



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Možnosti fyzioterapie ke zlepšení funkce dolní  
končetiny u lehkootletických vrhačů**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Studijní program: **FYZIOTERAPIE**

**Autor:** Kamila Kůtová

**Vedoucí práce:** MUDr. Mgr. Marcela Míková, Ph.D.

České Budějovice 2024

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „*Možnosti fyzioterapie ke zlepšení funkce dolní končetiny u lehkootletických vrhačů*“ jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 29. 4. 2024

Podpis

### **Poděkování**

Ráda bych poděkovala MUDr. et Mgr. Marcele Míkové, PhD. za to, že se ujala vedení této práce a za její odborné vstupy a rady v průběhu tvorby práce. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Zuzaně Širůčkové za její ochotu při mých návštěvách Centra fyzioterapie za účelem provedení praktické části práce. Taktéž bych ráda poděkovala probandkám za jejich ochotu, čas a vůli. Finální poděkování patří mému trenérovi vrhů Mgr. Rudolfu Blažkovi, díky kterému nápad na téma této práce vůbec vznikl. V

# **Možnosti fyzioterapie ke zlepšení funkce dolní končetiny u lehkootletických vrhačů**

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se v teoretické části zabývá tematikou funkce dolních končetin napříč spektrem vrhačských disciplín a v praktické části možnostmi, jaké nabízí fyzioterapie právě k ovlivnění funkce dolních končetin prostřednictvím terapie u tří probandek věnujících se lehkootletickým vrhům.

Teoretická část se věnuje elementárním základům atletiky, jako jsou pravidla vrhů, a to jak hodů diskem, oštěpem, kladivem i vrhu koulí, jaké jsou základní parametry náčiní. Dále popisuje průběh takového vrhačského pokusu a jeho techniku, taktéž s důrazem na dolní končetiny a její funkci, popisuje také vzájemnou podobnost napříč vrhačskými disciplínami. Věnuje se také fyzioterapii v kontextu vrhů a možnostem jejího využití jak v prevenci vzniku úrazů, tak v rámci sportovní rehabilitace, pokud již k úrazu došlo.

Praktická část práce sleduje pomocí řady vyšetření, testů, a posturografie terapii u tří probandek ve věku 18-25 let, která trvala po dobu osmi týdnů. Terapie se skládala z plyometrických cvičení, odporového tréninku, izometrie a balančních cviků.

Výsledky terapie na základě porovnání vstupního a výstupního vyšetření se dají hodnotit jako smíšené. Výstupní vyšetření neprokázalo výrazný vliv terapie na odrazové schopnosti, zlepšení práce s COG na základě měření pomocí posturografu však je patrné. Zvolené cviky se u probandek ukázaly jako poměrně efektivní pro zlepšení posturální stability.

## **Klíčová slova**

atletika; vrh koulí; hod diskem; hod kladivem; hod oštěpem; funkce dolní končetiny; posturografie; sportovní fyzioterapie

# **Physiotherapy options to improve lower extremity function in track and field throwers**

## **Abstract**

This bachelor's thesis deals, in the theoretical part, with the topic of lower limb function across the spectrum of throwing disciplines. The practical part explores the possibilities offered by physiotherapy to influence lower limb function through therapy in three female probands involved in athletics throwing.

The theoretical part is devoted to the elementary basics of track and field, such as the rules of all throws (discus throw, javelin throw, hammer throw, and shot put) and what are the basic parameters of the equipment. It also describes the course of a throwing attempt and its technique, with emphasis on the lower limb and its function, it also describes the mutual similarities across throwing disciplines. It also looks at physiotherapy in the context of throwing and how it can be used both in injury prevention and sports rehabilitation if an injury has already occurred.

The practical part of the thesis follows, through a series of examinations, tests, and posturography, the therapy of three probands aged 18-25 years, which lasted for eight weeks. The therapy consisted of plyometric exercises, resistance training, isometrics, and balance exercises.

The results of the therapy, based on a comparison of initial and outcome examinations, can be assessed as mixed. The exit examination did not show a significant effect of the therapy on rebounding abilities; however, improvement in COG work based on posturograph measurements is evident. Thus, the selected exercises proved to be quite effective in improving postural stability in probands.

## **Keywords**

track and field; shot put; discus throw, hammer throw; javelin throw; lower limb function; posturography; sports physical therapy

# Obsah

<b>1</b>	<b>Teoretická část .....</b>	<b>9</b>
1.1	Vrhy a hody jako součást atletiky.....	9
1.1.1	Hmotnost náčiní .....	9
1.1.2	Popis náčiní .....	10
1.1.2.1	Koule .....	10
1.1.2.2	Disk.....	11
1.1.2.3	Kladivo .....	11
1.1.2.4	Oštěp.....	12
1.1.3	Závodní sektor.....	13
1.1.4	Pravidla závodu .....	14
1.2	Vrh koulí sunem .....	15
1.3	Hod diskem, vrh koulí otočkou .....	17
1.4	Hod kladivem .....	19
1.5	Hod oštěpem.....	20
1.6	Dolní končetina ve vrzích a hodech.....	22
1.6.1	Anatomie a kineziologie dolní končetiny.....	22
1.6.1.1	Kosti dolní končetiny.....	22
1.6.1.2	Svalový aparát dolní končetiny .....	23
1.6.2	Svalové zapojení ve vrzích.....	25
1.6.3	Svalová koordinace .....	25
1.7	Fyzioterapie a vrhy .....	26
<b>2</b>	<b>Cíle práce a výzkumné otázky .....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>Metodika výzkumu .....</b>	<b>29</b>
3.1	Výzkumný soubor.....	29
3.2	Metody sběru dat .....	29
3.2.1	Anamnéza a sportovní anamnéza .....	29
3.2.2	Aspekce .....	30
3.2.3	Pohybové stereotypy podle Jandy .....	30
3.2.3.1	Stereotyp abdukce v kyčelním kloubu.....	30
3.2.3.2	Stereotyp extenze v kyčelním kloubu.....	31
3.2.4	Vyšetření zkrácených svalů.....	31
3.2.4.1	Triceps surae.....	31
3.2.4.2	Flexory kyčelního kloubu.....	32
3.2.4.3	Flexory kolenního kloubu.....	33
3.2.4.4	Adduktory kyčelního kloubu .....	33
3.2.5	Orientační svalový test .....	33

3.2.6	Orientační goniometrie (rozsahy kloubů DK).....	34
3.2.7	Antropometrie .....	35
3.2.8	Testy dle Koláře .....	35
3.2.8.1	Test extenze v kyčelním kloubu .....	35
3.2.8.2	Test hlubokého dřepu .....	36
3.2.8.3	Test polohy na čtyřech.....	36
3.2.9	Gnostické funkce.....	37
3.2.10	Posturografie .....	37
3.2.10.1	Modified CTSIB (mCTSIB).....	38
3.2.10.2	Limits of Stability (LOS).....	38
3.2.10.3	Weight Bearing Squat.....	39
3.2.10.4	Stability Evaluation Test (SET).....	39
3.2.11	Skok daleký z místa snožmo.....	39
3.2.12	Vertikální výskok.....	40
3.2.13	Odraz z jedné nohy do dálky.....	40
3.3	Terapie .....	40
3.4	Sestava cviků .....	41
<b>4</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>47</b>
4.1	Kazuistika č. 1 .....	47
4.1.1	Vstupní kineziologický rozbor .....	47
4.1.2	Výstupní kineziologický rozbor .....	52
4.1.3	Zhodnocení terapie .....	56
4.2	Kazuistika 2 .....	57
4.2.1	Vstupní kineziologický rozbor .....	58
4.2.2	Výstupní kineziologický rozbor .....	62
4.2.3	Zhodnocení terapie .....	65
4.3	Kazuistika 3 .....	66
4.3.1	Vstupní kineziologický rozbor .....	67
4.3.2	Výstupní kineziologický rozbor .....	72
4.3.3	Zhodnocení terapie .....	75
<b>5</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>82</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>88</b>
<b>9</b>	<b>Seznam zkratk.....</b>	<b>101</b>

## Úvod

Atletika, královna sportů, je jedním z nejrozšířenějších sportů na světě a minimálně jednou o ni v životě zavadil skoro každý, přinejmenším v rámci povinné školní docházky. Jako taková se skládá z množství odlišných disciplín, ze kterých jsem si jako střed zájmu zvolila hody a vrhy, a to nejenom pro bakalářskou práci. Do atletického prostředí zasahuji jako atlet již téměř desátým rokem, a to právě v sekci vrhů.

Byť se od pohledu vrhy nezdají subjektivně tak obtížné, jako třeba skok o tyči nebo trojskok, pro správné provedení je potřeba optimální kombinace techniky, síly a rychlosti. A pro optimální trénink a výkon musí pochopitelně všechny aspekty sportovce fungovat, jak mají. Vrhačský trénink, zejména pokud není veden správně, může atleta nadměrně zatěžovat a jednostranně přetěžovat posturální systém.

Přetížení a přetrénování může také snadno vést k úrazům, jako jeden zástupný příklad na horní končetině můžeme zvolit třeba oštěpařský loket, který po jedné z vrhačských disciplín dokonce podědil i lidový název. Škála možných úrazů však zdaleka nekončí jen u tohoto a napříč vrhačskými specialisty by se mohl výrazně měnit jejich charakter.

Na dolních končetinách, podobně jako je tomu třeba u fotbalu, si s sebou spousta vrhačů napříč kariérou nese rekurentní úrazy například hlezen, nebo kolenních vazů.

Cílem této bakalářské práce je v rámci teorie přiblížit, jakou funkci mají u vrhů často opomíjené dolní končetiny. V praktické části pak na třech vrhačkách zmapovat, zda zadané tréninkové jednotky cílené na rozvoj síly a stability dolních končetin ovlivní výsledný kineziologický rozbor a další vyšetření, včetně posturografického.



# 1 Teoretická část

## 1.1 Vrh a hody jako součást atletiky

Následující kapitoly se budou soustředit především na organizační záležitosti a pravidla, které souvisejí s vrhy jako takovými. Jako informační zdroje posloužila hlavně pravidla atletiky, které definuje World Athletics (WA), do roku 2019 pod názvem International Association of Athletics Federations (IAAF) (World Athletics, ©2024a), pod kterým stále ještě může být známá. Dále jejich česká lokalizace vydaná Českým atletickým svazem (ČAS).

### 1.1.1 Hmotnost náčiní

Vrh koulí, hod diskem, hod oštěpem i hod kladivem spolu spadá do skupiny atletických technických disciplín. Pro každou z těchto disciplín se využívá specifické náčiní v různých hmotnostech v závislosti na věku a pohlaví závodníka, z toho nejtěžším implementem právě z hlediska hmotnosti je mužské kladivo a koule, a to shodně 7,26 kg. Nejtěžším náčiním pro ženy jsou taktéž koule a kladivo o hmotnosti 4 kg.

Kontrast k těmto skutečně těžkým sportovním potřebám staví hod oštěpem, kde ženská kategorie užívá 600 gramový oštěp a mužská 800 g. V tomto porovnání na základě hmotnosti se nachází disk uprostřed, ženy hází 1 kg vážícím diskem a muži náčiním o dvojnásobné hmotnosti (Šimon et. al, 2004).

Tyto hmotnosti pochopitelně neplatí napříč všemi kategoriemi. Naopak rostou s věkem vrhače. Podrobnosti viz Tabulka 1.

Tab. 1: Hmotnost náčiní

	Věk	Koule	Kladivo	Disk	Oštěp
	roky	(kg)	(kg)	(kg)	(g)
Mužské kategorie					
Muži	20 a více	7,26	7,26	2	800
Junioři	18-19	6	6	1,75	800
Dorostenci	16-17	5	5	1,5	600

Ženské kategorie					
Ženy	20 a více	4	4	1	600
Juniorky	18-19	4	4	1	500
Dorostenky	16-17	3	3	1	500

(World Athletics, ©2024a)

### 1.1.2 Popis náčiní

Pro každou z disciplín je charakteristický jiný druh vybavení, které z hlediska pravidel musí kromě hmotnosti splňovat mnohdy i řadu dalších parametrů. Díky této normalizaci, a to jak rozměrů, tak použitých materiálů, mohou být zaručeny rovné podmínky z hlediska vybavení pro závodníky napříč světem. Díky tomu mohou být zaznamenávány například mezinárodní výsledky nebo rekordy. V případě kladiva se však jedná i o zajištění bezpečnosti, a to jak závodníka, tak diváka (Pravidla světové atletiky, 2020).

#### 1.1.2.1 Koule

Jak již samotný název napovídá, v případě náčiní se pochopitelně jedná o kouli. Ta by podle pravidel měla být vytvořena z litého železa, mosazi nebo jiného vhodného kovu, který však nesmí být měkčí, než právě mosaz a její povrch by měl být hladký (World Athletics, ©2024b).

Rozměry koule jsou také upraveny pomocí pravidel, viz Tabulka 2.

Tab. 2: Průměr soutěžní koule

Hmotnost a průměr soutěžního náčiní					
Průměr	3 kg	4 kg	5 kg	6 kg	7,260 kg
Minimální	85 mm	95 mm	100 mm	105 mm	110 mm
Maximální	110 mm	110 mm	120 mm	125 mm	130 mm

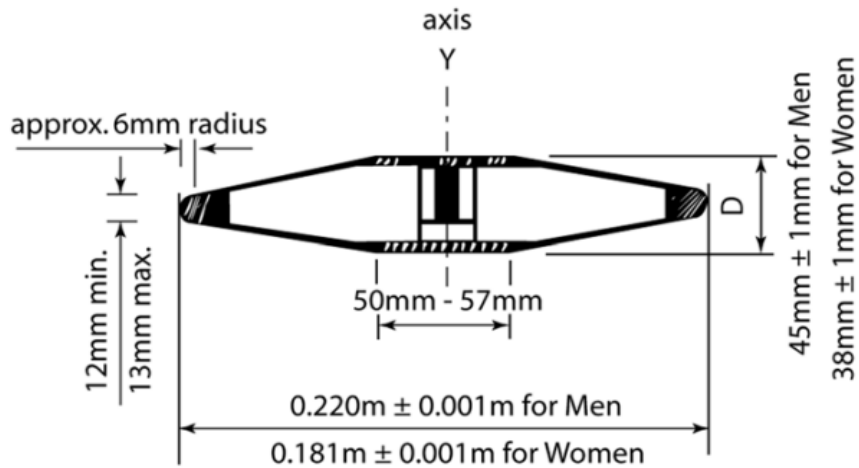
(World Athletics, ©2024a)

### 1.1.2.2 Disk

V případě disku jsou parametry náčiní o něco složitější, a to především co se celkových rozměrů a ploch týče. Ty jsou pro přibližnou orientaci popsány v Obrázku 1. Disk může být plný i dutý, a jeho tělo může být zhotoveno ze dřeva či jiného vhodného materiálu (World Athletics, ©2024a), v některých případech tedy může jít o plast, překližku, nebo i karbon. Ať už je však materiál jakýkoliv, povrch by měl být v každém případě hladký, bez výstupků a nerovností, totožný s protilehlou stranou.

Pro disk je zároveň typický i jeho profil. Od železné obruby tvořící hranu disku se musí na průřezu rozšiřovat směrem ke středu a v ploše kolem středu být konstantní. (Pravidla světové atletiky, 2022).

Obr. 1: Průřez diskem



(World Athletics, ©2024a)

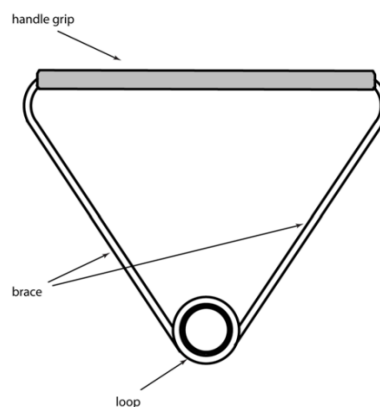
### 1.1.2.3 Kladivo

Konstrukce kladiva jakožto náčiní je ve srovnání například s diskem nebo koulí o něco členitější. Je složeno ze tří hlavních částí, a to kovové hlavice, drátu a rukojeti. U nároků na materiál se kladivo v zásadě shoduje s koulí, a to sice, že musí být vyrobeno z tvrdého železa, mosazi, nebo jiného adekvátního kovu, který však zároveň není měkkší než mosaz. Případně může být vyrobeno z pláště kovu měkčího s výplní, tvořenou olovem nebo jiným materiálem podobných vlastností. Výplň současně musí být nepohyblivá a těžiště kladiva, ať už se jedná o jednolitý materiál či výplň, nesmí být umístěno dále, než 6 mm od středu hlavice.

Drát musí být zkonstruován z jednolitého kusu pérové oceli, a to o průměru 3 mm a protažlivost drátu při odhozu nesmí být nijak výrazná. Drát musí být k hlavě připojen pomocí otočného čepu, který může být vybaven i kuličkovým ložiskem.

Držadlo je trojúhelníkového tvaru a tvoří jej tři základní části, a to úchop, třmen a smyčka. Úchop se nachází na straně protilehlé smyčce, třmen tvoří zbylé přepony tohoto trojúhelníkového tvaru. Pevnost držadla musí být z hlediska konstrukce a materiálu dostatečná a žádná část nesmí být propojena pomocí kloubových spojů, aby nemohlo dojít k jejich rozvolnění. Zároveň musí odolat deformaci při zátěži 3,8 kN a jeho deformace během působení takové síly nesmí přesahovat 3 mm. Držadlo musí být připojeno k drátu smyčkou, bez použití speciálních spojů (např. obrtlíku), tak, aby se celková délka kladiva nemohla prodloužit posunem ve smyčce. Konstrukce úchopu držadla musí být symetrická a může mít zakřivený nebo rovný tvar (Pravidla světové atletiky, 2022). Obrázek 2. ilustruje, jak by držadlo splňující předepsané parametry mohlo v praxi vypadat.

Obr. 2: Příklad držadla pro hod kladivem



(World Athletics, ©2024b)

#### 1.1.2.4 Oštěp

Stejně jako je tomu u kladiva, i oštěp je tvořen ze třech hlavních částí, u oštěpu jsou však od sebe neoddělitelné a tvoří jeden celek. Jsou jimi hlavice, tělo a vinutí úchopu.

Hlavice musí být celá zhotovena z kovu a musí mít ostrý hrot, ten může být vyroben i z jiného materiálu, ovšem za podmínky, že je hlavice jinak hladká, celistvá a bez jiných zářezů či rýh.

Vinutí se musí s umístěním shodovat s polohou těžiště, současně svojí šířkou nesmí zvětšovat průměr oštěpu o více než 8 mm.

Tělo oštěpu může být jak plné, tak duté, podmínkou však je, aby bylo nerozložitelné a tvořilo tak pevný celek. Zároveň, stejně jako je tomu u hlavice, nesmí mít povrch těla žádný vzor nebo vroubkování a jediná přípustná varianta je hladký, celistvý povrch. Součástí těla nemohou být ani žádné součásti, které by byly během letu schopné měnit polohu těžiště či ovlivňovat vzdálenost doletu. Průřez napříč tělem oštěpu musí být vždy kruhový, byť s proměnlivým poloměrem, neboť se od hlavice k vinutí rozšiřuje a od vinutí ke konci zužuje. (Pravidla atletiky, 2020).

### ***1.1.3 Závodní sektor***

Stejně jako všechny ostatní atletické disciplíny, i ty vrhačské mají na stadionu či případně jeho blízkosti vyhrazené takzvané sektory. Tyto sektory se pak příležitostně mohou stávat dějištěm závodů, pro domácí vrhače tréninkovým zázemím v průběhu roku (Šimon, 2004).

Aby byly vrhačské sektory pro tyto účely vhodné, musí podléhat specifickým požadavkům, které definuje World Athletics. Ta stanovuje v případě vrhu koulí, a hody kladiva a disku rozměry kruhu, pro oštěp vyslovuje parametry pro rozběh a pro všechny stanovuje podobu závodních rozměrů výsečí včetně stupňů, pod jakými by měly být vzhledem ke kruhu umístěny a jakými rozměry má disponovat plocha pro odhody. Výseč je pro závod nutností, jelikož vyznačuje plochu, ve které by měl ideálně hozený či vržený implement skončit. Pokud se tak nestalo, pokus nemůže být označen jako platný.

Pro vrh koulí, stejně jako pro hod kladivem je dán stejný vnitřní průměr kruhu, a to 2,135 metru. Vnitřní průměr kruhu pro hod diskem je větší a měl by měřit 2,5 metru. Co se případných odlišností od zadaných rozměrů týče, nedá se hovořit o prostoru pro omyl. Tolerance je totiž  $\pm 0.005$  m (World Athletics, ©2024a). Sektory se od sebe však trochu liší i mimo rozměry kruhu, a to především dodatečnými konstrukcemi. V zájmu zachování bezpečnosti pro rozhodčí, diváky i závodníky jsou kruhy pro disk a hod kladivem doplněny bezpečnostními klecemi, na kterých jsou zavěšeny záchytné sítě pro případ, že by došlo k upuštění náčiní závodníkem. Pro vrh koulí je to potom záražecí břevno, které se u žádné jiné vrhačské disciplíny nevyužívá. Obvykle bývá vyhotoveno

ze dřeva, přípustný je i jiný vhodný materiál, strana blíže kruhu kopíruje jeho obvod a je na něj kolmá (Pravidla světové atletiky, 2022). Této plochy se může závodník během pokusu dotknout, nesmí však dojít ke kontaktu z vrchu, jednalo by se v tom případě o nezdařený pokus a křížek v zápise (World Athletics, ©2024a).

Pokud se přesuneme k oštěpu, hlavní část sektoru je tvořena nikoliv kruhem, jako u předchozích disciplín, nýbrž rozběhovou dráhou. Její minimální délka musí být 30 metrů, pro parametry mezinárodních soutěží dokonce 33,40 m, pokud není možno zkonstruovat či vyhradit delší. Pokud to možné je, ideální délka by měla být dokonce 36,50 m. Výseč a rozběh je předělena kruhovým obloukem o poloměru 8,0 m, který musí být na dráze vyznačen buď bílou čarou, nebo břevnem, které však musí být zapuštěno v úrovni okolního terénu. Rozběh musí současně být po stranách označen dvěma rovnoběžnými čarami (Pravidla světové atletiky, 2020).

#### ***1.1.4 Pravidla závodu***

Během závodu jsou každému závodníkovi v základu umožněny tři pokusy a před samotným závodem jsou vrhačům pod dozorem rozhodčího a v rámci startovního pořadí umožněny takzvané „rozhazovací“ pokusy. Dříve pravidla umožňovala pouze dva, výklad pravidel v dnešní době však už tyto situace nijak neupravuje a nechává toto rozhodnutí na časových dispozicích závodu a rozhodnutí rozhodčích. Během závodu je vrhači umožněno absolvovat pouze jeden pokus v rámci jedné série a pokud je platný, musí být změřen.

Pravidla upravují i dobu, za kterou musí závodník pokus provést a tou je u vrhů a hodů jedna minuta, pokud by šlo o dva po sobě jdoucí pokusy, uvádějí pravidla výjimku v podobě prodloužení na dvě minuty. Časovač na délku pokusu běží od chvíle, kdy odpovědný rozhodčí oznámí závodníkovi, že je sektor připraven k pokusu (Pravidla světové atletiky, 2020).

Co je ale na konci dne u těchto disciplín nejdůležitější je pochopitelně vzdálenost, do které je vrhač schopný náčiní dostat. Tu měří rozhodčí s největší povolenou odchylkou 0,01 metru pod měřenou vzdáleností, pokud není možné zaokrouhlit na celé centimetry. Zároveň musí být pokus změřen hned po provedeném zdařeném pokusu, a to od nejbližší

známky (ke kruhu nebo rozběhu), kterou náčiní zanechalo ve výseči při prvním dopadu (World Athletics, ©2024a).

Na základě výsledků prvních tří pokusů je pak postaveno finále. Do toho postupuje osm závodníků s nejlepším zápisem, při shodě výkonů pak rozhoduje druhý nejlepší pokus. Pokud první tři pokusy absolvovalo rovných osm závodníků nebo méně, na finále mají nárok všichni zúčastnění. Výsledné pořadí je pak sestaveno sestupně od nejlepšího výsledku, a to i pokud byl zaznamenán v jedné z prvních třech sériích (Pravidla světové atletiky, 2020).

Zda je pokus zdařený či nezdařený hodnotí příslušní rozhodčí. Pokus je nezdařený, pokud v kouli, disku či kladivu vrhač přešlápne vyvýšenou hranu kruhu, u vrhu koulí se za přešlap počítá i kontakt s vrchní plochou břevna. Stejně tak je pokus považovaný za nezdařený, pokud vrhač opustí kruh jeho přední polovinou (ve vztahu k výseči), či pokud jej opustí před tím, aby došlo k prvnímu kontaktu náčiním se zemí. Další specifická pravidla se týkají kontaktů náčiní s bezpečnostními klecemi, ta však nejsou se svou komplexností vzhledem k zaměření práce vitální.

U oštěpu se jedná o nezdařený pokus při přešlapu vymezené linie pro odhod, opuštění sektoru před dopadem náčiní či pokud oštěp padne tak, že nezanechá žádnou měřitelnou značku. (World Athletics, 2020).

## **1.2 Vrh koulí sunem**

Spolu s mnoha ostatními atletickými disciplínami se kořeny vrhu koulí zapouštějí až do období antického Řecka, kdy se místo železné koule vrhalo kamenem (World Athletics, ©2021). Díky současným vědeckým poznatkům se ale mohla tato disciplína výrazně posunout až na tu úroveň, na jaké je dnes (Šimon, 2004).

Pohybový systém vrhač-náčiní je v případě lineární techniky (sunu) uváděn do pohybu v závodním prostředí zádovým způsobem, vrhač tedy před započítáním pokusu stojí k vyznačené výseči zády (Šimon, 2004).



Jak takový pokus v praxi vypadá je znázorněno na kinematogramu bývalého světového rekordmana Wentera Gunthöra v Obrázku 3.

Obr. 3: Vrh koulí v podání Wentera Gunthöra



(Hommel, 1990)

Hlavními milníky takového pokusu jsou přípravná, letová, přechodová a dokončovací fáze (Howard et al., 2017). Z technického a koordinačního hlediska je vrh koulí sunem poněkud jednodušší než pomocí otočky, a z hlediska přenosu kinetické energie do náčiní i poněkud ztrátový v důsledku lomu dráhy náčiní (Šimon, 2004). Pravděpodobně z těchto důvodů došlo mezi roky 2003 a 2019 k masivnímu odlivu především mužských koulařů užívajících techniku sunem. Na světovém šampionátu v roce 2003 sedm z deseti koulařů používalo sun, v roce 2019 už to z dvanácti závodníků nebyl ani jeden. Trend má podobnou klesající tendenci i u žen koulařek (Salinero a Del Coso, 2022).

Jak je možno si povšimnout na kinematogramu Wentera Gunthöra (viz Obrázek 3), vrhač začíná ve stoji na dominantní pravé noze, levá dolní končetina je odlehčená za současné výrazné flexe v obou kyčlích a v předklonu s obloukovitě flektovanou páteří. Koulař přitom drží kouli v taktéž dominantní ruce takovým způsobem, aby její hmotnost působila především na první klouby prstů. Zatímco dominantní paže přitlačuje kouli z boku ke



krku, loket směřuje od těla. Poloha levé paže je pak značně individuální (Šimon, 2004). Pokud bychom za další příklad zvolili například bývalého dvojnásobného rekordmana Ulfa Timmermanna (viz Obrázek 4) i již dříve zmíněného Wenera Gunthöra (viz Obrázek 3), jejich levá paže je při iniciaci sunu svěšená v lehké vnitřní rotaci ramene.

