

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

## **Hodnocení dynamické posturální stability u oštěpařů**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**PhDr. Helena Vomáčková, Ph.D.**

Vypracoval:

**Bc. Aneta Mandová**

Praha, duben 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

.....

Podpis diplomanta

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní PhDr. Heleně Vomáčkové, Ph.D., za odborné vedení práce, cenné rady, připomínky, trpělivost a za všechny čas, který věnovala pro vznik této práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem probandům, kteří byli ochotní se výzkumu zúčastnit, za jejich čas a výbornou spolupráci. Bez nich by tato práce nevznikla.

## Abstrakt

**Název:** Hodnocení dynamické posturální stability u oštěpařů

**Cíle:** Hlavním cílem práce je, zhodnotit, zda má pravidelné aktivní vykonávání disciplíny hod oštěpem vliv na dynamickou posturální stabilitu ve srovnání s jedinci, kteří se aktivně hod oštěpem nevěnují. Dalším cílem je porovnat dynamickou posturální stabilitu mezi oštěpařkami a oštěpaři. Dále zjistit, zda existuje vztah, který by ozřejmil dominanci dolní končetiny ve vztahu přední a zadní noze oštěpaře při odhodu.

**Metodika:** Jedná se o kvantitativní observační průřezovou studii, které se zúčastnilo 20 probandů ( $n=20$ , věk= $20,45 \pm 2,49$ ). Experimentální skupina byla tvořena deseti oštěpaři a deseti oštěpařkami. Měření dynamické posturální stability proběhlo v Kineziologické laboratoři UK FTVS na přístroji Neurocom SMART EquiTest. Vybrány byly testové baterie Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Adaptation Test (ADT), Limits of Stability (LOS), Rhythmic Weight Shift (RWS), Weight Bearing Squat (WBS), Unilateral Stance (US). Následně byla naměřená data zpracována programem Neurocom Balance Manager Software. Výsledky experimentální skupiny byly porovnány kontrolní skupinou. Hodnoty kontrolní skupiny jsou dostupné v softwaru NeuroCom SMART EquiTest a odpovídají věkovému rozhraní experimentální skupiny. Dále byla naměřená data vzájemně porovnána mezi souborem oštěpařů ( $n = 10$ , věk= $19,76 \pm 1,31$ ) a oštěpařek ( $n = 10$ , věk= $23,73 \pm 2,85$ ). V neposlední řadě byl zkoumán významný rozdíl v zatěžování obou dolních končetin. Nepředpokládalo se normální rozdělení všech získaných dat, proto byl pro porovnání statistického rozdílu využit Welchův t-test. Za hladinu statistické významnosti pro hodnocení provedených testů je považovaná úroveň  $\alpha = 0,05$ .

**Výsledky:** Skupina oštěpařů dosáhla významně lepších výsledků v testech ADT (TUP-1  $p=0,032$ ; TDN  $p=0,000$ ), SOT (EQL-4  $p=0,001$ ), MCT (LLT-F-M  $p=0,007$ ; LLT-F-L  $p=0,046$ ; RLT-F-M  $p=0,000$ ) a RWS (FB-V-S  $p=0,044$ ) s porovnáním s hodnotami kontrolní skupiny. Naopak porovnání parametrů RWS (LR-DC-S  $p=0,002$ ; LR-DC-M  $p=0,001$ ; FB-DC-S  $p=0,000$ ; FB-DC-M  $p=0,001$ ) ukázalo statisticky významně horší výsledek pro výzkumnou skupinu. Rozdíl mezi skupinou mužů (oštěpařů) a skupinou žen (oštěpařek) byl potvrzen u MCT, ADT (TUP-1  $p=0,012$ , TUP-2  $p=0,008$ , TDN-1  $p=0,000$ ), SOT (STRA- 2,5,6  $p=0,049$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,039$ ). Úspěšnost skupiny žen

převládala v deseti parametrech MCT (LLT-B-S  $p=0,033$ ; LLT-B-M  $p=0,030$ ; LAM-B-S  $p=0,022$ ; LAM-B-L  $p=0,042$ ; LAM-F-S  $p=0,034$ ; LAM-F-M  $p=0,003$ ; RAM-B-M  $p=0,041$ ; RAM-F-S  $p=0,012$ ; RAM-F-M  $p=0,009$ ; RAM-F-L  $p=0,007$ ), oproti tomu skupina mužů nedominovala ani v jednom z parametrů MCT. Ve zbylých testech byly statisticky významné výsledky poměrně vyrovnané. Výsledky Parametru Weight Symmetry testu MCT neprokázaly větší zatížení ani jedné dolní končetiny, ačkoli výsledné hodnoty parametru Weight Symmetry MCT naznačovaly nerovnoměrné zatížení ve prospěch dominantní odrazové dolní končetiny. Výsledky testu WBS (flexe  $0^\circ$  v kolenním kloubu), ( $p=0,021$ ) statisticky významně potvrzují, větší zatížení odrazové dolní končetiny u oštěpařů.

**Klíčová slova:** Dynamická posturální stabilita, NeuroCom SMART EquiTest, postura, dynamická posturografie, atletika, oštěpař

## **Abstract**

**Title:** Evaluation dynamic postural stability of javelin throwers

**Objectives:** The aim is to evaluate whether the regular active performance of the javelin discipline has an effect on dynamic postural stability in comparison with individuals who do not actively engage in javelin throwing. Furthermore, to find out whether there is a relationship that would clarify the dominance of the lower limbs in the relationship between the front and hind leg of the spearman in the assessment

**Methods:** This quantitative observable cross-sectional study involved 20 probands (n=20, age=20,45 ± 2,49). The experimental group consisted of the 10 male javelin thrower and 10 female javelin thrower. Measurement of dynamic postural stability took place in the Laboratory of Applied Kinesiology, Charles University FTVS on the Neurocom SMART EquiTest device. These batteries were chosen. Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Adaptation Test (ADT), Limits of Stability (LOS), Rhythmic Weight Shift (RWS), Weight Bearing Squat (WBS), Unilateral Stance (US). Then the measured data was processed by program Neurocom Balance Manager Software. The results of the experimental group were compared with the control group. The control group values are available in the NeuroCom SMART EquiTest software and correspond to the age interface of the experimental group. Further was the measured data between group of male (n = 10, age=19,76 ± 1,31) and female (n=10, age=23,73 ± 2,85) javelin throwers mutually compared. Last but not least was examined if there is a significant difference between balances of both lower limbs. A normal distribution of all obtained data was not assumed, so the Welch t-test was used to compare the statistical difference. The level of statistical significance for the evaluation of the performed tests is considered to be the level  $\alpha = 0,05$ .

**Results:** The group of javelin thrower achieved significantly better results in ADT (TUP-1 p=0,032; TDN p=0,000), SOT (EQL-4 p=0,001), MCT (LLT-F-M p=0,007; LLT-F-L p=0,046; RLT-F-M p=0,000) and RWS (FB-V-S p=0,044) tests compared to the values of the control group. On the contrary, a comparison of (LR-DC-S p=0,002; LR-DC-M p=0,001; FB-DC-S p=0,000; FB-DC-M p=0,001)

parameters showed a statistically significantly worse result for the research group. The difference between the group of male javelin throwers and the group of female javelin throwers was confirmed in MCT, ADT (TUP-1  $p=0,012$ , TUP-2  $p=0,008$ , TDN-1  $p=0,000$ ) and SOT SOT (STRA- 2, 5, 6 ( $p=0,049$ ), ( $p=0,001$ ), ( $p=0,039$ )). The success of the group of women prevailed in ten parameters of MCT MCT (LLT-B-S  $p=0,033$ ; LLT-B-M  $p=0,030$ ; LAM-B-S  $p=0,022$ ; LAM-B-L  $p=0,042$ ; LAM-F-S  $p=0,034$ ; LAM-F-M  $p=0,003$ ; RAM-B-M  $p=0,041$ ; RAM-F-S  $p=0,012$ ; RAM-F-M  $p=0,009$ ; RAM-F-L  $p=0,007$ ), in contrast, the group of men did not dominate in either of the parameters of MCT. In the remaining tests, statistically significant results were relatively balanced between the group of women and men. The results of the Weight Symmetry Parameter of the MCT test didn't demonstrate a higher load on either of the lower limb, although the resulting Weight Symmetry MCT values indicated an uneven load in favor of the dominant reflex lower limb. The results of the WBS test (flexion  $0^\circ$  in the knee joint), ( $p=0,021$ ) statistically significantly confirm a higher load on the reflex lower limb in javelin thrower.

**Keywords:** Dynamic postural stability, Neurocom SMART EquiTest, dynamic posturography, athletics, javelin thrower

# Obsah

Seznam zkratk	10
1 Úvod	12
2 Teoretická východiska práce	13
2.1 Atletická disciplína hod oštěpem	13
2.1.1 Kineziologické aspekty hodu oštěpem	14
2.1.2 Biomechanické aspekty hodu oštěpem	15
2.1.3 Úrazy	19
2.2 Postura a posturální stabilita	22
2.2.1 Postura	22
2.2.2 Stabilita a posturální stabilita	22
2.2.3 Řízení posturální stability	23
2.2.3 Dynamická posturální stabilita a vyšetření posturální stability	25
2.2.4 Posturální stabilita sportující populace a oštěpařů	29
3 Metodologie práce	32
3.2 Cíl práce	32
3.3 Výzkumné otázky	33
3.4 Hypotézy	33
3.5 Úkoly práce	34
4 Metodika práce	35
4.2 Zpracování teoretických východisek	35
4.3 Charakteristika výzkumného souboru	35
4.2.1 NeuroCom SMART EquiTest	37
4.2.2 Popis použitých vyšetřovacích protokolů	39
4.4 Metoda sběru dat	44
4.5 Průběh a postup sběru dat	44
4.6 Analýza dat	45



5	Výsledky.....	46
5.2	Výsledky testu RWS .....	47
5.3	Výsledky testu ADT.....	47
5.4	Výsledky testu SOT .....	48
5.5	Výsledky testu MCT .....	49
5.6	Výsledky testu MCT – vzájemné porovnání mužů a žen .....	49
5.7	Výsledky testu ADT – vzájemné porovnání mužů a žen.....	51
5.8	Výsledky testu SOT – vzájemné porovnání mužů a žen.....	52
5.9	Výsledky testu MCT – vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny .....	53
5.10	Výsledky testu WBS – vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny .....	53
6	Diskuze .....	54
6.1	Diskuze k výzkumné otázce číslo 1 .....	55
6.2	Diskuze k výzkumné otázce číslo 2 .....	56
6.3	Diskuze k výzkumné otázce číslo 3 .....	57
6.4	Diskuze k hypotéze H1 .....	58
6.5	Diskuze k hypotéze H2 .....	59
6.6	Diskuze k hypotéze H3 .....	60
6.7	Limity práce .....	62
7	Závěr.....	65
8	Seznam použitých zdrojů .....	67
9	Seznam příloh.....	77

## Seznam zkratek

ADT	Adaptation Test
B	Back
BMI	Body Mass Index
COG	Centre of gravity
DK	dolní končetina
DKK	Dolní končetiny
EMG	Elektromyografie
EQL	Equilibrium score
F	Front
FB	Front-Back
g	gram
HK	horní končetina
ICC	intraclass correlation coefficient
L	Large
LDK	levá dolní končetina
LLT	Left latency
LOS	Limits of Stability
LR	Left-Right
M	Medium
M	metr
MCT	Motor Control Test
NC	Neurocom
P	p value

PB	Person best
PDK	pravá dolní končetina
RWS	Rhythmic Weight Shift
s	sekunda
S	Small
SOT	Sensory Organization Test.
TDN	Toes down
TUP	Toes up
US	Unilateral Stance
WBS	Weight Bearing Squat
WS	Weight Symmetry

# 1 Úvod

Atletika neboli královna všech sportů má ve světě dlouhodobou tradici a řadí se mezi nejstarší sportovní odvětví. Zahrnuje mnoho disciplín, jichž základem je běh, skok, hod, vrh nebo chůze. Pro tuto práci jsem si vybrala téma hodu oštěpem, jelikož je mi nejbližší. Neexistuje jiná atletická disciplína, ve které by čeští atleti byli natolik úspěšní. Česká republika je hrdá na své držitele světových rekordů v hodu oštěpem v mužské i ženské kategorii. Nejen tímto je hod oštěpem u nás výjimečný. České oštěpařky a oštěpaři pravidelně bojují o nejcennější kovy na světových šampionátech. Provedení správného hodu vyžaduje komplexní pohyb celého těla. Kvalitní výkony v hodu oštěpem jsou výsledkem dokonalé souhry jednotlivých pohybů končetin, hlavy i trupu.

Dynamická posturální stabilita je výsledkem centrálního zpracování informací z vizuálního, somatosenzorického a vestibulárního ústrojí. Dynamickou posturální stabilitu přirovnávám k základnímu stavebnímu kameni, na kterém se staví koordinačně náročné pohyby, které obsahuje například hod oštěpem. Pro oštěpaře je nezbytná kvalitní úroveň stability pro udržení dostatečné stabilní pozice při rozběhové fázi a především při samotném odhodu. O výkonu rozhoduje celá řada faktorů a v porovnání s ostatními atletickými disciplínami se hod oštěpem vyznačuje působením velkého komplexu sil.

Chtěla bych touto prací přispět k rozšíření publikací týkající se hodu oštěpem. Doufám, že dalším přínosem mé diplomové práce bude prohloubení porozumění problematice vlivu pravidelného vykonávání hodu oštěpem na atlety, a také rozšíření znalostí o schopnostech oštěpařů. Konkrétně bych byla ráda, kdyby tato diplomová práce posloužila všem atletům a jejich trenérům věnující se hodu oštěpem nebo fyzioterapeutům starající se oštěpaře.

Myslím si, že výsledky výzkumu mohou být užitečné pro oštěpaře a pro jejich „realizační týmy“ pro dosažení lepších výsledků u faktorů, které přímo ovlivňují nejen výkon, ale jsou nezbytné pro provedení ergonomického pohybu, tedy jako prevence přetěžování nebo zranění. Z mé zkušenosti se problematice nekompenzovaného jednostranného pohybu u vrcholových sportovců stále nevěnuje dostatečná pozornost.

## 2 Teoretická východiska práce

### 2.1 Atletická disciplína hod oštěpem

Hod oštěpem je atletická disciplína. Udává se, že se jedná o nejstarší disciplínu z atletických hodů. Součástí moderních olympijských her je od roku 1908. Hod oštěpem se řadí mezi technicky náročnější atletické disciplíny. Pohyby oštěpaře jsou obtížné pro pohybovou koordinaci. Hmotnost oštěpu je poměrně nízká (u žen 600g, u mužů 800g) a to umožňuje oštěpaři provést rychlý odhod švihem v krátkém časovém sledu. Na výkonu se odráží i kvalita přípravného rozběhu, který by měl být svižný (Jílková 2014), (Vomáčka 1980) (Meron a Saint-Phard 2017).

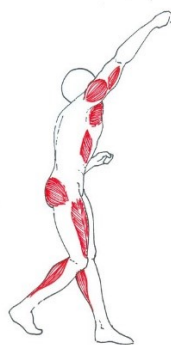
Úspěšný oštěpař musí zvládat dokonalou koordinaci pohybů. Oštěpař hlídá pohyby krční páteře, trupu a rukou až po pohyby nohy ve vysoké rychlosti. Na výkonu atleta se promítá využití pohybové energie při optimální rychlosti rozběhu, zvládnutí impulzivního přeskoku a postupná aktivace všech zapojovaných svalů (Jílková 2014).

Hod oštěpem můžeme rozdělit do několika fází. První fází je úchop oštěpu. Existují tři různé typy úchopu, mezi kterými se oštěpař rozhoduje podle svého pocitu, který mu nejvíce vyhovuje. Při druhé fázi se oštěpař rozbíhá. Směr rozběhu je od libovolného místa v rozběžišti k odhodové čáře, kterou nesmí atlet přešlápnout. Oštěp je držen nahoře, hrotem těsně vedle hlavy a špička směřuje dopředu. Rozběh musí být prováděn plynulou rychlostí. Z rozběhu se oštěpař dostává do třetí fáze – nápřah, který bývá proveden během dvou kroků. Nejkratší cestou k nápřahu je nápřah přímo vzad, nebo lze nápřahnout spodním či vrchním obloukem. Za koordinačně nejsložitější se považuje nápřah spodním obloukem. Čtvrtou fází je odhod. K přechodu do odhodového postavení dochází během přeskoku. Popis z pohledu praváka je následující. Přeskok začíná odrazem z LDK (levé dolní končetiny). Při přeskoku se pravá dolní končetina (PDK) krátce dostává přes LDK. S dopadem se LDK se dostává vpřed a je pevně zapřená o zem, tím umožňuje fixaci levé strany. Pravá dolní končetina je postavená vzad a mírně před levou. PDK zajišťuje protlačení pánve z bočního postavení do čelného. Pravá noha je postavená za ní. Kontrakcí břišního svalstva dojde k prudkému pohybu trupu vpřed a následuje pravá horní končetina nesoucí oštěp. Při odhodu nastává narůst napětí ve svalech a šlachách horní končetiny. Hod oštěpem má největší odvrhovou rychlost náčiní ze všech vrhacích disciplín (Šimon 2004), (Červenková 2019), (Valter a Nosek 2007).

### 2.1.1 Kineziologické aspekty hodu oštěpem

Véle (2006) rozděluje hod na dvě fáze: přípravnou, neboli nápřah, a výkonovou – vlastní hod. Hod lze provést ve třech vzorech, kterými jsou: Vrchní vzor, spodní vzor a stranový vzor. Pro hod oštěpem je typický vrchní vzor, při kterém převládá rotace v ramenním kloubu. Vzorec kinetického řetězce oštěpaře při odhodu je podobný jako vzorec baseballového nadhazovače. Ve fázi přípravné se rameno nachází abdukci a zevní rotaci. Toto postavení způsobuje působení velkých anteriorních sil na labrum glenoidale, kterým odolávají dynamické stabilizátory – svaly rotátorové manžety spolu s dlouhou hlavou bicepsu a také anteriorní kloubní pouzdro vazy. V průběhu fáze vlastního odhodu dochází k vnitřní rotaci ramene a ramenní kloub přechází do ventrální flexe. Během hodu nabývá loket mírné flexe a následně extenze. Zapěstí je flekčně drženo. Hod se netýká pouze horní končetiny. Páteř spolu s pánví a kyčlí je rotována. V kyčelním kloubu na straně odhodové horní končetině je prováděna vnitřní rotace na straně druhé je tomu naopak. Ve fázi odhodu dochází ke generaci největší svalové kontrakce a kloubní síly po odhodu oštěpu. Všechny svalové skupiny jsou aktivní, pro excentrické excentrickou kontrakci zpomalující paži (Véle 2006), (Meron a Saint-Phard 2017).

