhne vstupní konzultace za účelem získání základních informací a splnění vstupních podmínek do experimentu. Detailněji se ho budu ptát na poranění dolních končetin. Poté bude změřena délka jeho dolních končetin, která je nutná pro porovnání výsledků mezi jednotlivými účastníky. Následně se přejde k samotnému testování. Pro testování budou využity standardizované metody. Kvalita trupové stabilizace bude vyšetřena 2 aktivními testy hlubokého stabilizačního systému dle prof. Koláře. Stabilita bude měřena pomocí 3 opakování Y-balance testu. Principem testu je stoj na jedné dolní končetině, kdy se Váš syn bude snažit dosáhnout co nejdále bez ztráty rovnováhy do 3 směrů (anteriorně, posteromediálně a posterolaterálně). Pro hodnocení dynamické stabilizace budou použity 2 funkční testy z Return to activity algorithm (RTAA) odpovídající Level IV – 90° Balance hop test a Square hop test. 90° Balance hop test je kvalitativním testem, při kterém Váš syn bude stát na 1 dolní končetině a provede skok na vzdálenost 40 cm s otočením o 90° ve směru a proti směru hodinových ručiček. Po dopadu se bude snažit udržet stabilní pozici po dobu 3 sekund. V případě, že zvládne splnit tento kvalitativní test, tak bude moci podstoupit i kvantitativní testování v podobě Square hop testu. V tomto testu bude Váš syn stát opět na 1 dolní končetině a skákat a ihned vyskakovat ze čtverce 40x40 cm do všech 4 směrů (vpřed, vpravo, vlevo a vzad). Směr skákání je vždy ve směru testované dolní končetiny. Během 30 sekund se bude snažit provést co nejvíce skoků.

Během experimentu nebudou použity žádné invazivní metody. Rizika budou minimalizována zahřátím a rozcvičením před prováděním testování dle individuálních potřeb Vašeho syna. Adekvátní a bezpečné podmínky pro provádění jednotlivých testů budou zajištěny přítomností řešitele práce po celou dobu výzkumu. Výzkum proběhne za standardních bezpečnostních podmínek a využity budou standardizované testovací metody. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Během měření budou pro Vašeho syna zajištěny maximálně možné komfortní podmínky. Měření může způsobit mírnou svalovou únavu ve spojitosti s výkonem pohybové aktivity nezbytné k měření. Žádná část měření by neměla způsobovat bolest. V případě, že bude Váš syn pociťovat bolest nebo jiné nepříjemné pocity, tak o nich ihned informuje hlavního řešitele.

Projekt se nemohou zúčastnit osoby s akutním poraněním pohybového aparátu, nebo jedinci, kteří jsou aktuálně ve fázi rekonvalescence po zranění nebo operaci. Nemohou se také zúčastnit hráči, hrající na pozici brankáře. Dále také nebudou zařazeni jedinci trpící akutním (zejména infekčním) onemocněním, horečnatým stavem nebo kardio-respiračním onemocněním. V poslední řadě se nemohou zúčastnit hráči bez platné sportovní prohlídky od sportovního lékaře.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, rok narození, výška, váha, lateralita, sportovní anamnéza zaměřená na poranění dolních končetin a další data získaná výše uvedenými metodami. Všechna data budou bezpečně uchována na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru a přístup k nim bude mít pouze hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači a přístup k nim bude mít pouze řešitel a vedoucí diplomové práce. Tyto fotografie budou do 1 dne po testování smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Pořizování videí a audio nahrávek: Během výzkumu se budou pořizovat videozáznamy. Neanonymizované videozáznamy budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači a přístup k nim bude mít pouze řešitel a vedoucí diplomové práce. Tyto videozáznamy budou smazány po ukončení výzkumu. Budou pořizována videa, která nebudou nikde zveřejněna.

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

Účast Vašeho syna v tomto projektu je dobrovolná a nebude za ni finančně ani jinak materiálně ohodnocen.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mail adrese: adam.bali199@gmail.com

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu Bc. Adam Balatka

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Bc. Adam Balatka Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí mého syna ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mé dítě má platnou zdravotní prohlídku od tělovýchovného lékaře bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.


Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

Jméno a příjmení zákonného zástupce .....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi ..... Podpis: .....

## Příloha č. 4 – Záznamový arch DNS

1. Breathing stereotype test: Seated	Left	Right	Functional DNS tests 		
Lower ribs remain in caudal position			<b>Mark each box:</b> 1= Failed, 2= Poor, 3= Sufficient but not ideal, 4=Ideal		
Shoulders remain in neutral position			<b>7. Arm Lifting Test: Supine</b>		
<b>2. Intra-abdominal Pressure Regulation Test: Seated</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>	Thorax remains in neutral position		
The lower abdominal wall activation			Neutral T/L junction at shoulder flexion		
Umbilicus remains in neutral position			<b>8. Trunk Extension Test: Prone</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>
Proportional activation of the rectus			Head and cervical spine remain in neutral position		
Chest in caudal position			Spinal extension is proportional involving all spinal segments and the spinal curve is smooth		
<b>3. Diaphragm Test: Seated</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>	Scapulae remain in neutral position		
Activation of latero-dorsal abdominal wall			Pelvis remains in neutral position		
Lower ribs expand laterally			Adequate activation of ischiocrural muscles		
Shoulders remain in caudal position			<b>9: Quadruped Position Test: Hands and knees support</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>
Maintain upright position of spine			Head remains in neutral position		
<b>4. Hip Flexion Test: Seated</b>	<b>Left hip flexion</b>	<b>Right hip flexion</b>	Proportional loading of the palms		
Trunk stable in frontal plane			Neutral position of scapulae		
Spine stable in sagittal plane			Thoracic spine stays stable in a sagittal plane		
Pelvis stable			Pelvis remains in neutral position		
<b>5. Supine Test with Legs Raised Up</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>	<b>10. Bear Position Test: Hands and feet support</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>
Cervical spine upright			Neutral position of head		
T/L junction stability (low back adheres to the table)			Upright and elongated thoracic spine in sagittal plane		
Proportional activation of entire abdominal wall			Neutral position at knees		
Balanced activation of rectus abdominis without diastasis			Proportional loading of the feet		
<b>6. Trunk and Neck Flexion Test: Supine</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>	<b>11. Squat Test</b>	<b>Left</b>	<b>Right</b>
Head in neutral position			Head maintains neutral position		
Thorax kept in caudal position			Shoulders and spine remain in neutral position, with shoulders aligned over the great toes		
Lower ribs fixed in caudal position			Knees remain in line, with hips and feet position over the great toes		
Balanced activation of rectus abdominis without diastasis			Neutral ankle and foot centration		