Obr. 4: Kinematogram části pokusu Ulfa Timmermanna



(Hommel, 1990)

Levá noha se vykývnutím a extenzí jak v kyčli, tak v koleni dostává směrem k břevnu. V současném okamžiku probíhá i plochý odraz z paty dosud stojné pravé dolní končetiny, která se taktéž extenduje v kolenním kloubu, zůstává však i přes změnu polohy v kloubu stále v lehké flexi kyčle. Po tomto energetickém odraze se pravá noha co nejrychleji přesouvá ke středu kruhu.

Dalším bodem je plochý odraz z paty pravé nohy a švihový pohyb levou dolní končetinou směřující směrem k břevnu. Během toho dochází k posunu těžiště už nejenom směrem dolů, ale také směrem k výseči a středu kruhu. Levá paže během této části pohybu zůstává za tělem a pomáhá koulaři udržet stabilitu (Šimon, 2004).

V tuto chvíli je koulař pouze v opoře jedné nohy, ze které následně přechází do opory obou dolních končetin. Tím se dostává do takzvané power stance, tedy momentu, který krátce předchází samotnému vrhu a vypuštění náčiní do vzduchu. Většina hmotnosti spočívá nad končetinou vzdálenější od břevna, následně dochází k přesunu těžiště dopředu a koleno přední končetiny ve velmi rychlém sledu přechází z flexe do extendovaného „blokové postavení“. V moment pevného kontaktu obou dolních končetin může dojít k explozivnímu odraze z výseči vzdálenější končetiny (pravé, pokud je koulař pravák), dochází ke koncové rotaci trupu, flexi paže, extenzi lokte a vypuštění náčiní (Tidow, 1990).

### **1.3 Hod diskem, vrh koulí otočkou**

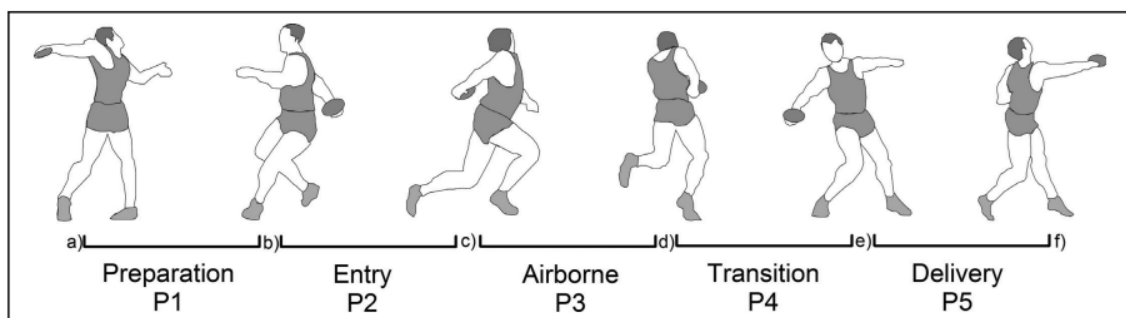
Využívané náčiní se ani trochu nepodobá, a přesto je možné využít velmi podobnou techniku jak u hodu diskem, tak u vrhu koulí. Každá z disciplín má pochopitelně svoje specifika a rozhodně nejsou ze sta procent zaměnitelné, v klíčových bodech provedení jsou však téměř shodné.

V čem se shodují především, jsou opory dolních končetin a jejich sekvenování. Obě disciplíny totiž začínají zády k výseči na dvojité opoře dolních končetin, jak ve svých analýzách popisují Maeda (2022) pro hod diskem a Čoh (2008) pro vrh koulí. Z tohoto výchozího postoje přechází vrhač přes nášvih pravou končetinou do opory pouze na levé noze. Pravá končetina se tímto dostává blíže středu kruhu. Druhá fáze jedné opory nastává hned poté, a to v moment, kdy se pravé chodidlo dostává na zem a levá teprve cestuje obloukem dopředu směrem k břevnu. Řadu těchto sekvencí uzavírá poslední dvojitá opora, kdy levá i tady slouží jako blok (Čoh et al., 2008 a Maeda et al., 2022), podobně jako tomu bylo u výše u sunu a jako tomu bude dále u oštěpu. Potom nadchází odraz a vypuštění náčiní (Maeda et al. 2022).

Pokud se podíváme na hod diskem z méně kinematického hlediska týkajícího se množství opor, ale více z hlediska praktického, dělí se standardně na čtyři hlavní fáze. Těmi fázemi jsou start nebo také nášvih, pohyb přes kruh, power position a vypuštění náčiní (Track and Field Coach, ©2024). Hod diskem vyžaduje mimořádnou míru pohyblivosti pohybového aparátu, celkovou pružnost a sílu trupu a ramenního pletence (Šimon, 2004).

V průběhu hodu diskem působí zejména na svaly trupu velká torzní síla, která vzniká separací mezi osou kyčle a osou ramen. Během celého hodu totiž spodní končetiny „předbíhají“ pohyb těch horních (Maheras, 2022), viz Obrázek 4.

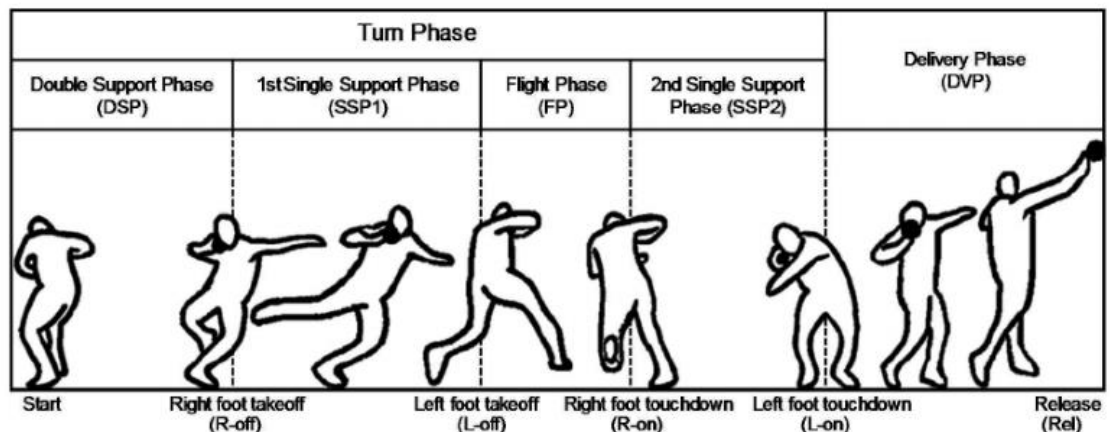
Obr. 4: Hod diskem



(Dinu et al., 2019)

Pro vrh koulí s otočkou platí podobné zásady, dokonce je mnoho takových závodníků, kteří dokáží úspěšně reprezentovat v obou disciplínách (Šimon, 2004). Co je na první pohled očividný rozdíl, je způsob držení náčiní. Zatímco diskář drží náčiní v konečcích prstů na natažené paži, koulař opírá kouli o krk, viz Obrázek 5., v případě otočky poněkud níže a více posteriorně, než je tomu u sunu (Track and Field Coach, ©2024).

Obr. 5: Vrh koulí s otočkou



(Kato et al., 2018)

Dalším rozdílem mezi těmito disciplínami je pochopitelně rozměr kruhu. Koulař musí být se svou otočkou poněkud úspornější. Diskařský kruh má totiž 2,50 m v průměru, koulařský pouze 2,1350 m (World Athletics, ©2024a).

#### 1.4 Hod kladivem

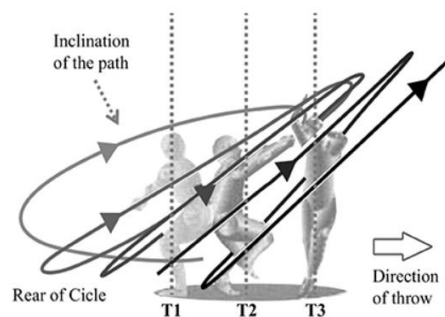
Hod kladivem kombinuje posuvný a otáčivý pohyb systému vrhač-kladivo a technicky patří mezi ty nejtěžší disciplíny, které atletika vůbec nabízí, a to jak z hlediska nácviku, tak výsledného provedení. Zároveň klade tento hod na vrhače poměrně extrémní nároky, co se nároků na silovou práci a odolávání odstředivým silám, které u vysoko výkonnostních kladivářů může dosahovat i hodnot vyšších, než 250 N (Newtonů). Z tohoto důvodu začátečníci užívají při nácviku spíše lehčí náčiní, od plných míčů, kuželek po baseballové pálky a lehčí než závodní kladivo.

Hod kladivem je současně mimo jiné náročný i na funkci vestibulárního aparátu a udržení rovnováhy. To je také jeden z důvodů, proč hod kladivem vyžaduje v praxi opravdu intenzivní technický dril, a to i s vyřazením zraku pomocí zavření či zavázání očí (Šimon, 2004).

Pro kvalitní pokus v hodu kladivem je velmi podstatná rychlost, které je vrhač s náčiním schopný dosáhnout (Castaldi et al., 2022). Podobně jako tomu bylo u předchozích vrhačských disciplín, i u kladiva je práce nohou a střídání opor jedním ze zásadních technických pilířů (Šimon, 2004). Během otáček, které obvykle bývají tři nebo čtyři (velmi zřídka pět), se střídají opory dvou končetin s oporou na jedné noze. Levá noha je současně celou dobu v kontaktu s kruhem, zatímco opora přechází dokola celého chodidla od paty ke špičce (Castaldi et al., 2022).

Fáze dvojích opor jsou současně mnohem výhodnější pro využití svalové síly dolních končetin, a tedy právě tyto opory se stávají nejvhodnější chvílí pro zrychlování pohybu náčiní (Šimon, 2004). Během toho se také sklápí dráha, kterou kladivo opisuje, aby mohlo dosáhnout optimálního úhlu vypuštění, viz Obrázek 6.

Obr. 6: Trajektorie kladiva



(Castaldi et al., 2022)

Pohyb zkušeného kladiváře přes kruh je více či méně přímočarý a během otoček se mění dvouoporové postavení chodidel z rozkročení přibližně na šířku pánve v momentě iniciace hodu, až na velmi úzkou bázi v momentě odhodu (Šimon, 2004).

### 1.5 Hod oštěpem

Od ostatních vrhačských disciplín se oštěp už na první pohled poměrně významně odlišuje. Kromě skutečnosti, že užívané náčiní je několikanásobně lehčí, také jako jediná disciplína ze skupiny atletických vrhů a hodů využívá rozběh. Právě díky tomu, že se pro provedení využívá lehčí náčiní, může být provedení odhodu švihového charakteru (Šimon, 2004). Hod oštěpem klade na tělo atleta obzvláště velké nároky, a to především na mobilitu a obecnou připravenost měkkých tkání (Šimon, 2004). Pro odhodovu pozici, takzvaný „oštěpařský luk“ je totiž zapotřebí až extrémně rychlá extenze blokové nohy,

extenze páteře a ohromná flexe v ramenním kloubu, které mnohdy ani elitní světoví oštěpaři nedosahují a individuálně tuto pozici modifikují (Tidow, 1996).

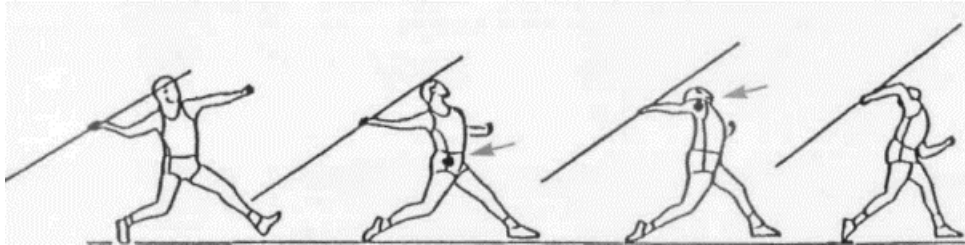
Podobně jako tomu bylo v předchozích kapitolách, i oštěp se dá hrubě rozdělit na své klíčové fáze. Jsou jimi fáze cyklická, acyklická a odhodová. Všechny tyto fáze na sebe musí v průběhu pokusu hladce navazovat a tvořit tak plynulý celek (Tidow, 1996). Dojde-li totiž ke ztrátě rozběhové rychlosti či rytmu, negativně se tato skutečnost podepíše na samotném finálním odhodu a hozené vzdálenosti (Šimon, 2004). Během rozběhu, jehož součástí jsou cyklická a acyklická fáze, je cílem uvést systém vrhač-oštěp do pohybu (Menzel, 1996). Tím systém vrhač-oštěp dostane počáteční rychlost, od které se bude odvíjet rychlost konečná (Tidow, 1996). U mužů může tato konečná rychlost dosahovat v závěrečné fázi rozběhu od 6 do 8 m/s, u žen relativně méně a na její dosažení má muž oštěpař mezi 26 až 30 metry. Ženy oštěpařky obvykle mají rozběh přibližně kolem 3 metrů kratší, tedy zhruba 23 metrů (Šimon, 2004).

Úplně první fází hodu oštěpem je cyklická fáze, jejíž cílem je dostat oštěpaře do optimální rychlosti vzhledem k úrovni jeho schopností a její optimální doba trvání by měla být mezi osmi a dvanácti kroky, jejichž délka a rytmus mohou být předmětem individuální preference jednotlivých oštěpařů (Menzel, 1996). Acyklická fáze se může často skládat ze čtyř až sedmi dodatečných kroků. Během této oštěpař napřáhne držený oštěp individuálně zvoleným způsobem. Dojde k rotaci osy ramen, která odpovídá ose oštěpu, vzhledem k ose pánve a protažení paže (Šimon, 2004). Těsně před odhodem provede oštěpař mezi jedním až třemi mezikroky. Je to jaká si přechodová fáze mezi napřážením oštěpu a impulzivním krokem, který poté povede k samotnému odhodu. Na rozdíl od acyklické fáze, tyto mezikroky nemají žádný standardizovaný počet. Většinou je to věc preference a vlastního rytmu atletů (Tidow, 1996).

Poté dochází k již dříve zmíněnému impulzivnímu kroku, jehož cílem je dovést atleta do optimální polohy pro samotný odhod. Trup se dostává do záklonu a začíná „zaostávat“ za dolními končetinami, viz Obrázek 7. Dochází k výměně vedoucí dolní končetiny, jelikož doteď při překroku vedla u pravorukého vrhače pravá noha. Ty se ve vzduchu vymění a jako první dopadá na zem pravá noha (Tidow, 1996). Ta nyní funguje jako stojná a dochází tak k fázi jedné opory v rámci odhodu (Menzel, 1996). V rychlém sledu poté dochází k dopadu levé nohy, s částečně nebo úplně flektovaným kolenem, které je tak vystavené velkým silám a může se tak stát náchylným pro úraz (Tidow, 1996). Tato noha

nyní slouží jako blok pro přenos energie do oštěpu. Osa pánve se stáčí směrem do výseče a po stočení trupu a švihovém pohybu paže dochází k vypuštění oštěpu, viz Obrázek 7 (Šimon, 2004).

Obr. 7: Oštěpařský luk



(Tidow, 1996)

## **1.6 Dolní končetina ve vrzích a hodech**

Napříč všemi vrhy, správná funkce dolních končetin je zásadní. Dolní končetiny plní především funkci generátoru síly, což hraje vitální roli především u obou způsobů vrhnutí koule, disku a kladiva, jelikož pokusy u těchto vrhů trvají mnohdy méně, než 3 sekundy.

U vrhu koule se podílí dolní končetiny na generování rychlosti a síly většinu dobu vrhu, svaly horních končetin se uplatňují ve výraznější míře až ve finální odhodové fázi. Díky tomu je zajištěn svižný přesun přes kruh a optimální pozice právě pro odhod (Howard et al., 2017).

### **1.6.1 Anatomie a kineziologie dolní končetiny**

Dolní končetina jako taková je složitý komplex, vyžadující souhru mnoha detailů, aby mohla plně využívat svůj potenciál. Tato kapitola tedy bude věnována souhrnu těch nejdůležitějších komponent.

#### **1.6.1.1 Kostí dolní končetiny**

Dolní končetina je tvořena poměrně velkým množstvím kostí, z těch největších je to femur a tibia, z těch menších fibula, patella, a kůstky tvořící kostru nohy, kam patří tarsy a metatarsy (Hudák et al., 2021).

**Femur** – V překladu kost stehenní, je nejdelší a nejmohutnější kost lidského těla, tvoří horní část volné dolní končetiny a s pletencem dolní končetiny je spojen kyčelním kloubem, kde proximální konec femuru tvoří hlavici, kost pánevní formuje kloubní jamku (Dylevský, 2009). Krček s tělem stehenní kosti svírají kolodiafyzární úhel, který v dospělosti dosahuje přibližně 125° (Hudák et al, 2021).

**Patella** – Také často známá jako čéška. Jedná se o kost trojúhelníkovitého tvaru, umístěnou ve žlábků femuru v přední části kolenního kloubu. Z hlediska původu jde o sezamskou kost zavzatou v úponové šlaše m. quadriceps femoris (Hudák et al., 2021) a jde o velmi důležitou součást kolenního kloubu, jelikož plní funkci kladky a díky tomu může m. quadriceps femoris působit efektivněji při přenosu sil (Dylevský, 2009).

**Tibia** – V českém překladu kost holenní, tibia je druhá největší kost dolní končetiny a je opěrnou kostí bérce. Jako taková je poměrně rovná a přední hrana je hmatná v celé délce kosti a není překrytá svaly. Její vnitřní distální část tvoří mediální kotník (Hudák et al., 2021).

**Fibula** – Tato tenká kost je umístěna laterálně od tibie a na rozdíl od ní nemá opěrnou funkci. Tvoří plochu pro úpony svalů komplexu lýtka. Distální část této kosti tvoří laterální kotník (Hudák et al., 2021).

**Kosti nohy** – Jsou tvořeny třemi skupinami kostí, a těmi jsou kosti zánártní, nártní a články prstů. Dohromady tvoří složitou strukturu, která však dává stoje možnost pružnosti a mimo jiné chůze, běhu a odrazům. Skupina kostí zánártních jich čítá dohromady sedm, nártních pět a článků prstů v součtu čtrnáct (Hudák et al., 2021).

### ***1.6.1.2 Svalový aparát dolní končetiny***

Svalový aparát dolní končetiny je systém svalů, šlach a vazů, jehož hlavní funkcí je lokomoce a udržení stability. V oblasti dolních končetin a kyčelního kloubu je právě z důvodu výše zmíněných funkcí zvýšená koncentrace nejmohutnější svaloviny lidského těla. Stabilní lokomoce je umožněna výrazným extenčním aparátem kolenního kloubu a mírně redukovanou flexibilitou nohy, u které však zůstává zachovaná pružná klenba (Dylevský, 2009).

**Svaly kyčle** – Svalovinu kyčle rozděluje Dylevský (2009) na svaly zevní (m. glutei a svaly pelvitrochanterické) a svaly vnitřní (m. iliopsoas a m. psoas minor). Nejvýraznějším a zároveň nejmasivnějším svalem, který patří mezi svaly kyčle, je nepochybně m. gluteus maximus, sloužící jako extenzor kyčle. Na abdukcii se podílí další sval z gluteální skupiny, a to m. gluteus medius. Ten současně funguje, společně s dalšími svaly, jako stabilizátor kyčle. Flexi v kyčelním kloubu zajišťují vnitřní svaly kyčle v koaktivaci s m. rectus femoris. Addukce je zajištěna jinou skupinou svalů, uloženou na vnitřní straně stehna (např. m. adductor magnus, m. pectineus) (Dylevský, 2009).

**Svaly stehna** – Stehenní svalstvo je tvořeno dvěma hlavními skupinami svalů, přední (extenzorovou) a zadní (flexorovou) skupinou, jejichž funkce je antagonistická. Extenzorová skupina je tvořena čtyřmi hlavami m. quadriceps femoris (vastus medialis, intermedius, lateralis, rectus femoris), které překrývají většinu plochy femuru. Jejich hlavní funkcí je při aktivaci extendovat kolenní kloub a tím působit proti hmotnosti celého těla (Dylevský, 2009). Flexory, takzvané hamstringy, jsou tvořeny m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus a slouží jako flexory kolenního kloubu (Hudák et al. 2021).

**Svaly bérce** – Tyto svaly jsou důležité pro pohyb dolní končetiny a stabilizaci chodidla. Svaly lýtka dorzální strany bérce, jako jsou m. gastrocnemius a m. soleus, jsou zodpovědné za dorzální flexi hlezna. Jejich úpon na kost patní je zprostředkován Achillovou šlachou. Plantární flexi a inverzi zajišťuje především m. tibialis anterior, umístěný na ventrální straně bérce, vykazující výraznou aktivitu při chůzi. Peroneální skupina, upínající se na laterální stranu bérce provádí verzi nohy (Dylevský, 2009).

**Svaly chodidla** – Svaly chodidla jsou klíčové pro podporu a pohyb nohy během většiny aktivit. Část těchto svalů se nachází na bérce, další na hřbetu a plosce nohy. Na tomto základě dělí Dylevský (2009) tyto svaly na dlouhé a krátké. Mezi dlouhé svaly patří např. m. flexor digitorum longus, který slouží jako flexor prstů a úzce souvisí s aktivitou m. triceps surae. Mezi ty krátké spadá např. m. extensor digitorum brevis, umístěný na dorzu nohy. Jeho hlavní funkcí je extenze prstů (Dylevský, 2009).



### **1.6.2 Svalové zapojení ve vrzích**

Primárními svaly dominantní dolní končetiny, které se na generování síly podílí, jsou v případě vrhu koulí *m. biceps femoris* dominantní dolní končetiny (flexor kolene a extenzor kyčle) spolu s *m. biceps femoris* (flexor hlezna). Vysoce aktivní totiž setrvávají mezi 34 % a 53 % času, po který vrh probíhá. Na nedominantní končetině pak hraje výraznou roli, co se aktivace týče opět *m. biceps femoris* (Howard et al., 2017). V moment odhodové fáze pak přejímá místo nejaktivnějšího svalu na dolní končetině *m. vastus lateralis*, tedy laterální část kvadricepsu, která plní funkci extenzoru kolene (Terzis a Karampatsos, 2007).

Napříč jednotlivými disciplínami, zejména z hlediska aktivních svalů, je možno vidět i jisté paralely. Kupříkladu u hodu oštěpem, diskem a vrhu koulí je vidět výrazná aktivace flexorů pravého hlezna (u pravorukých vrhačů). Dá se tedy hovořit o tom, že i přes to, jak odlišně vrhačské disciplíny na první pohled vypadají, vzájemně sdílejí určité svalové vzorce (Łysoń-Ukłańska et al., 2021).

### **1.6.3 Svalová koordinace**

Mimo hrubou sílu jednotlivých svalů hraje svou podstatnou roli též sportovně specifická koordinace. Prostá síla jako taková, prokazatelná například jedním opakováním na dřep za použití maximálního úsilí (one rep max – 1RM) nepřekvapivě koreluje s velikostí výkonu u koulařů (Terzis a Karampatsos, 2007). Stejně tak byla prokázána pozitivní korelace mezi nejlepším sezónním výsledkem v hodu diskem a 1RM ve vzpěračských disciplínách, jako jsou trh a nadhoz (Takanashi et al., 2020). Tyto disciplíny se totiž v tréninku vrhačů často vyskytují jako nástroj pro rozvoj nepříliš specifické výbušnosti a síly (Judge et al., 2013).

Pro hod oštěpem by to byl pro změnu vztah mezi nejlepším sezónním výsledkem a například maximálním vertikálním výskokem, skokem dalekým z místa nebo rozvojem rychlosti v běhu (Muhsen, 2020).

Pouhá síla nebo výbušnost dolních končetin však pro vrhy nestačí. Terzis a Karampatsos totiž ve svém výzkumu poukazují mimo jiné na důležitost specifické svalové koordinace a sekvence zapojení jednotlivých svalů. Na základě elektromyografického (EMG) měření

vybraných svalů totiž vyplývá, že koulaři, u kterých dochází dříve k aktivaci m. gastrocnemius před m. vastus lateralis zapisují lepších výsledků u vrhu z místa (Terzis a Karampatsos, 2007).

### ***1.7 Fyzioterapie a vrhy***

Vrhy jsou disciplíny výbušné a vyžadují precizně budované pohybové vzorce. Pro to, aby mohlo být provedení vrhu explozivní, je zapotřebí maximální produkce síly v co nejkratším čase, a pro ukotvení správných technických vzorů jsou klíčové opakované pohyby plynoucí z techniky daného vrhu. Z toho plyne, že na tělo sportovce jsou kladené poměrně vysoké nároky. Na základě těchto dvou dříve zmíněných charakteristik vrhů vyplývá, že mohou být vrhači predisponováni jak k úrazům vazů, svalů a šlach způsobených náhlou vysokou zátěží (např. odraz, doskok), tak k poraněním vzniklým z důvodu repetitivních pohybů (Meron a Saint-Phard, 2017).

Byť je epidemiologická situace, co se týče úrazů, z důvodu nedostatku kompletních dat nejasná, největší procento úrazů ve vrzích nejspíše náleží vrhu koulí. Četnost úrazů napříč všemi vrhačskými disciplínami je však nižší, než je tomu u ostatních sportů a zbylých atletických disciplín (Meron a Saint-Phard, 2017).

Jako jiné sporty, i atletické vrhy mají predispozice ke vzniku specifických typů úrazů, některé shodné napříč celým vrhačským spektrem, jiné typické pro jednotlivé disciplíny. Pro vrhy, jako jsou hod diskem, kladivem a vrh koulí, v jejichž průběhu dochází velmi často k rychlým rotacím dolních končetin, jsou rizikem úrazu ohroženy zejména hlezna, a to inverzním typem distorze, menisky a zkřížené kolenní vazy. Oštěpaři jsou nejčastěji postiženi časnými degenerativními změnami v oblasti intezivně zatěžované bederní páteře a úrazy horní dominantní končetiny, zejména ramenního a loketního kloubu (Meron a Saint-Phard, 2017).

V rámci fyzioterapeutické intervence u sportovců obecně, je pro úspěch klíčová souhra trenéra a terapeuta. Role sportovního fyzioterapeuta je klíčová nejenom v návratu do sportovní aktivity, nejlépe ve stejné kvalitě, jako tomu bylo před úrazem, ale i po úspěšné rehabilitaci. V ideálním případě by měla rehabilitace sportovce začít již v akutní fázi, s hlavním cílem povzbudit hojení a zabránit dekonkci, ve vhodně zvolené chvíli se přesunout do fáze budování kondice a finálně návratu ke sportu. V této poslední fázi

především s cílem nejenom zabránit rekurenci původního úrazu, ale i vzniku nových (Dhillon et al., 2017).

V akutní fázi je vhodné po odeznění bolesti začít končetinu (zatím limitovaně) zatěžovat (Kjær et al., 2009). Je možné také zařadit izometrická cvičení, pro jejich schopnost tlumit bolest (Rio et al., 2015)

Fáze rekondice otevírá dveře dalším možnostem progresivního zatížení, například ve formě odporového tréninku, sportovně-specifických nácviků a počátkům návratu k tréninku pro rozvoj rychlosti a výbušnosti (Dhillon et al., 2017), které jsou pro vrhače klíčové (Zaras et al., 2019). Po této fázi již nadchází návrat do sportu, ruku v ruce s cílem zabránit vzniku dalších zranění a obnovení těch starších (Dhillon et al., 2017).

Toho je možné docílit množstvím různých metod, kupříkladu rozvojem gnostických funkcí. Rozvinuté vnímání vlastního těla pomáhá zkvalitnit motorickou odpověď na podnět a tím případně zabránit zranění (Kolář, 2016). Další možností, aplikovatelnou jak v prevenci, tak v rehabilitaci, je užití lehčího náčiní. Dinu a kolektiv (2019) sice na EMG diskářů prokázal menší nábor snímaných svalů, právě díky tomu je však limitován nápor na tělo sportovce, jelikož není potřeba generovat takovou svalovou sílu pro dosažení stejné, nebo i delší hozené distance regulérně těžkým náčiním (Dinu et al., 2019).