Provedení hodu vyžaduje aktivitu centrální nervové soustavy. Při porovnání hodu šimpanze a člověka, je vidět, že šimpanzovi schází zaměřovací část hodu, která slouží k zasažení pomýšleného cíle (Véle 2006).



Obrázek 1- Svaly kontrahující se v odhodové fázi (Bernaciková, 2010)

Při hodech jsou nejvíce zatěžovány svaly horních končetin, ale významně se zapojují svaly trupu i dolních končetin. U atleta při hodu oštěpem v odhodové fázi se zapojují zejména m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. triceps brachii. Na dolních končetinách se kontrahují gluteus maximus, ischokrurální svaly, quadratus femoris a

triceps surae. Břišní svaly, které zahrnují m. oblique abdominis externus a internus a m. rectus abdominis zajišťují švihový pohyb trupu (Barnaciková 2010). Pro názornou ukázkou je výše přiložen obrázek.

Dle Pavelkové (2009) je timing svalové aktivace při hodu oštěpem dvěma různými úchopy oštěpu podobný. Naopak při tréninkových cvičích, kterými jsou hod oštěpu z frontálního postavení, hod kriketovým míčkem z frontálního i bočního postavení, imitace hodu s pomocí gumového Therabandu nebo s pomocí horní kladky je timing svalové aktivity odlišný od klasického hodu oštěpem (Pavelková 2009).



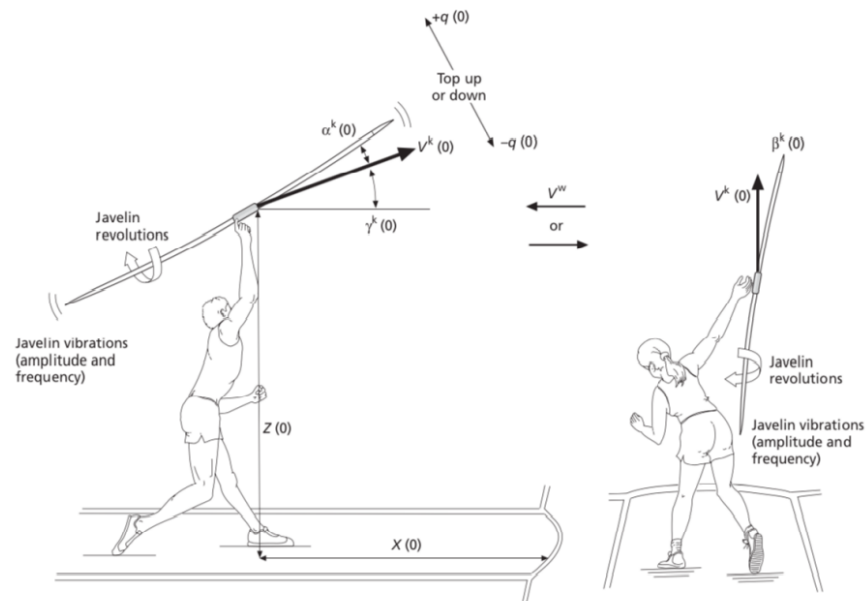
Obrázek 2 - EMG aktivita svalů horní končetiny při odhodu oštěpu (Pavelková, 2020)

Na obrázku můžeme vidět EMG aktivitu svalů v průběhu hodu oštěpu s rozběhem. Aktivita svalů během přípravy a odhodu stoupá a klesá. Pavelková (Pavelková 2009) tvrdí, že kolísavá aktivita svalů může být spojená s vyrovnávání torzních pohybů při rozběhu (ve zmiňovaném výzkumu se jednalo o tři kroky).

### 2.1.2 Biomechanické aspekty hodu oštěpem

Cílem atletické disciplíny hod oštěpem, je hodit oštěp co nejdál od odhodové čáry. Mezi parametry ovlivňující vzdálenost hodu patří: rychlost, úhel a výška vypuštění oštěpu, rotace oštěpu a dále také parametry, které oštěpař sám neovlivní: aerodynamické atributy oštěpu, gravitační kvocient a stav ovzduší, mezi který řadíme: odpor vzduchu, síla a směr větru (McGarry 2013).

## Parametry vypuštění



Obrázek 3 - Parametry vypuštění hodu oštěpem (Zatsiorsky, 2000)

Na obrázku výše jsou názorně popsány všechny parametry vypuštění, kde  $v^k$  je výška vypuštění,  $Z$  znamená výška vypuštění,  $\alpha^k$  úhel nasazení,  $\beta^k$  úhel bočního vytočení a  $\gamma^k$  je úhel vypuštění. Do parametrů, které ovlivňují charakter vypuštění oštěpu, také zařadíme počáteční hybnost, rotaci oštěpu (na obr. Javelin revolutions), vibrace oštěpu (na obr. Javelin vibrations). Všechny tyto uvedené proměnné jsou individuální, závislé na fyziologických a kondičních faktorech atleta (Zatsiorsky 2000). Parametry vypuštění jsou výsledkem všech činností oštěpařem během jednoho odhodu. Udává se, že tyto parametry nejvíce ovlivňují vzdálenost hodu (Krejnosová 2019).

### Rychlost vypuštění oštěpu

Menzel (1986) tvrdí, že nejdůležitějším faktorem ovlivňující vzdálenost hodu je rychlost oštěpu, které je přímo úměrná předané kinetické energii do oštěpu (Menzel 1989). Avšak nelze zlepšit výkon v hodu oštěpem jen tréninkem výbušné síly. Úspěšný oštěpař musí být kondičně i technicky zdatný (Zatsiorsky 2000).



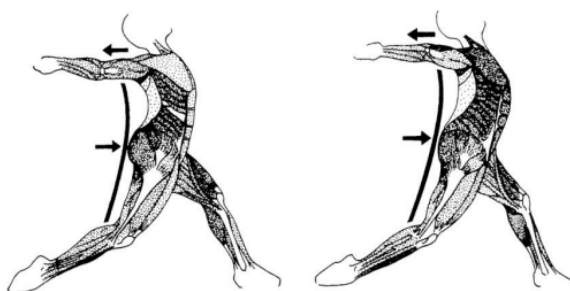
U mužů s výkony přes 85 m dosahuje oštěp rychlosti kolem 30,5 m/s při vypuštění, uvádí Lehmann (2010). Ovšem ve statických tabulkách obsahující data z mistrovství světa 2017 v Londýně se objevily výkony přes 89 m s rychlostí vypuštění oštěpu 28 m/s. Hody ve vzdálenosti kolem 80 m, že vyžadují rychlost vypuštění aspoň 27 m/s. Nejlepší oštěpařky na stejném šampionátu házely do vzdálenosti 65 – 66 m. Rychlost vypuštění u těchto výkonů se pohybovala v rozmezí 24 – 26 m/s (Bennett 2017).

#### *Úhel vypuštění, úhel nasazení oštěpu a úhel bočního vytočení oštěpu*

Významnými parametry v hodu oštěpem je umístění náčiní ve vzduchu vzhledem k jeho směru pohybu, úhel nasazení a úhel bočního vytočení. Všechny tyto úhly jsou pro lepší představu znázorněny na obrázku výše - *Parametry vypuštění v hodu oštěpem*. Správným načasováním pohybů horních končetin, dolních končetin i trupu lze udat oštěpu optimální směr rychlosti. Při udržení oštěpu v optimálních hodnotách úhlu vypuštění, nasazení a bočního vytočení je dodržena správná poloha oštěpu. Avšak tuto polohu je nutné pro dosažení nejlepších výsledků měnit v souladu s počasím. Například úspěšné hody proti větru vyžadují plošší úhel odhodu a proti hodům po směru vání větru, kdy je lepší strmější úhel vypuštění. Úhel polohy oštěpu je možno změnit upravením sklonem oštěpu, přeměnou polohy oštěpu úchopem v dlani nebo také změnou pozice ramenního kloubu ve chvíli vypuštění náčiní (Zatsiorsky 2000).

#### *Výška vypuštění oštěpu*

Výška vypuštění je svislá vzdálenost mezi plochou, na které atlet stojí a bodem, kde dochází vypuštění oštěpu z ruky oštěpaře (Krejnusová 2019). Výška vypuštění oštěpu nemá příliš velký vliv na délku hodu. Ve vztahu mezi délkou hodu a výškou vypuštění je korelační koeficient 0,225 (Panoutsakopoulos a Kollias 2013). Výška vypuštění oštěpu je ovlivněna více faktory, mezi které patří: výška atleta, odklonění trupu a úhel přední nohy v momentě odhodu (Mahmud 2010).



Obrázek 4 - Oštěpařský luk (Šimon et al., 2004)

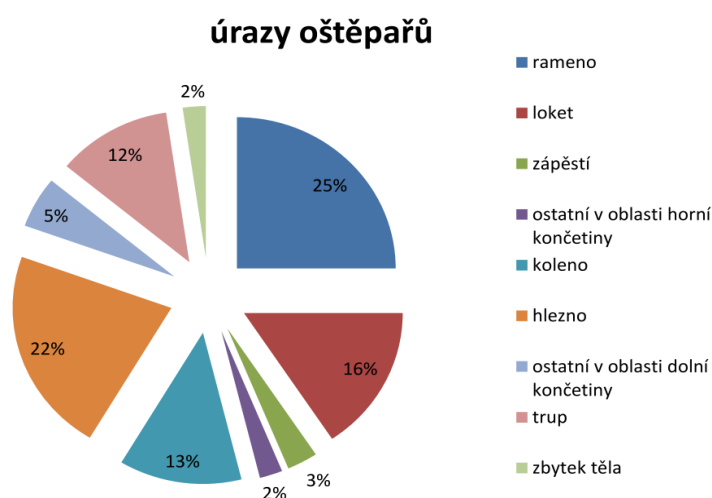
Oštěpaři pro své výkony využívají „fenomén“ tzv. oštěpařský luk. Jedná se o biomechanický princip, při kterém dochází ke svalovému přepětí. Napnutím svalů na ventrální straně těla dojde k připravení elastické energie. V tento moment jsou svaly pohotové pro vyvinutí maximální kontrakce. Napnutí oštěpařského luku prochází od zadní nohy oštěpaře, přes hýždě a celý trup, rameno, paži házející horní končetiny až k zápěstí a ruce, kde je uchopen oštěp (Pavelková 2009), (Šimon 2004). Na obrázku výše je oštěpařský luk znázorněn.

Pro vyvinutí velké síly je pro oštěpaře nezbytně nutná kvalitní stabilita. Oštěpaři využívají tretry, které slouží proti sklouznutí při rozběhu, přeskoku nebo odhodu. Dále k efektivnějšímu vytvoření oštěpařského luku, tím že z rozběhu mohou rychle se dostat do odhodového postavení (Pavelková 2009).

Jak již bylo vícekrát zmíněno, hod oštěpem je koordinačně náročná disciplína. Kinetický řetězec hodu oštěpem horní končetiny zahrnuje přibližně 17 stupňů volnosti. Pojímá pohyby pletence ramenního, lokte, zápěstí i prstů. Čím větší je počet stupňů volnosti, tím složitější je kinetický řetězec (Barlett 2000).

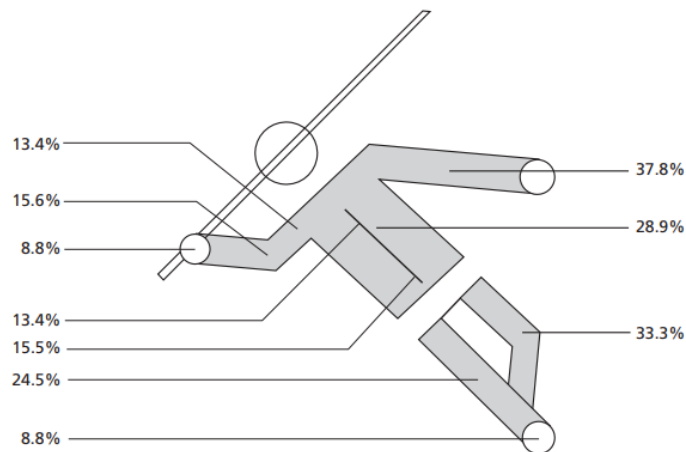
### 2.1.3 Úrazy

Podle Jílkové (2014) se objevují nejčastější zranění na horní končetině. Dominantní postavení zde zaujímá ramenní kloub, který tvoří až čtvrtinu všech zranění oštěpařů. Dále na horní končetině dochází běžně k poranění lokte. Na dolní končetině nejčastěji dochází ke zranění hlezenního kloubu a jen 13 % ze všech zranění oštěpařů připadá kolennímu kloubu. Nejméně náchylnou částí těla na úrazy je trup a ostatní části těla, která nebyly výše vyjmenovaná (Jílková 2014).



Obrázek 5 - Úrazy oštěpařů (Jílková 2014)

Při hodů oštěpem dochází k asymetrickému zatěžování těla, proto je přetěžována více dominantní neboli odhodová horní končetina. Bernacíková et al. (2010) ve své práci uvádí nejčastěji přetížené části těla. Jsou to měkké tkáně ramenního kloubu, záda v bederní oblasti, z důvodu prudkého zastavení po vypuštění oštěpu. Mezi další přetížené oblasti patří loket, kde se setkáváme se zánětem, svaly stehen nejčastěji musculus quadriceps femoris a kolenní menisky (Bernaciková et al. 2010).



Obrázek 6 - Procentuální vyjádření úrazů oštěpařů (Zatsiorsky, 2000)

Podle Zatsiorsky (2000) dochází ke zranění oštěpařů na hlezenním kloubu a kolenním kloubu. Dále na dolní části zad, na loketním a ramenním kloubu dominantní horní končetiny (Zatsiorsky 2000).

Během odhodu dochází k flexi lokte z 30 na 120 stupňů. Při ohybu lokte dochází k napínání předního svazku ulnárního kolaterálního vazů a při jeho stereotypně opakujícím zatížení může dojít k mikrotraumatům tohoto vazů. Dynamické stabilizátory lokte jsou také náchylné k úrazům, řadíme mezi ně musculus flexor digitorum profundus a flexory zápěstí (Meron a Saint-Phard 2017).

Studie s názvem *Common injuries among javelin throwers: a 10 - year overview (2007-2016)* poskytuje mezinárodní přehled zranění u oštěpařů zaznamenaný v letech 2007- 2016. Z výsledků studie vyplývají nejčastější oblasti zranění, kterými jsou ramena, lokte, bederní část zad a kolena. Dle této studie je nejčastější diagnózou u oštěpařů je mediální epikondylitida. Primární příčinou zranění je špatná biomechanika házení, která vede ke špatným kompenzačním pohybovým vzorům (Duvenage 2017).

L. Herrington (Herrington 1998) ve své studii měřil rozsahy vnitřní a zevní rotace v glenohumerálního kloubu oštěpařů. Posuzoval rozsah vnitřní a zevní rotace ramen na straně odhodové i neodhodové končetiny. Výsledky studie dokazují, že na straně dominantní horní končetiny je rozsah pohybu do vnitřní rotace větší než do rotace zevní. Nadměrný rozsah ramenního kloubu do zevní rotace způsobuje zvýšení excentrického zatížení rotátorové manžety a také zvýšení napětí pasivních komponent.

Mediální epikondylitida loketního kloubu patří mezi jedno z nejčastějších zranění oštěpařů. Jestliže paže zůstává při odhodu příliš natahována, točivá síla působí v loketním kloubu. Následkem působením točivé síly v lokti to a to může být vznik mediální epikondylitidy, neboli oštěpařského lokte (Šimon 2004), (Jílková 2014).

Hyeyoung a Youngsun et al. (Hyeyoung a Youngsun et al. 2014). se ve své studii věnovali prevenci poranění ramenního kloubu při hodu oštěpem. Autoři studie vycházeli z faktu, že pro maximální prevenci zranění ramenního kloubu při hodu oštěpem je důležité udržet rovnováhu a koordinaci svalů rotátorové manžety glenohumerálního kloubu. V rámci této studie šest oštěpařů absolvovalo osmí týdenní tréninkový program zaměřený na posílení svalů rotátorové manžety a na tzv. „core stabilitu“ neboli stabilitu jádra. Z výsledků studie vyplývá, že tento tréninkový program byl přínosný. Došlo ke zlepšení síly svalů rotátorové manžety, zároveň došlo ke zlepšení vzdálenosti hodu oštěpem, zvýšila se „core stabilita“ a celková flexibilita probandů.

## **2.2 Postura a posturální stabilita**

### **2.2.1 Postura**

Hrubá motorika má dvě složky – posturální a lokomoční motoriku, které společně zajišťují spolehlivý pohyb, při kterém se vyhneme přetížení nebo opotřebení částí pohybového aparátu. Hrubá motorika pro svojí funkci využívá svaly, které jsou schopny vyvinout velkou sílu. Hrubá motorika je zabezpečovací a oporná báze pro jemnou motoriku. Oba systémy motoriky spolu spolupracují jako jeden celek (Véle 2006).

Véle (2006) posturu přirovnává ke klidové poloze těla charakterizovanou určitým uspořádáním pohyblivých segmentů. Udržování nastavené výchozí polohy neboli postury probíhá dynamicky, přestože zevnímu pozorovateli se může postura zdát jako statický jev (Véle 2006). Postura je zajišťována interními silami, které se skládají především ze svalové aktivity především svalovou aktivitou. Pro člověka je výchozí posturou stoj. Předpokladem pro funkční samostatnost je efektivní kontrola bipedální postury (Bizovská 2017), (Vařeka Ivan 2002).

Proti působení zevních sil lidské tělo včetně všech pohybových segmentů aktivně drží postura. Nejvýznamnější vliv na držení lidského těla má tíhová síla. Kolář (Kolář 2020) upozorňuje, že postura není součástí pouze vzpřímeného bipedálního stoje, ale je prvkem každé polohy těla a je podmínkou pohybu. R. Magnus v roce 1924 tvrdil výrok „*posture follows movement like a shadow*“, neboli postura doprovází pohyb jako stín.