Trunk stability tests in frontal plane: If lateral shift occurs, describe to which side the trunk shifts

Spine stability tests in sagittal plane: Indicate if increased kyphosis or lordosis occurs

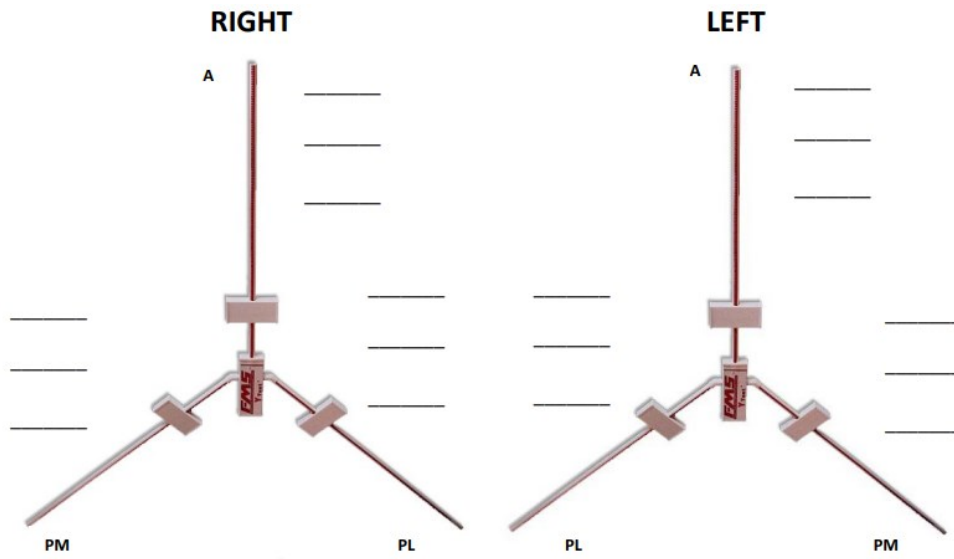
Pelvis stability tests: Indicate if anterior or posterior tilt occurs

## Příloha č. 5 – Záznamový arch Y-balance test

Funkční délka PDK:

Funkční délka LDK:

Dominantní DK:



## **Příloha č. 6 – Seznam obrázků**

Obrázek č. 1 – Porovnání fyziologického postavení a syndrom rozevřených nůžek (Kolář et al, 2009).....	23
Obrázek č. 2 - DNS záznamový arch (Kobesová et al, 2020) .....	29
Obrázek č. 3 – Směry testování SEBT (Gribble et al, 2012).....	33
Obrázek č. 4. – Směry testování Y-Balance test (Powden et al, 2019) .....	33
Obrázek č. 5 – Testovací platforma Y-Balance test (Walker, 2016).....	33



## **Příloha č. 7 – Seznam tabulek**

Tabulka č. 1 - Charakteristika výzkumného souboru .....	50
Tabulka č. 2 - Výsledky měření.....	51
Tabulka č. 3 - Výsledky logistické regrese DKK – HSS.....	52
Tabulka č. 4 - Výsledky lineární regrese DKK – HSS .....	52
Tabulka č. 5 - Výsledky logistické regrese dominantní dolní končetiny - HSS.....	54
Tabulka č. 6 - Výsledky lineární regrese dominantní dolní končetiny – HSS.....	54
Tabulka č. 7 - Výsledky logistické regrese nedominantní dolní končetiny – HSS .....	55
Tabulka č. 8 - Výsledky lineární regrese nedominantní dolní končetiny – HSS.....	56
Tabulka č. 9 - Výsledky logistické regrese dominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA .....	57
Tabulka č. 10 - Výsledky logistické regrese nedominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA.....	57
Tabulka č. 11 - Výsledky lineární regrese dominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA .....	57
Tabulka č. 12 - Výsledky lineární regrese nedominantní dolní končetiny – Y-balance a RTA .....	57
Tabulka č. 13 - Výsledky H4 – Pearsonův korelační kvocient .....	58

## **Příloha č. 8 – Seznam grafů**

Graf č. 1 – Tendence Hypotézy č. 1 .....	53
Graf č. 2 – Hypotéza 1.1 - Výsledky logistické regrese .....	54
Graf č. 3 - Hypotéza 1.1 - Výsledky lineární regrese .....	55
Graf č. 4 - Tendence H4 – kvalita HSS a výsledky Y-balance testu dominantní DK ...	59
Graf č. 5 - Tendence H4 – kvalita HSS a výsledky Y-balance testu nedominantní DK .....	..59