## **2 Cíle práce a výzkumné otázky**

Cílem této práce je popsat funkci dolních končetin u provedení odhodu u vrhačů v lehké atletice a definovat a ověřit možnosti užití fyzioterapeutických postupů ke zlepšení stabilizační funkce dolní končetiny.

Výzkumné otázky:

1. Jakou roli hrají dolní končetiny při odhodu?
2. Jaké změny v kineziologickém rozboru a dalších testech lze zaznamenat v souvislosti s realizací fyzioterapeutických postupů ke zlepšení stabilizační funkce dolní končetiny?

### **3 Metodika výzkumu**

#### **3.1 Výzkumný soubor**

Výzkumný soubor je tvořen skupinou tří jihočeských atletek různých klubových příslušností, registrovaných Českým atletickým svazem ve věkovém rozpětí 18-25 let. Všechny probandky (účastníce výzkumu) se prezentují ve více vrhačských disciplínách, nejedná se tedy o striktně vyhrazené specialistky. Na začátku byly všechny probandky seznámeny s průběhem výzkumu, účelem terapie a podepsaly informovaný souhlas. Vzor informovaného souhlasu viz Příloha 1.

#### **3.2 Metody sběru dat**

Praktická část bakalářské práce byla vedena formou kvalitativního výzkumu. Data byla sbírána pomocí úvodní a závěrečné sady vyšetření, které shodně obsahovaly kineziologický rozbor (viz níže), anamnestický a sportovně anamnestický dotazník, posturografické vyšetření, pozorování a sadu konkrétně zvolených testů, které budou podrobněji popsány dále. Výsledky z těchto dvou vyšetření byly následně konfrontovány a zhodnoceny. Výzkum probíhal v Centru fyzioterapie se souhlasem odpovědné osoby, souhlas s provedením výzkumu je dostupný u autorky práce.

##### **3.2.1 Anamnéza a sportovní anamnéza**

Anamnéza patří mezi stavební kameny fyzioterapeutického vyšetření. Především u vyšetření pohybového aparátu může správně odebraná anamnéza významně pomoci při určování příčiny pacientových potíží. Klinicky významné jsou informace, které by mohly lépe přiblížit situaci, ve které došlo ke vzniku problému, určit charakter bolesti, jakým je provázen, či jestli je bolest vázána na pohyb (Kolář et al., 2012). V rámci této práce byly anamnestické dotazy směřovány především na úrazy, a to jak staršího data, tak recentní, sportovní anamnézu, způsoby užívané při regeneraci a návyky týkající se strečinku a protahování.

### **3.2.2 Aspekce**

Vyšetření aspekci, nebo jinak také vyšetření pohledem, je metoda klinické diagnostiky, která umožňuje za krátkou dobu posbírat velké množství dat týkajících se stavu pacienta. Při vyšetření si všímáme spontánního pohybového projevu, držení těla, chůze, či zda je přítomno v nějaké formě antalgické držení. V rámci vyšetření také pozorujeme výraz vyšetřovaného při provádění zadaných úkonů a jak se pohybový projev liší ve chvílích, kdy proband není vyšetřován (Kolář et al., 2012). Můžeme také vnímat, jak celkový pohybový projev působí, či zda není nějak omezen (Gross et al., 2005). Fotodokumentace aspekce je archivovaná u autorky práce.

### **3.2.3 Pohybové stereotypy podle Jandy**

Cílem vyšetření pohybových stereotypů podle Jandy (2004) je zmapovat zapojení jednotlivých svalových skupin při několika standardizovaných pohybech. Patří mezi ně extenze v kyčelním kloubu, abdukce v tomtéž kloubu, stereotyp flexe trupu, stereotyp flexe šíje, abdukce v ramenním kloubu a test kliku. V tomto výzkumu bylo využito dvou z těchto šesti testů, konkrétně vyšetření stereotypu abdukce a extenze v kyčelním kloubu.

#### **3.2.3.1 Stereotyp abdukce v kyčelním kloubu**

V případě abdukce kyčle Janda (2004) za fyziologický stereotyp pokládá čistá abdukce ve frontální rovině, přičemž optimální poměr aktivace mezi m. gluteus medius a m. tensor fasciae latae je vybalancovaný, nebo s vyšší aktivitou m. gluteus medius. Za patologický stereotyp je při oslabení m. gluteus medius považována převaha aktivace m. tensor fasciae latae, m. iliopsoas a m. rectus femoris. To nevede k čisté abdukci, ale k externí rotaci a flexi v kyčelním kloubu, občas označovaná jako tzv. „tenzorová abdukce“. Dalším možným patologickým stereotypem je převaha aktivace m. quadratus lumborum a dalších svalů zad. Pohyb začíná nadzdvihnutím pánve, ke kterému dojde nedostatečnou aktivací m. gluteus medius a minimus. Abdukce je pak převážně realizována pomocí zapojení m. tensor fasciae latae.

### **3.2.3.2 *Stereotyp extenze v kyčelním kloubu***

Pro vyšetření hybného stereotypu, jak jej uvádí Janda (2004), extenze v kyčelním kloubu sledujeme zapojení a souhru m. gluteus maximus, ischiokrurálních a paravertebrálních svalů. Vyšetřovaný je testován vleže na břiše, elevuje jednu dolní končetinu s kolenním kloubem v nulovém postavení. Za fyziologickou časovou posloupnost zapojení svalů je považováno zapojení m. gluteus maximus jako prvního, následně by se měly zapojit ischiokrurální svaly, kontralaterální paravertebrální val následovaný homolaterálním valem. Aktivační vlna by se dále měla posouvat do vyšších segmentů bederní a hrudní páteře. V případě odlišnosti od tohoto stereotypu se zapojují nejprve ischiokrurální svaly na úkor m. gluteus maximus, který se zapojuje pozdě, nebo vůbec, nebo vyšetřovaný provádí pohyb v souhybu s jinými segmenty. U patologických stereotypů může také docházet k přílišné aktivaci v oblasti pletence ramenního.

### **3.2.4 *Vyšetření zkrácených svalů***

Vyšetření zkrácených svalů bylo provedeno na základě standardizovaného vyšetření dle Jandy. Jedná se o vyšetření pasivního rozsahu pohybu. Pasivní pohyb není doprovázen elektrickou aktivitou svalu, nedochází tedy k aktivní kontrakci (Janda, 2004).

Volbou kombinace pozice a směru se snažíme zacílit na konkrétní, předem určenou svalovou skupinu. Toto vyšetření využívá podobné zásady jako Jandův svalový test, tedy neměl by být stlačen vyšetřovaný sval, síla, kterou působí terapeut by neměla přecházet přes více, než jeden kloub a vyvíjený tlak by měl být po celou dobu vyšetření neměnný.

Aby bylo vyšetření současně co nejexaktnější, je nutné zachovat dané výchozí polohy, fixace a směr pohybu. Výstupem vyšetření je ozřejmění, zda je sval mírně zkrácený, velmi zkrácený, či se o zkrácení vůbec nejedná (Janda, 2004).

#### **3.2.4.1 *Triceps surae***

Vyšetřovaný byl uveden do polohy na zádech, netestovaná dolní končetina je ve flexi s chodidlem opřeným o podložku. Testovaná končetina je v extenzi, distální polovinou bérce mimo lehátko. Vyšetřujeme pasivní dorzální flexi v hlezenním kloubu, provádíme

zvlášť pro m. gastrocnemius a pro m. soleus. Abychom dosáhli největší možné dorzální flexe, je pasivně flektován kolenní kloub. Tímto způsobem je možno izolovat, zda se jedná o zkrácení jen m. soleus, pokud dorzální flexe zůstane i po flektování kolene stejná. Pokud ke změně dojde, jedná se o zkrácení m. gastrocnemius. Pokud postavení v hleznu dosahuje alespoň 90°, nejedná se o zkrácení. Jestliže do 90° postavení schází méně, jak 5°, hovoříme o mírném zkrácení a pokud více, než 5°, jedná se o velké zkrácení (Janda, 2004).

#### **3.2.4.2 Flexory kyčelního kloubu**

Vyšetřovaný je instruován opřít se kostrčí o lehátko, flektovat netestovanou dolní končetinu a přitáhnout ji k břichu. Následně je pasivně uložen terapeutem do polohy na zádech. Přitažením netestované končetiny dosáhneme vyhlazení bederní lordózy. Vyšetřující uvede testovanou končetinu do takové polohy, aby byl umožněn její volný vis. Hodnotíme v závislosti na poloze stehna, bérce a posunu pately. Pokud nejde o zkrácení, stehno je v horizontále, bérec visí kolmo a patela se nepatrně posune laterálně. Při zatlačení na distální třetinu stehna je možné flexi v kyčelním kloubu ještě zvětšit, při zatlačení na spodní třetinu bérce je možno zvětšit flexi v kolenním kloubu. Jako mírné zkrácení hodnotíme lehké flekční postavení v kyčli, které vypovídá o zkrácení m. iliopsoas, zatímco bérec směřuje šikmo vpřed, implikující zkrácení m. rectus femoris. Zkrácení m. tensor fasciae latae se v tomto testu projevuje odtažením stehna do abdukce. Působením tlaku na distální části segmentů je možné zvětšit flexi.

O výrazné zkrácení se jedná, pokud je kyčelní kloub ve výrazné flexi a ani po vyvinutí tlaku na distální část segmentu není možné dosáhnout horizontály. Bérec je vytrčený šikmo vpřed a patela je tažena vzhůru. Při tlaku na distální část bérce dochází ke kompenzačnímu flekčnímu postavení v kyčli. Vlivem zkrácení m. tensor fasciae latae je stehno odtaženo v abdukci a není možno ani tlakem vyšetřujícího možné provést addukci (Janda, 2004).



### **3.2.4.3 Flexory kolenního kloubu**

Testování je prováděno v poloze na zádech s netestovanou dolní končetinou flektovanou, testovanou dolní končetinou v nulovém postavení. Vyšetřující uchopí testovanou končetinu tak, že pata vyšetřovaného je položena na vnitřní straně lokte, dlaň terapeuta spočívá na holeni testované končetiny. Tímto držením je zajištěna setrvalá extenze v kolenním kloubu a zároveň terapeutovi umožňuje pohyb vyšetřovanou končetinou do flexe v kyčelním kloubu. O fyziologický sval se jedná v případě, že je pasivní flexe v kyčli 90°, o lehce zkrácený, pokud se rozsah pohybuje od 80° do 90°, a výrazně zkrácený, pokud rozsah nedosahuje 80° (Janda, 2004).

### **3.2.4.4 Adduktory kyčelního kloubu**

Cílem tohoto vyšetření je zhodnocení rozsahu abdukce v kyčelním kloubu během plné extenze v koleni i s jeho lehkou flexí. Díky tomu je možné odlišit, zda se jedná o zkrácení jednokloubových či dvoukloubových adduktorů. V případě jednokloubových se jedná o zkrácení, pokud jsou obě abdukce shodné, u dvoukloubových adduktorů dojde při lehké flexi v kolenním kloubu ke zvětšení rozsahu abdukce. Pokud je rozsah abdukce v kyčelním kloubu větší, než 40°, nejedná se o zkrácený sval. O mírné svalové zkrácení se jedná, pokud je rozsah abdukce v rozmezí 30-40° a o velké svalové zkrácení, pokud abdukce nedosahuje 30° (Janda, 2004).

### **3.2.5 Orientační svalový test**

Svalový test, jak jej vymezuje Janda (2004), je metoda, která se využívá pro měření svalové síly jak individuálních svalů, tak celých funkčních svalových skupin. Namísto testování rozsahu léze motorických nervů však v této práci budou využity spíše analytické aspekty této vyšetřovací metody a pro tento účel byl test jednotlivých svalů pojat pouze orientačně. Testované svaly tedy nebyly hodnoceny na standardní šestistupňové škále. Místo toho bylo hodnoceno, zda je svalová síla obou stran srovnatelná, pokud není, která strana silově dominuje, či zda nejsou svaly výrazně povšechně oslabeny.

Pro testování byly zvoleny m. quadriceps femoris, flexory kolenního kloubu, m. triceps surae a m. tibialis anterior. Byly následovány základní zásady testování. Sval byl testován

v celém rozsahu pohybu, s vyloučením nášvihu, kladený odpor byl po celý rozsah konstantní a nebyl kladen přes dva klouby, zároveň nebylo stlačováno svalové břicho ani šlacha.

Pro m. quadriceps femoris byl vyšetřovaný jedinec instruován do polohy vleže na zádech tak, aby byl konec lehátka v úrovni podkolenní jamky. Fixační ruka vyšetřujícího byla umístěna mezi distální část stehna a lehátko, ruka kladoucí odpor zepředu na distální konec tibie. Svalový test flexorů kolenního kloubu proběhl v poloze na břiše a dolní končetinou ve střední pozici pro testování jak zevních, tak vnějších ohybačů současně. Fixace testujícími byla umístěna v oblasti horního gluteálního segmentu a odpor proti pohybu byl kladen nad hlezmem.

M. triceps surae byl testován v poloze na břiše s chodidlem mimo lehátko, fixace proti mimovolným pohybům byla umístěna do úrovně distální třetiny bérce, ruka kladoucí odpor (vidlicovým úchopem) byla umístěna na patní kost. Test plantární pronace byl proveden v lehu na boku netestované strany. Končetina, která nebyla testována, se nacházela v pokrčení pro zajištění lepší stabilizace těla. Cílem testu bylo provést pronaci v plantární flexi proti odporu. Fixační ruka vyšetřujícího byla umístěna na úrovni distální třetiny bérce a ruka kladoucí odpor na malíkové hraně chodidla.

Pro test plantární flexe byl vyšetřovaný instruován do polohy na břiše s chodidlem testované končetiny mimo lehátko s fixující rukou v úrovni kotníku a s rukou kladoucí odpor distálně proti kalkanu. Za stejných podmínek probíhal i test svalové síly m. soleus, s tím rozdílem, že bylo lehce flektováno koleno. Na závěr proběhl test supinace s dorzální flexí, kde jsou obě dolní končetiny svěšeny přes okraj lehátka a testován je pohyb do dorzální flexe s přivrácením palcové strany směrem vzhůru. Fixace je umístěna na patě a odpor je kladen proti mediální hraně nohy s obloukovým tlakem proti pohybu.

### **3.2.6 Orientační goniometrie (rozsahy kloubů DK)**

Goniometrie je metoda určená k měření kloubních rozsahů. Tato diagnostická technika se používá k objektivnímu hodnocení flexibility a rozsahu pohybu. Pro měření úhlů rozsahu kloubu je možno využívat různé metody, od tzv. „negoniometrické“ aspekce, tedy vyšetření odhadem, přes RTG vyšetření, kinematický záznam či mechanický goniometr. Provedení měření pomocí mechanického goniometru, který byl použit,

zahrnuje umístění goniometru na konkrétní bod nebo osu kloubu a následné sledování pohybu kloubu do určitého úhlu (Janda, Pavlů, 1993).

Pro zpracování této práce byla goniometrie u pasivních pohybů v kloubech.

### **3.2.7 Antropometrie**

Antropometrické měření je metoda, která se zabývá měřením a kvantifikací fyzických rozměrů a proporcí lidského těla. Tato technika se používá k získání objektivních a měřitelných dat o tělesných rozměrech jednotlivců a populací. Antropometrická měření zahrnují různé aspekty, jako jsou délky, obvody, šířky a další fyzické parametry.

Pro účely tohoto výzkumu bylo zvoleno sledování obvodu lýtka, změřeného v nejširší části, obvod stehna měřený 10 centimetrů nad patelou a funkční délka dolní končetiny, měřená od spina iliaca anterior po malleolus medialis (Dylevský, 2022).

### **3.2.8 Testy dle Koláře**

Tyto testy slouží především k hodnocení posturální stabilizace, protože vyšetření vycházející z pouhé strukturální role svalu nemusejí být vždy dostačující pro zjištění kvality jeho zapojení. Při prostém svalovém testu může sval dosahovat běžných či nadprůměrných hodnot, jeho stabilizační funkce však může být hrubě nedostačující.

#### **3.2.8.1 Test extenze v kyčelním kloubu**

Test extenze v kyčelním kloubu dle Koláře (2012) svou výchozí polohou nápadně připomíná test stereotypu extenze v kyčli dle Jandy. Vyšetřovaný zaujme výchozí polohu vleže na břicho a průběh testu spočívá v analýze způsobu zapojení jednotlivých svalových skupin při extenzi s odporem, ne však provedený maximální silou. Při poruše stabilizační funkce jednotlivých svalových skupin nebude docházet k včasnému zapojení gluteálních svalů a laterálních svalů břicha. Pohyb bude naopak kompenzován zvýrazněním bederní lordózy, naklopením pánve do antevertze, zvětšením hrudní kyfózy a nadměrnou aktivací extenzorů páteře, především v oblasti přechodu mezi hrudní a bederní částí hřbetního

sloupce. Mimo jiné můžeme pozorovat vznik konvexity v oblasti skupiny laterálních břišních svalů.

### **3.2.8.2 Test hlubokého dřepu**

Při testu hlubokého dřepu, jak je popisován dle Koláře et al. (2012), jako výchozí polohu vyšetřovaný zaujme stoj s rozkročenými dolními končetinami na šíři ramen. Dále je pak instruován, aby pomalu provedl hluboký dřep, však za podmínky, aby ramena ani kolena nepřesahovala úroveň přední části chodidla. Pokud je test proveden správně, páteř zůstává napřímená a bez zvýraznění křivek, pánev nezaujímá ani polohu anteverze, ani retroverze a osa kolene směřuje v linii třetího metatarzu, a to po celou dobu provedení testu. Stejně tak opora zůstává rovnoměrně rozložená na celé ploše chodidla a prstů. Pokud však testovaný jeví známky insuficience v některém ze stabilizačních systémů, může v průběhu docházet ke zvýraznění páteřních křivek, pánev se může dostávat do anteverze nebo retroverze nebo dochází k přesunu opory chodidla mediálně. Při výrazné insuficienci nemusí vyšetřovaný být schopen pohyb za daných okolností provést.

### **3.2.8.3 Test polohy na čtyřech**

Výchozí poloha testu na čtyřech, vyšetřovaný je v opoře o dlaně a o přední část chodidla. Chodidla jsou umístěna na šířku ramen. V této poloze sledujeme, jak vyšetřovaný zaujal požadovanou polohu, aniž by byl korigován. Za fyziologické nastavení považuje Kolář (2012) centrované pozice kloubů horní končetiny, za současné rovnoměrné opory o rozvinuté dlaně. Lopatky neodstávají a jsou na hrudníku umístěny kaudálně, páteř je v napřímení, hlava v přímé linii navazuje na osu páteře. V centrované pozici se nachází i klouby dolní končetiny (hlezenní, kolenní, kyčelní) a střed pately směřuje nad třetí prst. Opora dolní končetiny je rozložena mezi hlavičkou prvního a třetího metatarsu.

Pokud je však přítomna insuficience, dochází ke změnám křivek páteře, lopatky mohou zaujímat elevovanou pozici a odstávat, a opora o horní končetinu se může posouvat směrem k malíkové hraně ruky. U dolních končetin mohou femury směřovat do vnitřní rotace, střed pately nemíří směrem ke třetímu prstu a opora o chodidlo není rovnoměrná.

### **3.2.9 Gnostické funkce**

Somatognozie jako taková popisuje dovednost jedince, na základě které je schopen správně analyzovat své tělo. Pomocí stereognozie potom jedinec dokáže vnímat zevní prostředí, a to i bez zrakové kontroly, pouze na bázi vztahu mezi prostorem a vlastním tělesným schématem. (Kolář et al., 2012).

Pro ověření těchto schopností jsem zvolila několik klinických testů pro bližší analýzu gnostických funkcí u probandek. Prvním z nich bylo úhlové nastavení v kotníku, cílem probandek bylo pokusit se napodobit polohu, do jaké byl nejprve pasivně nastaven. Dalším testem bylo úhlové nastavení v kolenu a kyčli podle předlohy na druhé straně, a naposledy odhad šířky pánve a délky chodidla. Při všech těchto testech byl požadavek na zavřené oči. Úhlové nastavení u kotníku, bylo po pasivním nastavení změřeno goniometrem a následně porovnáno s výsledným pohybem probandky. Stejným způsobem proběhlo zaměření úhlového nastavení pomocí druhostranné předlohy. Odhad šířky pánve a délky chodidla byl zaměřen pomocí metru a porovnán s reálnými hodnotami těchto měr.

Pro srovnání výsledků těchto testů jsem vytvořila čtyři kategorie, a to pokud byly obě strany úhlově či polohově identické, odchylovaly se o méně než deset stupňů, odchylka mezi stranami byla v rozmezí 10-20°, a nebo pokud se jednalo o výraznou odchylku nad dvacet stupňů.

### **3.2.10 Posturografie**

Posturografie patří mezi metody kinetické analýzy, někdy pojmenovávané také jako dynamické, které staví na principech vztahu mezi vnitřními silami, které vznikají uvnitř pohybového aparátu a silami externími, které na člověka působí při kontaktu se zevním prostředím, v tomto případě třeba při kontaktu chodidel s měřicí plošinou. O sběr těchto dat se pak obvykle stará silová plošina měřící reakční sílu podložky. Velikost této reakční síly je výsledek několika vektorů, kupříkladu tíhová síla tvořená hmotností analyzovaných segmentů nebo síla produkovaná volným pohybem (Kolářová et al., 2014)

Silové plošiny můžeme rozdělit na statické a dynamické, nezávisle na této podstatě se mohou dále lišit v množství a vlastnostech vestavěných čidel. Ta na základě deformace

materiálu, ke které dochází vlivem působení vnějších sil generují elektrický signál, který je pak dále analyzován a vyhodnocen. Výsledné měření je tedy souhrnem informací nasbíraných pomocí senzorů a současně výslednicí sil, které v daný moment působily na podložku (Kolářová et al., 2014).

Díky tomu je možné zjistit přesný bod, kam tyto síly působí, které je označováno jako center of pressure (COP). To je možné popsat pomocí celkem devíti veličin, konkrétněji devíti na sebe kolmými reakčními silami. Pro popis umístění silového vektoru pak stačí pouze tři polohové souřadnice ( $x$ ,  $y$  a  $z$ ), které se odvíjí od předem definovaného referenčního bodu plošiny. Pro většinu plošin užívaných v klinické praxi jsou pak výstupními parametry často poloha COP a velikosti dílčích součástí reakční síly (Kolářová et al., 2014).

V rámci této bakalářské práce byl pro shromažďování dat využit posturograf firmy Neurocom® VSR Sport ve vlastnictví Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity v Centru fyzioterapie provizorně umístěném v budově Centra prevence civilizačních chorob. Testy zvolené pro tuto budou popsány v následujících kapitolách.

### ***3.2.10.1 Modified CTSIB (mCTSIB)***

Tento test probíhá za čtyř různých podmínek. Tyto podmínky zahrnují stání na pevném povrchu nejprve s otevřenýma očima, poté zavřenýma očima, stání na měkké molitanové podložce, a to opět nejprve s otevřenýma, následně zavřenýma očima. Konečné výsledky jsou rychlost výchylek postury, udávané ve stupních za vteřinu ( $^{\circ}/s$ ) a průměrná poloha COG udávaná ve stupních pro každý ze tří pokusů u všech čtyř měřených situací (Kolářová et al., 2014).

### ***3.2.10.2 Limits of Stability (LOS)***

Během testu je vyšetřovaný nucen pracovat s polohou vlastního COG, a to za podmínky, že nedojde nijak ke změně opěrné báze. Tedy v průběhu testu nesmí dojít ku příkladu k posunutí chodidel nebo odlepení jejich částí. Vyšetřovaný před sebou na obrazovce vidí centrální čtverec, do kterého při začátku každé části testu musí nejprve umístit své COG, a okolo něj osm čtverců. Po zvukové signalizaci je úkolem vyšetřovaného co nejrychleji

a co nejpřesněji zacílit právě zvýrazněný čtverec na obrazovce před sebou. V maximálním dosaženém bodě by pak měl dokázat setrvat. Mezi hodnocené parametry patří Reaction Time (RT), Movement Velocity (MVL), Endpoint Excursion (EPE), Direction Control (DCL) a Maximum Excursion (MXE) (Kolářová et al., 2014).

### **3.2.10.3 Weight Bearing Squat**

Na základě snímaných signálů posturograf hodnotí, jak symetricky je rozložena hmotnost během snižování těžiště. Může tak dojít k ozřejmení některých odlišností, které by například jiné testy probíhající v plném stoji neodhalily. Během testu probíhají celkem čtyři měření, ve stoji, v 30°, 60° a 90° flexi v kolenních kloubech. Ve výsledcích testu se následně zobrazí rozložená hmotnost zvlášť na levé a pravé straně těla jako zápis v procentech (Kolářová et al., 2014).

### **3.2.10.4 Stability Evaluation Test (SET)**

Tento funkční test byl původně vyvinut jako možnost hodnocení posturální kontroly u sportovců, kteří utrpěli otřes mozku, kontrola postury má však mimo jiné i zásadní výpovědní hodnotu o stavu pohybového aparátu. Test zkoumá šest situací, a to vzpřímený stoj, stoj na nedominantní noze a stoj v tandemu, nejprve na pevném povrchu posturografu, následně na nestabilní molitanové podložce. Hodnocené parametry tohoto testu jsou rychlost výkyvu (sway velocity) a čas, během kterého test probíhal, s maximální hranicí 20 sekund (Davisson, 2014).

### **3.2.11 Skok daleký z místa snožmo**

Pro test skoku dalekého byla na zemi označena počáteční linie, kterou probandky nesměly při startovní pozici přesáhnout. Výchozí poloha pro odraz byla mírné rozkročení, zhruba na šířku pánve, chodila rovnoběžně. Přípravné pohyby končetin nebyly zakázány. Po zaujetí výchozí pozice dostaly probandky pokyn pomocí jediného odrazu doskočit co nejdále dopředu. Místo doskoku, tedy bod chodidla nejbližší ke startovní čáře, byl označen na podlahu pomocí lepicí značky a následně změřen pomocí svinovacího metru.

### **3.2.12 Vertikální výskok**

Při testu vertikálního výskoku byly probandky postaveny bokem ke zdi a pomocí lepicí pásky bylo na zeď poznačeno místo dotyku nejdelšího prstu při maximální abdukci paže. Poté byly instruovány, aby bez flektování kolenních kloubů provedly maximální odraz snožmo nahoru, pouze pomocí odrazu z hlezen. Místo dotyku bylo opět poznačeno na zdi a výsledný rozdíl obou značek změřen pomocí metru a zaznamenán.

### **3.2.13 Odraz z jedné nohy do dálky**

Tento test principiálně sledoval test odrazu z místa snožmo, s tím rozdílem, že byly testovány obě dolní končetiny postupně. Probandka si mohla zvolit, zda bude začínat dominantní či nedominantní končetinou. Netestovaná končetina se ani před odrazem, ani při doskoku, nesměla dotýkat země.

## **3.3 Terapie**

Terapie byla složena ze dvou celků. Jeden tvořený plyometrickou složkou spolu s odporovým tréninkem a druhý tvořený čistě z izometrických cviků. Trénink plyometrie a síly se odehrával jednou týdně na konci běžného tréninku probandek pod dozorem, izometrie pak třikrát týdně formou samostatného cvičení. Krátkodobý plán byl sestaven na osm týdnů a byl modifikován vždy na konci týdne. Probandky měly k dispozici online tabulku se záznamem počtu opakování a soupisem cvičení.

Upravován byl na základě zhodnocení kvality provedení cviků, a v závislosti na subjektivním dojmu z terapie a aktuálním pocitu únavy probandek. Vzhledem k velmi podobné úrovni fyzické zdatnosti napříč výzkumným vzorkem byl plán nastaven pro všechny stejně. Vzhledem k výsledkům kineziologických rozborů, které neprokázaly přítomnost výrazných dysbalancí byly všechny cviky prováděny symetricky a s přihlédnutím k výsledkům posturografu byly taktéž zařazeny cviky přímo cílené na zjevné balanční nedostatky ve statických polohách.