### **2.2.2 Stabilita a posturální stabilita**

Pojem stabilita se fyzikálně označuje jako schopnost přizpůsobit se podnětu a ustálit se v rovnovážném stavu v limitech stability a po odeznění podnětu se vrátit do výchozího stavu. V případě stojícího člověka je stabilita schopnost udržet se ve stoji těžiště v opěrné bázi (Bizovská 2017).

Dle Koláře (Kolář 2020) je posturální stabilita schopnost zajistit takové držení těla, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo nezřízenému pádu.

### 2.2.3 Řízení posturální stability

Lidské tělo je ve vzpřímené bipedální poloze z biomechanického hlediska nestabilní. Nestabilita je dána tím, že lidské tělo má malou plochu základny spolu s vysoko uloženým těžištěm. Jedná o tzv. „obrácené kyvadlo“. Posturální stabilitu zajišťují tři hlavní součásti, mezi které patří sensorická, řídicí a výkonná část. Propriorecepce, vizuální systém a vestibulární systém jsou hlavními aferentními systémy, které představují sensorickou složku. Řídicí část prezentuje centrální nervová soustava, do které řadíme mozek a míchu. Výkonnou složku zajišťuje pohybová soustava (Vařeka Ivan 2002).

#### Senzorická složka

Pomocí vizuálního systému získáváme informace z okolního prostředí, zrak výrazně ovlivňuje stabilizační proces (Véle 2006). Podle Winter (Winter 1995) je zrak zapojen do stabilizačního procesu pro plánování naší lokomoce a dále také slouží k vyhýbání se překážkám. Informace z vizuálního prostředí nám pomáhají zachovávat informovanost našeho těla v prostoru a také orientaci o pozici hlavy vůči tělu. Posturální jistotu, ale i nejistotu získáváme pomocí očí, které se „opírají“ o pevné body zevního prostředí (Véle 2006).

Freitas Júnior a Barela (Freitas Júnior a Barela 2004) tento jev potvrzují ve své studii, kde probandi stáli na pevné podložce, zatímco okolí bylo pohyblivé a změny vizuálních informací se shodují se změnou posturálních odchylek (Freitas Júnior a Barela 2004). Horák (Horak 2006) uvádí, že člověk se v dobře osvětleném prostředí s pevným povrchem pod nohama využívá pro udržení stabilního stoje pouze 10% vizuálních informací ze všech aferentních signálů. Ovšem při stoji na nestabilním povrchu se zrak využívá více z důvodu nahrazení informací z proprioreceptorů. Winter (Winter 1998) tvrdí, že nedochází k velkému rozdílu v kvalitě provedení posturální stability ve stoji, kdy má osoba oči otevřené, nebo ve stoji, kdy má osoba oči zavřené.

O směru gravitace člověka informuje vestibulární aparát. Údaje z vestibulárního aparátu slouží k rozpoznání polohy hlavy vzhledem k směru působení vektoru gravitace, dále také k zjištění pohybů hlavy. Vestibulární systém zpracovává i velmi malé pohyby hlavy, ke kterým dochází při fyziologických výchylnkách během stoje, nebo lokomoce. Tento údaj je porovnáván s informacemi zrakovými a proprioreceptivními a výsledek

porovnání se používá ke korekci polohy (Čakrt 2017), (Véle 2006). Winter (Winter 1995) vestibulární ústrojí přirovnává ke gyroskopu, který snímá lineární a úhlové zrychlení.

Propriorecepce je aference ze svalových a kloubních receptorů. Proprioreceptory se nachází ve svalech a šlachách. Můžeme k nim také přiřadit receptory informující o směru gravitace a tlakové receptory informující o rozložení tlaku na kontaktních plochách s podložkou umístěnou v jiných orgánech. Proprioreceptory podávají centrální nervové soustavě informace o aktuálním stavu pohybové soustavy. Propriorepceci nelze spontánně vnímat a popsat slovy. Propriorecepce bývá označována, jako šestý smysl tzv. svalový smysl (Véle 2006). Pro zlepšení posturální stability využíváme speciální trénink na nestabilních plochách, vibračních podložkách nebo slackline. Na těchto pomůckách je potřeba více informací z proprioreceptorů. Strejcová a kolektiv (Strejcová 2012) uvádějí, že porucha propriorecepce vede k opakovaným zraněním hlezenního kloubu.

Posturální stabilita je ovlivňována biomechanickými a neurofyzilogickými faktory. Velikost opěrné plochy, výška těžiště, hmotnost jedince představují biomechanické faktory. Mezi neurofyzilogické faktory se řadí integrace vestibulárních, zrakových, proprioreceptivních informací jak je zmíněno výše. Dále sem patří míra dráždivosti nervového systému, kvalita zpětnovazebných mechanismů, které řídí rovnováhu a psychické vlivy (Kolář 2020).

### **Řídící složka**

Řídící složka se podílí na řízení pohybu, které představuje cílené organizování činnosti motorického systému, které slouží k dosažení zamýšleného cíle (Véle 2006). Centrální nervový systém tvoří řídící složku. Do centrálního nervového systému řadíme tyto struktury: páteřní a prodlouženou míchu, Varolův most, střední mozek, mozeček, mezimozek, bazální ganglia, mozkovou kůru a limbický systém. Tyto struktury centrální nervové soustavy jsou vzájemně provázány drahami a tvoří funkční celky, které zpracovávají signály z různých analyzátorů sensorické složky (Rokyta 2016).

Transfer informací z řídicího orgánu na orgán řízený, je podmínkou pro vedení všech složitých procesů, například řízení rovnováhy. Nevyhnutelná je také koordinace svalových agonistů, antagonistů a princip zpětné vazby a kontroly (Ambler 2011).



## **Výkonná složka**

Výkonná složka je zajišťována třemi systémy. Jednak je to systém pasivní, který zahrnuje kostěné a chrupavčité struktury. Dále je to systém aktivní, což jsou svaly, které se podílejí na udržení stability. A můžeme zde zmínit i neurální systém, který řídí svaly, a tím ovlivňuje stabilitu. Svaly standardně rozdělujeme do dvou skupin – skupina tonických svalů, které mají sklon k hyperaktivitě a hypertonu až zkrácení. Opakem je skupina svalů fázických, které mají sklony spíše k oslabení, hypotonii až oslabení. Funkci posturální mají svaly tonické i fázické. Kvalita zajištění postury se odráží od toho, jak kvalitně se jednotlivé svaly nebo celé svalové skupiny zapojují do posturální funkce (Suchomel 2006).

Véle (Véle 2006) zmiňuje důležitost tzv. koaktivace, která představuje soudobou izometrickou činnost agonistů a antagonistů. Koaktivace je nezbytná pro udržení zaujaté polohy proti vlivu zevních sil. Střídání reciproční inhibice s koaktivací se postupně uplatňuje v období posturální ontogeneze. Dle Suchomela (Suchomel 2006) nezištnou posturální motoriku představuje moment, kdy jsou veškeré klouby centrovány v klidu i v pohybu.

### **2.2.3 Dynamická posturální stabilita a vyšetření posturální stability**

Dynamickou posturální stabilitu lze definovat jako schopnost jednotlivce zachovat rovnováhu během změny stavu dynamického do stavu statické (Wikstrom 2005). Statická i dynamická posturální stabilita jsou výslednou eferentní reakcí. Jedná se o výsledek ucelené souhry centrálního zpracování z vizuálních, somatosenzorických a vestibulárních stimulů. Statická posturální stabilita bývá hodnocena při vyšetření stoje, ale vzhledem k relativní snadnosti provedení, se neobjeví nedostatky posturální stability. Právě z tohoto důvodu se pro měření posturální stability využívá dynamické provedení (Wikstrom 2005).

K hodnocení posturální stability využíváme standardizované klinické testy a škály a dále přístrojové měření neboli posturografii. Mezi nejrychlejší vyšetření posturální stability patří klinické vyšetření, při kterém posuzujeme chůzi, modifikace chůze např.: chůze po špičkách, v podřepu, po patách, se zavřenýma očima, se vzpaženýma rukama, poazdu, pak také vstávání, vertikální skok, člunkový běh, vyvedení jedince ze statické pozice. Výhodou klinického vyšetření je jeho poměrně rychlé provedení. Mezi nevýhody se řadí jeho subjektivita, proto je vhodné k vyšetření dodat standardizované klinické testy nebo přístrojové vyšetření měřící posturální stabilitu (Kolářová 2012), (Véle 2012).

### *Standardizované klinické testy*

#### **Standing Balance Scale**

Standing Balance Scale hodnotí rovnováhu ve stoji na základě měření času. Obsahuje sedmibodovou řadovou stupnici, podle které se hodnotí schopnost udržovat různé polohy ve stoji. Čas měření byl dříve 60 s a nyní se častěji používá 30 s (Tyson a Connel 2009).

#### **Timed Up and Go**

Jedná se o test, který začíná vsedě na židli. Dále si testovaný stoupne a chůzí ujede tři metry. Poté se otočí a jde zpět k židli, kde se posadí. Hodnotí se čas provedení. Doba 13,5 s a déle představuje vysokou pravděpodobnost k budoucím pádům k pádům (Kwan 2011).

#### **Berg Balance Scale**

Berg Balance Scale je měřicí nástroj, který byl původně navržen k měření rovnováhy u starších osob. V dnešní době je nejčastěji využíván pacienty po cévní mozkové příhodě nebo také pacienty s roztroušenou sklerózou. Jedná se o komplexní testování čtrnácti úkolů, které jsou hodnoceny na pětibodové stupnici. Příklad úkolu uvádím otočení se a zvednutí předmětu z podlahy (Tyson a Connel 2009).

### *Posturografie*

Posturografie je definovaná jako přístrojové vyšetření posturální stability. Posturografie je způsob měření, jak získat objektivní data týkající se posturální stability jedince (Paillard a Noé 2015). Dle Trueblood et al. (Trueblood 2018) je posturografie zlatým standardem pro rozlišení senzorické, motorické nebo nervové složky řízení posturální stability. Nevýhodou přístrojového vyšetření je jeho finanční a technická

náročnost (Paillard a Noé 2015). Termín posturografie znamená hodnocení posturální stability ve vzpřímeném stoji.

Posturografie využívá k vyšetření posturální stability plošinu (Vařeka 2002). Počítačová posturografie patří mezi elektrofyziologické vyšetřovací metody. Posturografické vyšetření se využívá k objektivizaci balančního deficitu, ale nejedná se o diagnostickou metodu. Posturografie posuzuje motorické balanční schopnosti, které se podílejí na zachování posturální stability. Ze závěrů posturografického vyšetření lze také zjistit využitelnost jednotlivých sensorických složek, které se účastní kontroly rovnováhy (Kolář 2020).

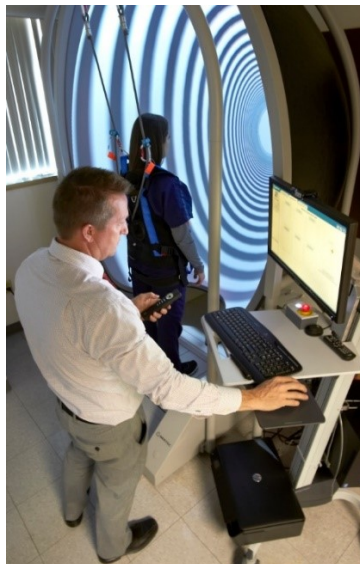
Rozlišujeme statické a dynamické posturografické vyšetření. Jestliže měříme stabilitu za situace, kdy se plošina ani testující jedinec nepohybují, mluvíme o statické posturografii – stoj, modifikace stoje, selektivní testování jednotlivých sensorických systémů. Vyšetření chůze nebo koordinačně náročnější pohyby zahrnuje dynamické testování, které dále pojímá vyšetření rovnováhy v situaci, kdy se pohybuje plošina pod pacientem (Kolář 2020).

Posturograf snímá reakční síly, které působí na plošinu posturografu. Jedná se o sílu reakční, která reaguje na sílu tíhovou podle zákona akce a reakce. Sekundární síly přenášené na plošinu jsou síly reakční síly svalů. Tyto síly odpovídají na oscilace těžiště během stoje. Ze snímaných dat lze matematickou úpravou vypočítat tzv. centre of pressure - působiště reakční síly, neboli vážený průměr všech tlakových sil, které působí na plošinu (Kolář 2020).

### **NeuroCom SMART EquiTest**

Dynamický posturograf NeuroCom SMART EquiTest je podrobně rozebrán v kapitole 4.2.1 NeuroCom SMART EquiTest.

## Bertec Balance Advantage



Obrázek 7 - Bertec Balance Advantage ([unlvptlabs.com](http://unlvptlabs.com))

Bertec Balance Advantage je dynamický počítačový posturograf, který je charakteristický svým pohlcujícím vizuálním prostorem. Kabina, která je kolem posturografu je ve tvaru sférické kopule, na kterou se promítá mnoho soustředných oválů. Jedinec, který je měřený v tomto přístroji, vnímá kopuli jako nekonečný tunel. Interaktivní technologie Bertec zobrazuje pro testovaného dynamické vizuální prostředí, které vytváří iluzi vlastního pohybu a spouští posturální reakce. Na rozdíl od běžných posturografů neposkytuje pevné vizuální body opory (Trueblood 2018).

#### **2.2.4 Posturální stabilita sportující populace a oštěpařů**

Autoři studie s názvem *Postural Stability in Healthy Child and Youth Athletes: The Effect of Age, Sex, and Concussion-Related Factors on Performance* měli za cíl zjistit, zda se posturální stabilita zlepšuje se zvyšujícím věkem, a jestli ženy mají posturální stabilitu lepší než muži. Studie se zúčastnilo 889 zdravých dětí od 9 do 18 let. Účastníků studie byla měřena posturální stabilita přístrojem BioSway. Z výsledků této studie vyplývá, že výkon posturální stability se zvyšuje s věkem, a lépe si vedly dívky než chlapci (Paniccia et al. 2018).

Oproti tomu ve studii Davlina (Davlin 2004), kde měřili dynamickou rovnováhu elitních sportovců pomocí stabilometru, nebyl nalezen významný rozdíl mezi výkony mužů a žen.

Váchová (Váchová 2020) ve své práci porovnávala dynamickou posturální stabilitu mezi muži a ženami aktivně hrající tenis. Výsledky výzkumu potvrzují, že ženy hrající tenis mají lepší posturální stabilitu než muži věnující se stejnému sportovnímu zaměření.

Javůrková (Javůrková 2015) ve svém výzkumu hodnotila stabilitu starších žáků věnující se atletice pomocí přístroje MFT S3 Check. Výsledky této studie dokazují nadprůměrné hodnoty indexu stability i senzomotoriky dívek v porovnání s chlapci. Byla prokázána střední závislost hodnot indexu BMI a tělesné hmotnosti k úrovni stability.

Philippe et al. (Philippe 2002) ve své studii porovnávali posturální dovednosti judistů a tanečníků spolu s kontrolní skupinou, kterou tvořili nesportovci. Testování probíhalo pomocí statických a dynamických posturografických testů. Z výsledků vyšlo, že při otevřených očích si lépe vedli judisté i tanečníci oproti kontrolní skupině. Při zavřených očích byli lepší pouze judisté.

Dle článku *Sport-Specific Balance* neexistují významné rozdíly v posturální stabilitě ve standardní vzpřímené poloze mezi sportovci různých specializací a jedinci, kteří jsou fyzicky aktivní, ale nevěnují se pravidelně konkrétní sportovní aktivitě. Ovšem sportovci mají lepší schopnost udržovat rovnováhu v konkrétních podmínkách (např.: stání na úzké podložce) (Zemková 2014).

Článek s názvem *Sport-Specific Balance Develops Specific Postural Skills* navazuje na předchozí shrnutí článku. Zabývá se rozvojem specifických posturálních

dovedností související s praktikovaným sportem – zejména s pozicemi specifickými pro konkrétní sport. Charakter pohybů zapojených do různých sportů ovlivňuje posturální adaptaci. Sportovní trénink rozvíjí specifické posturální dovednosti – v pozicích konkrétních pro daný sport. Dále sport stimuluje somatosenzorické, vestibulární nebo vizuální řetězce a tím vytváří posturální strategie pro daný posturální stav (Paillard 2014).

Ve článku od autora Hrysomallis, je uvedeno, že lepší schopnost kontrolovat rovnováhu mají zdatnější sportovci, než sportovci méně zdatní (Hrysomallis 2011).

Porovnáním rovnovážných a koordinačních schopností atletů na různé výkonostní úrovni se věnovali Mishra et al. (Kumar Mishra et al. 2017). V závěru studie je psáno, že lepší rovnováhu a koordinaci mají elitní atleti závodící na mezinárodní úrovni, než atleti závodící na okresní úrovni.

Autoři Lin W. et al (Wei-Hsiu et al. 2016) se zabývali hodnocením rovnováhy oštěpařů a basebalových nadhazovačů. Byla měřena statická a dynamická rovnováha pomocí systému Biodex Balance System. Soustředili na porovnání přední a zadní dolní končetiny podle toho, jak je má oštěpař/nadhazovač při odhodu. Mezi přední a zadní nohou u oštěpařů nebyl nalezen žádný významný rozdíl v dynamické nebo statické rovnováze. Ovšem statickou rovnováhu na zadní noze měli lepší oštěpaři než nadhazovači.

Ve výzkumu, ve kterém byla hodnocena dynamická posturální stabilita u hráčů frisbee, byly hodnoceny také dolní končetiny vzhledem k dominantní končetině (házecí). V této práci nebyl prokázán významný rozdíl mezi dolními končetinami. Významný rozdíl byl zjištěn při vzájemném porovnání zatížení dolních končetin. Z výsledků vyplývá zatíženější kontralaterální dolní končetina házecí horní končetině (Juranová 2021).

Jiná studie, která porovnávala balanční schopnosti dominantní a druhé dolní končetiny, zahrnuje do výzkumu aktivní atlety, konkrétně vrhače, sprintery a vytrvalce. Atletům byl měřen posun Centre of Pressure (působíště vektoru reakční síly působící od podložky) během stání na jedné a pak druhé DK. Stabilita byla hodnocena s vizuální kontrolou i bez ní. Lépe si vedli atleti při stožení na nedominantní dolní končetině. Autoři poukazují na zvýšené riziko zranění nedominantní dolní končetiny (Knight et al. 2016).