### 3.4 Sestava cviků

Cvičební jednotka byla složena ze čtyř částí, konkrétně plyometrie, odporového tréninku, izometrie a cviků pro stabilitu. Plyometrický a odporový trénink měly probandky za úkol jedenkrát týdně, izometrické cviky a stabilitu třikrát týdně. Ilustrační snímky jsou exportované z instruktážních videí pro účastnice výzkumu.

#### Plyometrie

- „Pogo jumps“ – Odraz snožmo nahoru z kotníků s maximálním úsilím, ideálně bez jakékoliv viditelné flexe v kolenních kloubech, dopomoc nášvihem horních končetin povolena (viz Obrázek 8).

Obr. 8: Pogo jumps



(zdroj: vlastní výzkum)

- „Skier jumps/lyžař/bruslař“ – Přeskok z jedné dolní končetiny na druhou, ve směru dopředu a do strany, ne s maximálním úsilím na odrazu, rotace trupu při dopadu nebo nášvihu povolena (viz Obrázek 9).

Obr. 9: „Skier jumps“



(zdroj: vlastní výzkum)

- Přeskoky – Rychlá sada přeskoků ze strany na stranu na jedné dolní končetině, buď přes nízký objekt nebo přes čáru, počet opakování shodný na obě končetiny (viz Obrázek 10).

*Obr. 10: Přeskoky*



*(zdroj: vlastní výzkum)*

### **Odporový trénink**

- Pulsy ve výpadu – Výchozí je poloha ve výpadu (končetina v nakročení dopředu 90° flexe kolene a kyčle, hlezno v nulovém postavení; zakročená neutrální postavení v kyčli, 90° flexe v kolenním kloubu, hlezno v lehké dorzální flexi), v této pozici provádí výpady v malém rozsahu pohybu ve vyšší frekvenci – pulsy (viz Obrázek 11).

*Obr. 11: Pulsy ve výpadu*



*(zdroj: vlastní výzkum)*

- Sumo dřep – Dřep o širší než standardní bázi, chodidla umístěná přibližně na 1,5x šířku ramen, střed patelly procházející třetím prstem, s lehkým předklonem trupu

pro udržení stability, poloha paží libovolná, provedení dřepu do přibližně 90° flexe kolene (viz Obrázek 12).

*Obr. 12: Sumo dřep*



*(zdroj: vlastní výzkum)*

- Abdukce v kyčli na boku – Počáteční poloha je v lehu na boku s oporou o loket, kyčelní klouby v lehké flexi, kolenní klouby ve flexi 90°, pomocí aktivace zevních rotátorů kyčle spodní dolní končetiny dojde k nadzvednutí hýždí nad podložku viz (Obrázek 13).

*Obr. 13: Abdukce v kyčli na boku*



*(zdroj: vlastní výzkum)*



- Výpon ve výpadu – Shodně jako u pulsů zmíněných výše je výchozí pozice výpad, kde nakročená dolní končetina provádí plantární flexi při zachování nastavení ostatních kloubů a postury (viz Obrázek 14).

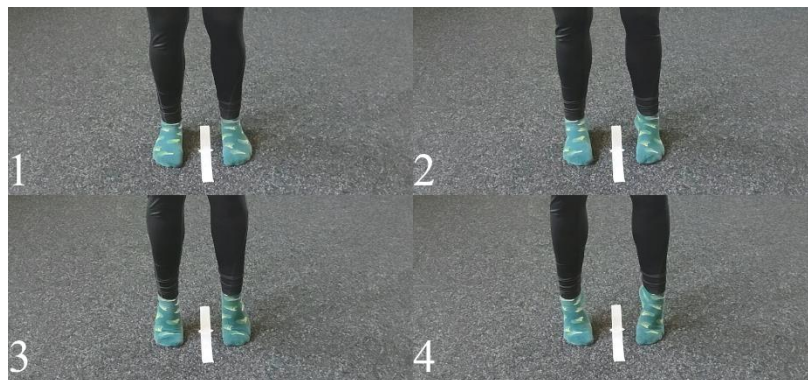
*Obr. 14: Výpon ve výpadu*



*(zdroj: vlastní výzkum)*

- Modifikovaný výpon – Počáteční poloha je ve stoji na obou končetinách, zatížení se při provedení výpadu přenáší po zevní hraně chodidla směrem k prstům, hlezno díky tomu obrazně opisuje půlkružnici (viz Obrázek 15).

*Obr. 15: Modifikovaný výpon*

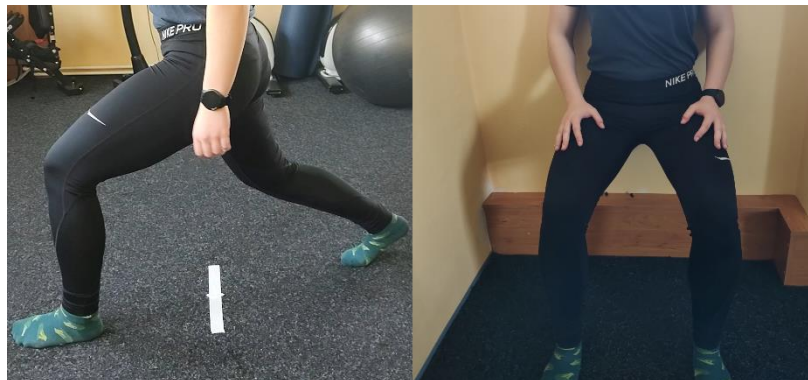


*(zdroj: vlastní výzkum)*

## Izometrie (ilustrace viz Obrázek 16)

- Pozice výpadu – Výchozí poloha opět shodná s výše zmíněnými, cílem cvičení je setrvat v nezměněné pozici v izometrické výdrž, doba minimální výdrže byla na počátku terapie nastavena na 30s, na konci terapie na 50s.
- Dřep o zeď – Izometrická výdrž (na počátku 50s, na konci terapie 90s) v opoře o zeď či jinou pevnou překážku, flexe v kyčelních kloubech je 90°, stejně tak v kolenou, hlezna v neutrálním postavení, záda se dotýkají celou plochou, kontakt opory zad začíná v oblasti SI kloubů a končí přibližně v oblasti lopatek až hrudní části páteře.

Obr. 16: Izometrické cviky



(zdroj: vlastní výzkum)

## Stabilita (ilustrace viz Obrázek)

- Stoj v tandemu – Svými principy následuje stoj v tandemu, jak je využíván v rámci Rombergova testu, tedy chodidla jsou umístěna za sebou, špička zadní nohy se dotýká paty přední nohy, během provedení cviku jsou taktéž vyžadovány zavřené oči a ruce v bok, délka provedení se postupem terapie prodlužovala.
- Stoj na jedné noze – V rámci tohoto cviku je výchozí pozice zaujetí stabilního stoje na jedné noze, druhá končetina je volně svěšena a obě kolena jsou ve stejné úrovni, bérce nestojné končetiny v semiflexi až flexi, obě ruce v bok, oči zavřené, doba provádění cviku byla postupně prodlužována.

Obr. 17: Cviky na stabilitu



(zdroj: vlastní výzkum)

## 4 Výsledky

### 4.1 Kazuistika č. 1

#### Základní informace

- Pohlaví: žena
- Rok narození: 2002
- Pracovní anamnéza: student
- Lateralita: pravák
- Výška: 178 cm
- Hmotnost: 93 kg

#### 4.1.1 Vstupní kineziologický rozbor

**Datum vstupního vyšetření:** 1. 2. 2024

**Osobní anamnéza** – V minulosti opakované výrony kotníků, odhaduje 9x na pravém hleznu, 6x na levém. Koncem dubna 2022 utrpěla nespecifikovaný úraz pravého kolene, na vyšetření čeká, v tréninku ji v současné době omezuje výjimečně, především po výrazné předchozí zátěži. Následkem tréninku vrhů se s pomocí fyzikálních metod léčila se zápěstním ganglionem na pravé ruce. Z operací podstoupila doposud pouze vyjmutí mandlí zhruba v sedmi letech, nyní bez potíží. S ničím se neléčí, abusus neguje.

**Sportovní anamnéza** – S atletikou začala zhruba před pěti až šesti lety, dříve hrála fotbal. Po přibližně stejnou dobu se věnuje vrhům a hodům, preferovaná disciplína je především vrh koulí. V současné době trénuje přibližně 4-5x týdně, styl tréninku je kombinace silového a atletického tréninku. V rámci atletického tréninku začíná rozklusem a atletickou abecedou. Do atletické abecedy zahrnuje krátké sprinty se středním úsilím a rytmická, odrazová a koordinační běžecká cvičení. Do silového tréninku spadají především cviky s vlastní vahou. Součástí atletického tréninku jsou i technické nácviky vrhačských disciplín a cvičení s plným míčem v podobě imitací hodů a vrhů a jiných odhodových cviků.

**Stretchingové návyky** – Před sportovní aktivitou se poměrně dlouho, v rámci deseti až patnácti minut, věnuje aktivnímu stretchingu, nejvíce související s rozcvičením pro běžecké aktivity. Pasivní protahování před aktivitou používá minimálně, spíše pouze u problematických svalových skupin, za které sama považuje především adduktory dolních končetin a hamstringy. Po sportovní aktivitě využívá především pasivní protažení, kterému se věnuje zhruba 5-10 minut, spíše, než na svalové skupiny horních končetin soustředí na svaly dolních končetin, především kvadricepsy, hamstringy a adduktory.

**Užívané způsoby regenerace** – Dříve se věnovala občasnému otužování, od toho však v současné době ustoupila. Nyní preferuje z nabízených metod především aktivní regeneraci v podobě lehkého běhu či jiného aerobního cvičení a občasný stretching či využití masážních pomůcek typu míček či masážní válec.

**Aspekce** – Aspekčně zjišťuji bilaterální plochonoží a lehce valgózní palec na pravé noze. Plochonoží se však nepromítá do postavení hlezen, ta jsou v neutrálním postavení. Trofika lýtek je nadprůměrná, pravé lýtko má decentně výraznější konturu svalového břicha. Postavení kolen je mírně valgózní, může však docházet k lehkému zkreslení vlivem široké stojné báze při spontánním stoji. Pravá dolní končetina má sklon od kolene nahoru lehce rotovat zevně. Češky směřují dopředu, bez výrazné směrové deviace. Trofika stehen je dobrá, kvadricepsy se zdají lépe definované než flexory kolene. Gluteální svaly mají dobrou konturu, pánev v neutrálním postavení bez rotace či nutace. Křivky páteře jsou spíše vyhlazené, a to jak bederní lordóza, tak hrudní kyfóza, s mírným předsunem hlavy. Břicho je bez propadlých míst, spíše válcovitého charakteru, naznačující přinejmenším relativně dobrou schopnost stabilizace trupu. Ramena jsou v lehkém předsunu, paže v klidu setrvávají v lehké vnitřní rotaci.

### **Vyšetření pohybových stereotypů dle Jandy**

*Test stereotypu extenze v kyčelním kloubu* – Jako první se do pohybu zapojují hamstringy, poté gluteální svalstvo, kontralaterální a následně homolaterální erektory, pořadí zapojovaných svalů je bilaterálně shodné.

*Test stereotypu abdukce v kyčelním kloubu* – Převažuje náhradní tensorový mechanismus spolu s iliopsoatem a m. rectus femoris.



### Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy (výsledky viz Tabulka 3)

Tab. 3: Vstupní vyšetření zkrácených svalů

Testovaný sval	Míra zkrácení
m. triceps surae	0
Flexory kyčelního kloubu	0
Flexory kolenního kloubu	2
Adduktory kyčelního kloubu	0

(zdroj: vlastní výzkum)

**Orientační svalový test** – Všechny čtyři testované svaly (m. quadriceps femoris, flexory kolenního kloubu, m. triceps surae a m. tibialis anterior) vykazují výbornou sílu. Mezi pravostrannými a levostrannými extenzory kolene byly pozorovatelné mírné rozdíly. V porovnání mezi pravou a levou stranou se levý m. quadriceps zdál být v lepší kondici. M. triceps surae se oboustranně prokázal jako nebývale silný, i ve srovnání s ostatními testovanými svaly. M. tibialis anterior byl stranově srovnatelný.

### Antropometrie a orientační goniometrie (výsledky viz Tabulka 4)

Tab. 4: Vstupní antropometrické měření

Antropometrie	PDK	LDK
Obvod lýtky	45 cm	46,5 cm
Obvod stehna	54,5 cm	56,5 cm
Funkční délka DK	94 cm	94 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

**Orientační goniometrie** – Oba kolenní klouby dosahují plné extenze, flexe je v rámci fyziologické meze, hmotou zadních stehenní svalů omezená na přibližně 130°. Extenze v kyčelním kloubu je mírně omezená tahem m. rectu femoris, stále ve fyziologickém rozmezí 10-12°, flexe plná 120-125°. Mírně omezená vnitřní rotace levého kyčelního kloubu (35°) oproti pravé straně (45°). Plantární flexe je oboustranně plná v rozmezí 35-40°, dorzální bilaterálně lehce omezená na zhruba 15-20°.

## Gnostické funkce (výsledky viz Tabulka 5)

Tab. 5: Vstupní vyšetření gnostických funkcí

Nastavení polohy kloubu dle druhostranné předlohy	Výsledek
Hlezno	Odchylka do 10°
Kolenní kloub	Odchylka do 10°
Kyčelní kloub	Identicky

(zdroj: vlastní výzkum)

*Odhad šířky pánve* – Reálná míra měřená zepředu byla 43 cm, odhad probandky byl 37 cm, probandka tedy odhadovala o šest centimetrů méně.

*Odhad délky chodidla* – Odhadovaný rozměr měřil 31 cm, reálná délka chodidla byla 27 cm, probandka tedy o 4 cm délku nadhodnotila.

### Testy dle Koláře

*Test extenze v kyčelním kloubu* – Velmi podobně, jako tomu bylo u provedení testu dle Jandy, tak se jako první účastní pohybu hamstringy, následovány gluteálním svalstvem, kontralaterální a na konec homolaterální erektorů páteře, během testu došlo k jemné lordotizaci páteře vlivem poměrně intenzivního zapojení erektorů páteře.

*Test hlubokého dřepu* – Do zhruba 80° flexe v kolenním kloubu provedení bez větších problémů, poté již docházelo ke kyfotizaci bederní páteře a celkovým problémům s udržení stability během provedení testu.

*Test v poloze na čtyřech* – Noha v dobré opoře, kotníky v neutrálním postavení, kolena ve valgózním postavení, zvětšená vnější rotace v kyčlích, bederní páteř kyfotizovaná. Ruka se opírá především o dlaň, prsty odstávají, loket v plné extenzi, stabilizace lopatky průměrná bez výrazných deviací, většina tělesné hmotnosti rozložená na dolních končetinách.

## Specifické testy (výsledky viz Tabulka 6)

Tab. 6: Vstupní výsledky specifických testů

Test	Vzdálenost	
Skok daleký z místa snožmo	181 cm	
Vertikální odraz z kotníků	22 cm	
Skok daleký z místa z jedné nohy	PDK 137 cm	LDK 137 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

### Posturografické vyšetření

*mCTSIB* – Ve všech čtyřech situacích, které *mCTSIB* testuje, si probandka vedla v rámci normativních hodnot pro věkovou kategorii 20-39 let, ve stoji na měkké podložce s otevřenými očima dokonce nadprůměrně (viz Příloha 2a). COG bylo poněkud nevyrovnané v ploše, v rámci 15% LOS, v situacích na pevném povrchu spíše umístěné v pravém zadním kvadrantu, v situacích na měkkém povrchu spíše v okolí středové čáry procházející oběma levými kvadranty.

*LOS* – Z hlediska RT si probandka s výjimkou pravé strany ve všech ostatních testovaných směrech vedla v rámci normativních hodnot pro její věkovou kategorii. V rámci hodnocení MVL si vedla nadprůměrně na levé straně a směrem dozadu, ostatní hodnoty, včetně souhrnného hodnocení MVL si vedla mírně podprůměrně pro svou demografickou skupinu. V hodnotách EPE a MXE se výsledky pohybovaly opět v nadprůměrných hodnotách a ve směru doprava dokonce přesahovaly hodnotu 100%. V hodnocení DCL jako nejvíce prominentní hodnota vystupuje výsledek rychlosti pohybu směrem dozadu, kde hodnota výsledku probandky převyšuje normativní výsledek pro její věkovou skupinu o více než 60%, procentuální rychlosti ostatních směrů též převyšuje standard (viz Příloha 3a).

*WBS* – Ve vzpřímeném stoji probandka zatěžuje obě dvě dolní končetiny stejnou měrou, připadá tedy 50 % z celkové hmotnosti na jednu DK. V mírném podřepu s 30° flexí kolenních kloubů se rozložení hmotnosti lišilo o 8%, více zatížená byla pravá strana s 54%. Největší rozdíl byl zaznamenán v 60° flexi kolenních kloubů, kde rozdíl rozložení hmotnosti činil 10%, více zatížená byla znovu pravá dolní končetina s výsledkem 54%. V 90° flexi se opět rozdíl v procentuálním zatížení zmenšil na pouhé 2%, s více zatíženou

pravou nohou na 52%. Všechny výsledky se nacházejí v rámci normy pro danou věkovou skupinu (viz Příloha 4a).

*SET* – Na základě SET se ukázal jako nejproblematictější stoj v tandemu, který jak ve stoji na pevném, tak měkkém povrchu zaznamenal nejvyšší sway velocity, a to 3.0°/s na tvrdém podkladě a 3.1°/s na měkkém povrchu, tandemový stoj na pevném povrchu také jako jediná hodnota vystupuje nad rámec průměru pro věkovou kategorii 14–25 let. Testování stoje na jedné noze na měkkém povrchu a tandemový stoj na pevném povrchu byly ukončeny předčasně vlivem pádu (viz Příloha 5a).

#### **4.1.2 Výstupní kineziologický rozbor<sup>1</sup>**

**Datum výstupního vyšetření:** 5. 4. 2024

**Osobní anamnéza** – V průběhu předposledního týdne terapie (15.3.2024) byla probandka pro přibližně dva roky trvající zřídka, relativně málo omezující, bolesti pravého kolene odeslána na vyšetření zobrazovacími metodami. Nejprve podstoupila vyšetření pomocí magnetické rezonance (MRI), a pro zpřesnění nálezu následně vyšetření pomocí počítačové tomografie (CT). Zobrazovací metody odhalily relativně pokročilé artrotické změny, nejspíše vlivem dřívějšího úrazu kompresivního charakteru na zevním kompartmentu pravého kolene a blíže nespecifikovanou lézi zevního menisku na tomtéž koleni. Na doporučení ošetřujícího lékaře byla z terapie vyřazena všechna cvičení zahrnující odrazy a dopady, v tréninku byly důrazně omezeny, či přesunuty pouze na velmi měkké povrchy.

#### **Vyšetření pohybových stereotypů dle Jandy**

*Test stereotypu extenze v kyčelním kloubu* – Pohyb zahájily hamstringy, následovány gluteálními svaly, s následnou aktivací kontralaterálních a konečně homolaterálních erektorů páteře.

---

<sup>1</sup> V některých sledovaných parametrech (sportovní anamnéza, stretchingové návyky, užívané způsoby regenerace a aspekce) nedošlo k žádným změnám, nejsou tedy v této části uvedeny.

*Test stereotypu abdukce v kyčelním kloubu* – Pohyb do abdukce byl proveden především zapojení m. tensor fascia latae, spolu s m. iliopsoas a rectus femoris.

### **Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy (výsledky viz Tabulka 7)**

*Tab. 7: Výstupní vyšetření zkrácených svalů*

Testovaný sval	Míra zkrácení
m. triceps surae	0
Flexory kyčelního kloubu	0
Flexory kolenního kloubu	1
Adduktory kyčelního kloubu	0

*(zdroj: vlastní výzkum)*

**Orientační svalový test** – Všechny čtyři testované svaly (m. quadriceps femoris, flexory kolenního kloubu, m. triceps surae a m. tibialis anterior) jsou podle svalové síly v zcela zdravé. M. quadriceps femoris se zdál být poněkud silnější na levé dolní končetině, stejně tak m. tibialis anterior. Flexory kolenního kloubu byly silově v normě a plantární flexory vykazovaly nadprůměrnou sílu.

### **Antropometrie a orientační goniometrie (výsledky viz Tabulka 8)**

*Tab. 8: Výstupní antropometrické měření*

Antropometrie	PDK	LDK
Obvod lýtky	46 cm	47 cm
Obvod stehna	56 cm	57 cm
Funkční délka DK	94 cm	94 cm

*(zdroj: vlastní výzkum)*

**Orientační goniometrie** – Orientační rozsahy měřených kloubů, a to včetně pravého kolene setrvávají ve všech zkoumaných pohybech ve fyziologickém rozmezí. Pravé koleno při klinickém vyšetření rozsahu pohybu zcela bezbolestné, dosahující plné

extenze, tedy 0°, s plnou flexí, limitovanou pouze v koncovém rozsahu hmotou hamstringu, nikoliv intraartikulárním nálezem.

### Gnostické funkce (výsledky viz Tabulka 9)

Tab. 9: Výstupní vyšetření gnostických funkcí

Nastavení polohy kloubu dle druhostranné předlohy	Výsledek
Hlezno	Identicky
Kolenní kloub	Identicky
Kyčelní kloub	Odchylna do 10°

(zdroj: vlastní výzkum)

*Odhad šířky pánve* – Šířka pánve probandky naměřená posuvným měřidlem byla 42 cm, probandka se zavřenýma očima ukázala odhadovaný rozměr 40 cm, rozdíl tedy činil pouhé 2 cm.

*Odhad délky chodidla* – Probandka se od reálné délky chodila (27 cm) ve svém odhadu, tedy 27,5 cm vzdálila pouze o 0,5 cm.

### Testy dle Koláře

*Test extenze v kyčelním kloubu* – Do provedení se stejně jako u vstupního vyšetření a vyšetření hybného stereotypu dle Jandy zapojily nejprve hamstringy, poté výraznou měrou gluteální svalstvo, kontralaterální a homolaterální erektory páteře, které se zvětšujícím se úhlem extenze kyčle postupně lordotizovaly bederní páteř.

*Test hlubokého dřepu* – Z důvodu nálezů na zobrazovacích metodách byl test vynechán.

*Test v poloze na čtyřech* – Dobrá opora o nohy a dlaně, hlezna i kolenní klouby bez valgosity, mírná zevní rotace v kyčlích, páteř bez kyfotizace, hlava v prodloužení, malá aktivita dolních stabilizátorů lopatek, hyperaktivita m. trapezius, hmotnost relativně rozložená mezi horními a dolními končetinami.

## Specifické testy (výsledky viz Tabulka 10)

Tab. 10: Výstupní výsledky specifických testů

Test	Vzdálenost	
Skok daleký z místa snožmo	Nebyl proveden <sup>2</sup>	
Vertikální odraz z kotníků	Nebyl proveden <sup>1</sup>	
Skok daleký z místa z jedné nohy	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>

(zdroj: vlastní výzkum)

### Posturografické vyšetření

*mCTSIB* – Výsledky se poměrně bezpečně pohybovaly v normě pro zdravé jedince, s výslednou průměrnou hodnotou sway velocity COG 0,4°/s. Ve srovnání s daty, která jsou dostupná posturografu Neurocom, se výsledky ve všech testovaných situacích ukazují jako velmi solidní. Nejvyšší dosažená sway velocity napříč všemi podmínkami testování byla 0,7°/s, která byla naměřena při stožení na měkké podložce s očima zavřenými. Poloha COG byla v devíti z dvanácti měření umístěna v pravém horním sektoru elipsy v relativní blízkosti středu. COG jinak bylo umístěno roztroušeně, v rámci 15% LOS, viz Příloha 2b.

*LOS* – S výjimkou pohybu ve směru dopředu byly hodnoty RT poměrně vyvážené. S největší prodlevou reagovala probandka na pohyb směrem dopředu (0,88s), s nejmenší naopak ve směru doleva (0,53s). Průměrná hodnota RT ze všech měření byla 0,67s. Největší dosažená hodnota MVL byla v tomto testu opět ve směru doleva, a to 5,8°/s. Nejpomaleji se probandka dostávala na hranici limitu stability ve směru dopředu, a to rychlostí 3,3°/s, ve kterém bylo též dosaženo nejdélejší prodlevy RT. Průměr všech dosažených úhlových rychlostí byl 4,3°/s. Hodnoty EPE a MXE ve všech směrech, s výjimkou směru dozadu dosahovaly hodnoty 100 % či vyšších. Ve směru dozadu to bylo 75 % pro EPE a 84 % pro MXE. Stoprocentní hodnota byla nejvíce překročena u pohyb COG směrem doleva, pro EPE a MXE shodně 116 %. Hodnoty DCL ve všech směrech ukazují srovnatelné hodnoty, s průměrem 89 % a směrodatnou odchylkou 2,15 % viz Příloha 3b.

<sup>2</sup> Důvod vynechání testu viz Osobní anamnéza v kapitole 4.2.2. Výstupní kineziologický rozbor

*WBS* – Jako obecně více zatížená se ukazuje pravá dolní končetina, s největším rozdílem zatížení mezi pravou a levou dolní končetinou v 60° flexe kolenního kloubu. V této situaci byla pravá dolní končetina zatížena 57 % hmotnosti. V průměru byla pravá dolní končetina zatížena 53,25 % tělesné hmotnosti, více v Příloze 4b.

*SET* – Pouze u jedné testované situace byl pokus ukončen pádem, a to při stožení na jedné noze s použitím nestabilní pěnové podložky, kde měření probíhalo pouze po dobu 13,0s. Hodnoty sway velocity však dosahovaly v průměru pouhých 1,6°/s, což se při pohledu na graf (viz Příloha 5b) nachází hluboko pod očekávanou naměřenou hodnotou. Výsledky měření jako celku se tedy dají označit za velmi kvalitní. Nejnižší hodnota sway velocity byla zapsána u stožení na obou nohách na pevném povrchu, nejvyšší při stožení na jedné noze na měkké podložce, a to i přes to, že data posturografu Neurocom anticipují nejvyšší úhlovou rychlost výkyvu u tandemového stožení.

#### **4.1.3 Zhodnocení terapie**

Na základě výsledku vstupního a výstupního vyšetření jsou především v některých ukazatelích patrné změny. Probandka se svědomitě věnovala autoterapii nad rámec svého tréninku, byť zobrazovací změny prokázaly ne zrovna uspokojivý nálezn. Díky tomu však mohl být upraven i terapeutický režim tak, aby nedocházelo k agravaci současného stavu.

V aspekci nenastaly žádné výrazné změny, držení axiálního skeletu tedy setrvává ve stavu, v jakém byl u vstupního vyšetření. Stejně tak nedošlo k žádným výrazným změnám, co se užívaných metod regenerace a stretchingových návyků týče.

Stejně tak zůstaly shodné výsledky vyšetření hybných stereotypů podle Jandy jak u extenze v kyčelním kloubu, tak u abdukce v tomtéž kloubu. Ve vyšetření zkrácených svalů dle Jandy došlo k mírnému posunu ve smyslu zmenšení míry zkrácení flexorů kolenních kloubů. Orientační svalový test taktéž žádnou výraznou změnu ve stavu probandky neprokázal.

Mírný posun však ukázal výsledek antropometrického měření, ne sice v délkách, nýbrž v obvodových mírách. Obvody obou lýtek zaznamenaly přírůstek, pravé lýtko ze 45 cm u vstupního vyšetření na 46 cm u výstupního, levé ze 46,5 cm na 47 cm. Podobný přírůstek zaznamenal i obvod stehna nad patelou, z 56,5 cm při vstupním vyšetření na 57



cm u výstupního na levé dolní končetině, na pravé z 54,5 cm na 55 cm. Výsledky orientační goniometrie neprokázaly výraznou změnu od začátku terapie.