Cílem nedávného výzkumu bylo porovnat úroveň statické rovnováhy u dominantní a nedominantní dolní končetiny sportovců věnující se atletice, badmintonu, fotbalu nebo kriketu. Atleti nevykazovali významný rozdíl ve statické rovnováze dolních končetin se zavřenými a otevřenými očima a celkově si vedli nejlépe oproti ostatním sportovcům (Sanghavi 2021).

V následujících řádcích bych ráda shrnula získané studie, které byly využity pro moji diplomovou práci. Stabilitou sportovců jako takové se zabývalo mnoho autorů (Panicia 2018), (Davlin 2004), (Philippe 2002), (Paillard 2014), (Hrysomallis 2011), (Kumar Mishra et al. 2017), (Wei-Hsiu et al. 2016), (Juranová 2021), (Knight et al. 2016), (Sanghavi 2021), (Váchová 2020), (Javůrková 2015). Ne vždy měla populace věnující se konkrétnímu sportu aktivně lepší posturální stabilitu než lidé, kteří byli sportovci rekreativními (Zemková 2014), (Váchová 2020). V určitých výzkumech byla zkoumána odlišnost mezi rovnovážnými schopnostmi mužů a žen (Davlin 2004), (Váchová 2020), (Javůrková 2015), (Ozcan Kahraman et al 2018). Tato diference nebyla doposud cílem výzkumu mezi atlety věnující se hodu oštěpem. V této diplomové práci nás zajímá, zda se projeví faktor pohlaví na rozdílné stabilitě mezi muži a ženami. Rešerše byla také soustředěna na publikace, které zkoumají působení jednostranně založených sportů na odlišné zatěžování či rozdílnou stabilitu dolních končetin.

### 3 Metodologie práce

Tato diplomová práce se zaměřuje na hodnocení dynamické posturální stability u atletů zabývajících se disciplínou hod oštěpem pomocí dynamické počítačové posturografie Neurocom SMART EquiTest. Počet studií zkoumající dynamickou posturální stabilitu u oštěpařů je velmi malý. Oštěpaři bývají často začleněni do skupiny vrhačů nebo do skupiny atletů všech disciplín. Dřívější studie prokázaly rozdíl mezi sportovci a běžnou populací (Philippe 2002), (Zemková 2014). Vyhledané zdroje naznačují, že ženy mají lepší posturální stabilitu než muži (Paniccia 2018), (Pavlů a Váchová 2020), (Javůrková 2015). Nejednoznačným zkoumaným parametrem je dominance dolní končetiny ve vztahu k přední a zadní noze oštěpaře při odhodu. Nejnovější studie zabývající se dynamickou posturální stabilitou u jednostranně zaměřených sportů, naznačují, rozdílné zatížení DKK (Juranová 2021) nebo rozdílnou úroveň stability dominantní a n dominantní DK (Knight et al. 2016), (Wei-Hsiu et al. 2016) . že při odhodu je zatíženější dolní končetina, která je kontralaterální vzhledem k odhodové horní končetině

Na základě získaných informací o dynamické posturální stabilitě oštěpařů jsou v následující podkapitole stanoveny cíle práce.

#### 3.2 Cíl práce

Hlavním cílem této diplomové práce je, zhodnotit, zda má pravidelné aktivní vykonávání disciplíny hod oštěpem vliv na dynamickou posturální stabilitu ve srovnání s jedinci, kteří se aktivně hodu oštěpem nevěnují. Dalším cílem je porovnat dynamickou posturální stabilitu mezi oštěpařkami a oštěpaři. Dále zjistit, zda existuje vztah, který by ozřejmil dominanci dolní končetiny ve vztahu přední a zadní noze oštěpaře při odhodu.



### 3.3 Výzkumné otázky

Hod oštěpem je technicky komplexní atletická disciplína. Pohyby, které oštěpař musí provést, jsou náročné na pohybovou koordinaci. Aby pohyby oštěpaře mohly být přesně provedeny, základem je dynamická posturální stabilita. Kvalitní výkony hodů oštěpem kladou vysoké nároky na stabilizační funkce oštěpaře.

Níže uvedené výzkumné otázky jsou stanoveny vzhledem k definovaným cílům práce.

1. Jaký vliv má aktivní vykonávání atletické disciplíny hod oštěpem u sportovců zabývajících se tímto sportovním odvětvím na výsledky jednotlivých parametrů testů hodnotících dynamickou posturální stabilitou s porovnáním s kontrolní skupinou?
2. Jakým způsobem a v jakých parametrech se liší naměřené hodnoty dynamické posturální stability u skupiny oštěpařů a skupiny oštěpařek?
3. Existuje vztah, který by ozřejmil dominanci dolní končetiny ve vztahu přední a zadní dolní končetině oštěpaře při odhodu?

### 3.4 Hypotézy

Na základě stanovených výzkumných otázek, byly určeny následující hypotézy.

**H1:** Předpokládám, že výsledky obou testovacích směrů testu Rhythmic Weight Shift u experimentální skupiny oproti kontrolní skupině se budou lišit.

**H2:** Předpokládám, že parametr COG Sway Velocity testu Unilateral Stance u skupiny oštěpařek a skupině oštěpařů se bude lišit.

**H3:** Předpokládám, že kontralaterální dolní končetina vzhledem k odhodové horní končetině bude více zatížená oproti druhé dolní končetině při parametru Weight Symmetry testu Motor Control Test.

H1, H2, H3 testovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

### 3.5 Úkoly práce

1. Vyhledání, prostudování a písemné zpracování odborné literatury související s tématem diplomové práce.
2. Výběr vhodných probandů k testování.
3. Seznámení probandů s průběhem měření a jeho možnými riziky.
4. Odebrání amnestických údajů probandů pomocí dotazových metod – dotazníku.
5. Měření dynamické posturální stability u experimentální skupiny pomocí přístroje NeuroCom SMART EquiTest.
6. Analýza a vyhodnocení naměřených dat experimentální skupiny.
7. Porovnání dynamické posturální stability u oštěpařů s populací nevěnující se hodu oštěpem.
8. Vzájemné porovnání dynamické posturální stability oštěpařů a oštěpařek.
9. Vzájemné porovnání dynamické posturální stability dolních končetin vzhledem k odhodu.
10. Konfrontace výsledků s předem stanovenými hypotézami.

## 4 Metodika práce

### 4.2 Zpracování teoretických východisek

Diplomová práce se dělí na dvě části. První z nich je teoretická a druhá výzkumná. Teoretická východiskům studie se soustředí na problematiku dynamické posturální stability, a dále na fyziologické, biomechanické a kineziologické aspekty hodů oštěpem. Při zpracování teoretické části byly využity dostupné české i zahraniční zdroje. Vyhledávání odborné literatury bylo pomocí vědeckých databází – Google Scholar, Pubmed, Web of Science, Medvik a rešeršní databáze Národní lékařské knihovny. Všechna použitá odborná literatura je uvedena dle platného znění citační normy ČSN ISO690 (Bratková 2007).

### 4.3 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor představuje experimentální skupinu.

Výběr výzkumného souboru byl záměrně empirický. Experimentální skupinu tvoří 10 oštěpařů a 10 oštěpařek ( $n = 10$ ) ve věku 18 – 30 let aktivně vykonávající atletickou disciplínu hod oštěpem. Probandi se věnují oštěpu minimálně 5 let a trénují minimálně tři dny v týdnu a jsou v disciplíně hod oštěpem na druholigové až extraligové úrovni. Vylučujícími kritérii pro experimentální skupinu bylo neurologické postižení jakéhokoliv charakteru, mentální postižení nebo nižší stupeň inteligence, akutní infekční onemocnění, jakéhokoliv onemocnění nebo úraz v době rekonvalescence po onemocnění nebo úrazu. Soubor probandů experimentální skupiny je charakterizován v tabulce.

Tabulka 1 - popisná charakteristika výzkumného souboru ( $n=20$ )

Experimentální skupina celá ( $n=20$ )		
	mean $\pm$ SD	(min-max); MED
Věk [roky]	20,45 $\pm$ 2,49	(18,42-27,53); 19,86
Výška [cm]	177,5 $\pm$ 9,24	(160-191); 174,5
Váha [kg]	74 $\pm$ 13,19	(55-103); 70
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	23,33 $\pm$ 2,47	(19,15-28,62); 23,4
Sportovní aktivita [týden/h]	10,35 $\pm$ 3,34	(5-16); 7,5
Odrazová DK	P=0, L=20	
Odhodová HK	P=20, L=0	

Legenda: mean – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; min – minimální hodnota; max – maximální hodnota; MED – medián.

Tabulka 2 - popisná charakteristika výzkumného souboru, ženy (n=10)

Experimentální skupina žen (n=10)		
	mean ± SD	(min-max); MED
Věk [roky]	23,73 ± 2,85	(18,44-27,53); 23,73
Výška [cm]	170,1 ± 5,87	(160-180); 177
Váha [kg]	65 ± 5,69	(55-77); 74
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	22,48 ± 1,81	(19,15-25,39); 23,61
Sport. aktivita [týden/h]	10,8 ± 3,54	(5-16); 9,75
Odrazová DK	P=0, L=10	
Odhodová HK	P=10, L=0	
PB [m]	41,00 ± 7,63	(33,03-57,99); 37,76

Legenda: mean – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; min – minimální hodnota; max – maximální hodnota; MED – medián, PB – Nejlepší výkon v hodu oštěpem

Tabulka 3 - popisná charakteristika výzkumného souboru, muži (n=10)

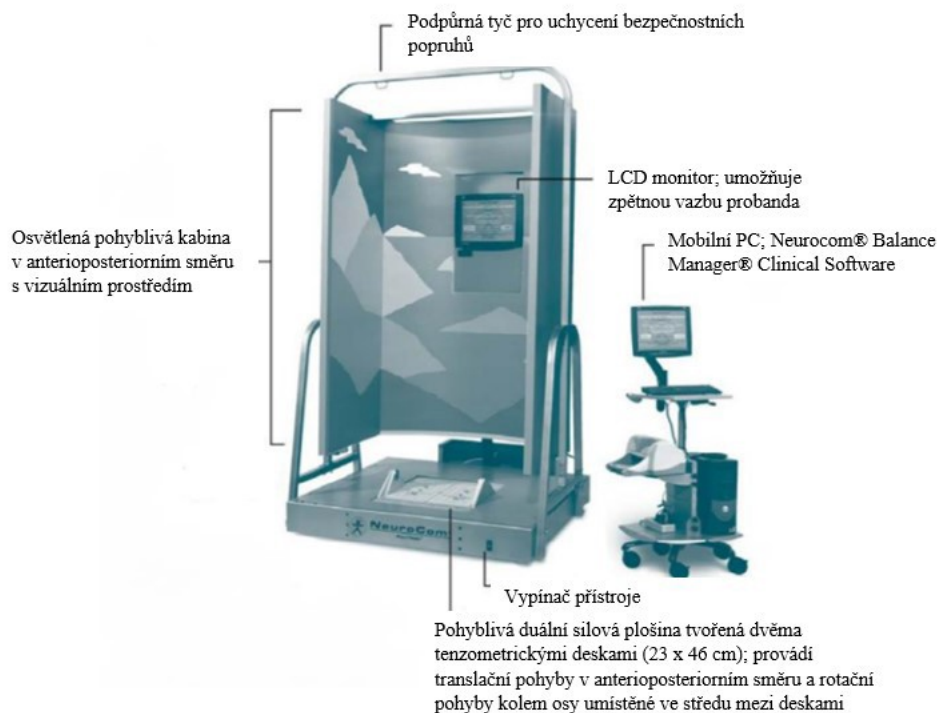
Experimentální skupina mužů (n=10)		
	mean ± SD	(min-max); MED
Věk [roky]	19,76 ± 1,31	(18,42-22,34); 21,02
Výška [cm]	184,90 ± 5,50	(175-191); 181
Váha [kg]	83,00 ± 12,39	(67-103); 74
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	24,19 ± 2,73	(19,37-28,62); 23,55
Sport. aktivita [týden/h]	9,90 ± 3,06	(6-15); 9,75
Odrazová DK	P=0, L=10	
Odhodová HK	P=10, L=0	
PB [m]	53,71 ± 11,61	(40,11-74,18); 51,85

Legenda: mean – aritmetický průměr; SD – směrodatná odchylka; min – minimální hodnota; max – maximální hodnota; MED – medián, PB – Nejlepší výkon v hodu oštěpem

## 4.2.1 NeuroCom SMART EquiTest

### Popis přístroje

NeuroCom SMART EquiTest je přístroj řadící se mezi metodu dynamické počítačové posturografie. Slouží k diagnostickým i terapeutickým účelům například u pacientů s poruchou rovnováhy, závratěmi nebo u jedinců s pohybovými problémy. Přístroj hodnotí systémy podílející se udržování rovnováhy lidského organismu, mezi které řadíme somatosenzorické, vestibulární i vizuální složky. Zařízení obsahuje dvě základní části. První z nich je tenzometrická silová plošina, kolem níž je pohybová kabina s vizuálním prostředím, a druhá část přístroje je počítač obsahující software – NeuroCom Balance Manager. (Vomáčková et al. 2020)



Obrázek 8 - Přístroj Neurocom SMART EquiTest (Vomáčková et al., 2020)

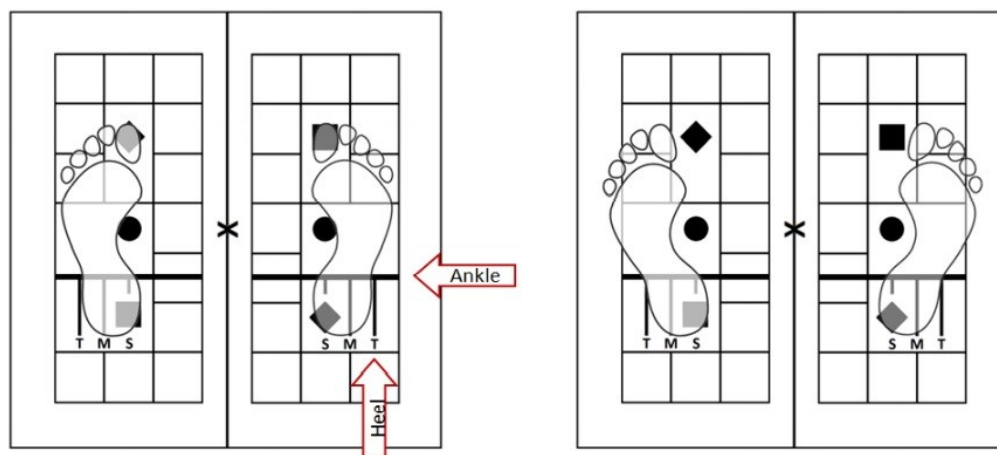
Přístroj umožňuje testování na stabilní nebo nestabilní plošině a současně ve statickém nebo dynamickém vizuálním prostředí (Concordia University 2019). Různými testovacími podmínkami – pohyb plošiny, pohyb vizuálního prostředí nebo vyřazením zraku testovaného zavřením očí lze posuzovat rozsah percepce a vyhodnocení somatosenzorických a zrakových informací (Vomáčková et al. 2020).

Tenzometrická plošina zaznamenává změny tlaku. Přístroj obsahuje celkem dvě tenzometrické plošiny, které jsou rozděleny na dva kvadranty. Přístroj při zatížení snímá vertikální síly, které určí polohu těžiště (NeuroCom International 2008).

Získaná data jsou převedena do počítače a program NeuroCom Balance Manager výsledky analyzuje. Následně dojde k zobrazení výsledků v číselných hodnotách nebo v grafech. Díky těmto podrobným výsledkům se dá diagnostikovat míru poškození motoriky nebo somatosenzoriky. NeuroCom SMART EquiTest je využíván lékaři k přesnější diagnostice a následně se používá k účinnější léčbě (Concordia University 2019).

NeuroCom SMART EquiTest má v terapii široké využití. Používá se k prevenci pádů – zejména u starších osob, v neurorehabilitaci, k léčbě závratí, k léčbě otřesů mozku nebo k léčbě traumatického poranění mozku nebo také ke kompenzaci. Dále je hojně využíván ve výzkumu (Natus Medical Incorporated 2015).

Horním limitem váhy testovaného jedince je 200 kg a horním limitem výšky je 203 cm. Přístroj vyžaduje pro správné měření přesné nastavení dolních končetin, viz obrázek – Správné nastavení dolních končetin (Concordia University 2019).



Obrázek 9 - Správné nastavení dolních končetin na nášlapné desce (Concordia university, 2019)

Systém obsahuje celkem sedm hodnotících protokolů.

**Sensory Organization Test (SOT)** – testuje reakci posturálního systému posouzením vzájemného působení mezi vestibulárním, somatosezorickým a vizuálním systémem testované osoby. V rámci testu SOT dochází k předozadním pohybům plošiny, předozadním pohybům vizuálního prostředí nebo kombinace obojího.

**Motor Control Test (MCT)** – hodnotí odpověď testovaného na vychýlení rovnováhy, které je uskutečněno nečekanými translačními pohyby plošiny v předozadním směru.

**Adaptation Test (ADT)** – slouží k hodnocení motorické reakce a adaptace na schopnosti jedince reagovat a adaptovat se na pohyby plošiny, které se opakovaně posouvají do rotace (Vomáčková et al. 2020).

**Limits of Stability (LOS)** – vyžaduje, aby testovaní přenesli své těžiště směrem k osmi cílům rozmístěných na kružnici v intervalech 45°. Hodnotí schopnost jedince přemístit těžiště k požadovanému cíli (Concordia University 2019).

**Rhythmic Weight Shift (RWS)** – slouží k hodnocení schopnosti posunu těžiště ve dvou směrech (laterolaterálním a anteroposteriorním) při rozdílných rychlostech.

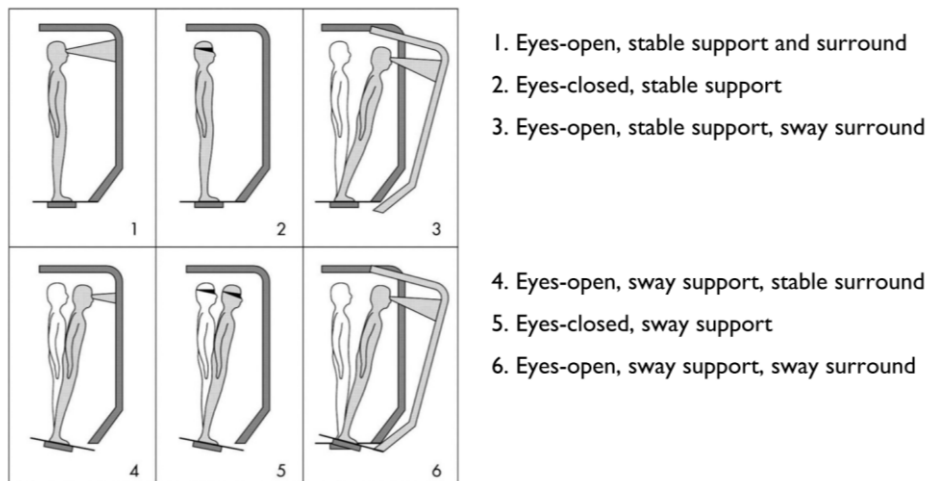
**Weight Bearing Squat (WBS)** – při různých stupních flexe v koleni určuje poměrné zatížení obou dolních končetin.