V měření gnostických funkcí došlo k mírnému posunu jak ve spojitosti s vnímáním polohocitu, tak tělesného schématu, kde kotník a koleno již byla probandka schopná nastavit bez odchylky a kyčel s jemnou odchylkou, v porovnání s většími nepřesnostmi u vstupního vyšetření. U testů zkoumajících tělesné schéma byla schopná s větší přesností odhadnout rozměr šířky své pánve a délky chodidla.

Výstupní vyšetření extenze kyčelního kloubu a polohy na čtyřech dle Koláře ukázala pouze drobná zlepšení, test hlubokého dřepu nebyl proveden z důvodu důrazného doporučení ortopeda ohledně klidového režimu. Stejně tak tomu bylo v případě specifických testů, jejichž základní složkou jsou právě odrazy, kterým se má probandka nyní vyvarovat.

Kde však došlo k výraznému zlepšení, bylo posturografické vyšetření, které je patrné napříč všemi provedenými testy, ať už v samotných grafech, či průměrných hodnotách jednotlivých měřených veličin. Jako největší zlepšení se ukazuje stoj v tandemu jakožto součást SET vyšetření, kde sway velocity klesla z 3°/s na 1°/s mezi vstupním a výstupním vyšetřením.

## **4.2 Kazuistika 2**

### Základní informace

- Pohlaví: žena
- Rok narození: 2005
- Pracovní anamnéza: student
- Lateralita: pravák
- Výška: 160 cm
- Hmotnost: 88 kg

#### **4.2.1 Vstupní kineziologický rozbor**

**Datum vstupního vyšetření:** 2. 2. 2024

**Osobní anamnéza** – V prosinci 2023 naražená kostrč, v současné době bez potíží, které by s úrazem souvisely. Dříve opakované výrony hlezen oboustranně, v nedávné době však bez rekurence či bolestí. Před přibližně třemi lety úrazová fraktura nespecifikované kosti malíčku na levé noze. Bez operační anamnézy, léky pravidelně neužívá, abusus nekuje.

**Sportovní anamnéza** – S atletickými vrhy a hody začala přibližně mezi roky 2016-2017, před tím sport pouze volnočasově, především volejbal. Za svou primární vrhačskou disciplínu považuje hod diskem, účastní se ale víceméně všech v různém zastoupení. Trénuje zhruba 2-3x týdně, z důvodu lepších tréninkových podmínek intenzivněji na jaře a v létě, než v zimě. V tréninku kombinuje prvky atletického běžeckého tréninku, technických nácviků disciplín a okrajově silového tréninku, přes zimu se věnuje i gymnastické přípravě. Během tréninků se věnuje ze začátku atletické abecedě a rozklusu, krátkým sprinterským úsekům, pak se přesouvá k silovému tréninku nebo technickým nácvikům na vrh koulí nebo hod diskem. Pro technická cvičení pro jednotlivé disciplíny používá obvykle lehčí náčiní než vyžadují závodní normy.

**Stretchingové návyky** – Před sportovní aktivitou se krátce aktivně rozcvičuje, v rozmezí 3-5 minut, před závody o něco déle. Pasivní metodu stretchingu před aktivitou neužívá buď vůbec, nebo zcela minimálně. Po skončení sportovní aktivity užívá obě formy stretchingu, jak aktivní, tak pasivní, obojí zhruba po 3-5 minut. Soustředí se především na aktuálně nejvíce zatížené svalové skupiny, obvykle tedy svaly dolních končetin a zad. V tomto ohledu se nejvíce věnuje oblasti hrudní páteře, protahovací cviky obvykle hledá na internetu.

**Užívané způsoby regenerace** – Věnuje se především otužování, a to celoročně, z jiných metod či způsobů uvádí pouze občasné využití lehké aerobní cvičení v podobě procházek. Masáže, saunování či použití jiných způsobů, které by mohly urychlit regeneraci nevyužívá.

**Aspekce** – Bilaterálně kvalitní nožní klenba, prstce ve spontánním stoji volně položené bez kladívkové nebo jiné deformity, paty kulovitého tvaru. Levé hlezno mírně ve valgózním postavení, pravé v neutrálním. Levé lýtko disponuje výraznější trofikou než

lýtko pravé. Stejně jako pravé hlezno i pravý kolenní kloub mírně spadá do valgozity, střed česky směřuje spíše před úroveň palce. Levé koleno se drží v neutrálním postavení, česka směřuje mezi druhý a třetí prst nohy. Stehenní svaly mají oboustranně srovnatelnou trofiku. Gluteální svaly spolu s m. gluteus medius se zdají spíše hypotrofické. Bederní lordóza je vyhlazená, pánev je v klidném stoji podsazená, spodní břicho prominuje. Vyhlazení bederní páteře je kompenzováno výraznou hyperkyfózou v hrudní oblasti s patrným předsunem hlavy a ramen. Paže jsou v klidu stočené do vnitřní rotace.

### **Vyšetření pohybových stereotypů dle Jandy**

*Test stereotypu extenze v kyčelním kloubu* – Jako první se zapojily homolaterální erektory, následně gluteální svaly, kontralaterální erektory a nakonec hamstringy.

*Test stereotypu abdukce v kyčelním kloubu* – V abdukci převládá tenzorový mechanismus, spolu se zapojením m. rectus femoris a m. iliopsoas.

### **Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy (výsledky viz Tabulka 11)**

*Tab. 11: Vstupní vyšetření zkrácených svalů*

Testovaný sval	Míra zkrácení
m. triceps surae	0
Flexory kyčelního kloubu	0
Flexory kolenního kloubu	1
Adduktory kyčelního kloubu	1

*(zdroj: vlastní výzkum)*

**Orientační svalový test** – Všechny svaly (m. quadriceps femoris, flexory kolenního kloubu, m. triceps surae a m. tibialis anterior) se jeví jako zdravé bez jakéhokoliv neurologického nálezu, m. quadriceps pravé dolní končetiny se zdá být v poněkud lepší kondici. M. triceps surae se oboustranně jeví jako poměrně silný, m. tibialis anterior silově srovnatelný na obou stranách.

## Antropometrie a orientační goniometrie (výsledky viz Tabulka 12)

Tab. 12: Vstupní antropometrické měření

Antropometrie	PDK	LDK
Obvod lýtky	40 cm	41 cm
Obvod stehna	54,5 cm	55,5 cm
Funkční délka DK	90 cm	90 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

*Orientační goniometrie* – Rozsah pohybu v kolenním kloubu je mírně omezen objemem tkání lýtky a zadní strany stehna, i tak se však pohybuje ve fyziologickém rozmezí 130-135°. Flexe v kyčelním kloubu je taktéž mírně omezená vlivem okolních tkání, extenze kyčle dosahuje i většího než běžného rozsahu, zhruba kolem 25-30°. Při srovnání obou stran je vnitřní rotace kyčelního kloubu omezenější na levé straně, nicméně ne nijak výrazně, pravá dosahuje přibližně 40° rozsahu pohybu, levá 35°. Jak plantární tak dorzální flexe hlezna nijak zásadně nevybočují z normy, dorziflexe dosahuje přibližně 20°, plantární flexe 50-55°.

## Gnostické funkce (výsledky viz Tabulka 13)

Tab. 13: Vstupní vyšetření gnostických funkcí

polohy kloubu dle druhostranné předlohy	Výsledek
Hlezno	Identicky
Kolenní kloub	S odchylkou do 10°
Kyčelní kloub	Identicky

(zdroj: vlastní výzkum)

*Odhad šířky pánve* – Probandka odhadovala šířku své pánve na 30 cm, o 9 cm tedy podcenila reálnou šířku (39 cm).

*Odhad délky chodidla* – Reálná naměřená délka chodidla byla 24 cm, probandka odhadovala rozměr odpovídající 20 cm, o 4 cm tedy skutečnou velikost podhodnotila.

## Testy dle Koláře

*Test extenze v kyčelním kloubu* – Výsledek v podstatě shodný s vyšetřením pohybového stereotypu extenze kyčle dle Jandy, tedy nejprve homolaterální erektor, následované gluteálními svaly, kontralaterálními erektor a nakonec hamstringy, mírně patrný posun pánve a zrotování trupu, které by mohlo naznačovat nedostatečnou trupovou stabilizaci.

*Test hlubokého dřepu* – Probandka není schopná test provést, zhruba u 30° kolenní flexe začala výrazně kyfotizovat.

*Test v poloze na čtyřech* – Dobrá opora o chodidla a dlaně, hlezenní i kolenní klouby směřují vpřed bez výrazného propadu do valgozity, relativně dobrá fixace lopatek, patrná kyfotizace bederní páteře.

## Specifické testy (výsledky viz Tabulka 14)

Tab. 14: Vstupní výsledky specifických testů

Test	Vzdálenost	
Skok daleký z místa snožmo	143 cm	
Vertikální odraz z kotníků	14 cm	
Skok daleký z místa z jedné nohy	PDK 92 cm	LDK 94 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

## Posturografické vyšetření

*mCTSIB* – Ve všech čtyřech testovaných situacích dosáhla probandka více než uspokojivých výsledků vzhledem ke své normativní věkové skupině (20-39 let), jelikož nižší kategorie není v datech posturografu Neurocom k dispozici, v situaci na měkkém povrchu se zavřenými očima dosáhla dokonce výrazně nadprůměrně dobrého výsledku. COG se během tohoto testu promítalo především do předních dvou kvadrantů a pohybovalo se v rámci 20% LOS, viz Příloha 6a.

*LOS* – Jako největší potíže probandky u testu LOS se ukázala hodnota RT, tedy reakční čas, který u všech naměřených směrů překračoval průměrné hodnoty dané věkové skupiny, nejbližší tomuto průměrnému výsledku byly směry doleva a vzad. Podobná situace nastala u MVL, kde všechny hodnoty s výjimkou rychlosti pohybu směrem dozadu opět spadaly pod průměrný výsledek běžné populace v tomto věku, naopak

rychlost pohybu směrem vzad tuto normální hodnotu o přibližně třetinu překračovala. Hodnoty EPE a MXE se ve většině ukázaly jako uspokojivé s výjimkou směru dopředu, který jako jediný zaostal za průměrnou hodnotou věkové skupiny 20-39 let, souhrnný výsledek tedy hodnotí že probandka dokáže volně řízeným pohybem obsáhnout 89% svého matematického LOS, celý graf viz Příloha 7a.

*WBS* – WBS ukázal, jako obecně méně zatíženou levou dolní končetinu napříč všemi úhly flexe v kolenním kloubu, a to včetně volného stoje, se směrodatnou odchylkou 1,41 od 50% zatížení dané končetiny viz Příloha 8a.

*SET* – Jako nejproblematičtější úkol SET zaznamenal obecně stoj v tandemu, a to jak na pevném povrchu, tak měkké podložce, a stoj na nedominantní, tedy levé dolní končetině. Všechny tyto tři situace byly předčasně ukončeny pádem, sway velocity mírně překračovala standardní hodnoty pro věkovou skupinu 14-25 let. Souhrnný výsledek na základě porovnání dat posturografu Neurocom byl však uspokojivý viz Příloha 9a.

#### **4.2.2 Výstupní kineziologický rozbor<sup>3</sup>**

**Datum výstupního vyšetření:** 5. 4. 2024

**Osobní anamnéza** – V průběhu výzkumu prodělala zhruba týdenní virovou nákazu, jinak bez zásadních změn v anamnéze od vstupního vyšetření.

**Sportovní anamnéza** – Poslední tři týdny výzkumu prioritizovala spíše než sportovní aktivity a autoterapii své studijní povinnosti, frekvence tedy klesla zhruba na jeden trénink týdně.

#### **Vyšetření pohybových stereotypů dle Jandy**

*Test stereotypu extenze v kyčelním kloubu* – Jako první se pro provedení extenze v kyčelním kloubu zaktivovaly obě strany erektorů, nejprve kontralaterální, následně homolaterální, teprve poté vstoupily do provedení pohybu gluteální svaly a hamstringy.

*Test stereotypu abdukce v kyčelním kloubu* – Byl realizován pomocí m. gluteus medius a m. tensor fascia latae.

---

<sup>3</sup> Ve sledovaných parametrech aspekce, stretchingových návyků, užívaných způsobů regenerace a orientační goniometrie nedošlo ke změnám od původního vyšetření, nejsou tedy znovu uvedeny.

## Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy (výsledky viz Tabulka 15)

Tab. 15: Výstupní vyšetření zkrácených svalů

Testovaný sval	Míra zkrácení
m. triceps surae	0
Flexory kyčelního kloubu	0
Flexory kolenního kloubu	0
Adduktory kyčelního kloubu	0

(zdroj: vlastní výzkum)

**Orientační svalový test** – Testované svaly vykazují oboustranně srovnatelnou sílu, v poměru k ostatním svalům (m. quadriceps femoris, m. triceps surae, m. tibialis anterior) se zdají flexory kolenních kloubů poněkud slabší.

## Antropometrie a orientační goniometrie (viz Tabulka 16)

Tab. 16: Výstupní antropometrické měření

Antropometrie	PDK	LDK
Obvod lýtky	42 cm	42,5 cm
Obvod stehna	59,5 cm	60 cm
Funkční délka DK	90 cm	90 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

## Gnostické funkce (výsledky viz Tabulka 17)

Tab. 17: Výstupní vyšetření gnostických funkcí

Nastavení polohy kloubu dle druhostranné předlohy	Výsledek
Hlezno	Odchylka do 10°

Kolenní kloub	Identicky
Kyčelní kloub	Odchylna do 10°

(zdroj: vlastní výzkum)

*Odhad šířky pánve* – Rozměr odhadu šířky pánve probandky bylo 31 cm, skutečná naměřená míra byla 35 cm, rozdíl tedy činil +4 cm.

*Odhad délky chodidla* – Skutečná naměřená délka chodidla odpovídala 23 cm, odhadovaná míra činila 21 cm.

### Testy dle Koláře

*Test extenze v kyčelním kloubu* – Šíření svalové aktivity plně odpovídá provedení u hybného stereotypu dle Jandy tedy se začátkem v homolaterálních erektorch, následovaných gluteálními svaly, poté kontralaterálními erektory a nakonec hamstringy, je pozorovatelná rotace pánve.

*Test hlubokého dřepu* – Do 90° flexe v kolenním kloubu provedení v pořádku, bez kyfotizace páteře, s flexí v koleni přesahující pravý úhel dochází k velmi výraznému posunu těžiště směrem dopředu, zakulacení zad a předsun ramen.

*Test v poloze na čtyřech* – Provedení shodné s tím u vstupního vyšetření.

### Specifické testy (výsledky viz Tabulka 18)

Tab. 18: Výstupní výsledky specifických testů

Test	Vzdálenost	
Skok daleký z místa snožmo	140 cm	
Vertikální odraz z kotníků	10 cm	
Skok daleký z místa z jedné nohy	PDK 89 cm	LDK 93 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

### Posturografické vyšetření

*mCTSIB* – V prvních dvou situacích, tedy oběma na pevném povrchu, dosáhla probandka z hlediska průměrné sway velocity poměrně neuspokojivých výsledků z hlediska dat posturografu Neurocom. Ve většině situací se průměrně COG nacházelo v přední části elipsy značící LOS. COG se pohybovalo v rámci 20% LOS, viz Příloha 6b.



*LOS* – Průměrná hodnota (RT) činila 0,75s. Nejhorší výsledek reakčního času byl zaznamenán ve směru dozadu (0,84s), nejlepší hodnota RT byla naopak zaznamenána ve směru pohybu COG vpřed. Nejvyšší dosažená MVL byla zaznamenána ve směru doleva (5,2°/s), směrem dozadu byla MVL naopak nejnižší, a to 2,3°/s, v průměru byla naměřená MVL 3,1°/s. Hodnota průměru EPE činila 70 %, průměr MXE 88 %, s nejnižšími hodnotami ve směru dozadu (EPE 76 %, MXE 86%), které však stále výrazně převyšují normu stanovenou daty posturografu, tu však nepřevyšovalo EPE (76 %) a MXE (86 %) ve směru dopředu. DCL se na základě posturografického vyšetření zdá rovnoměrně rozložená ve všech směrech, s průměrnou hodnotou DCL 84 % a směrodatnou odchylkou 1,92 %, viz Příloha 7b.

*WBS* – Test neprokázal vyloženě lateralizovanou zátěž, jelikož se ve vzpřímeném postoji prokázala jako více zatížená levá dolní končetina, nesoucí 55 % hmotnosti (hm.), stejně tak tomu bylo u 30° flexe v kolenním kloubu (53 % hm.). Situace se obrátila při podřepu s 60° a 90° flexí kolenního kloubu, kde u obou testů byla více zatížená pravá dolní končetina, v obou případech zatížena 55 % hmotnosti, viz Příloha 8b.

*SET* – Výsledky SET by se obecně daly označit jako dobré, jelikož spadají do mezí vyhrazených posturografem Neurocom pro věkovou kategorii 14–25 let. Pád byl zaznamenán na dvou testovaných situacích, a to během stoje na jedné noze na pevném povrchu, kde bylo zaznamenáno pouze 14,0s z 20,0s, a během stoje na jedné noze na měkké podložce (17,3s). Na stoji na jedné noze na pevném povrchu bylo zároveň naměřen největší výkyv, s hodnotou sway velocity 3°/s. Nejnižší sway velocity byla nepřekvapivě naměřena ve stoji na obou nohách na pevné podložce s hodnotou 0,5°/s, viz Příloha 9b.

### **4.2.3 Zhodnocení terapie**

Napříč testovanými a vyšetřovanými parametry se efekt terapie nepromítl nijak výrazně. Z hlediska aspekce nedošlo k žádným výrazným změnám, stejně tak se nijak podstatně nezměnilo pořadí zapojovaných svalů při vyšetření hybných stereotypů dle Jandy.

K drobnému zlepšení došlo u vyšetření zkrácených svalů, kde se flexory kolenních kloubů a adduktory nezdají být nadále zkrácené. Menší změny také nastaly v antropometrickém měření, přesněji obvodech lýtka a stehna nad patelou. Přírůstek na obvodu lýtka pravé dolní končetiny tvořil 2 cm, na levé končetině 1,5 cm. Na pravém

stehně se obvod dokonce zvětšil od 5 cm, na levém o 4,5 cm. Je však možné, že část tohoto přírůstku je tvořena zmnoženou tukovou tkání, spíše než rapidním nárůstem svalové hmoty.

Úroveň gnostických funkcí setrvala na podobné úrovni, jako tomu bylo při vstupním vyšetření. Výsledky specifických odrazových testů naopak zaznamenaly spíše drobný úpadek, s průměrným zhoršením o 2,75 cm.

Na posturografickém vyšetření došlo k nejvýraznějšímu zlepšení v LOS, a to konkrétně RT. Z průměrné latence reakce 1,05 s na 0,75 s. Ještě o něco výraznější zlepšení bylo zaznamenáno v SET u stoje v tandemu na měkké podložce, kde naměřená sway velocity klesla ze 7°/s na pouhých 2,2°/s. Spolu s tím se prodloužil čas, po který probandka byla schopná v tomto postavení stát, z 5,7s u vstupního vyšetření na 17,2s u výstupního.

Probandka sama uznala, že z důvodu prioritizace studia před sportem se autoterapii poslední 3-4 týdny příliš nevěnovala, což může být příčinou mírného zhoršení výsledků specifických testů. Doba, po kterou se terapii jako takové věnovala, se však zdá dostatečná na to, aby došlo alespoň k částečnému zlepšení stability a práce s těžištěm, jak ukázalo posturografické vyšetření.

### **4.3 Kazuistika 3**

#### Základní informace

- Pohlaví: žena
- Rok narození: 1999
- Pracovní anamnéza: student, brigádně kavárník
- Lateralita: pravák
- Výška: 184 cm
- Hmotnost: 110 kg

### **4.3.1 Vstupní kineziologický rozbor**

**Datum vstupního vyšetření:** 1. 2. 2024

**Osobní anamnéza** – V anamnéze opakované výrony hlezna, poslední v listopadu v roce 2022 úraz pravého hlezna z atletického tréninku. Z výroku probandky také v anamnéze špatně srostlá česka, která zapříčinila výkonnostní úpadek v mládežnických kategoriích, bez historie dislokací. Čas od času trpí v době zvýšené fyzické zátěže na bolesti Achillových šlach, obvykle tento problém řeší klidovým režimem. Nikdy neutrpěla žádnou přímou frakturu, v historii úrazová avulze fibuly, ta však v současné době nečiní obtíže. S ničím se dlouhodobě neléčí, v nedávné době užívala pouze subkutánně Clexane v období léčby výronu hlezna v roce 2022. K abusu uvádí pouze občasnou konzumaci alkoholu.

**Sportovní anamnéza** – Atletice a atletickým disciplínám se věnuje dlouhodobě, začala v kategorii žactva (tedy cca před 14 lety). Dříve se specializovala na běhy, k užší specializaci na vrhy docházela postupně, přibližně od roku 2012. Dříve absolvovala atletický trénink 5-6x týdně, nyní utlumila tréninkové dávky na zhruba 1-2x za týden. Spolu s atletikou se nyní věnuje i hasičskému sportu. Obsah tréninku je značně proměnlivý, závisí na trenérovi, který má zrovna daný trénink na starost. Většinou je ale součástí tradiční běžecká atletická rozcvička v podobě rozběhání a atletické abecedy, zbylá část je velmi variabilní, od běhů, přes skoky a technické nácviky. Silovému tréninku se sama v současné době už tak intenzivně nevěnuje z důvodu nedostatku času. Preferuje tedy především technické nácviky, a to především hodů diskem, který považuje za svou primární vrhačkou disciplínu. Ve vrhu koulí začala přibližně rok zpátky znovu používat rotační techniku.

**Stretchingové návyky** – Jak aktivnímu, tak pasivnímu stretchingu se před aktivitou věnuje poměrně málo, oběma způsobům obvykle věnuje zhruba 10 minut dohromady. Aktivitám, které souvisejícím se stretchingem dává pozornost především před závodem a po skončení fyzické aktivity. Po konci sportovní aktivity se po delší dobu věnuje většinou spíše aktivnímu stretchingu, takzvanému cooldownu, na pasivní protažení tolik nedbá. S nepříliš velkou pravidelností se občas zaměřuje specificky na protažení Achillových šlach, které v tomto ohledu považuje za velmi problematické.

**Užívané způsoby regenerace** – Během roku se věnuje otužování v řece, jinak jiné formy regenerace vesměs nevyužívá, za regenerační metodu považuje především spánek.

**Aspekce** – Bilaterálně vysoká podélná klenba nohy, příčná klenba nevýrazná, ale prstce bez viditelných deformit. Kotníky v neutrálním postavení, lýtkové svaly nemají výraznou trofiku, levé lýtko se vizuálně zdá objemnější. Nepříliš výrazná trofika lýtkových svalů může být způsobena proporcemi dolní končetiny, zejména poměru mezi délkou lýtkové kosti a femuru. Čěšky směřují dopředu, kvadricepsy objemem převažují nad hmotou hamstringů. Gluteální svaly jsou poměrně dobře definované, včetně m. gluteus medius oboustranně. Pánev se naklání do výrazné anteverze, bederní lordóza je výrazně patrná, břišní stěna je vypouklá. Na to navazující hrudní kyfóza je taktéž zvýrazněná, s mírným předsunem hlavy. Kontura trapézů je poměrně symetrická, levé rameno je mírně elevováno. Paže setrvávají v klidu před tělem, stočené ve vnitřní rotaci.

### **Vyšetření pohybových stereotypů dle Jandy**

*Test stereotypu extenze v kyčelním kloubu* – Při provedení vyšetření stereotypu extenze v kyčelním kloubu se jako první zapojily gluteální svaly, jako další aktivní sval se zapojily hamstringy, předposlední se zaktivovaly kontralaterální erektor a jako poslední ty homolaterální.

*Test stereotypu abdukce v kyčelním kloubu* – Abdukce v kyčelním kloubu byla provedena v poměru 1:1 pomocí m. tensoru fascia latae a m. gluteus medius.

### **Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy (výsledky viz Tabulka 19)**

*Tab. 19: Vstupní vyšetření zkrácených svalů*

Testovaný sval	Míra zkrácení
m. triceps surae	2
Flexory kyčelního kloubu	1
Flexory kolenního kloubu	0
Adduktory kyčelního kloubu	0

*(zdroj: vlastní výzkum)*

**Orientační svalový test** – Mírná svalová dysbalance napříč celou skupinou testovaných svalů ve prospěch pravé dolní končetiny. Je patrná mírná silová nedostatečnost m. tibialis anterior, a to oboustranně.

### **Antropometrie a orientační goniometrie (výsledky viz Tabulka 20)**

*Tab. 20: Vstupní antropometrické měření*

Antropometrie	PDK	LDK
Obvod lýtky	44 cm	44 cm
Obvod stehna	57,5 cm	57 cm
Funkční délka DK	103 cm	102 cm

*(zdroj: vlastní výzkum)*

*Orientační goniometrie* – Kolenní klouby symetricky bez jakéhokoliv omezení rozsahu pohybu, bez projevů hypermobility, extenze kolene tedy rovna 0°, flexe kolenního kloubu odhadem 135-140°. Bilaterálně omezená extenze kyčelního kloubu vlivem zkrácení m. rectus femoris na zhruba 10°, flexe v rámci normy v rozmezí 135-145°. Rozsah vnitřní rotace na obou stranách zmenšený na 30°. Plantární flexe v rámci normálního rozsahu pohybu (35-40°), dorzální flexe poměrně výrazně omezená na 15° stupňů, a to oboustranně.

### **Gnostické funkce (výsledky viz Tabulka 21)**

*Tab. 21: Vstupní vyšetření gnostických funkcí*

Nastavení polohy kloubu dle druhostranné předlohy	Výsledek
Hlezno	Odchylka do 10°
Kolenní kloub	Odchylka do 10°
Kyčelní kloub	Identicky

*(zdroj: vlastní výzkum)*

*Odhad šířky pánve* – S odhadem pánve se probanda velmi přiblížila reálné míře, odhad totiž měřil 40 cm, reálná šířka pánve 39 cm, rozdíl mezi oběma hodnotami tedy tvořil pouhý jeden centimetr.

*Odhad délky chodidla* – U délky chodidla probandka výrazně nadhodnotila reálný výsledek, odhadovaná míra (36 cm) se od reálné délky jejího chodidla (28 cm), se lišila o 8 cm.

### Testy dle Koláře

*Test extenze v kyčelním kloubu* – Posloupnost svalového zapojení odpovídala výsledkům vyšetření stereotypu extenze v kyčelním kloubu dle Jandy, tedy jako první se zapojily gluteální svaly, následně hamstringy, to následované kontralaterálními a homolaterálními erektoři páteře.

*Test hlubokého dřepu* – Do 90° flexe v kolenním kloubu bez výrazných obtíží s provedením, po 90° flexe došlo k výrazné kyfotizaci páteře a hlubší provedení bylo omezeno výrazným zkrácením Achillovy šlachy.

*Test v poloze na čtyřech* – Opora o chodidlo a dlaně relativně dobrá, levý kotník ve výrazně valgózním postavení, stejně jako kolenní klouby, které se taktéž nacházely ve valgozitě, bederní páteř lordotizována, trapézy se nacházely ve zvýšeném napětí, nepřilíš kvalitní stabilizace lopatky.

### Specifické testy (výsledky viz Tabulka 22)

Tab. 22: Vstupní výsledky specifických testů

Test	Vzdálenost	
Skok daleký z místa snožmo	170 cm	
Vertikální odraz z kotníků	19 cm	
Skok daleký z místa z jedné nohy	PDK 136 cm	LDK 130 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

### Posturografické vyšetření

*mCTSIB* – Výsledky všech testovaných situací bezpečně spadaly do normy pro věkovou skupiny 20-39 let. Nejlepšího výsledku vzhledem k datům přístroje Neurocom dosáhla probanda v situaci se zavřenýma očima na měkkém povrchu, kde byla průměrná sway velocity COG jen 0,9°/s. COG se od středu nejvíce odchylovalo paradoxně u vzpřímeného stoje, kde bylo posunuto po středové čáře elipsy směrem dozadu, a u stoje na měkkém povrchu se zavřenýma očima, kde bylo pro změnu předsunuto do přední části

elipsy. Obecně byla poloha COG poměrně rozmístěná v ploše, nicméně pouze v rámci 14% předpokládaného LOS viz Příloha 10a.