**Unilateral Stance (US)** – posuzuje stabilitu při stojí na jedné dolní končetině. Test zahrnuje hodnocení stability s otevřenýma i zavřenýma očima. (NeuroCom International 2008).

#### **4.2.2 Popis použitých vyšetřovacích protokolů**

##### **Sensory Organization Test (SOT)**

V průběhu SOT se dochází k měření stability jedince jednak v klidu s otevřenýma nebo zavřenýma očima, nebo je hodnocena stabilita za ztížených podmínek. Dochází k předozadním pohybům kabiny, předozadním posunům plošiny nebo ke kombinaci obou pohybů. SOT hodnotí dynamickou posturální stabilitu, která je zajišťována třemi sensorickými systémy, mezi které řadíme samatosenzorické, zrakové a vestibulární ústrojí. Test se skládá ze šesti situací, při čemž každá situace má odlišnou kombinaci pohybů plošiny a kabiny. Šest fází trvá šest vteřin. Každá situace je opakována třikrát. Pro lepší znázornění testu je níže přiložen obrázek.



Obrázek 10 - Sensory Organization test (Concordia university, 2019)

Equilibrium Score (EQL) je procentuální parametr, který je během testu vyhodnocován. EQL nabývá hodnot v rozsahu od 0 % do 100 %. V případě, že během testu dojde k pádu je EQL 0% a jestliže při testu nedochází k žádným titubacím, pak je výsledek EQL 100 %. Pro každou věkovou skupinu byly výrobcem stanoveny normativní hodnoty EQL (Vomáčková et al. 2020)(Concordia University 2019)(NeuroCom International 2008).

Strategy Analysis je bezrozměrné skóre a popisuje, zda je během testu využívána kotníková nebo kyčelní strategie k udržení rovnováhy. V případě že hodnota je vyšší nebo blíží se k číslu 100, jedná se o převahu kotníkovou strategie pro udržení rovnováhy. Naopak hodnoty nízké, blízké 0 jsou typické pro kyčelní strategii pro udržení rovnováhy (Vomáčková 2020).

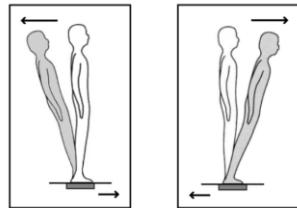
### **Motor Control Test (MCT)**

Během MCT probíhají translační pohyby plošiny v anerioposteriorním směru po dobu menší než 1 vteřina. MCT posuzuje míru schopnosti posturálních složek jedince reagovat na posuvné pohyby plošiny. Během testování dochází ke zvyšování míry a rychlosti jednotlivých posunů. Velikost translačních pohybů je individuálně nastavována přístrojovým softwarem s ohledem na výšku testovaného jedince.

Software během MCT zaznamenává a vyhodnocuje parametr Latency. Tato veličina vyjadřuje čas v jednotce milisekunda. Čas je měřen od prvotního pohybu plošiny do první motorické reakce probanda. První motorickou odpovědí je zpravidla odpor



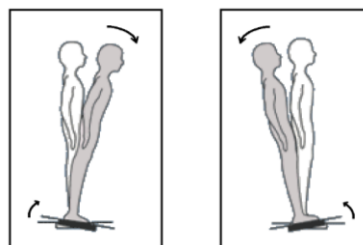
působící dolními končetinami do plošiny. Parametr Latency vyjadřuje zvláště data pro pravou a levou dolní končetinu (Vomáčková et al. 2020). Dále je systémem vyhodnocován parametr Strength Symmetry, který popisuje vynaloženou sílu, kterou jedinec vynaloží k udržení rovnováhy. Parametr Latency udává čas, za který se jedinec vrátí do původního stavu a poměr zatížení dolních končetin během odpovědi na translační posun plošiny určuje parametry Weight Symmetry (Vomáčková 2020).



Obrázek 11 - Motor Control Test (Concordia university, 2019)

### Adaptation Test (ADT)

Při ADT dochází k rotačním pohybům plošiny kolem osy X. Tento test hodnotí schopnost osoby motoricky odpovídat a přizpůsobovat se rotačním posunům podložky. Test zahrnuje celkem pět náklonů směrem nahoru, palce nohou se zvedají nahoru, a pět náklonů směrem dolů, palce nohou se posouvají dolů. Čas náklonu plošiny je volen náhodně v rozmezí tří a pěti sekund. Sway Energy Score udává hodnotu energie, která je nezbytná k udržení stoje, aby nedošlo k pádu. Čím méně energie jedinec vynaloží pro udržení optimálního stoje, tím je provedení testu hodnoceno lépe. Z důvodu opakovaných náklonů plošiny, vzniká na pohyby podložky adaptace (Vomáčková et al. 2020) (Concordia University 2019).



Obrázek 12 - Adaptation Test (Concordia university, 2019)

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

LOS měří plochu, ve které je jedinec schopen provádět pohyb bez ztráty kontaktu chodidel s tenzometrickou plošinou. LOS slouží k hodnocení kvality balančních mechanismů a k také k hodnocení schopnosti, do jaké vzdálenosti je účastník zvládne pohybu těžiště nad bází opory. Před měřenou osobou je monitor s osmi značkami, které představují cíl pro jednotlivá měření. Značky jsou rovnoměrně rozmístěny do obvodu elipsy ve 45 procentních rozestupech. Testování začíná zaujetím dané polohy, ve které se snaží ustálit svoje těžiště v malém čtverci uprostřed monitoru. Jakmile zazní zvukový signál, měřená osoba se snaží v nejkratším čase a nejpresněji vyklonit tělo do vyznačené značky, která svítí na monitoru. Během testování musí udržovat chodidla po celou dobu kontaktu s tenzometrickou deskou. Každý pokus trvá osm sekund. V případě, že jedinec zvládne zaujmout pozici v cílové značce dřív, snaží se v této pozici setrvat, než vyprší časový limit (Concordia University 2019)(NeuroCom International 2008).

V průběhu testu LOS je vyhodnocováno celkem pět parametrů. Reaction Time udává dobu od slyšitelného zvukového podnětu k prvotní hybné reakci měřeného jedince. Milisekunda je jednotkou parametru Reaction Time. Průměrnou rychlost těžiště při primárním pokusu o dosažení udává parametr Movement Velocity, jehož jednotkou je stupeň za sekundu. Parametrem udávaný v procentech je Endopoint Excursion, který hodnotí vzdálenost bodu, v němž končí prvotní pohyb k zamýšlenému cíli. Maximum Excursion hodnotí také trajektorii bodu, ne počáteční, ale maximální, kterou těžiště urazí a jednotkou jsou opět procenta. Directional control charakterizuje přesnost dráhy těžiště. Hodnota 100 % popisuje přímočarý pohyb k zamýšlenému cíli a výsledky pod 100 % znamenají odchylky od přímočarého pohybu (Vomáčková 2020).

### **Rhythmic Weight Shift (RWS)**

RWS slouží k hodnocení schopnosti přizpůsobit se rychlé změně směru těžiště. Další jeho úlohou je posouzení způsobilosti k adaptování se rychlosti pohybu určitého pohybu podnětu, který se hýbe na dvou osách. Trajektorie směřují zepředu dozadu (anteroposteriorně) a zprava doleva (laterolaterálně) Výsledné hodnoty jsou uvedeny dle parametru v procentech, nebo ve stupních za sekundu (Concordia University 2019). On-Axis Velocity je parametr udávaný ve stupně/s popisující rychlost pohybu v zamýšleném směru. Druhým parametrem je Directional Control, který se rovná rozdílu

mezi směrovou přesností pohyby v požadovaném směru a směrovou nepřesností pohybu. Procento je jednotkou parametru Directional Control (Vomáčková 2020).

### **Weight Bearing Squat (WBS)**

WBS udává poměr zatížení levé a pravé dolní končetiny při flexi v kolenních kloubech – 0°, 30°, 60° a 90°. Jednotkou jsou procenta. Test se provádí s otevřenými očima pro zrakovou kontrolu. V průběhu testu s názvem WBS účastník měření udělá pomalý dřep, při němž se zastaví prvně ve 30°, dále v 60° a jako poslední v 90°. Hodnota Percent Body Weight se vyjadřuje v procentech a ukazuje rozložení tělesné váhy dolních končetin. Zdraví jedinci vykazují hodnoty  $\pm 7\%$  (Concordia University 2019)(Natus Medical Incorporated 2015)(NeuroCom International 2008).

### **Unilateral Stance (US)**

US je test, který zahrnuje stání na jedné noze. Tato zkouška začíná zaujetím správné výchozí polohy, při které nestojná dolní končetina udržuje v 90° flexi v kolenním i v kyčelním kloubu. Horní končetiny se opírají v místě boků. Zprvu se měří stání na levé, pak na pravé dolní končetině. Měření probíhá nejdříve s otevřenými očima a následně bez zrakové kontroly. Pro obě dolní končetiny jsou celkem tři pokusy, při čemž jeden trvá deset sekund. Výsledky vykazují dva parametry. První z nich je COG Sway Velocity, který vyjadřuje poměr výchylky těla za jednotku času udávaný v °/s. Druhým parametrem je Mean COG Sway Velocity, který udává průměrnou hodnotu ze všech tří měření (Concordia University 2019), (Natus Medical Incorporated 2015).

#### 4.4 Metoda sběru dat

Výzkum byl odsouhlasen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 019/2021 dne 26. 3. 2021 (viz příloha 1). Praktická měření pro tuto práci probíhala v období od září 2021 do února roku 2022 v kineziologické laboratoři katedry fyzioterapie UK FTVS v Praze. Pro měření dynamické posturální stability byl použit dynamický počítačový posturograf SMART EquiTest NeuroCom. Na tomto přístroji je možno spustit celkem sedm standardizovaných testů. Mezi ně se řadí: Sensory Organisation Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Adaptation Test (ADT), Limits of Stability (LOS), Rhythmic Weight Shift (RWS), Weight Bearing Squat (WBS) a Unilateral Stance Test (US). Tyto testy jsou detailněji popsány v předcházející podkapitole. Druhým nástrojem pro získávání dat byl anamnestický dotazník (viz příloha 3), jehož autorem je hlavním řešitelem práce.

#### 4.5 Průběh a postup sběru dat

Každý proband byl vyšetřen pouze jednou v časovém rozmezí 45 – 60 min. Před měřením všichni probandi vyplnili krátký amnestický dotazník. Dotazník sloužil k prověření kritérií, která by mohla vyřadit probandy z účasti ve studii.

Všichni účastníci výzkumu byli srozuměni s cílem studie a průběhem před jejím začátkem, což stvrdili svým podpisem informovaného souhlasu (viz příloha 2). Následně se probandi převlékli do sportovního oděvu, byli změřeni na měřidle NeuroCom a zváženi. Kvůli případnému pádu byl každý proband upevněn do bezpečnostních popruhů potřebné velikosti.

V následujícím čase bylo provedeno měření, které obsahovalo všech sedm testů jdoucích po sobě. Před každým testem dynamické posturální stability dostali probandi instrukce k prováděnému úkonu. Účastníci během měření neopouštěli kabinu ani neměli pauzu. Kvalifikovaný pracovník laboratoře dohlížel na správný postup praktického měření. Probandi neměli možnost si jednotlivé testy před samotným měřením vyzkoušet. Každý účastník výzkumu si mohl po měření odpočinout. V případě, že aktéři studie chtěli dostat výsledky v podobě výstupních záznamů, byly jim zaslány e-mailem uvedeným v anamnestickém dotazníku.

## 4.6 Analýza dat

Přístroj Neurocom SMART EquiTest má k dispozici program Neurocom Balance Manager Software, ve kterém byla uložena veškerá naměřená data. Posléze byla získaná data převedena do programu Microsoft Excel 2013. Pro experimentální skupinu byla vytvořena přehledná tabulka, která obsahovala jednotlivá data. Z naměřených dat byly vypočítány jednotlivé statistické hodnoty pomocí funkcí obsahující program Microsoft Excel 2013. Jednalo se o: aritmetické průměry, mediány, minima, maxima a směrodatné odchylky.

Hodnoty experimentální skupiny byly porovnány kontrolní skupinou. Kontrolní skupina odpovídá stanoveným hodnotám, které jsou využívány pro hodnocení posturální stability počítačovým systémem NeuroCom SMART EquiTest.

Nepředpokládalo se normální rozdělení všech získaných dat, na základě zkušeností vycházející z předcházejících studií v Kineziologické laboratoři katedry fyzioterapie UK FTVS. Pro vyhodnocení dat s nesterjními rozptyly byl využit Welchův t-test, který porovnal statistický rozdíl. Welchův t-test je parametrický test využívaný pro porovnávání průměrů mezi dvěma nezávislými skupinami bez předpokladu stejných populačních rozptylů (Ahad a Yahaya 2015). Za hladinu statistické významnosti pro hodnocení provedených testů je považovaná úroveň  $\alpha = 0,05$ . Je-li,  $p \leq 0,05$  platí, že výsledek testu je signifikantní.

## 5 Výsledky

V následující části diplomové práce jsou podrobně znázorněny a popsány výsledky výzkumu. Naměřená hodnota výzkumné skupiny testů RWS, ADT, SOT, MCT a UNI byla statisticky porovnána s daty kontrolní skupiny – NeuroCom Data Range odpovídající stejnému věkovému rozmezí experimentální skupiny. Skupina oštěpařů dosáhla statisticky lepších výsledků v testech ADT (TUP-1  $p=0,032$ ; TDN-1  $p=0,000$ ), SOT (EQL-4  $p=0,001$ ) a MCT (LLT-F-M  $p=0,007$ ; LLT-F-L  $p=0,046$ ; RLT-F-M  $p=0,000$ ). Naopak porovnání parametrů RWS (LR-DC-S  $p=0,002$ ; LR-DC-M  $p=0,001$ ; FB-DC-S  $p=0,000$ ; FB-DC-M  $p=0,001$ ) ukázalo statisticky významně horší výsledek pro výzkumnou skupinu, ale parametru (FB-V-S  $p=0,044$ ), signifikantně lepší výsledek pro oštěpaře. V rámci porovnání hodnot testu UNI nebyly shledány žádné statisticky významné výsledky. Tabulka s hodnotami testu UNI je uvedena v příloze číslo šest. Hodnoty testů WBS a LOS výzkumné skupiny nebyly porovnány, z důvodu neexistujících hodnot skupiny NeuroCom Data Range pro tyto testy.

Výsledné hodnoty skupiny mužů – oštěpařů ze všech sedmi testovacích baterií byly porovnány s výslednými hodnotami testů skupiny žen – oštěpařek. Statisticky významné rozdíly byla vypočteny pouze u MCT, ADT (TUP-1  $p=0,012$ , TUP-2  $p=0,008$ , TDN-1  $p=0,000$ ) a SOT (STRA- 2,5,6 ( $p=0,049$ ), ( $p=0,001$ ), ( $p=0,039$ )). Ženy byly jednoznačně lepší v deseti parametrech MCT (LLT-B-S  $p=0,033$ ; LLT-B-M  $p=0,030$ ; LAM-B-S  $p=0,022$ ; LAM-B-L  $p=0,042$ ; LAM-F-S  $p=0,034$ ; LAM-F-M  $p=0,003$ ; RAM-B-M  $p=0,041$ ; RAM-F-S  $p=0,012$ ; RAM-F-M  $p=0,009$ ; RAM-F-L  $p=0,007$ ) oproti mužům. Ve zbylých testech byly signifikantní výsledky poměrně vyrovnané a nedá se říct, že by

Nebylo prokázáno statisticky významně větší zatížení ani jedné dolní končetiny, ačkoli výsledné hodnoty parametru Weight Symmetry MCT naznačovaly nerovnoměrné zatížení ve prospěch levé dolní končetiny. Příložené výsledky WBS ( $p=0,021$ ) statisticky významně potvrzují, že u oštěpařů je levá dolní končetina více zatížená.

Výsledky z výše zmíněných testů jsou prezentovány zde v kapitole ve formě tabulek. Výsledné hodnoty, které jsou statisticky významné, jsou zvýrazněny zelenou barvou.

## 5.2 Výsledky testu RWS

Výsledky RWS ukazují, že si skupina oštěpařů dosahovala horších výsledků oproti KS v parametru Directional Control. S porovnáním s KS oštěpaři zaznamenali statisticky významně nižší přesnost pohybu (Directional Control) v laterolaterálním směru o malé ( $p=0,002$ ) a střední ( $p=0,001$ ) rychlosti. Stejně tak tomu bylo ve směru předozadním o malé ( $p=0,000$ ) a střední ( $p=0,001$ ) rychlosti.

Skupině oštěpařů byla naměřena vyšší rychlost v přenášení těžiště v anteroposteriorním směru při malé rychlosti oproti KS ( $p=0,044$ ). Vzájemné porovnání výsledků VS a KS testu RWS je znázorněno v tabulce 4.

Tabulka 4 – výsledky testu RWS

Test	Označení	VS (n=20) Mean	VS SD	KS (n=74) mean	KS SD	Welch t-test	P-value t-test
RWS	LR-V-S	3,075	0,508	2,900	0,400	1,426	0,166
RWS	LR-V-M	4,695	0,458	4,500	0,500	1,657	0,107
RWS	LR-V-F	9,140	1,107	9,000	1,400	0,473	0,639
RWS	FB-V-S	2,345	0,913	1,900	0,300	2,149	0,044
RWS	FB-V-M	3,185	0,348	3,000	0,500	1,904	0,064
RWS	FB-V-F	5,670	0,806	5,700	0,900	-0,144	0,886
RWS	LR-DC-S	80,850	5,304	85,200	3,600	-3,459	0,002
RWS	LR-DC-M	85,150	3,705	88,600	3,200	-3,799	0,001
RWS	LR-DC-F	89,650	3,021	91,000	3,300	-1,738	0,092
RWS	FB-DC-S	78,200	5,609	84,100	5,000	-4,268	0,000
RWS	FB-DC-M	82,350	5,756	87,500	5,200	-3,622	0,001
RWS	FB-DC-F	84,950	10,656	89,300	3,900	-1,793	0,088

Legenda: VS - Výzkumná skupina; KS – Kontrolní skupina; Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; LR - Laterolaterální směr; FB - Anteroposteriorní směr; V - Úhlová rychlost; DC - Directional Control; S - Malá rychlost kurzoru; M - Střední rychlost kurzoru; F - Velká rychlost kurzoru

## 5.3 Výsledky testu ADT

Výzkumná skupina dosáhla v ADT ve dvou případech statisticky významně lepších výsledků s porovnáním se stanovenými hodnotami NeuroCom Data Range. V prvních měření náklonu tenzometrické plošiny směrem „palci dolů“ ( $p=0,000$ ) i „palci nahoru“ ( $p=0,032$ ) měla skupina oštěpařů statisticky významně nižší hodnoty parametru Sway Energy Score. To znamená že, pro zachování rovnováhy skupině oštěpařům stačilo vynaložit méně energie oproti kontrolní skupině. Výsledky testu ADT jsou zaznamenány v tabulce 5.

Tabulka 5 - výsledky testu ADT

Test	Označení	VS (n=20) Mean	VS SD	NC (n=64) mean	NC SD	Welch t-test	P-value t-test
ADT	TUP-1	69,650	17,275	84,645	45,358	-2,186	0,032
ADT	TUP-2	62,850	16,484	66,563	25,485	-0,762	0,450
ADT	TUP-3	58,850	14,090	62,406	22,170	-0,847	0,401
ADT	TUP-4	53,850	12,866	54,375	13,147	-0,158	0,875
ADT	TUP-5	58,250	13,634	53,094	13,236	1,486	0,147
ADT	TDN-1	49,450	11,325	76,138	34,414	-5,346	0,000
ADT	TDN-2	42,400	10,975	45,455	12,503	-1,050	0,301
ADT	TDN-3	38,750	8,270	39,697	10,797	-0,414	0,681
ADT	TDN-4	39,600	9,399	37,000	10,306	1,055	0,299
ADT	TDN-5	37,150	5,764	35,848	8,529	0,778	0,440

Legenda: VS - Výzkumná skupina; KS – Kontrolní skupina; Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; TUP – Toes up; TDN – Toes down; 1-5 počet opakování

## 5.4 Výsledky testu SOT

V tabulce 6 jsou znázorněny výsledky testu SOT. Z důvodu absence dat parametrů Strategy analysis byla skupina oštěpařů porovnána s kontrolní skupinou pouze v rámci Equilibrium score. Jen ve čtvrtém měření (otevřené oči, nestabilní plošina, nepohyblivé okolí) měla skupina oštěpařů statisticky významně lepší výsledek Equilibrium score ( $p=0,001$ ).

Tabulka 6 - výsledky testu SOT

Test	Označení	VS (n=20) Mean	VS SD	NC (n=112) mean	NC SD	Welch t-test	P-value t-test
SOT	EQL-1	93,483	2,628	93,991	2,350	-0,808	0,427
SOT	EQL-2	92,000	1,499	92,045	4,218	-0,086	0,931
SOT	EQL-3	91,367	6,950	91,494	3,335	-0,080	0,937
SOT	EQL-4	87,417	5,164	82,451	7,549	3,659	0,001
SOT	EQL-5	70,567	6,249	69,196	10,437	0,801	0,428
SOT	EQL-6	68,267	13,124	67,185	11,582	0,345	0,733

Legenda: VS - Výzkumná skupina; KS – Kontrolní skupina; Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; EQL - Equilibrium score, 1-5 podmínky testu



## 5.5 Výsledky testu MCT

Výsledky MCT ukazují větší úspěšnost výzkumné skupiny. Oštěpaři dosáhli statisticky významně lepších výsledků v parametrech Latency right (RLT) a Latency left (LLT). Parametry LLT a RLT zobrazují čas do prvního odporu měřené osoby proti posunu plošiny. Porovnání parametru LLT při posunu plošiny dopředu o střední ( $p=0,007$ ) a velké ( $p=0,046$ ) rychlosti dosahuje skupina oštěpařů lepších výsledků, než jsou stanovené hodnoty NeuroCom Data Range. Podobně byla skupina oštěpařů úspěšnější při porovnání dat parametru RLT. Konkrétně se jedná o data měřená při posunu plošiny dopředu ( $p=0,000$ ) o velké rychlosti. Výsledky MCT testu jsou znázorněny v tabulce 7. Pro některé rychlosti parametrů LLT a RLT neexistují číselné hodnoty NeuroCom Data Range. Neexistující data jsou v tabulce označené číslicí 0 a výsledek statistických testů pomlčkou.

Pro další parametry testu MCT nejsou dané číselné hodnoty NeuroCom Data Range. Z tohoto důvodu nebylo možné hodnoty MCT oštěpařské skupiny porovnat.

Tabulka 7 - výsledky testu MCT

Test	Označení	VS (n=20) Mean	VS SD	NC (n=29) Mean	NC SD	Welch t-test	P-value t-test
MCT	LLT-B-S	131,500	32,290	0,000	0,000	-	-
MCT	LLT-B-M	120,500	29,407	124,000	15,569	-0,487	0,630
MCT	LLT-B-L	107,000	45,946	117,000	19,760	-0,917	0,369
MCT	LLT-F-S	139,000	15,460	0,000	0,000	-	-
MCT	LLT-F-M	134,000	11,136	143,000	10,180	-2,879	0,007
MCT	LLT-F-L	115,500	39,303	135,000	14,970	-2,116	0,046
MCT	RLT-B-S	138,000	9,274	0,000	0,000	-	-
MCT	RLT-B-M	119,000	28,792	124,000	15,569	-0,708	0,485
MCT	RLT-B-L	100,500	50,939	117,000	19,760	-1,379	0,182
MCT	RLT-F-S	126,500	32,292	0,000	0,000	-	-
MCT	RLT-F-M	129,000	8,888	143,000	10,180	-5,104	0,000
MCT	RLT-F-L	129,000	14,107	135,000	17,970	-1,307	0,198

Legenda: VS - Výzkumná skupina; KS - Kontrolní skupina; Mean - Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; LLT - Left latency; RLT - Right latency; B - Back; F - Front; S - Small; M - Medium; L - Large

## 5.6 Výsledky testu MCT – vzájemné porovnání mužů a žen

Výsledky MCT testu ukazují, že muži a ženy se vzájemně liší v parametru Left latency. Ženy měly rychlejší reakci odporu do podložky s porovnáním s muži. Konkrétně při posunu plošiny dozadu o malé ( $p=0,033$ ) i střední ( $p=0,030$ ) rychlosti. Dále se oštěpaři

a oštěpačky lišili v parametru Amplitude na pravé i levé straně. Ženám stačil kratší čas pro vrácení do původního stavu celkem v osmi parametrech. Konkrétně ženy byly úspěšnější v parametru Left Latency při pohybu plošiny dozadu o malé ( $p=0,022$ ) a velké rychlosti ( $p=0,042$ ) a při pohybu plošiny dopředu o malé ( $p=0,034$ ) a střední rychlosti ( $p=0,003$ ). Také dosáhly lepších výsledků v parametru Right Latency při pohybu plošiny dozadu o střední rychlosti ( $p=0,041$ ) a při pohybu dopředu o malé ( $p=0,012$ ), střední ( $p=0,09$ ) i vysoké rychlosti ( $p=0,07$ ). V rámci MCT byly ženy úspěšnější celkem v deseti parametrech.

Tabulka 8 - výsledky testu MCT, vzájemné porovnání mužů a žen

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
MCT	LLT-B-S	110,000	38,471	141,000	9,434	-2,475	0,033
MCT	LLT-B-M	85,000	56,258	131,000	5,385	9,165	0,030
MCT	LLT-B-L	107,000	45,946	129,000	9,434	-1,483	0,172
MCT	LLT-F-S	136,000	16,248	142,000	14,000	-885	0,389
MCT	LLT-F-M	133,000	12,689	135,000	9,220	-0,403	0,692
MCT	LLT-F-L	104,000	52,574	127,000	7,810	-1,368	0,204
MCT	RLT-B-S	138,000	11,662	138,000	6,000	0,000	1,000
MCT	RLT-B-M	109,000	37,269	129,000	8,307	-1,656	0,132
MCT	RLT-B-L	85,000	56,258	116,000	39,547	-1,426	0,173
MCT	RLT-F-S	119,000	41,581	134,000	15,620	-1,068	0,308
MCT	RLT-F-M	129,000	8,307	129,000	9,434	0,000	1,000
MCT	RLT-F-L	128,000	14,000	130,000	14,142	-0,318	0,754
MCT	LAM-B-S	4,000	1,789	7,500	3,828	-2,620	0,022
MCT	LAM-B-M	6,200	4,094	10,800	5,793	-2,051	0,057
MCT	LAM-B-L	8,500	4,272	12,900	4,657	-2,202	0,042
MCT	LAM-F-S	2,000	0,775	3,800	2,227	-2,414	0,034
MCT	LAM-F-M	4,600	2,059	8,300	2,610	-3,520	0,003
MCT	LAM-F-L	7,500	7,500	11,300	2,865	-1,497	0,163
MCT	RAM-B-S	5,200	2,561	7,600	3,412	-1,779	0,094
MCT	RAM-B-M	7,300	4,818	11,300	2,865	-2,257	0,041
MCT	RAM-B-L	9,700	5,274	13,800	4,261	-1,912	0,073
MCT	RAM-F-S	2,100	0,943	4,000	1,844	-2,901	0,012
MCT	RAM-F-M	4,600	1,855	7,400	2,332	-2,971	0,009
MCT	RAM-F-L	7,400	1,908	10,600	2,691	-3,068	0,007
MCT	SS-B-S	111,300	16,131	102,200	21,089	1,084	0,295
MCT	SS-B-M	106,100	22,264	105,100	17,751	0,111	0,913
MCT	SS-B-L	104,500	16,027	104,000	16,577	0,069	0,946
MCT	SS-F-S	100,300	22,614	104,600	16,578	-0,485	0,634
MCT	SS-F-M	101,900	20,729	93,400	9,200	1,185	0,259
MCT	SS-F-L	99,700	15,389	96,100	8,502	0,648	0,528
MCT	WS-B-S	97,300	7,444	96,400	8,200	0,257	0,800
MCT	WS-B-M	99,100	6,268	98,700	8,787	0,117	0,908

MCT	WS-B-L	97,800	7,011	98,700	8,877	-0,252	0,804
MCT	WS-F-S	98,100	6,685	98,600	7,566	-0,157	0,877
MCT	WS-F-M	98,200	6,660	97,600	8,261	0,179	0,860
MCT	WS-F-L	98,500	7,890	96,600	9,211	0,495	0,627

Legenda: Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; LLT – Left latency; RLT – Right latency; LAM – Amplitude left; RAM – Amplitude right; SS – Strength Symmetry; WS – Weight Symmetry, B – Back; F – Front; S – Small; M – Medium; L – Large

## 5.7 Výsledky testu ADT – vzájemné porovnání mužů a žen

V ADT testu ženy oštěpařky ve dvou případech výrazně uspěly v porovnání s muži oštěpaři, a naopak v jednom měření byly výrazně horší než muži. Ženám byly naměřeny nižší parametry Sway Energy Score v prvním náklonu plošiny „palci nahoru“ ( $p=0,012$ ) i „palci dolů“ ( $p=0,08$ ). Oproti tomu ženy měly vyšší hodnotu parametru Sway Energy Score v pátém náklonu „palci dolů“ ( $p=0,000$ ).

Tabulka 9 – výsledky testu ADT, vzájemné porovnání mužů a žen

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
ADT	TUP-1	69,650	17,275	84,645	45,358	-2,583	0,012
ADT	TUP-2	62,850	16,484	66,563	25,485	-1,092	0,278
ADT	TUP-3	58,850	14,090	62,406	22,170	-1,205	0,232
ADT	TUP-4	53,850	12,866	54,375	13,147	-0,278	0,781
ADT	TUP-5	58,250	13,634	53,094	13,236	2,680	0,008
ADT	TDN-1	49,450	11,325	76,138	34,414	-6,096	0,000
ADT	TDN-2	42,400	10,975	45,455	12,503	-1,745	0,084
ADT	TDN-3	38,750	8,270	39,697	10,797	-0,642	0,523
ADT	TDN-4	39,600	9,399	37,000	10,306	1,787	0,077
ADT	TDN-5	37,150	5,764	35,848	8,529	1,138	0,258

Legenda: Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; TUP – Toes up; TDN – Toes down; 1-5 počet opakování

## 5.8 Výsledky testu SOT – vzájemné porovnání mužů a žen

Vzájemné porovnání výsledných hodnot Equilibrium Score oštěpařů a oštěpařek neukázalo významnou diferencovanost. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán u porovnání hodnot Strategy Analysis při třech různých podmínkách měření. Jednalo se o testování se zavřenýma očima a stabilní stojné ploše ( $p=0,049$ ), dále testování se zavřenýma očima a nestabilní stojné ploše ( $p=0,001$ ) a při posledním měření, při kterém měli testování otevřené oči, ale stejná plocha a prostředí bylo pohyblivé ( $p=0,039$ ). Ženy ve všech třech zmíněných případech měly hodnotu parametru Strategy Analysis vyšší. Parametr Strategy Analysis určuje číselné vyjádření kotníkové nebo kyčelní strategie. Jde-li o nízké hodnoty nebo hodnoty se blížíci nule, jedná se o kyčelní strategii. Jestliže se hodnoty blíží k číslu 100 nebo jsou větší, mluvíme o kotníkové strategii. Z výsledků SOT testu vyplývá, že ženy k udržení rovnováhy využívají více kotníkovou strategii oproti mužům.

Tabulka 10 – výsledky testu SOT, vzájemné porovnání mužů a žen

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
SOT	EQL-1	92,233	4,633	93,991	2,350	13,343	0,304
SOT	EQL-2	91,900	2,082	92,045	4,218	13,140	0,924
SOT	EQL-3	90,600	2,265	91,494	3,335	15,845	0,494
SOT	EQL-4	86,500	3,787	82,451	7,549	13,259	0,153
SOT	EQL-5	73,167	6,067	69,196	10,437	14,459	0,316
SOT	EQL-6	68,800	13,937	67,185	11,582	17,417	0,781
SOT	STRA-1	94,800	3,347	95,633	1,456	13,343	0,484
SOT	STRA-2	95,567	0,831	94,400	1,497	13,140	0,049
SOT	STRA-3	95,200	1,551	93,933	2,026	15,845	0,136
SOT	STRA-4	90,067	2,576	89,233	2,902	13,259	0,506
SOT	STRA-5	90,900	2,314	78,400	7,487	14,459	0,001
SOT	STRA-6	84,333	6,721	74,433	11,958	17,417	0,039

Legenda: Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; EQL - Equilibrium Score, STRA – Strategy Analysis; 1-5 podmínky testu

## 5.9 Výsledky testu MCT – vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny

Parametr Weight Symmetry (WS) ukazuje poměrné zatížení dolních končetin. Hodnota sto představuje symetrické zatížení dolních končetin. Je-li hodnota menší než sto znamená to větší zatížení levé dolní končetiny a naopak větší zatížení pravé dolní končetiny je pro hodnoty větší než sto. Tabulka číslo 12 představuje výsledné hodnoty parametru WS. Na první pohled naznačují větší zatížení levé dolní končetiny, ale při statistickém výpočtu nebyly tyto hodnoty označeny jako statisticky významné.

Tabulka 11 - výsledek testu MCT, vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny

Test	Označení	WS (n=20) mean	WS SD	Symetrie mean	Symetrie SD	Welch t-test	P-value t-test
MCT	WS-B-S	96,850	7,840	100,000	0	-1,797	0,089
MCT	WS-B-M	98,900	7,635	100,000	0	-0,644	0,527
MCT	WS-B-L	98,250	8,012	100,000	0	-0,977	0,341
MCT	WS-F-S	98,350	7,143	100,000	0	-1,033	0,315
MCT	WS-F-M	97,900	7,509	100,000	0	-1,251	0,226
MCT	WS-F-L	97,550	8,628	100,000	0	-1,270	0,219

Legenda: Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; WS – Weight Symmetry, B – Back; F – Front; S – Small; M – Medium; L – Large

## 5.10 Výsledky testu WBS – vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny

Výsledky testu WBS jsou zde přiloženy záměrně. V tabulce s číslem 13 jsou znázorněny a vzájemně porovnány hodnoty WBS pro obě dolní končetiny. Při nula stupňové flexi v koleni, tedy při stoji, byl na plošině zaznamenaný statisticky významný rozdíl mezi dolními končetinami ( $p=0,021$ ). Více zatížená byla levá dolní končetina. Tento výsledek koreluje s výsledky MCT a jeho parametru Weight Symmetry.

Tabulka 12 - výsledek testu WBS, vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny

Test	Parametr	Left (n=20) mean	Left SD	Right (n=20) mean	Right SD	Welch t-test	P-value t-test
WBS	L,R WBS - 0°	51,100	3,767	48,900	3,767	2,486	0,021
WBS	L,R WBS - 30°	50,450	3,122	49,550	3,122	1,227	0,232
WBS	L,R WBS - 60°	49,850	3,468	50,150	3,468	-0,368	0,716
WBS	L,R WBS - 90°	50,000	3,860	50,000	3,860	0,000	1,000

Legenda: Mean – Aritmetický průměr; SD - Směrodatná odchylka; L – left, R – right, WBS – Weight Bearing Squat

## 6 Diskuze

Většina dohledaných studií věnující se tématu hod oštěpem, se soustředí nejčastěji na prevenci zranění oštěpařů kloubů horních končetin (Jílková 2014), (Bernaciková et al. 2010), (Meron a Saint-Phard 2017), (Duvenage 2017), (Hyeyoung a Youngsun et al. 2014). Dále bylo vydáno mnoho publikací, které studují biomechanické a kineziologické aspekty hodu oštěpem (Pavelková 2009), (McGarry 2013), (Zatsiorsky 2000), (Krejnusová 2019), (Lehman 2010), (Panoutsakopoulos a Kollias 2013), (Mahmud 2010), (Novotný 2008), (Pavlovic et al. 2020), (Haq et al. 2020), (Chen et al. 2019). Časté jsou také studie, ve kterých jsou zkoumané tréninkové metody oštěpařů (Young 2001), (Satya a Kumar 2018). Dynamické a statické posturální stabilitě se ve svém výzkumu věnuje kolektiv autorů Wei-Hsiu et al. (2016). Stabilita skupiny oštěpařů byla porovnána se skupinou baseballistů a také byla konfrontována stabilita dolních končetin mezi sebou. Pro měření byly využity jiné typy testů, konkrétně: Y Balance test, Biodex Balance System test a Single leg balance test. Nebyla nalezena žádná signifikantní odlišnost v dynamické stabilitě mezi oštěpaři a nadhazovači, ale ve statické stabilitě byli úspěšnější oštěpaři. Stabilita dolních končetin byla bez rozdílů (Wei-Hsiu et al. 2016).