*LOS* – Z hlediska RT dosáhla probandka velmi vyvážených výsledků s průměrnou hodnotou 0,48s se směrodatnou odchylkou 0,018s. Celkem paradoxně nejhoršího výsledku z pohledu MVL bylo dosaženo ve směru dopředu ( $2,7^\circ/s$ ), nejlepšího naopak ve směru dozadu ( $5^\circ/s$ ), v průměru pak  $4,2^\circ/s$ . Podobné výsledky pak přinášejí hodnoty EPE a MXE, kde se jako nejproblematictější opět ukázal pohyb COG směrem vpřed, v ostatních směrech byly výsledky poněkud vyrovnanější a koncových bodů vyznačujícího LOS bylo dosaženo v průměru s 95% přesností. DCL pak opět přineslo vyrovnané hodnoty a to včetně pohybu směrem vzad, kde normativní data očekávají nejnižší hodnoty ze všech směrů a v průměru tak probandka dosahovala 80% přesnosti ve smyslu směrové kontroly při volním přesunu COG, viz Příloha 11a.

*WBS* – Napříč všemi testovanými úhly kolenní flexe se ukázala pravá noha jako obecně více zatížená, nejvíce ve vzpřímeném stoji, míra zatížení pravé nohy však měla tendenci klesat se stoupajícím úhlem flexe v koleni. Rozdíl v procentuálním zatížení ve vzpřímeném stoji tvořil 14%, s 57% hmotnosti přenesené na pravé dolní končetině. V  $30^\circ$  flexi v kolenních kloubech byl rozdíl v zatížení mezi jednotlivými končetinami 6%, s více zatíženou pravou končetinou a to 56% hmotnosti. Při flexi kolene  $60^\circ$  byla pravá končetina zatížená již jen o 4% více a v  $90^\circ$  flexi již pouze o 1%, viz Příloha 12a.

*SET* – Nejvýraznější změny od normy byly zaznamenány ve třech situacích, konkrétně stoj na jedné noze, a to jak na pevném povrchu, tak měkké podložce, a stojí v tandemu na měkké podložce. Všechny tyto situace byly ukončeny předčasně pádem, test stoje na jedné noze na měkké podložce dokonce po 1,1s, což se vyloženě negativně promítlo i na měřené sway velocity ( $6,9^\circ/s$ ), která celkem výrazně překračovala normu vymezenou daty posturografu Neurocom pro věkovou kategorii 20-39 let. V situaci na pevném povrchu byla probanda schopna udržet svoje těžiště v rámci limitů stability o něco déle, po dobu 9,3s, také odchylka od normativních hodnot ohraničujících dobrý výsledek, viz Příloha 13a. byla o něco menší ( $3,5^\circ/s$ ). Stoj v tandemu na pěnové podložce se taky ukázal jako problematický, s měřeným časem pouhých 12s z 20s, výsledná sway velocity by se nicméně dala hodnotit jako dobrá, s úhlovou rychlostí  $4,1^\circ/s$ . V průměru byla sway velocity  $3,1^\circ/s$ .

### 4.3.2 Výstupní kineziologický rozbor<sup>4</sup>

**Datum výstupního vyšetření:** 5. 4. 2024

#### **Vyšetření pohybových stereotypů dle Jandy**

*Test stereotypu extenze v kyčelním kloubu* – Extenzi v kyčelním kloubu zahajovaly gluteální svaly, na ty aktivitou navázaly hamstringy, poté kontralaterální erektor a na závěr erektor homolaterální.

*Test stereotypu abdukce v kyčelním kloubu* – Ve vykonání abdukce se účastní především m. gluteus medius.

#### **Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy (výsledky viz Tabulka 23)**

*Tab. 23: Výstupní vyšetření zkrácených svalů*

Testovaný sval	Míra zkrácení
m. triceps surae	2
Flexory kyčelního kloubu	0
Flexory kolenního kloubu	0
Adduktory kyčelního kloubu	0

*(zdroj: vlastní výzkum)*

**Orientační svalový test** – Svalová síla se zdá stranově srovnatelná, možná s mírnou převahou síly svalů pravé dolní končetiny. Síla m. tibialis anterior obou stran se zdá poněkud nižší, než jaká byla anticipována.

#### **Antropometrie a orientační goniometrie (výsledky viz Tabulka 24)**

*Tab. 24: Výstupní antropometrické měření*

Antropometrie	PDK	LDK
Obvod lýtky	44,5 cm	45 cm

<sup>4</sup> Sledované charakteristiky, které od vstupního vyšetření zůstaly nezměněné (osobní a sportovní anamnéza, stretchingové návyky, užívané způsoby regenerace, aspekce a orientační goniometrie) nejsou v textu znovu uvedeny, viz kapitola 4.3.1 Vstupní kineziologický rozbor.



Obvod stehna	58,5 cm	58,5 cm
Funkční délka DK	103 cm	102 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

### Gnostické funkce (výsledky viz Tabulka 25)

Tab. 25: Výstupní vyšetření gnostických funkcí

Nastavení polohy kloubu dle druhostranné předlohy	Výsledek
Hlezno	Identicky
Kolenní kloub	Odchylka do 10°
Kyčelní kloub	Odchylka do 20°

(zdroj: vlastní výzkum)

*Odhad šířky pánve* – Naměřená šířka pánve byla 40 cm, odhad probandky odpovídal 47 cm, o 7 cm tedy rozměr přecenila.

*Odhad délky chodidla* – Délku svého chodidla odhadla probandka na 36 cm, skutečná míra odpovídala 28 cm.

### Testy dle Koláře

*Test extenze v kyčelním kloubu* – Šíření svalové aktivity shodné s vyšetřením pohybového stereotypu dle Jandy, bez výrazné deviace pánve.

*Test hlubokého dřepu* – Dřep udělá v plném rozsahu, ve spodní fázi dřepu kolena a hlezna ve valgózním postavení, kyfotizace páteře.

*Test v poloze na čtyřech* – Dobrá opora o chodidlo a dlaně, kyčelní klouby jsou oboustranně vnitřně rotovány, hlezna a kolenní klouby z osy vychýlené nejsou, málo výrazná kyfotizace v bederní části páteře, hlava v mírném záklonu.

### Specifické testy (výsledky uvedeny v Tabulce 26)

Tab. 26: Výstupní výsledky specifických testů

Test	Vzdálenost
Skok daleký z místa snožmo	176 cm

Vertikální odraz z kotníků	14 cm	
Skok daleký z místa z jedné nohy	PDK 138 cm	LDK 134 cm

(zdroj: vlastní výzkum)

### Posturografické vyšetření

*mCTSIB* – Všechny testované situace ukazují dobré hodnoty kontroly polohy COG, bez přesažení hodnot pro věkovou kategorii 20-39 let stanovených posturografem. Nejvyšší hodnota sway velocity byla naměřena podle očekávání při stoji na měkké podložce se zavřenými očima ( $0,9^\circ/s$ ), nejnižší opět podle očekávání s otevřenými očima ve stoji na pevné podložce ( $0,3^\circ/s$ ), viz Příloha 10b. Průměrná hodnota rychlosti výkyvu COG byla  $0,5^\circ/s$ .

*LOS* – Reakční časy, kterých probandka ve všech směrech dosáhla, jsou velmi vyvážené, s největší prodlevou reakce ve směru dopředu, nejvyšší hodnota RT tedy dosáhla 0,5s. Naproti tomu ve směru dozadu byl reakční čas naopak nejkratší, s hodnotou RT 0,41s. Průměrný reakční čas byl 0,45s se směrodatnou odchylkou 0,33s. Jak je patrné z grafu viz Příloha 11b, výsledky MVL výrazně převýšily očekávané hodnoty, MVL ve směru dozadu dokonce několikrát, a to s úhlovou rychlostí  $6,8^\circ/s$ , nejnižší hodnota byla shodně jako u RT naměřena ve směru pohybu vpřed, a to  $4,8^\circ/s$ . Průměr rychlostí pak činil rovným  $6^\circ/s$ . Probandka pak za normativními hodnotami lehce zaostala v naměřeném EPE a MXE, konkrétně ve směru vpřed (EPE 62 %, MXE 75 %) u obou dříve zmíněných, a v EPE ve směru doleva (74 %). Nejmenší potíže činil podle opakujícího se vzoru směr vzad, kde bylo dosaženo 95% EPE a 107% MXE. Výsledky DCL byly stejně jako hodnoty RT vyvážené, s průměrnou hodnotou DCL 85 % a směrodatnou odchylkou 1,47 %.

*WBS* – WBS prokázal jako více zatíženou pravou dolní končetinu, nejvíce v podřepu s  $30^\circ$  flexí v kolenním kloubu, kde byla pravá strana zatížena 53% hmotnosti. Proti tomu ve flexi v kolenním kloubu  $90^\circ$  byla hmotnost rozprostřena rovnoměrně mezi obě dvě strany, viz Příloha 12b.

*SET* – Jediným testem, ve kterém neproběhlo měření po celých 20s, byl test stoje na levé dolní končetině na měkké molitanové podložce, vidno v Příloze 13b, kde byl záznam ukončen po 12,2s z důvodu pádu. Zbytek testů proběhl po celých 20s měření s velmi dobrými výsledky vzhledem k systémem vygenerovaných předpokladů pro věkovou

kategorii 14-25 let. Nejnižší sway velocity byla dle očekávání naměřena ve stoji na obou nohách a pevném podloží ( $0,6^\circ/s$ ), nejvyšší už spíše nečekaně při stejném stoji, pouze na měkké podložce ( $2,3^\circ/s$ ). Za výsledek hodný vyzdvižení by se dal považovat výsledek naměřený při tandemovém stoji na měkké podložce, kde sway velocity dosáhla velmi nízké hodnoty, konkrétně  $1,4^\circ/s$ . Průměrná sway velocity dosáhla  $1,6^\circ/s$ .

### 4.3.3 *Zhodnocení terapie*

Byť v aspekci nedošlo k žádným výrazným změnám postury, došlo k drobným posunům z hlediska antropometrického měření. Obvod pravého lýtka zaznamenal jen drobný přírůstek v podobě 0,5 cm, obvod toho levého 1 cm. Podobný přírůstek byl zaznamenán i na obvodu stehna nad patelou, kde se obvod pravého zvětšil z 57,5 cm na 58,5 cm a levého z 57 cm na 58,5 cm. Došlo tedy ke korekci této velice jemné dysbalance. Na mírně se lišící funkční délku končetin zaznamenanou během vstupního vyšetření neměla terapie vliv.

K drobnému posunu došlo i co se zkrácených svalových skupin týče, dle vyšetření zkrácených svalů dle Jandy se totiž flexory kyčelního kloubu posunuly z mírně zkrácených na nezkrácené. K podobné drobné změně došlo i při vyšetření hybných stereotypů, kde se hlavním účastníkem abdukce kyčelního kloubu stal m. gluteus medius a došlo k útlumu aktivity m. tensor fascia latae.

Výsledky gnostických funkcí setrvaly v podobné hladině, jako tomu bylo u vstupního vyšetření. V hodnotách, kterých bylo dosaženo při specifických testech však mírné zlepšení vidět je, s výjimkou vertikálního odrazu z kotníků, kde byl výsledek výstupního vyšetření naopak horší. Nejvýraznějšího posunu bylo dosaženo ve skoku dalekém snožmo, a to ze 170 cm na 176 cm. Skok daleký z místa z jedné nohy se taktéž zlepšil, u odrazu z pravé nohy o 2 cm na 138 cm a u odrazu z levé o 4 cm na 134 cm. Levá dolní končetina tedy v tomto případě stále mírně zaostává za tou dominantní.

K nejcitelnějšímu zlepšení došlo u několika testů v rámci posturografického vyšetření. Byť bylo v testu mCTSIB dosaženo pozoruhodně prakticky shodných výsledků jak během vstupního, tak výstupního vyšetření, v SET a WBS došlo k výraznému posunu k lepším výsledkům. SET ukázal patrné zlepšení, a to jak v délce měření, tak výsledné sway velocity. Ta byla při vstupním vyšetření u stoje na jedné noze na pevném povrchu

3,5°/s, stejná poloha na měkkém povrchu 6,9°/s, zatímco probandka vydržela bez pádu pouze 9,3s u první situace a 1,1s u druhé. Výstupní vyšetření však ukázalo skoro dvojnásobné zlepšení sway velocity jak u stoje na jedné noze na pevném povrchu (1,9°/s), tak na měkkém (2,0°/s), kde bylo zlepšení dokonce víc než trojnásobné.

## 5 Diskuse

Bez ohledu na to, jak odlišně jednotlivé vrhy z dálky vypadají, teoretická část poukazuje na to, že ve svém jádru sdílejí velké množství podobností, především co se zapojení dolních končetin týče. Pro provedení všech vrhů je totiž kvalitní funkce dolních končetin velmi podstatná. O něco překvapivější skutečností, kterou pomohla teoretická část této práce pomoci objasnit, je velká podobnost v přenosu energie v rámci kinetického řetězce, na čemž se shoduje jak Meron a Saint-Shard (2017), tak Łysoń-Ukłańska (2021).

V česky psané literatuře je však množství dostupných informací týkajících se vrhů a hodů limitované. Tištěné zdroje jsou velmi často staré, dostupné již pouze v antikvariátech a z toho důvodu i špatně dostupné. Jako příklady pro ilustraci volím například publikace Lehká atletika: pro trenéry IV. třídy (rok vydání 1978) nebo Vrh koulí ze série Atletika do kapsy od autora Václava Vomáčky (rok vydání 1962). Ve většině případů se také jedná o publikace, které obsahují informace především empirického charakteru, spíše než ty, které by byly opřené o vědecké poznatky, což koresponduje s dobou, ve které byly publikace vydány. Důvodů, proč v současné době vzniká jenom omezené množství publikací s touto tematikou, by mohlo být dle mého názoru několik. Jedním z důvodů může být, že pominula doba tehdejší československé atletiky, a s tím i éra Imricha Bugára, s osobním maximem 71,26 m (World Athletics, ©2024c) v disku, Heleny Fibingerové ve vrhu koulí, která dodnes zcela neochvějně drží národní rekord v hale s osobním maximem 22,50 m (ČAS a ČTK, © 2024), a dalších významných, jako byla například Dana Zátoková. Doba českých vrhů sice neskončila a česká stopa stále zasahuje do předních příček světových tabulek<sup>5</sup>, literatura však již nevzniká. Další příčinou by mohla být neochota zainteresovaných trenérů a sportovců předávat své know-how jinak, než ústně. Výborné pro trénované sportovce, velmi nevýhodné pro všechny ostatní, kdo by chtěl obohatit své metodiky a informovat se o soudobých způsobech vrhačského tréninku.

Terapie byla sestavena z několika část, ve výčtu se jednalo o odrazová cvičení, odporový trénink, izometrii a stabilitu ve stoji. Odporový trénink a odrazová cvičení se vyskytují spolu s tréninkem sprintů ve vrhačském tréninku poměrně často, a to napříč celým

---

<sup>5</sup> Tomáš Staněk – vrh koulí; Nikola Ogrodníková – hod oštěpem; Petra Sičaková – hod oštěpem; Jakub Vadlejch – hod oštěpem (World Athletics, © 2024d); Japonka Haruka Kitaguchi, mistryně světa z roku 2023, trénující pod českým trenérem, žijící v Čechách (World Athletics, © 2024e)

spektrům vrhačských disciplín. Už samotné předpoklady pro rozvoj těchto schopností tvoří již v dětském věku to síto, na základě kterého jsou vybírání vhodné adepti, což ve svých publikacích zmiňují jak Šimon (2004), tak Dunn (1990).

Tato skutečnost může nabízet jednu z možných odpovědí, proč nedošlo k žádným výrazným posunům mezi vstupním a výstupním vyšetřením například ve skoku snožmo z místa. Tou odpovědí by mohlo být, že stimulus pro to, aby skutečně došlo ke zlepšení, nebyl dostatečný. Byť se v případě zvolených probandek jednalo o atletky krajské a druholigové úrovně a trénink je pro ně ve většině již jen volnočasová záležitost, přesto se nejedná o jedince explozivním tréninkem nedotčené. Z toho důvodu by při případném opakování podobného výzkumu, či jeho replikaci v tréninku, mohlo být využito náročnějších cviků, typu výskoků na bednu, skocích na schodech či přes překážky. Andrews a Zacharyová (2024) se však domnívají, že plyometrie může vést k lepší generaci síly dolních končetin, než samotný silový trénink. Byť se vliv plyometrických cviků tedy neprojevil tak markantně do skoku z místa, mohl prolnout do jiných a třeba i v rámci výzkumu netestovaných směrů.

Jako metody soustředící se na schopnost aplikovat fyzickou zdatnost ve sportu bylo zvoleno několik testů, v popředí s výše zmíněným skokem dalekým z místa. Jedná se o test s vysokou reliabilitou i reproduktibilitou, ověřenou jak u dětí (Fernandez-Santos et al., 2015), tak u vysokoškolských sportovců (Reid et al., 2017). Pokud by byly podmínky ideální, bylo by v budoucích výzkumech, pokud by byly zacílené na koulaře vhodné jej doplnit testováním síly pomocí 1RM na dřep, a to z důvodu vysoké korelace s výkonem právě ve vrhu koule (Caughey a Thomas, 2022). Pokud by to bylo vedeno podobným stylem u diskářů, bylo by vhodné to pro změnu doplnit jednou ze vzpěračských disciplín, jako je trh nebo nadhoz, a to opět pro vysokou korelaci (Takanashi et al., 2022).

Nebýt technických omezení, bývalo by i v tomto výzkumu využít ať už kinetické analýzy nebo tlakových plošin pro testování i vertikálního výskoku jako takového, ne pouze odrazu z kotníků. Provedení by bylo sice i za těchto podmínek možné, výsledky by však mohly být značně zkreslené z důvodu nepoužití specializovaného vybavení, jako by byly právě kupříkladu dříve zmíněné tlakové plošiny. Ty jsou totiž ve výzkumech podobného typu užívány frekventovaně např. viz Beckham a kolektiv (2014), nebo Yu a kolektiv (2002).

V průběhu výzkumu došlo u všech probandek i ke změnám v antropometrickém měření, a to v případě obvodů dolních končetin. Během terapie bylo využito kombinace izometrie a silového tréninku, není tedy zřejmé, která z metod mohla konkrétně mít na tomto posunu podíl. Z výzkumu Oranchuka a kolektivu (2019) vyplývá, že z hlediska hypertrofie jsou ve stejné intenzitě efektivnější ty cviky, které zatěžují sval ve větším protažení, a tedy větší svalové délce. Tento princip byl technicky vzato využit, většina izometrických cviků totiž probíhala v přibližně 90° flexi kolenního kloubu, potažmo stejném úhlu kyčle. U kolenního kloubu v 90° flexi současně dochází k výraznějšímu zapojení agonistů a celkově vyšší aktivaci m. quadriceps jako takového (Krishnan et al., 2011).

Co se týká odporového tréninku v terapii, byly záměrně zvoleny cviky, které nevyžadují prakticky žádné vybavení. Důvod byl takový, aby byla vybraná cvičení snadno replikovatelná i pro atlety či trenéry z méně finančně zajištěných klubů, mohla být prováděna prakticky kdekoliv a tím pádem tvořila buď časově nenáročnou cvičební jednotku, nebo doplněk k běžnému (velmi často běžeckému či technickému) tréninku. Jelikož se jedná o cviky s vlastní vahou, mohou být užity i pro trénink mladších atletů, či jako předstupeň před začleněním tréninků na strojích či s volnou vahou. Jak ve svém výzkumu zmiňuje Suchomel et al. (2018), trénink s vlastní vahou může být pro silnější (či silovější) sportovce limitující tím, že nemusí poskytovat takový prostor pro progresivní zatížení.

Kde však došlo k vcelku zásadním pozitivním změnám, byly výsledky posturografie. Důraz na stabilizační funkci dolních končetin a práci s COG se však v našich podmínkách do tréninku až tak často neprojevuje. Velmi často se však alespoň část pokusu či techniky odehrává v opoře pouze jedné dolní končetiny, jak můžeme vidět u vrhu koulí jak sunem (Tidow, 1990), tak otočkou (Čoh et al. 2011), a hodů diskem (Dinu et al., 2019), kladivem (Connolly, ©2024), i oštěpem (Menzel, 1996). Role právě této dolní končetiny, její funkce a ovládání těžiště během stoje na jedné noze by se dala tedy pokládat za podstatnou součást provedení vrhu. To komentuje i Zemková (2013), byť jen v kontextu specifity sportovního tréninku, ne výslovně vrhů, a taktéž považuje dynamickou stabilizaci a práci s center of mass (COM) za velmi důležitou. O vrzích a vzpírání, které se na ně velmi často váže, radí Zemková (2013) v kontextu práce s COG vrhy do skupiny sportů s předdefinovaným provedeným pohybem (otočka, sun, rozběh), čímž se spolu třeba s golfem, vzpíráním nebo powerliftingem liší od mnohdy nepředvídatelných

pohybů provedených ve například fotbale, nebo naopak velmi statických sportů, jakým je střelba.

Howard et al. (2017) v tomto duchu ve své EMG studii na koulařích zmiňuje právě nutnost stabilizace pravé dolní končetiny, jelikož dochází k výrazné aktivaci jak extenzorů, tak flexorů kolenního kloubu. Tomu však oponují výsledky podobné studie Łysoń-Uklańske a kolektivu (2021), které ukazují jako sval s nejvýraznější aktivitou m. quadriceps femoris, zatímco flexory kolenního kloubu v tomto výzkum nedosahovaly takové míry aktivace, a tedy ani zásadního vlivu na kvalitu pokusu.



## 6 Závěr

Primárními cíli této práce bylo zmapování funkce dolních končetin napříč vrhačskými disciplínami, a analyzování, zda je možno fyzioterapeutickými metodami ovlivnit jejich funkci. Teoretická část pojednávala o pravidlech atletiky, jaké náčiní se při jednotlivých disciplínách používá, a jak jsou během jednotlivých vrhačských disciplín využívány dolní končetiny. Jednotlivé kapitoly byly věnovány samostatným vrhům a hodům. Jmenovitě se jednalo o vrh koulí a jeho dvě základní technické varianty, hod diskem, hod kladivem a hod oštěpem. Práce také poukazuje nejenom na individuální odlišnosti každé z těchto disciplín, ale také na podobnosti a paralely, které je spojují.

Praktická část této práce po dobu osmi týdnů sledovala tři vrhačky ve věku 18-25 let, dvě považující za svou primární disciplínu hod diskem, jedna vrh koulí, které však během roku občasně participují i v ostatních vrhačských disciplínách. Terapie byla vedena kombinovaně formou osobních terapií a autoterapií. Součástí terapie byla plyometrická cvičení, odporový trénink, izometrie a statická cvičení, zaměřená primárně na zlepšení stability. Cílem této části práce bylo pozorovat, zda budou mít zvolené metody vliv na funkci dolních končetin probandek. Pro posouzení této skutečnosti bylo zvoleno hned několik rozličných metod, mimo jiné testování zkrácených svalů dle Jandy, antropometrie, vyšetření pomocí posturografu a specificky zvolené testy. Ty byly zvoleny pro posouzení funkce dolní končetiny z hlediska výbušné síly.

Výsledný efekt terapie by se dal hodnotit jako smíšený. U všech probandek došlo k částečnému zlepšení výsledků posturografie, u dvou z nich dokonce k poměrně výraznému. Výsledky specifických testů lze hodnotit v průřezu poměrně těžko, jelikož jedna probandka (kazuistika č. 1) na doporučení ortopeda nemohla podstoupit závěrečnou část terapie a ani výstupní vyšetření pomocí specifických testů. Současně však u ní díky výborné adherenci k terapii došlo ke zlepšení valné většiny testovaných bodů.

Práce by mohla poskytnout inspiraci jak pro trenéry vrhačů podobné výkonnostní úrovni, stejně tak pro studenty fyzioterapie či fyzioterapeuty, kteří by chtěli nahlédnout pod pokličku právě této oblasti atletiky. Mimo to by však mohla přinášet obecnou osvětu a dostat tak povědomí o těchto disciplínách mezi širší veřejnost, ať už tu odbornou či laickou.