Jiné studie zabývající se balančními schopnostmi oštěpařů zahrnují do výzkumného souboru atlety věnující se i jiným disciplínám. Autoři Knight et al. (Knight et al. 2016) do výzkumů zařadil skupiny vrhačů, sprinterů a vytrvalců. Jiné studie konkrétně necharakterizovali výzkumnou skupinu atletů (Kumar Mishra et al. 2017). Pro výzkum, který hodnotil stabilitu dětí věnující se atletice, taktéž nebyly vybrány děti soustředící se na konkrétní disciplínu (Javůrková 2015). Rovněž jsou dohledatelné publikace, ve kterých jsou balanční schopnosti oštěpařů porovnávány s rovnovážnými schopnostmi sportující populací, ale věnující se jinému sportu (Sanghavi 2021), (Wei-Hsiu et al. 2016).

Tato diplomová práce je prvním výzkumem, která zkoumá dynamickou posturální stabilitu oštěpařů pomocí přístroje NeuroCom SMART EquiTest. Data dynamické posturální stability z tohoto posturografu jsou známá pro různé skupiny sportovců. Hodnoty byly například naměřeny pro fotbalisty (Kučera 2019), basketbalisty (Živcová 2020), hráčů frisbee (Juranová 2021), tenisty (Váchová 2020), také pro házenkářky (Pešková 2020) a pro další sportovní odvětví. V budoucnu lze jednotlivé hodnoty testů NeuroCom SMART EquiTest sportovců porovnat vůči sobě.

## 6.1 Diskuze k výzkumné otázce číslo 1

*Jaký vliv má aktivní vykonávání atletické disciplíny hod oštěpem u sportovců zabývajících se tímto sportovním odvětvím na výsledky jednotlivých parametrů testů hodnotících dynamickou posturální stabilitou s porovnáním s kontrolní skupinou?*

V této diplomové práci bylo pro porovnání výzkumné skupiny s kontrolní skupinou využito dohromady 47 parametrů, nicméně výsledné hodnoty ukazují významný rozdíl pouze v 11 proměnných. Oštěpaři byli významně úspěšnější celkem v 7 parametrech, zatímco data kontrolní skupiny byly lepší ve čtyřech parametrech. Z těchto součtů můžeme vyvodit závěr, že dynamická posturální stabilita oštěpařů a oštěpařek testována na přístroji NeuroCom SMART EquiTest se od kontrolní skupiny liší v jejich prospěch.

Mohli bychom se domnívat, že úroveň dynamické posturální stability skupiny oštěpařů se bude významně diferencovat od nesportující populace. Oštěpaři byli úspěšnější při součtu všech získaných parametrů, avšak podle dohledané literatury by výsledky mohly dopadnout i naopak. Rovnovážné schopnosti atleta ovlivňuje pravidelný trénink specifický pro dané sportovní odvětví, který způsobuje vznik rozdílných neuromuskulárních vzorů. Vzory mají vliv na případnou nerovnováhu sil, která může způsobovat dysfunkční stabilizaci některých segmentů těla. Tato zmíněná nerovnováha sil je schopná se projevit jako snížená úroveň posturální stability nebo vzájemnou nesouměrností dolních končetin, která se může manifestovat ve snížení výkonu sportovce nebo v případné poranění (Henrique Marchetti et al 2012).

Výzkum, ve kterém měli rovnovážné schopnosti při otevřených očích horší elitní sportovci oproti nesportovcům, se věnoval volejbalistům. Stabilita byla probandům měřena na plošině Kisler Force Plate. Studii zde uvádím záměrně, protože volejbal je stejně jako hod oštěpem jednostranný sport, kde je opakovaně využívána zejména jedna z horních končetin.

Kolektiv autorů (Wei-Hsiu et al. 2016) tvrdí, že lepší statickou rovnováhu při stožení na jedné DK se zavřenými očima mají oštěpaři než nadhazovači v baseballu. Sanghavi (2021) uvádí, že atleti mají lepší úroveň statické rovnováhy při stožení na jedné DK než badmintonisti, fotbalisti a hráči kriketu. V této práci nebyl sledován žádný významný rozdíl mezi hodnotami testu UNI, který zahrnuje stoj s otevřenými a zavřenými očima výzkumné a kontrolní skupiny.

V mé studii byly hodnoty výzkumné skupiny oštěpařů porovnány s daty kontrolní skupiny NeuroCom data Range celkem v pěti testech. Data obou souborů se významně lišila alespoň v jednom z parametrů ve čtyřech testech a to ADT, SOT, MCT a RWS. Ve třech testech byli úspěšnější oštěpaři ADT (TUP-1  $p=0,032$ ; TDN  $p=0,000$ ), SOT (EQL-4  $p=0,001$ ), RWS (FB-V-S  $p=0,044$ ) a MCT (LLT-F-M  $p=0,007$ ; LLT-F-L  $p=0,046$ ; RLT-F-M  $p=0,000$ ). V testu RWS (LR-DC-S  $p=0,002$ ; LR-DC-M  $p=0,001$ ; FB-DC-S  $p=0,000$ ; FB-DC-M  $p=0,001$ ) měli oštěpaři horší výsledek než kontrolní skupina. Hodnoty testu UNI se mezi skupinami nelišily.

## 6.2 Diskuze k výzkumné otázce číslo 2

*Jakým způsobem a v jakých parametrech se liší naměřené hodnoty dynamické posturální stability u skupiny oštěpařů a skupiny oštěpařek?*

Naměřené hodnoty dynamické posturální stability zkoumaných oštěpařů a oštěpařek se liší u parametrů testů MCT, ADT, RWS a SOT. Skupina oštěpařek byla úspěšnější v deseti parametrech testu MCT oproti mužům. Při posunu plošiny dozadu o malé ( $p=0,033$ ) i střední ( $p=0,030$ ) rychlosti. Dále se oštěpaři a oštěpařky lišili v parametru Amplitude. Ženy byly úspěšnější v parametru Left Latency při pohybu plošiny dozadu o malé ( $p=0,022$ ) a velké rychlosti ( $p=0,042$ ) a při pohybu plošiny dopředu o malé ( $p=0,034$ ) a střední rychlosti ( $p=0,003$ ). Také dosáhly lepších výsledků v parametru Right latency při pohybu plošiny dozadu o střední rychlosti ( $p=0,041$ ) a při pohybu dopředu o malé ( $p=0,012$ ), střední ( $p=0,09$ ) i vysoké rychlosti ( $p=0,07$ ). Ve zbylých testech byly signifikantní výsledky poměrně vyrovnané a nedá se říct, že by skupina mužů nebo žen převládala v jednotlivých zkouškách.

Váchová (Váchová 2020) a Javůrková (Javůrková 2015) se ve svých výzkumech zaměřovali na porovnání dynamické a statické posturální stability mužů a žen mezi sebou. Obě tyto studie dokazují lepší rovnovážné schopnosti žen.

Javůrková (Javůrková 2015) využívala pro měření rovnovážných schopností přístroje MFT S3 Check a výzkumnou skupinu tvořily děti kategorie staršího žactva věnující se atletice. Na druhou stranu další studie, jejímž cílem bylo prozkoumat, zda se liší úroveň dynamické posturální stability u vysoce kvalifikovaných sportovců (gymnasti, fotbalisti, plavci) mezi oběma pohlavími, neshledala významný rozdíl v úrovni dynamické posturální stability mezi mužským a ženským pohlavím. Pro získání objektivních dat byl využit stabilometr (Davlin 2004).



Jiný významný rozdíl, který byl sledován mezi oštěpařkami a oštěpaři byl v testu SOT a konkrétně parametru Strategy Analysis. Signifikantní diference byla naměřena během testování se zavřenými očima a stabilní stojné ploše ( $p=0,049$ ), dále při testování se zavřenými očima a nestabilní stojné ploše ( $p=0,001$ ) a při posledním měření, při kterém měli testovaní otevřené oči, ale stejná plocha a prostředí bylo pohyblivé ( $p=0,039$ ). Ženy ve všech třech zmíněných případech měly hodnotu parametru Strategy Analysis vyšší. Parametr Strategy Analysis, popisuje, zda jedinec pro udržení rovnováhy využívá více kotníkovou nebo kyčelní strategii. Jde-li o nízké hodnoty nebo hodnoty se blížíci nule, jedná se o kyčelní strategii. Jestliže se hodnoty blíží k číslu 100 nebo jsou větší, lze hovořit o kotníkové strategii. Z výše zmíněných hodnot, lze usuzovat, že u mužů převládá kyčelní strategie oproti ženám, u kterých spíše kotníková. Tento poznatek by bylo vhodné do budoucna ozřejmit, zda by rozdíl balanční strategie mezi pohlavím projevil více na širším výběru oštěpařů nebo sportovců věnující se jinému sportovnímu odvětví.

### **6.3 Diskuze k výzkumné otázce číslo 3**

*Existuje vztah, který by ozřejmil dominanci dolní končetiny ve vztahu přední a zadní dolní končetině oštěpaře při odhodu?*

Pro řešení této problematiky byl vybrán parametr Weight Symmetry testu MCT z testové baterie NuroCom SMART EquiTest, který popisuje poměr zatížení DKK při různě posturálně náročných situacích. V tomto případě nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi dominantní a nedominantní DK, ale výsledné hodnoty naznačovaly větší zatížení odrazové DK. Pro ozřejmění dominance levé odrazové dolní končetiny byly záměrně využity data parametrů testu WBS, kde byl sledován významný rozdíl ( $p=0,021$ ) mezi DKK během stoje s  $0^\circ$  flexí v kolenních kloubech.

Průběh testů WBS a MCT se sice liší, ale oba testy vyžadují stoj na obou DKK také stálý kontakt chodidel s tenzometrickou plošinou. V průběhu obou testů mají měřené osoby otevřené oči. Během MCT dochází k posturálně náročným situacím (posun plošiny anteriorně a posteriorně). Na druhou stranu WBS představuje klidný stoj za neměnicích se podmínek. Z výše uvedených výsledků se dá vyvodit závěr, že oštěpaři mají nesymetrické rozložení své hmotnosti mezi dolními končetinami při posturálně méně náročných situacích (klidný stoj na obou dolních končetinách). Zatímco při změněných

podmínkách prostředí (pohyb plošiny anteriorně a posteriorně) se dominance odrazové dolní končetiny neprojevuje.

Další studie zdůrazňuje nezbytnost kompenzace jednostranně zaměřených sportovních aktivit, hledala vliv morfologických vlastností těla na rozložení hmotnosti mezi DKK. Výsledky dokazují vliv míry obvodu stehen a horní částí paží na zatížení dolních končetin (Bučinel et al 2019).

## 6.4 Diskuze k hypotéze H1

*H1: Předpokládám, že výsledky obou testovacích směrů testu Rhythmic Weight shift u experimentální skupiny oproti kontrolní skupině se budou lišit.*

Test RWS se spolu s testem LOS diferencuje v samotném provedení od ostatních testů z testové baterie NeuroCom SMART EquiTest. V průběhu testu RWS dochází k pohybu testovaného, který je vyobrazován na monitoru. Rozdíl je dále v tom, že testovaný po celou dobu měření může kontrolovat pozici svého těla pomocí monitoru. Proband je informován prostřednictvím monitoru o postuře a má možnost díky zpětné vazbě korigovat svoje postavení těla. Jedná se o test reaktivní (Bizovská 2017). Během konání testu je nutné udržovat stálý kontakt s plošinou. Test se zaměřuje na hodnocení dynamických posunů těžiště těla do čtyř směrů. Výsledky testu RWS experimentální skupiny se významně lišily celkem v pěti z dvanácti testovaných parametrů. S porovnáním s KS oštěpaři zaznamenali statisticky významně nižší přesnost pohybu v laterolaterálním směru o malé ( $p=0,002$ ) a střední ( $p=0,001$ ) rychlosti. Stejně tak tomu bylo ve směru předozadním o malé ( $p=0,000$ ) a střední ( $p=0,001$ ) rychlosti. Skupině oštěpařů byla naměřena vyšší rychlost v přenášení těžiště v anteroposteriorním směru při malé rychlosti oproti KS ( $p=0,044$ ). Test RWS je jediný ve kterém oštěpaři dosáhli signifikantně horších výsledků, než jsou hodnoty NeuroCom data Range, ale je nutné zdůraznit, že tomu tak nebylo ve všech výsledcích testu RWS.

Vzhledem k tomu, že oštěpaři pro hodnotné sportovní výkony potřebují kvalitní dynamickou posturální stabilitu, jsou tyto výsledky překvapivé. Jedná o skupinu sportovců, která se pravidelně setkává s motorickým učením. V testu RWS by se měla projevit schopnost motorického učení, zvláště když dostávají prostřednictvím monitoru zpětnou vazbu. Mohlo se stát, že probandi výzkumné skupiny nebyli plně soustředěni či motivováni pro dosažení nejlepších výsledků. Významné rozdíly byly zaznamenány

nejvíce v přesnosti přenášení těžiště, oproti tomu v rychlosti těžiště byly významně lepší v jednom parametru - v anteroposteriorním směru při malé rychlosti.

Na rozdíl od této diplomové práce, dřívější výzkumy využívající test RWS dokazovaly lepší výsledky výzkumného souboru – u tenistů (Váchová 2020), gymnastů (Rampouchová 2021) a hráčů frisbee (Juranová 2021) oproti kontrolní skupině.

Tyto výsledky se shodují s předpokladem, že výsledky obou testovacích směrů testu RWS u experimentální skupiny oproti kontrolní skupině budou lišit, proto hypotéza H1 je potvrzena.

## 6.5 Diskuze k hypotéze H2

*H2: Předpokládám, že parametr COG Sway Velocity testu Unilateral Stance u skupiny oštěpařek a skupiny oštěpařů se bude lišit.*

Parametr COG Sway Velocity testu Unilateral Stance se v rámci porovnání skupiny mužů – oštěpařů a skupiny žen významně neliší. Ačkoli výsledky nejsou významné, tak ženy byly ve všech čtyřech různých situacích (stoj na LDK poté i LDK se zavřenými i otevřenými očima) lepší než muži. Tento výsledek by bylo vhodné do budoucna ozřejmit, například využitím jiného testu, nebo zahrnutí do výzkumu větší výzkumný soubor. Přestože nejsou výsledky významné, potvrzují výsledky předchozích studií, kde byl shledán signifikantní rozdíl mezi posturálními schopnostmi při stožení na jedné dolní končetině (Javůrková 2015), (Paniccia 2018). Parametr COG Sway Velocity testu UNI byl vybrán záměrně, protože jiná studie, která zkoumala významný rozdíl mezi výzkumným souborem žen a mužů sportovního charakteru, dosáhla významných výsledků. Pro práci, která hodnotila posturální stabilitu tenistů byl podobně vybrán test US. V této studii byly navzájem porovnány výkony mužů a žen. Ženy dosahovaly významně lepších výsledků při stožení na LDK i PDK (Váchová 2020).

Paniccia (Paniccia 2018) měřil úroveň posturální stability u zdravých dětí a mladých atletů. Pro získání objektivních dat byl využit přístroj BioSway. Podle zveřejněných výsledků je úroveň posturální stability závislá na pohlaví, protože dívky dosahovaly významně lepších výsledků.

Je však nutné zdůraznit, že výzkumný soubor dohledaných studií, které našly významný rozdíl ve stabilitě dolních končetin, byl tvořen nezletilými probandy (Paniccia 2018), (Javůrková 2015). Konkrétně výzkumu autora Paniccia (Paniccia 2018) se zúčastnily osoby ve věku 13 -18 let. Javůrková (Javůrková 2015) do své studie obsadila děti ve věku 14 – 15 let.

Na rozdíl od výše zmíněných studií se mojí práci účastnili dospělí probandi. U studie Paniccia (Paniccia 2018), který mimo jiné došel k výsledkům, že lepší hodnoty posturální stability měli probandi starší oproti mladším jedincům, a i jak již bylo uvedeno dívky oproti chlapcům. Usuzuji tedy, že rozdíl úroveň posturální stability mezi pohlavími v této práci mohl být ovlivněna věkem probandů. Domnívám se tedy, že u sportovců dospělého věku se nemusí signifikantně projevit rozdíl v posturální stabilitě mezi mužským a ženským pohlavím.

Parametr COG Sway Velocity testu Unilateral Stance se u skupiny oštěpařů a skupiny oštěpařek významně neliší, z toho důvodu byla hypotéza H2 zamítnuta.

## **6.6 Diskuze k hypotéze H3**

*H3: Předpokládám, že kontralaterální dolní končetina vzhledem k odhodové horní končetině bude více zatížená oproti druhé dolní končetině při parametru Weight Symmetry testu Motor Control Test.*

V této práci byly vzájemně porovnány obě dolní končetiny při parametru Weight Symmetry testu MCT. Tento údaj nám dává informace o rozložení hmotnosti při dynamické posturální stabilitě. Skupina oštěpařů nabývala největšího rozdílu rozložení hmotnosti při posunu plošiny vzad o malé rychlosti. Avšak ani jeden z rozdílů nebyl vyhodnocen jako významný. Parametr Weight Symmetry byl vybrán záměrně, protože v předchozí studii zabývající se hráči frisbee (Juranová 2021) bylo pozorováno větší zatížení LDK při měření parametru Weight Symmetry. Zároveň hráči frisbee vykonávají jednostranný pohyb stejně jako oštěpaři. Zvláště hod forehandem se řadí spolu s hodem oštěpem do skupiny ipsilaterálních pohybů.