## 7 Seznam použité literatury

1. BECKHAM, G., SUCHOMEL, T.J., MIZUGUCHI, S., 2014. Force Plate Use in Performance Monitoring and Sport Science Testing. *New Studies in Athletics* [online]. 29(3), 25-37 [cit. 2024-4-23]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/269631495\\_Force\\_Plate\\_Use\\_in\\_Performance\\_Monitoring\\_and\\_Sport\\_Science\\_Testing](https://www.researchgate.net/publication/269631495_Force_Plate_Use_in_Performance_Monitoring_and_Sport_Science_Testing)
2. CASTALDI, G.M. et al., 2022. Biomechanics of the Hammer Throw: Narrative Review. *Frontiers in Sports and Active Living* [online]. 4(1), 1-14 [cit. 2024-3-17]. DOI: 10.3389/fspor.2022.853536. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2022.853536/full>
3. CONNOLLY, H., © 2024. *HAMMER THROW TECHNIQUE*. [online]. HammerThrow.org. [cit. 2024-4-13]. Dostupné z: <https://hammerthrow.org/training-resources/articles/hammer-throw-technique/>
4. ČOH, M., ŠTUHEC, S., SUPEJ, M., 2008. Comparative biomechanical analysis of the rotational shot put technique. *Collegium Antropologicum* [online]. 32(1), 249-56 [cit. 2024-3-16]. PMID: 18494211. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/5356582\\_Comparative\\_biomechanical\\_analysis\\_of\\_the\\_rotational\\_shot\\_put\\_technique](https://www.researchgate.net/publication/5356582_Comparative_biomechanical_analysis_of_the_rotational_shot_put_technique)
5. DAVISSON, C., 2014. *Test-retest Reliability of the NeuroCom® VSR™ Sport in Division I Collegiate Female Soccer Players* [online]. [cit. 2024-2-23]. Dostupné z: [https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1416&context=grad\\_reports](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1416&context=grad_reports)
6. DINU, D., HOUEL, N., LOUIS, J., 2019. EFFECTS OF A LIGHTER DISCUS ON SHOULDER MUSCLE ACTIVITY IN ELITE THROWERS, IMPLICATIONS FOR INJURY PREVENTION. *The International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 14(4), 1-11 [cit. 2024-3-17]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/334164725\\_Effects\\_of\\_a\\_lighter\\_discus\\_on\\_shoulders\\_muscle\\_activity\\_in\\_elite\\_throwers\\_implications\\_for\\_injury\\_prevention](https://www.researchgate.net/publication/334164725_Effects_of_a_lighter_discus_on_shoulders_muscle_activity_in_elite_throwers_implications_for_injury_prevention)

7. DHILLON, H., DHILLON, S., DHILLON, M.S., 2017. Current Concepts in Sports Injury Rehabilitation. *Indian Journal of Orthopedics* [online]. 51(5), 529–536 [cit. 2024-4-22]. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho\_226\_17. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5609374/>
8. DYLEVSKÝ, I., 2009. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 544 s. ISBN 978-80-247-3240-4.
9. DYLEVSKÝ, I., 2022. *Biomedicínská ergonomie*. Grada, 168 s. ISBN 978-80-271-3600-1.
10. FERNANDEZ-SANTOS, J.R., RUIZ, J.R., DANIEL, C., GONZALEZ-MONTESINOS, J.L., JOSE, C.-P., 2015. Reliability and Validity of Tests to Assess Lower-Body Muscular Power in Children. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 29(8), 2277-2285 [cit. 2024-4-15]. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000864. Dostupné z: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2015/08000/reliability\\_and\\_validity\\_of\\_tests\\_to\\_assess.25.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2015/08000/reliability_and_validity_of_tests_to_assess.25.aspx)
11. GROSS, J.M., FETTO, J., SUPNICK, E.R., 2005. *Vyšetření pohybového aparátu*. Triton. ISBN 80-7254-720-8.
12. HOWARD, R., HARRISON, A., CONWAY, R., 2017. Muscle activation sequencing of leg muscles during linear glide shot putting. *Sports Biomechanics*. 1-22. ISSN DOI:10.1080/14763141.2016.1246601
13. HUDÁK, R., KACHLÍK, D., VOLNÝ, O., 2021. *Memorix Anatomie*. 5. vydání. Triton. ISBN 978-80-7553-873-4.
14. JANDA, V., 2004. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-0722-8.
15. JANDA, V., 2004. Vyšetření nejčastěji zkrácených svalových skupin. In: *Svalové funkční testy*. Grada Publishing, s. 279-305. ISBN 97-80-247-0722-8.
16. JANDA, V., PAVLŮ, D., 1993. *Goniometrie*. Institut pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků. ISBN 80-7013-160-8.
17. JUDGE, L.W. et al., 2013. A Pilot Study Exploring the Quadratic Nature of the Relationship of Strength to Performance among Shot Putters. *International*

- journal of exercise science* [online]. 6(2), 171–179 [cit. 2024-3-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5466404/>
18. KATO, T., URITA, Y., KINTAKA, H., MAEDA, A., 2018. *Relationship Between Momentum of Athlete-Shot System and Release Velocity in Rotational Shot Put Technique*. Dostupné také z: [https://www.researchgate.net/publication/330873418\\_Relationship\\_Between\\_Momentum\\_of\\_Athlete-Shot\\_System\\_and\\_Release\\_Velocity\\_in\\_Rotational\\_Shot\\_Put\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/330873418_Relationship_Between_Momentum_of_Athlete-Shot_System_and_Release_Velocity_in_Rotational_Shot_Put_Technique)
  19. KJÆR, M. et al., 2009. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 19(4), 500-510 [cit. 2024-4-22]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0838.2009.00986.x>
  20. KOLÁŘ, P. et al., 2012. *Rehabilitace v klinické praxi*. Druhé vydání. Galén. ISBN 978-80-7492-500-9.
  21. KOLÁŘ, P., 2016. *Ideomotorické funkce ve sportu* [online dokument]. Dostupné také z: [https://is.muni.cz/el/1451/jaro2016/np2410/Ideomotoricke\\_funkce.pdf](https://is.muni.cz/el/1451/jaro2016/np2410/Ideomotoricke_funkce.pdf)
  22. KOLÁŘOVÁ, B., MARKOVÁ, M., SZMEKOVÁ, L., STACHO, J., 2014. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci – možnosti vyšetření a terapie*. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4266-2.
  23. KRISHNAN, C., ALLEN, E.J., WILLIAMS, G.N., 2011. Effect of Knee Position on Quadriceps Muscle Force Steadiness and Activation Strategies. *Muscle Nerve* [online]. 43(4), 563-573 [cit. 2024-4-14]. DOI: 10.1002/mus.21981. PMID: 21404288. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3077092/>
  24. ŁYSONŃ-UKLAŃSKA, B., BŁAŻKIEWICZ, M., KWACZ, M., WIT, A., 2021. Muscle Force Patterns in Lower Extremity Muscles for Elite Discus Throwers, Javelin Throwers and Shot-Putters – A Case Study. *Journal of Human Kinetics* [online]. (78), 5-14 [cit. 2024-3-26]. DOI: 10.2478/hukin-2021-0026. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34025859/>

25. MAEDA, K., KATO, T., MIZUSHIMA, J., OHYAMA-BYUN, K., 2022. CLASSIFICATION OF THE DISCUS THROW TECHNIQUE. *ISBS Proceedings Archive* [online]. 40(1), 391-394 [cit. 2024-3-16]. Dostupné z: <https://commons.nmu.edu/isbs/vol40/iss1/94/>
26. MAHERAS, A., 2022. The Wind – Unwind Sequence, Torsion Angles in Discus Throwing. *Techniques for Track & Field and Cross Country*. 16(1), 12-17.
27. MENZEL, H.-J., 1996. Biomechanics of Javelin Throwing. *NSA*. 1(3), 85-98.
28. MERON, A., SAINT-PHARD, D., 2017. Track and Field Throwing Sports: Injuries and Prevention. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 16(6), 391-396 [cit. 2024-4-22]. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000416. Dostupné z: [https://journals.lww.com/acsm-csmr/fulltext/2017/11000/track\\_and\\_field\\_throwing\\_sports\\_\\_injuries\\_and.8.aspx](https://journals.lww.com/acsm-csmr/fulltext/2017/11000/track_and_field_throwing_sports__injuries_and.8.aspx)
29. MUHSEN, A.S., 2020. A study of some special physical characteristics and their relationship in developing rhythmic steps to achieve a javelin throwing activity for beginners. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. 24(8), 4829-4855. ISSN 1475-7192.
30. RIO, E. et al., 2015. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Journal of Sports Medicine* [online]. 49(19), 1277-1283 [cit. 2024-4-22]. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094386. Dostupné z: <https://bjsm.bmj.com/content/49/19/1277>
31. SALINERO, J.J., DEL COSO, J., 2022. Rotational versus glide technique in elite shot put: Trend analysis in the 21st century. *Journal of Human Sport and Exercise*. 17(4), 732-739.
32. SUCHOMEL, T.J., NIMPHIUS, S., BELLON, C.R., STONE, M.H., 2018. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*. 48, 765–785.
33. TAKANASHI, Y., KOIKAWA, N., FUJIMORI, N., 2020. An investigation into the relationship between throw performance and maximum weight in weight training of female discus throwers. *Journal of Human Sport and Exercise* [online]. 16(1), 1-9 [cit. 2024-3-26]. DOI: 10.14198/jhse.2021.161.20. Dostupné z: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/102309>

34. TERZIS, G., KARAMPATOS, G., 2007. Neuromuscular control and performance in shot-put athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 47(3), 284-90 [cit. 2023-5-5]. PMID: 17641594. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17641594/>
35. TIDOW, G., 1990. Model technique analysis sheets for the throwing events PART IV: The Shot Put. *NSA*. 5(1), 44-60.
36. TIDOW, G., 1996. Model technique analysis sheets – Part X: The javelin throw. *NSA*. 11(1), 45-62.
37. TRACK AND FIELD COACH, ©2024. *Shot Put and Discus Throw Technique*. [online]. Track and Field Coach. [cit. 2024-3-17]. Dostupné z: <https://www.trackandfieldcoach.com/blog/shot-put-discus-throw-technique>
38. *Track and Field Facilities Manual*, ©2008. Monaco: Multiprint. ISBN ISBN 2-911469-37-2.
39. THOMAS, A., DINSDALE, A., BISSAS, A., 2019. *Biomechanical Report for the IAAF World Indoor Championships 2018: Shot Put Men* [online]. Birmingham, UK: International Association of Athletics Federations [cit. 2024-3-11]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/download/download?filename=69631cbc-ba16-4f92-9308-9356aaa100a5.pdf&urlslug=Men>
40. WORLD ATHLETICS, ©2021. *Shot Put*. [online]. World Athletics. [cit. 2024-3-11]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/disciplines/throws/shot-put>
41. WORLD ATHLETICS, ©2024a. *Athletics History - 3000 Years and Counting* [online]. [cit. 2024-3-2]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/heritage/history>
42. WORLD ATHLETICS, ©2024b. *Book of Rules* [online]. [cit. 2024-3-2]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/about-iaaf/documents/book-of-rules>
43. WORLD ATHLETICS, ©2024c. *Imrich BUGÁR*. WORLD ATHLETICS. [online]. World Athletics. [cit. 2024-4-23]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/athletes/czechoslovakia/imrich-bug%C3%A1r-14356401>

44. WORLD ATHLETICS, © 2024d. *World Rankings*. WORLD ATHLETICS. [online]. World Athletics. [cit. 2024-4-23]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/world-rankings/>
45. WORLD ATHLETICS, © 2024e. *Tokyo a big target for home star Kitaguchi after golden boost in Budapest*. WORLD ATHLETICS. [online]. World Athletics. [cit. 2024-4-23]. Dostupné z: <https://worldathletics.org/competitions/world-athletics-championships/tokyo25/news/feature/haruka-kitaguchi-javelin-japan-budapest-tokyo>
46. YU, B., BROKER,, B.J., SILVESTER, L.J., 2002. Athletics: A kinetic analysis of discus-throwing techniques. *Sports Biomechanics* [online]. 1(1), 25-45 [cit. 2024-4-23]. DOI: 10.1080/14763140208522785. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/14763140208522785>

## 8 Přílohy

### Příloha 1 Informovaný souhlas

#### Informovaný souhlas o poskytnutí osobních údajů ke zpracování bakalářské práce

**Téma bakalářské práce:** *Možnosti fyzioterapie ke zlepšení funkce dolní končetiny u lehkootletických vrhačů*

Cíle práce:

1. Popsat funkci dolních končetin v provedení odhodu u vrhačů v lehké atletice
2. Definovat a ověřit možnost fyzioterapeutických postupů ke zlepšení stabilizační funkce dolní končetiny

Dle zákona č. 101/2000 Sb. o ochraně osobních údajů, ve znění pozdějších předpisů uděluji Kamile Kůtové souhlas ke zpracování osobních a citlivých dat pro studijní a výzkumné účely v rámci zpracování bakalářské práce při Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

V rámci výzkumu budou veškeré osobní údaje anonymizované (př. Pavla Nováková bude v textu výzkumu figurovat pouze jako PN), včetně anonymizace fotografií a pořízených videozáznamů v podobě zakrytí obličeje a dalších potenciálních identifikátorů totožnosti (tetování, piercing, ...). Veškeré údaje shromažďované v průběhu výzkumu budou zpracovávány pouze autorkou bakalářské práce a uchovávány pouze po dobu nezbytně nutnou a nakládáno s nimi bude s největší možnou diskrétností.

S výše uvedeným nakládáním s informacemi udělujete výslovný souhlas, který je dobrovolný. Souhlas je vždy možný stáhnout kontaktováním autorky práce.

Vaším právem je

- vzít souhlas kdykoliv zpět
- požadovat informace o tom, jak je s daty nakládáno, případně si vyžádat jejich kopie
- požadovat po autorce smazání konkrétních dat, případně jejich opravu nebo požadovat omezení jejich zpracování
- podat stížnost u Úřadu pro ochranu osobních údajů nebo se obrátit na soud

Souhlasím, že jsem byl obeznámen/a s průběhem výzkumu včetně rizik a benefitů spojených s výzkumem.

**Ano / Ne**

Souhlasím s uvedením svých osobních údajů a výše zmíněným způsobem nakládání s nimi po dobu nezbytně nutnou.

**Ano / Ne**

**Jméno a příjmení:**

Podpisem dávám najevo souhlas se zpracováním osobních dat za účelem výzkumu

V..... Dne.....

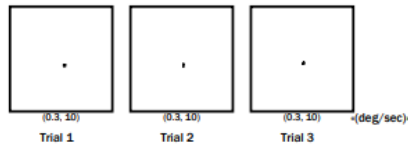
Podpis.....



## Příloha 2 mCTSIB – kazuistika 1 (zdroj: vlastní výzkum)

### Modified CTSIB

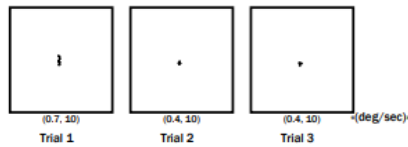
#### 1. Firm-Eyes Open (FIRM-EO)



#### 2. Firm-Eyes Closed (FIRM-EC)



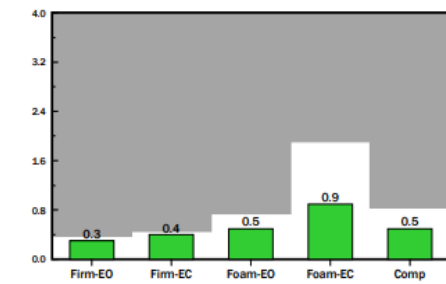
#### 3. Foam-Eyes Open (FOAM-EO)



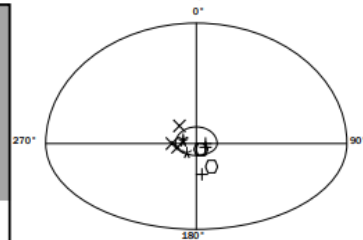
#### 4. Foam-Eyes Closed (FOAM-EC)



deg/sec Mean COG Sway Velocity



COG Alignment



○ = Firm-EO + = Firm-EC  
 \* = Foam-EO × = Foam-EC

COG Alignment:  
 Scattered, 15%LOS

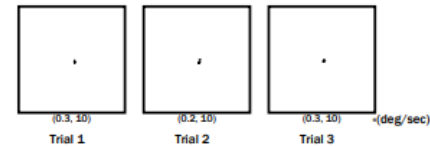
Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

Post Test Comment:

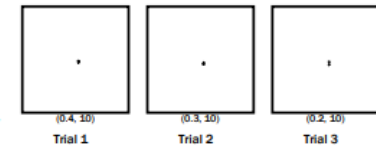
Příloha 2a

### Modified CTSIB

#### 1. Firm-Eyes Open (FIRM-EO)



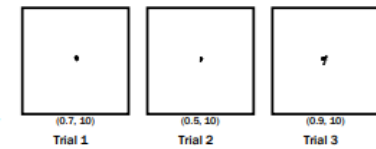
#### 2. Firm-Eyes Closed (FIRM-EC)



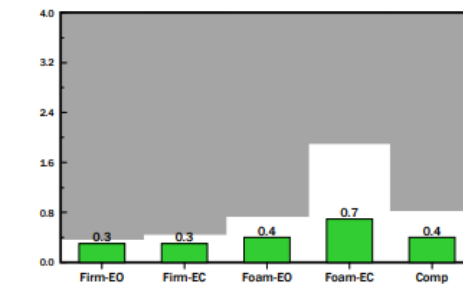
#### 3. Foam-Eyes Open (FOAM-EO)



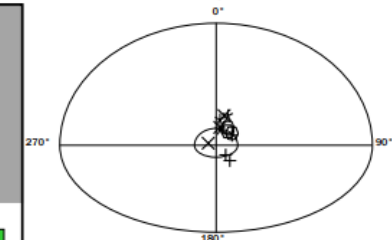
#### 4. Foam-Eyes Closed (FOAM-EC)



deg/sec Mean COG Sway Velocity



COG Alignment



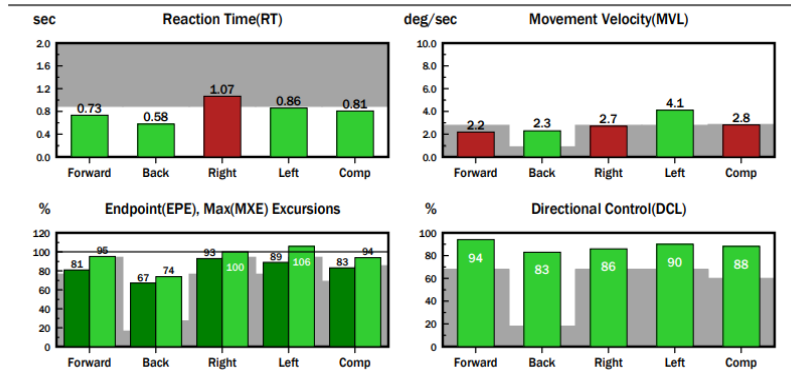
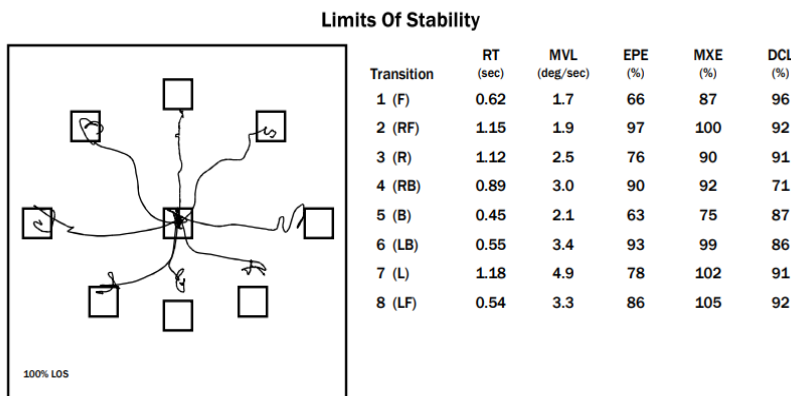
○ = Firm-EO + = Firm-EC  
 \* = Foam-EO × = Foam-EC

COG Alignment:  
 Scattered, 15%LOS

Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

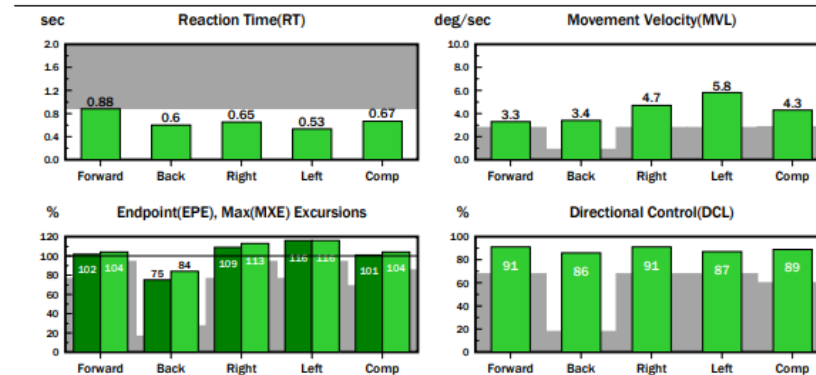
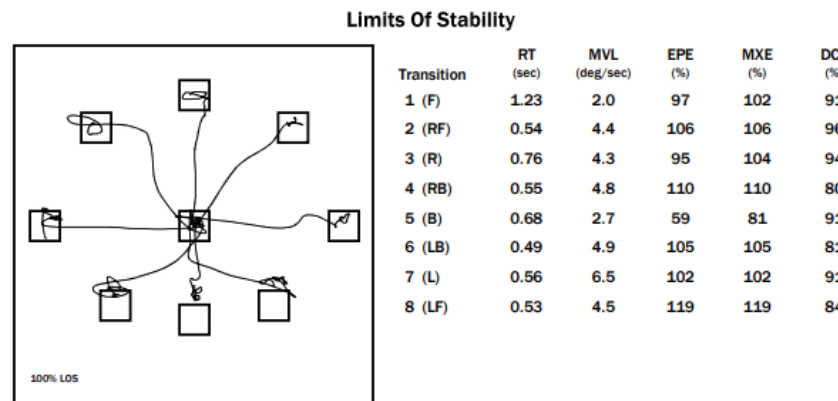
Příloha 2b

### Příloha 3 LOS – kazuistika 1 (zdroj: vlastní výzkum)



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39  
Post Test Comment:

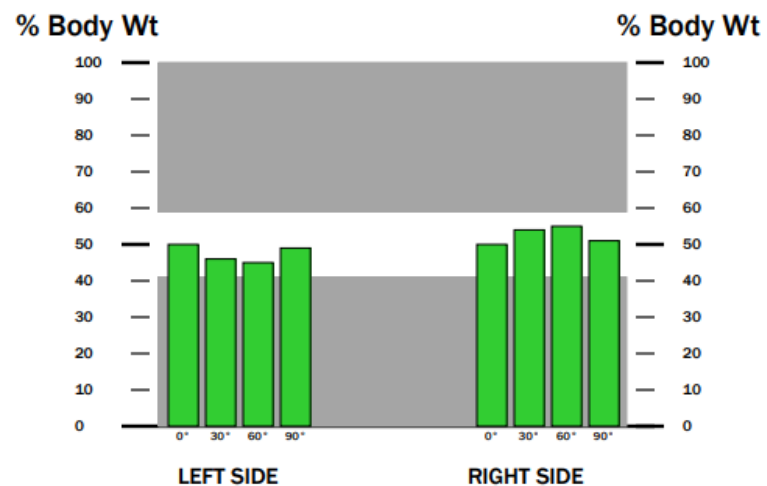
Příloha 3a



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

Příloha 3b

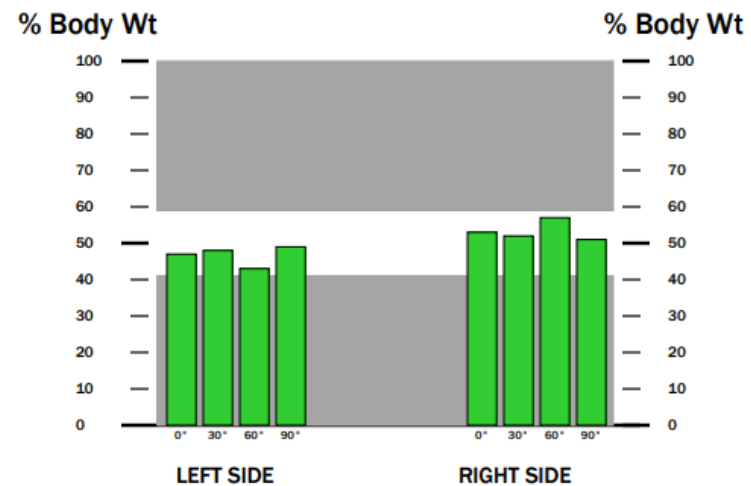
Příloha 4 WBS – kazuistika 1 (zdroj: vlastní výzkum)



Percentage Weight Bearing

Angle	Left	Right
0°	50	50
30°	46	54
60°	45	55
90°	49	51

Příloha 4a

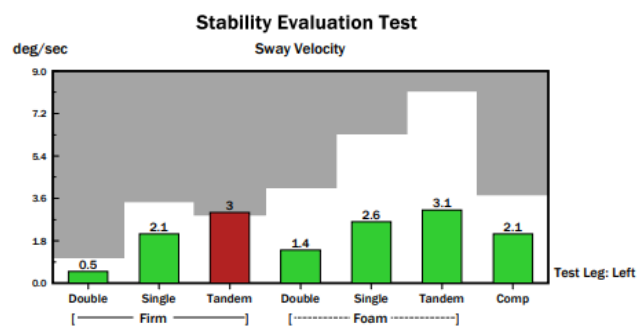


Percentage Weight Bearing

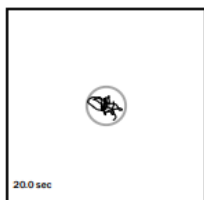
Angle	Left	Right
0°	47	53
30°	48	52
60°	43	57
90°	49	51

Příloha 4b

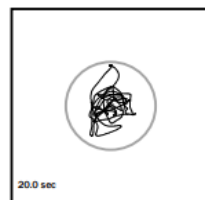
## Příloha 5 SET – kazuistika 1 (zdroj: vlastní výzkum)



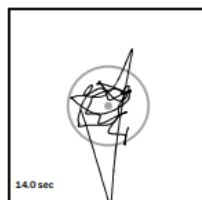
1. Double Firm



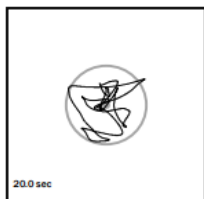
2. Single Firm



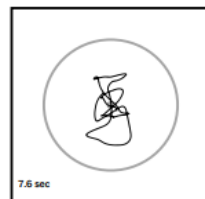
3. Tandem Firm



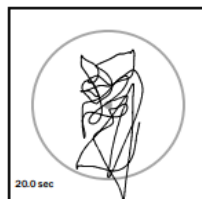
4. Double Foam



5. Single Foam

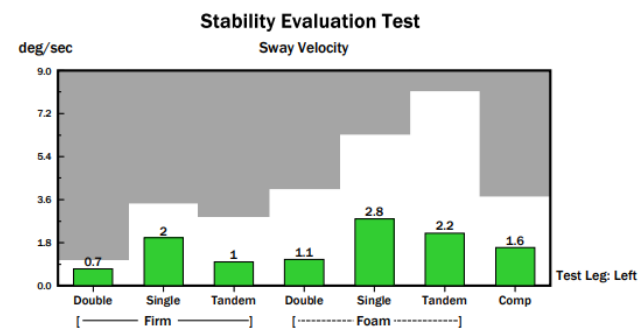


6. Tandem Foam

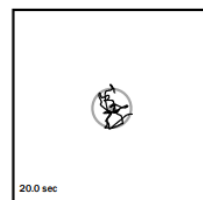


Data Range Note: NeuroCom Data Range: 14 - 25

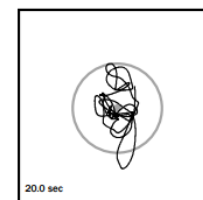
Příloha 5a



1. Double Firm



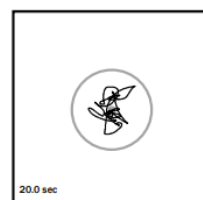
2. Single Firm



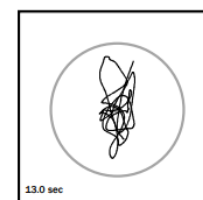
3. Tandem Firm



4. Double Foam



5. Single Foam



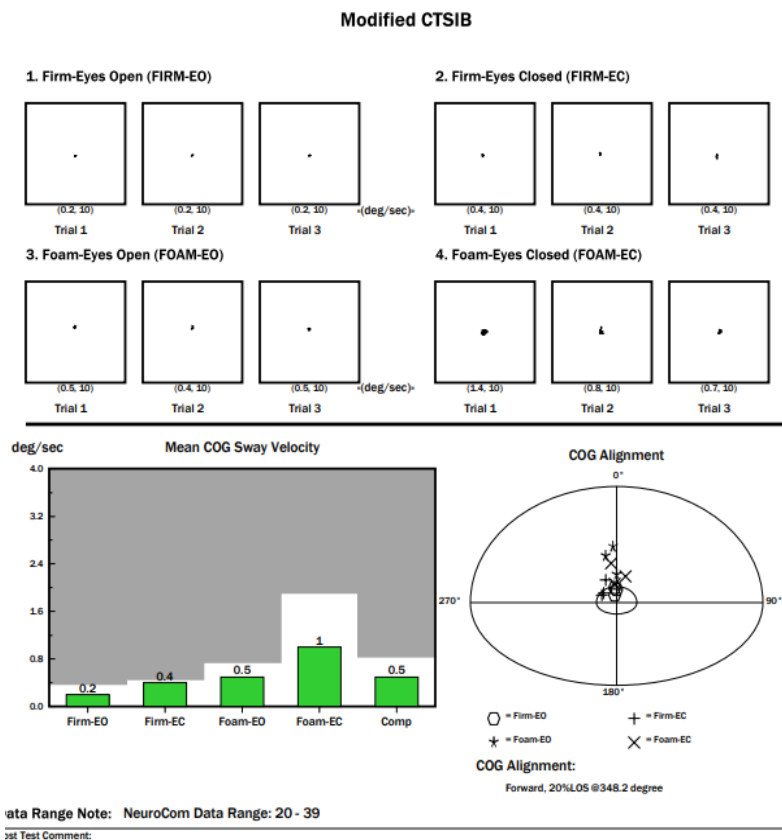
6. Tandem Foam



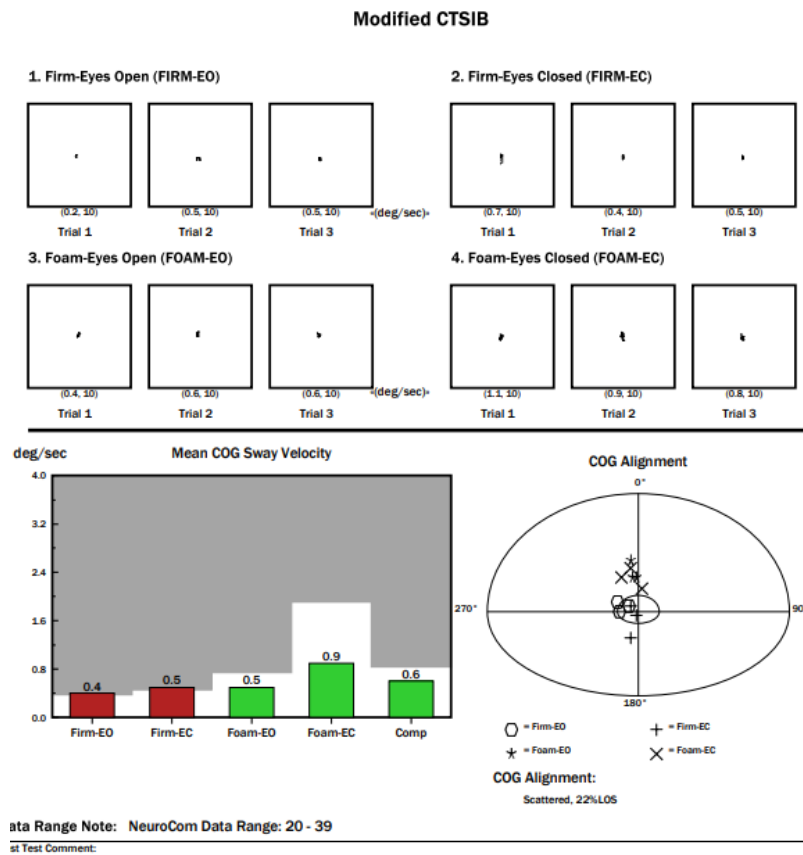
Data Range Note: NeuroCom Data Range: 14 - 25

Příloha 5b

## Příloha 6 mCTSIB – kazuistika 2 (zdroj: vlastní výzkum)

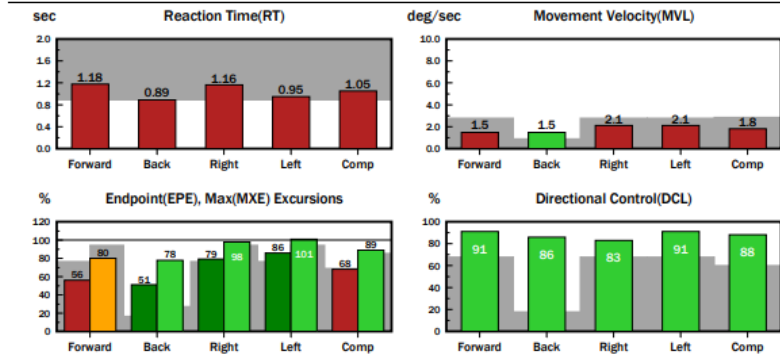
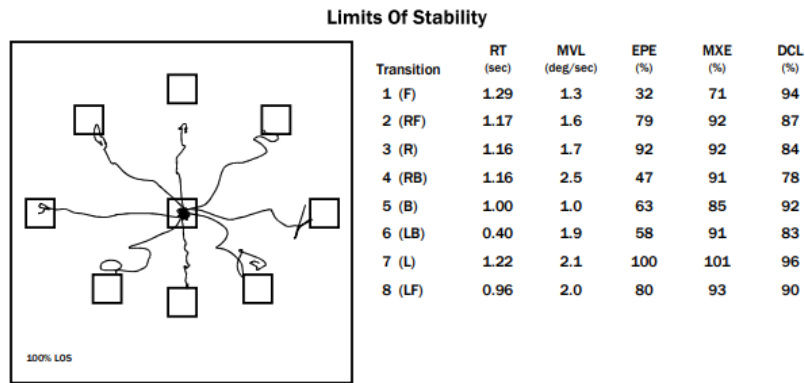


Příloha 6a



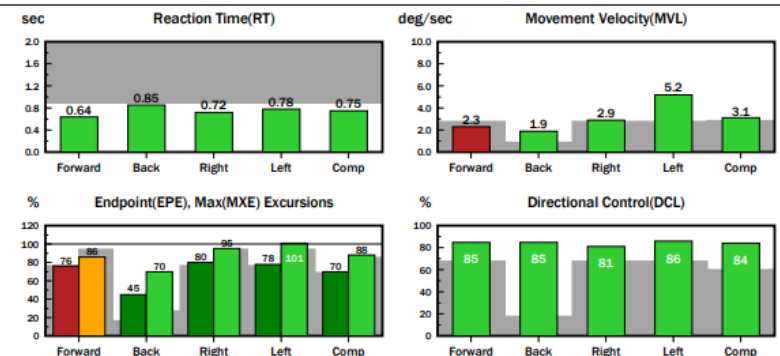
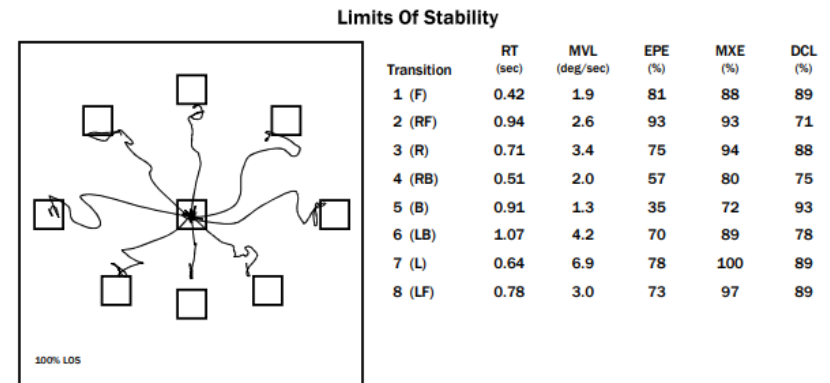
Příloha 6b

## Příloha 7 LOS – kazuistika 2 (zdroj: vlastní výzkum)



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

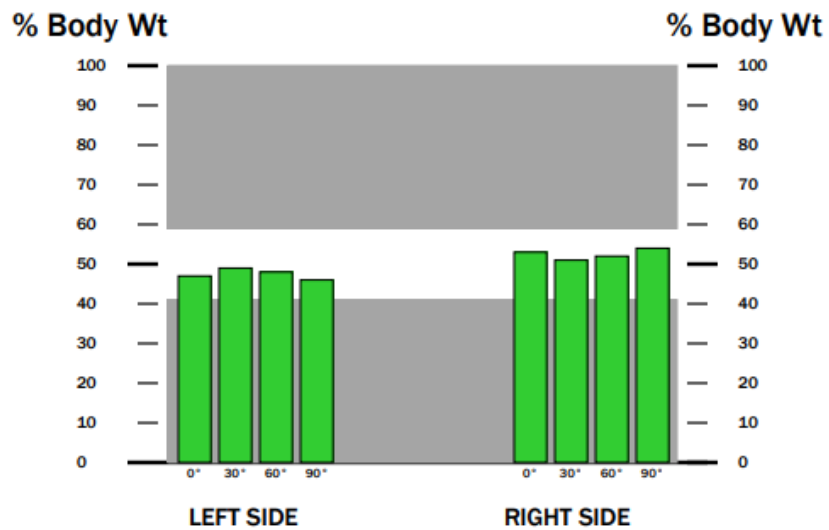
Příloha 7a



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

Příloha 7b

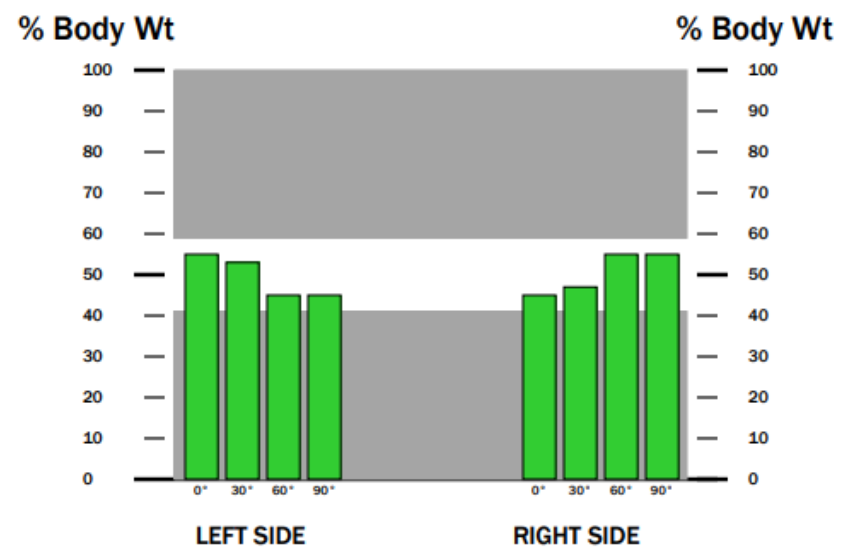
Příloha 8 WBS – kazuistika 2 (zdroj: vlastní výzkum)



Percentage Weight Bearing

Angle	Left	Right
0°	47	53
30°	49	51
60°	48	52
90°	46	54

Příloha 8a

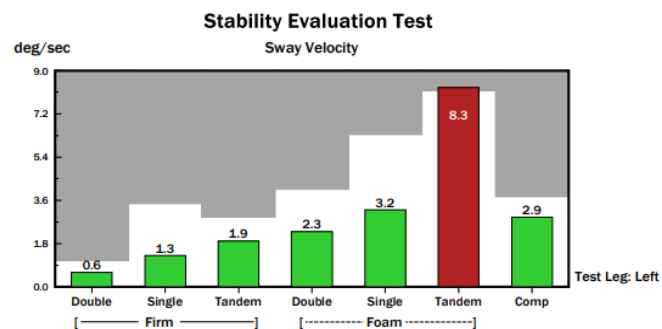


Percentage Weight Bearing

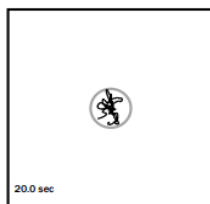
Angle	Left	Right
0°	55	45
30°	53	47
60°	45	55
90°	45	55

Příloha 8b

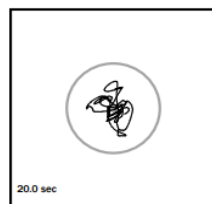
## Příloha 9 SET – kazuistika 2 (zdroj: vlastní výzkum)



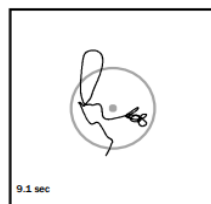
1. Double Firm



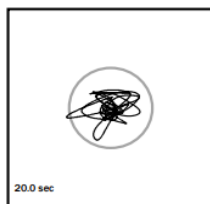
2. Single Firm



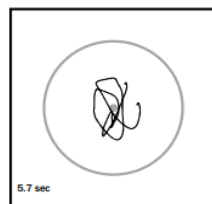
3. Tandem Firm



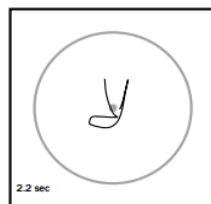
4. Double Foam



5. Single Foam

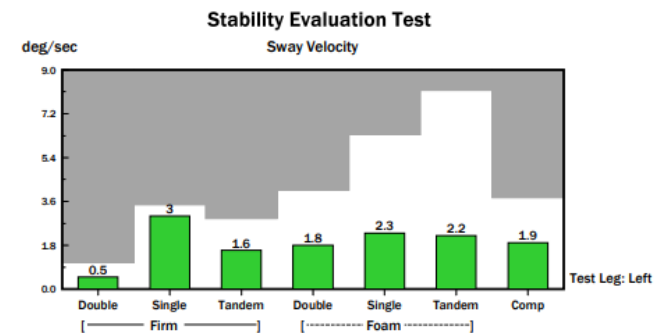


6. Tandem Foam

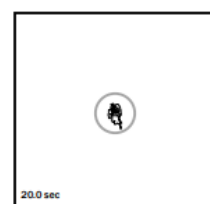


Data Range Note: NeuroCom Data Range: 14 - 25

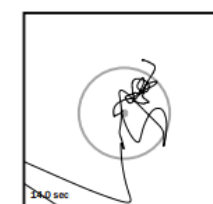
Příloha 9a



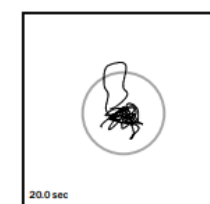
1. Double Firm



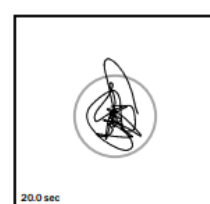
2. Single Firm



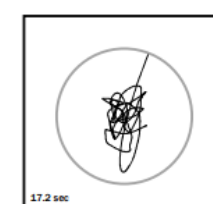
3. Tandem Firm



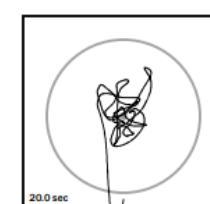
4. Double Foam



5. Single Foam



6. Tandem Foam

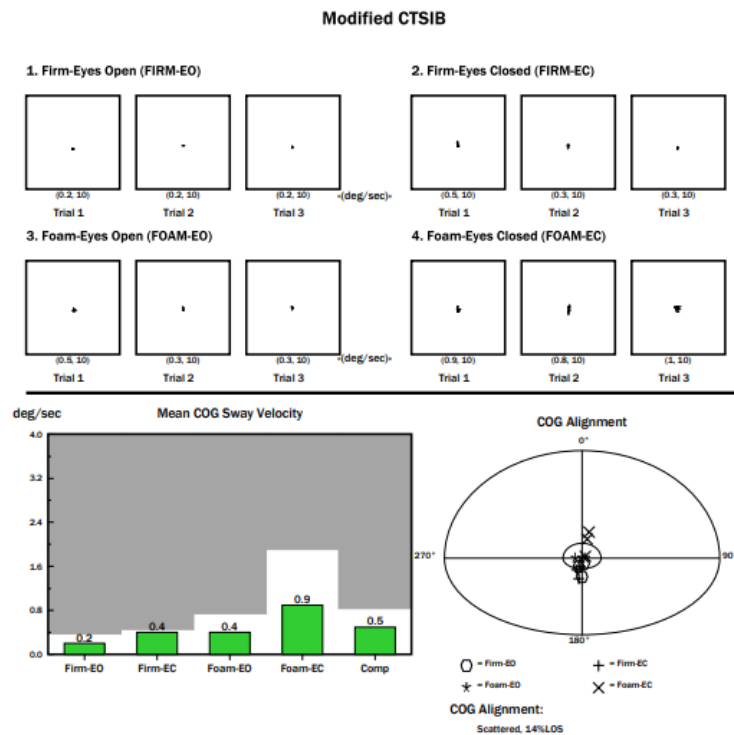


Data Range Note: NeuroCom Data Range: 14 - 25

Příloha 9b

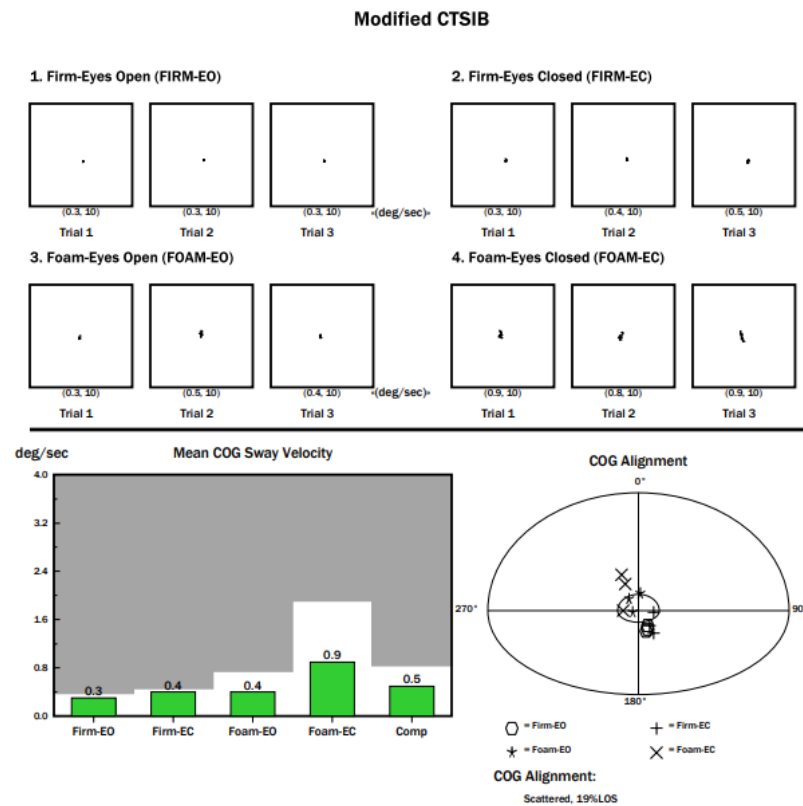


# Příloha 10 mCTSIB – kazuistika 3 (zdroj: vlastní výzkum)



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

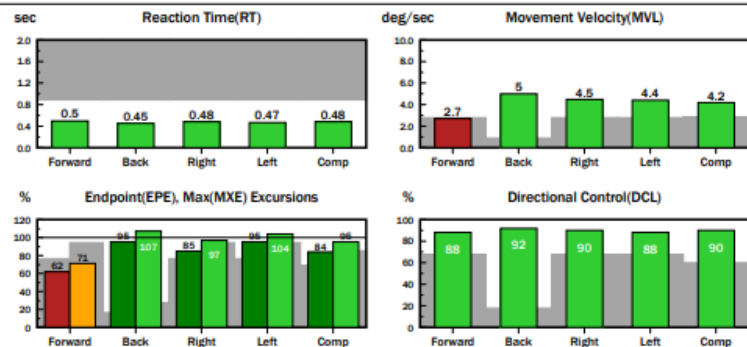
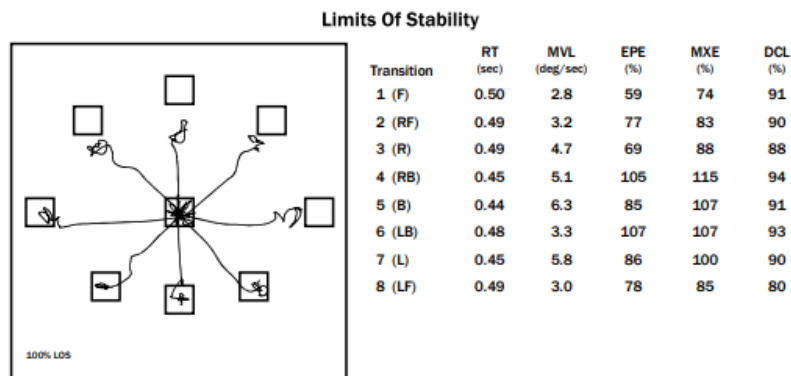
Příloha 10a



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

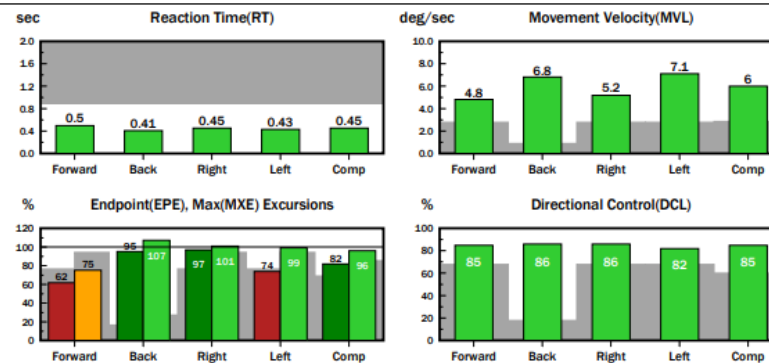
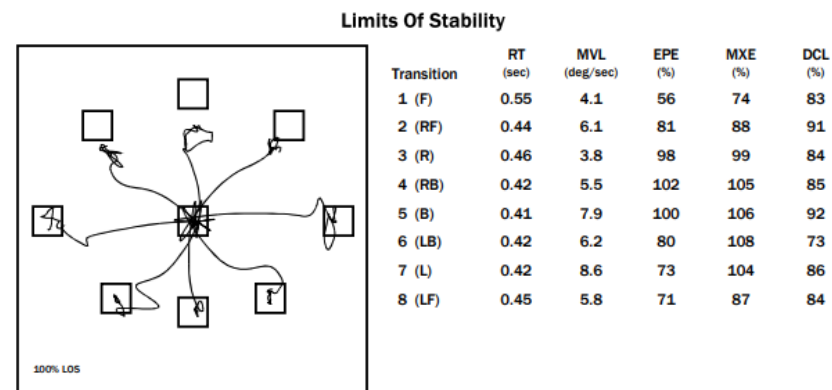
Příloha 10b

## Příloha 11 LOS – kazuistika 3 (zdroj: vlastní výzkum)



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

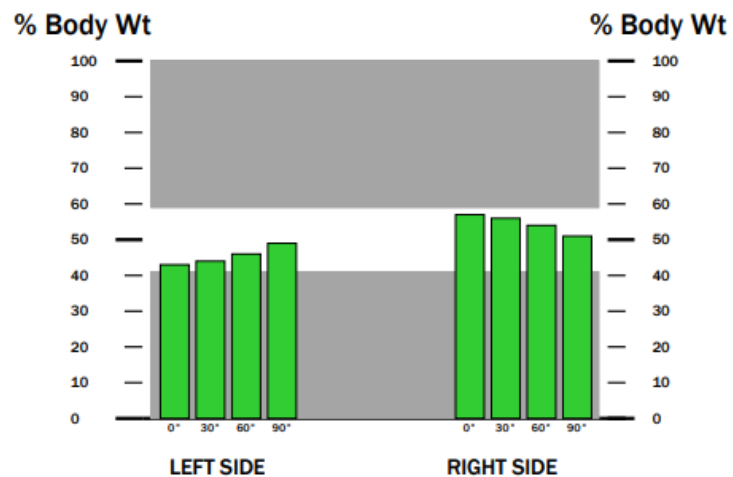
Příloha 11a



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20 - 39

Příloha 11b

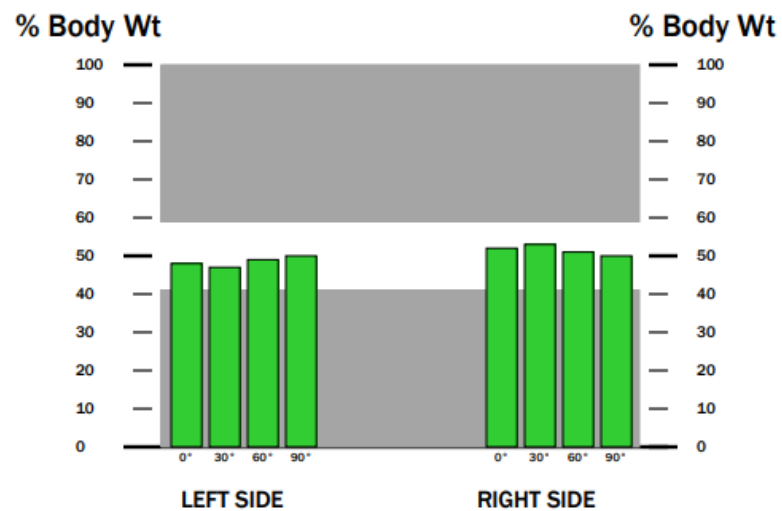
Příloha 12 WBS – kazuistika 3 (zdroj: vlastní výzkum)



Percentage Weight Bearing

Angle	Left	Right
0°	43	57
30°	44	56
60°	46	54
90°	49	51

Příloha 12a

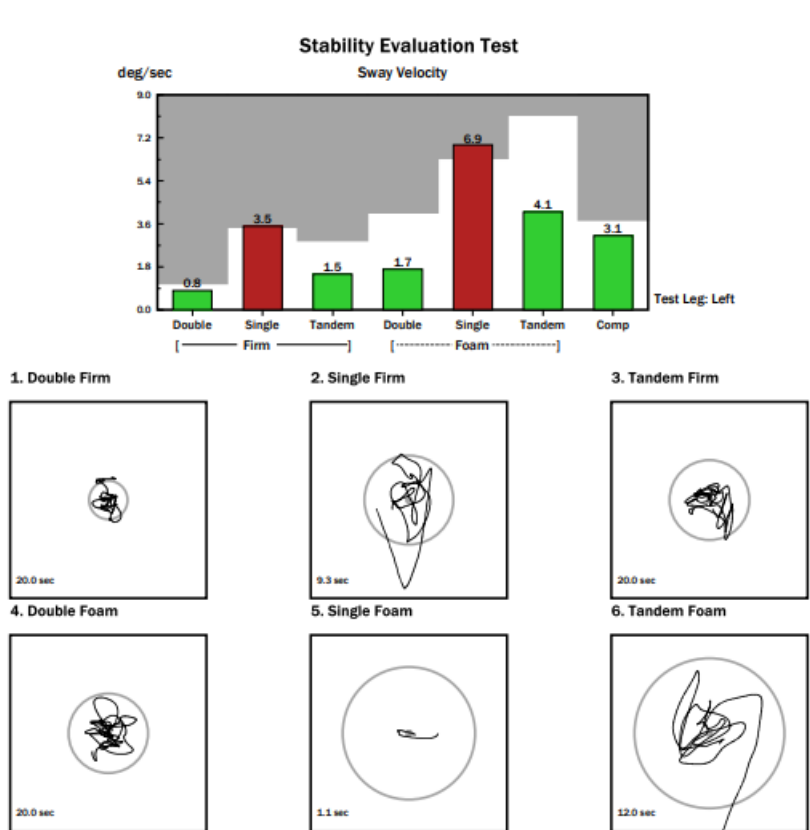


Percentage Weight Bearing

Angle	Left	Right
0°	48	52
30°	47	53
60°	49	51
90°	50	50

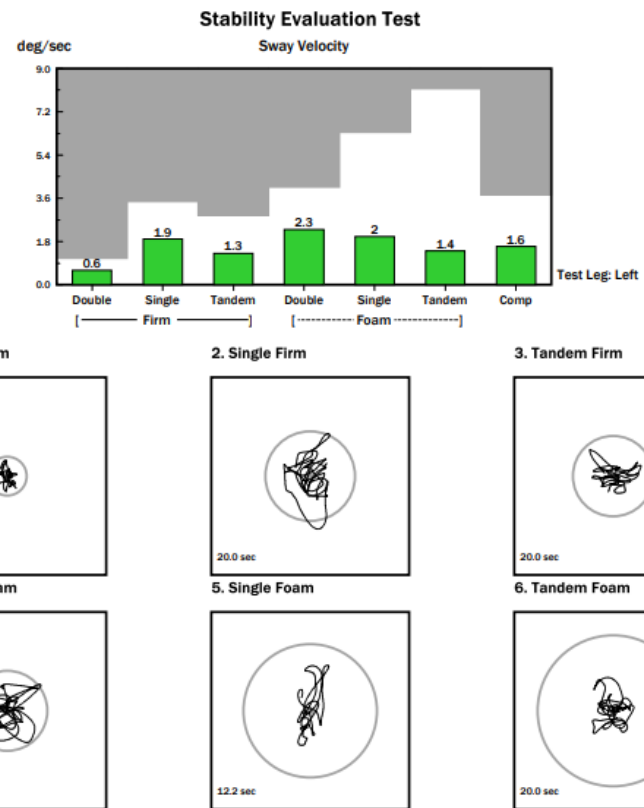
Příloha 12b

Příloha 13 SET – kazuistika 3 (zdroj: vlastní výzkum)



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 14 - 25

Příloha 13a



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 14 - 25

Příloha 13b

## **9 Seznam zkratek**

1RM – one rep max

ČAS – Český atletický svaz

COP – centre of pressure

DCL – Direction Control

DK – dolní končetina

EMG – elektromyografie

EPE – Endpoint Excursion

hm. - hmotnost

IAAF – International Association of Athletics Federations

LOS – Limits of Stability

mCTISB – Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance

MVL – Movement Velocity

MXE – Maximum Excursion

N – Newton

RT – Reaction Time

SET – Stability Evaluation Test

WA – World Athletics