Předpokládala bych větší zatížení té DK, která je postavená při odhodu vpředu (odrazová), vzhledem k jednostrannému pohybu, který hod oštěpem vyžaduje. Je ale nutné si uvědomit, že oštěpaři také musejí pracovat s rovnovážnými schopnostmi na nedominantní DK, zvláště v konečné fázi přeskoku. Je možné, že velikost výzkumného souboru  $n=20$  není dostačující pro projevení významných rozdílů a narážíme zde na limity výzkumu.

Existují studie, které se nesoustředí na porovnání rozložení hmotnosti mezi DKK, ale jejich cílem je ozřejmit, zda existuje rozdíl v úrovni stability mezi DKK (Knight et al. 2016), (Sanghavi 2021), (Váchová 2020), (Henrique Marchetti et al 2012). Ve studii zabývající se balančními schopnostmi atletů, při výběru výzkumné skupiny autoři nehleděli, na kterou disciplínu se atlet specializuje a výzkumný soubor se skládal z vytrvalců, sprinterů i vrhačů. Průběh měření zahrnoval stoj na DK se zavřenými i otevřenými očima. V této studii byl prokázán významný rozdíl mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou, ve prospěch nedominantní. V závěru samotného výzkumu je upozorňováno na zvýšenou pravděpodobnost zranění dominantní dolní končetiny. Dolní končetina, která je označována dominantní, je nejenom během závodů ale opakovaně během pravidelného tréninku více namáhána. V případě, že se sejdou společně dva faktory, zvýšená námaha a nedostatečná stabilita dolní končetiny, může dojít k úrazu, konkrétně kolen či výše postavených segmentů (Knight et al. 2016).

Studie zabývající se basketbalisty mimo jiné vzájemně porovnávala stabilitu DKK. Pro hodnocení využila klinický test s názvem Star Excursion Balance Test. I v této studii lepších výsledků dosahovala nedominantní dolní končetina než dominantní. Konkrétně se jednalo o lepší výsledky v anteriorním směru testu Star Excursion Balance Test. Autoři studie si zmíněný výsledek vysvětlují tím, že nedominantní strana je vybavená lepší neuromuskulárním řízením (Henrique Marchetti et al 2012).

Jelikož v této diplomové práci nebyl shledán signifikantní rozdíl mezi kontralaterální a ipsilaterální DK při parametru Weight Symmetry testu MCT, je hypotéza H3 zamítnutá.

## 6.7 Limity práce

Přestože během tvorby této diplomové práce bylo dbáno na správný postup, je možné, že na výsledky mohlo mít vliv několik činitelů, které jsou uvedeny v následující kapitole.

Pro tento výzkum byla volba probandů záměrná a předem byly stanoveny kritéria, podle kterých došlo k výběru. Výzkumný soubor ( $n=20$ , věk= $20,45 \pm 2,49$ ) byl porovnán se stanovenými hodnotami NeuroCom SMART Equitest ( $n= 29, 64, 74, 112$ , věk= $20-39$ ). Ačkoli bylo měřeno sedm testovacích baterií, nebylo možné všechny výsledky porovnat pro absenci konkrétních dat kontrolní skupiny. (Vomáčková 2020). Jiný problém ve výběru kontrolní skupiny by mohl být získávání dat pro kontrolní soubor jinou osobou, než je řešitel práce. Vlastní měření různou osobou by se mohlo lišit, sice jen v nepatrnostech, ale konečné výsledky by to mohlo ovlivnit.

Možným limitem práce by mohla být odlišná úroveň účastníků ve výkonu v hodů oštěpem. Ve studii, ve které byly porovnány výsledky rovnovážných schopností sportovců na vyšší výkonnostní úrovni a sportovců na nižší výkonnostní úrovni spolu se skupinou nesportovců, se více lišily výkony sportovců na národní úrovni od kontrolní skupiny oproti hráčům na regionální úrovni (Agostini et al. 2013). Výsledky předchozí studie potvrzují autoři výzkumu Mishra et al. (Kumar Mishra et al. 2017), kteří sledovali rovnovážné a koordinační schopnosti atletů a došli k závěru, že lepší rovnováhu a koordinaci mají elitní atleti závodící na mezinárodní úrovni, než atleti závodící na okresní úrovni. Ani skupina oštěpařů v mé práci nebyla výkonnostně homogenní, což mohlo ovlivnit výsledky měření.

Přestože byli probandi vybíráni záměrně, nebylo možné vybrat plně stejnorodý soubor, co se týká jejich nejlepšího výkonu v hodů oštěpem, muži ( $n=10$ , PB  $53,71 \pm 11,61$ ), ženy ( $n=10$ , PB  $41,00 \pm 7,63$ ). Důvodem, že se výzkumu nezúčastnilo podobné množství osob o menší směrodatné odchylce, je omezený počet oštěpařů v Česku.

Mezi možné limity práce související s předchozím řadím nízký počet probandů. Velikost výzkumného souboru byla ovlivněna úzce charakterizovanou populací výběru, který byl záměrně empirický. Nejenže atletická disciplína hodů oštěpem patří do méně zastoupených sportovních odvětví, ale množství potenciálních účastníků bylo limitováno dalšími výběrovými kritérii. Pro muže osobní výkon musel být delší než 40 m a pro ženy 30 m.

Doba měření jednoho probanda byla zhruba 45 minut bez delšího odpočinku. Proto výsledky mohly být ovlivněny únavou. Po dobu měření účastníci udržovali nepřírozený postoj. Některé testy se vícekrát opakovaly. Je fakt, že oštěpaři nemohli být po celou dobu měření plně koncentrovaní. Na druhou stranu Olivier et al. (Olivier et al. 2008) ve své studii došel k závěru, že dospělí lidé i děti mají lepší posturální stabilitu automaticky bez vědomého soustředění oproti situaci, kdy se plně koncentrují.

Mezi další okamžité faktory ovlivňující výkon probandů při měření řadím motivaci, senzoryckou aferentaci, hladinu glykémie v krvi nebo hodinu samotného měření. Vzhledem k vyhrazení času účastníků a také k obsazenosti laboratoře nebylo možné měřit pokaždé ve stejnou dobu.

Dynamická posturální stabilita oštěpařů byla měřena a následně hodnocena pomocí počítačového dynamického posturografu NeuroCom SMART EquiTest System. Validita a reliabilita tohoto přístroje byla v mnoho publikacích rozebíraná. S odkazem na níže uváděné studie lze považovat dynamický počítačový posturograf NeuroCom SMART EquiTest System za vysoce reliabilní a validní.

Autoři Harro a Garascia (Harro a Garascia 2019) ve své studii hodnotil validitu a reliabilitu celkem tří standardizovaných testů systému NeuroCom SMART Equitest – LOS, MCT a SOT. Do studie zařadil 46 zdravých dospělých s průměrem věku 67,67 let, kteří neměli v anamnéze pády. Parametry Composite Equilibrium Score testu SOT, Latency MCT testu a EPE testu LOS měly vynikající reliabilitu opakovaného testu (ve stejném pořadí intraclass correlation coefficient (ICC) = 0.90, 0.85, and 0.77).

Podobná studie, která se věnovala validitou a reliabilitou testů sloužící k získávání dat týkající se dynamické posturální stability na přístroji NeuroCom SMART Equitest, hodnotila stabilitu pacientů s Parkinsonovou nemocí. Práce posuzovala spolehlivost a platnost podobně jak u předchozí studie standardizovaných testů MCT, LOS a SOT. Výsledky byly velmi podobné jako v předešlé studii. Pro parametr Composite Equilibrium Score testu SOT byl hodnocen ICC = 0,9, pro parametry Amplitude a Latency MCT ICC = 0,92, a pro parametr EPE ICC = 0,87 (Harro et al. 2016).

Autoři studie Leninger et al. měli za cíl určit reliabilitu testu LOS. Výzkumu se zúčastnili studenti univerzity. Měření byli dvakrát. Výsledky jsou uvedeny v následujících řádkách: Parametr RT je 1. ICC = 0,62 a 2. ICC = 0,88. Pro parametr MVL je 1. ICC = 0,92 a 2. ICC = 0,95 a pro parametr DCL je 1. ICC = 0,92 a 2. ICC =

0,93. Pro parametr MXE je 1. ICC = 0,89 a 2. ICC = 0,94 a pro parametr EPE je 1. ICC a 2. ICC = 0,76. Dále autoři zmínili problematiku „zlatého standardu“ dynamického počítačového posturografu, který doposud není stanoven. Je to komplikace, protože se výsledky studií využívající různé dynamické počítačové posturografy se nedají mezi sebou porovnávat (Lininger et al. 2018).



## 7 Závěr

Tato diplomová práce se věnuje hodnocení dynamické posturální stability oštěpařů. Výzkum zahrnuje nastudovaná a zpracovaná teoretická východiska zabývající se charakteristikou atletické disciplíny hod oštěpem a jejími kineziologickými, biomechanickými aspekty. Jsou také uvedeny nejnovější studie týkající se nejčastějších poranění a v neposlední řadě aktuální tituly zabývající se stabilizačními schopnostmi samotných oštěpařů případně všech atletů.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo stanovit a zhodnotit, zda má pravidelné aktivní vykonávání disciplíny hod oštěpem vliv na dynamickou posturální stabilitu ve srovnání s jedinci, kteří se aktivně hodu oštěpem nevěnují. Hodnoty dynamické posturální stability oštěpařů byly získány pomocí dynamické počítačové posturografie NeuroCom SMRT EquiTest System. Poté byla naměřená data porovnána se stanovenými hodnotami, které jsou využívány pro hodnocení posturální stability počítačovým systémem NeuroCom SMART EquiTest.

Přestože při porovnání skupin byl pozorován významný rozdíl u čtyř z celkem pěti testů, nelze vysloveně říci, že by se projevil signifikantní rozdíl mezi skupinou oštěpařů a kontrolní skupinou. Výzkumná skupina byla úspěšnější alespoň v jednom parametru tří testů a naopak v jednom testu byla horší. Součet parametrů, ve kterých oštěpaři uspěli, je sedm z celkových 47. Hodnoty kontrolní skupiny byly lepší ve čtyřech parametrech. Z výsledků nelze usuzovat, že skupina oštěpařů je vybavena lepšími schopnostmi dynamické posturální stability než běžná populace. Tyto závěry mohou posloužit do budoucna, protože pro vrcholového sportovce je dynamická posturální stabilita zásadní a u oštěpařů jsou místa pro zlepšení.

Dalším cílem bylo zjistit, zda existuje rozdíl v dynamické posturální stabilitě mezi oběma pohlavími sportovců věnující se hodu oštěpem. Z naměřených parametrů byly ženy úspěšnější ve dvanácti parametrech a muži pouze v jednom. Výsledky potvrzují výsledky jiných studií, které naznačují lepší výsledky žen dynamické posturální stability oproti mužům.

Posledním cílem bylo určit, zda existuje vztah, který by ozřejmil dominanci dolní končetiny ve vztahu přední a zadní nohy oštěpaře při odhodu. Při klidném stojí mají oštěpaři nesymetrické rozložení své hmotnosti mezi dolními končetinami, ale při dynamických podmínkách prostředí se dominance odrazové dolní končetiny neprojevuje.

Byla prokázána asymetrie zatížení dolních končetin projevující se při klidném stoji. Jelikož hod oštěpem je jednostranně zaměřená disciplína, příčinou těchto výsledků by mohla být svalová dysbalance.

S odkazem na předcházející řádky mohu konstatovat, že cíle výzkumu byly splněny. Výsledky této diplomové práce mohou posloužit pro zefektivnění tréninku v rámci zlepšení nejenom výkonu atleta, ale i v prevenci nejrůznějších poranění vzniklých právě při vykonávání hodu oštěpem. Domnívám se, že v navazujícím výzkumu na tuto práci, by bylo přínosné sledovat, zda by se tréninkem posturální stability zlepšily rovnovážné schopnosti, případně i sportovní výkony atleta. Zároveň studie potvrzuje nutnost kompenzace jednostranných pohybů u sportovců.

## 8 Seznam použitých zdrojů

AGOSTINI ET AL., Valentina, 2013. Postural sway in volleyball players. *Human Movement Science* [online]. **32**(3), 445–456. ISSN 01679457. Dostupné z: doi:10.1016/J.HUMOV.2013.01.002

AHAD, Nor Aishah a Sharipah Soaad Syed YAHAYA, 2015. Sensitivity analysis of Welch's t-test. *AIP Conference Proceedings* [online]. **1605**(1), 888 [vid. 2022-04-27]. ISSN 0094-243X. Dostupné z: doi:10.1063/1.4887707

AMBLER, Zdeněk, 2011. *Základy neurologie*. 7. vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-707-3.

BARLETT, Roger, 2000. Principles of throwing. In: *Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention*. 1. London: Oxford: Blackwell Science, s. 365–380.

BARNACIKOVÁ, Martina et al, 2010. Atletika - hody a vrhy. *Fakulta sportovních studií* [online]. [vid. 2021-09-05]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/atletika-hody-vrhy.html>

BENNETT, Tim et al., 2017. BIOMECHANICAL REPORT for the IAAF World Championships London 2017 Javelin Throw Men's. *Carnegie school of sport* [online]. 1–33. Dostupné z: <https://www.worldathletics.org/about-iaaf/documents/research-centre>

BERNACIKOVÁ, KAPOUNKOVÁ a NOVOTNÝ, 2010. *Atletika - hody a vrhy* [online] [vid. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/atletika-hody-vrhy.html>

BIZOVSKÁ, Lucia et al., 2017. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5260-9.

BRATKOVÁ, Eva, 2007. *Citování literatury a tvorba bibliografických záznamů podle mezinárodních norem ISO 690 a ISO 690-2 Verze 1.0 Praha* [online]. [vid. 2022-04-27]. Dostupné z: [https://uisk.ff.cuni.cz/wp-content/uploads/sites/62/2016/01/Citování-literatury-a-tvorba-bibliografických-záznamů-podle-mezinárodních-norem-ISO-690-a-ISO-690-2\\_Bratková.pdf](https://uisk.ff.cuni.cz/wp-content/uploads/sites/62/2016/01/Citování-literatury-a-tvorba-bibliografických-záznamů-podle-mezinárodních-norem-ISO-690-a-ISO-690-2_Bratková.pdf)

BUČINEL ET AL, Ana Kašček, 2019. How does body symmetry influence standing balance. *Kinesiology* [online]. **51**(1). Dostupné z: doi:10.26582/k.51.1.1

ČAKRT, Ondřej, 2017. *Rehabilitace pacientů s poruchami vestibulárního systému a mozečku* [online]. 2017. Praha : Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol. [vid. 2021-08-26]. Dostupné z: [https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/93160/Kopie - Habilitační práce\\_PDFACAKRT\\_část1.pdf?sequence=1](https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/93160/Kopie_Habilitační_práce_PDFACAKRT_část1.pdf?sequence=1)

ČERVENKOVÁ, Markéta, 2019. Kompenzační cvičení ve vrhačských disciplínách [online]. [vid. 2021-06-11]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/116109/120351747.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHEN ET AL., Yo, 2019. Kinematics differences between personal best and worst throws in actual javelin competition. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1697580> [online]. **20**(1), 10–18 [vid. 2022-04-27]. ISSN 14748185. Dostupné z: doi:10.1080/24748668.2019.1697580

CONCORDIA UNIVERSITY, 2019. *PERFORM Operating Document NeuroCom® SMART EquiTest® Computerized Dynamic Posturography (CDP) PC-POD-FA-002-v04* [online]. Dostupné z: [https://perform.concordia.ca/GettingStarted/pdf/compliance/PC-POD-FA-002-V04\\_NEUROCOM.pdf](https://perform.concordia.ca/GettingStarted/pdf/compliance/PC-POD-FA-002-V04_NEUROCOM.pdf)

DAVLIN, Christina D., 2004. Dynamic Balance in High Level Athletes. *Perceptual and Motor Skills* [online]. **98**(3\_suppl), 1171–1176 [vid. 2021-02-11]. ISSN 0031-5125. Dostupné z: doi:10.2466/pms.98.3c.1171-1176

DUVENAGE, T. et al., 2017. Common injuries among javelin throwers: a 10-year overview (2007-2016). *Journal of Physical Activity African Journal for Physical Activity and Health Sciences (AJPHEs)* [online]. **23**(1.2), 160–171 [vid. 2021-06-12]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Common-injuries-among-javelin-throwers%3A-a-10-year-Duvenage-Ellapen/594aa4efbd829b4925c626505de58d2d48989a2a>

FREITAS JÚNIOR, Paulo B a José A BARELA, 2004. Postural control as a function of self-and object-motion perception. *Neuroscience Letters* [online]. **369**, 64–68. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2004.07.075

- HAQ ET AL., Muhammad Zia ul, 2020. Angular Kinematics and Physical Fitness Analysis of Tall height and Short Height Javelin Throwers- A Case Study of The Islamia University of Bahawalpur, Pakistan. *Journal of Business and Social Review in Emerging Economies* [online]. **6**(2), 829–833 [vid. 2022-04-27]. ISSN 2519-089X. Dostupné z: doi:10.26710/jbsee.v6i2.1255
- HARRO, Cathy C. a Chelsea GARASCIA, 2019. Reliability and Validity of Computerized Force Platform Measures of Balance Function in Healthy Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [online]. **42**(3), E57–E66 [vid. 2022-04-15]. ISSN 21520895. Dostupné z: doi:10.1519/JPT.000000000000175
- HARRO, Cathy C., Alicia MARQUIS, Natasha PIPER a Chris BURDIS, 2016. Reliability and Validity of Force Platform Measures of Balance Impairment in Individuals With Parkinson Disease. *Physical therapy* [online]. **96**(12), 1955–1964 [vid. 2022-04-15]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.2522/PTJ.20160099
- HENRIQUE MARCHETTI ET AL, Paulo, 2012. Comparison of the Postural Control Performance of Collegiate Basketball Players and Nonathletes. *Athletic Training & Sports Health Care* [online]. **4**(6). Dostupné z: doi:10.3928/19425864-20121005-01
- HERRINGTON, Lee, 1998. Glenohumeral joint: Internal and external rotation range of motion in javelin throwers. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **32**(3), 226–228 [vid. 2021-06-09]. ISSN 03063674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.32.3.226
- HORAK, FB, 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing* [online]. **35** Suppl 2(SUPPL.2) [vid. 2021-08-26]. ISSN 0002-0729. Dostupné z: doi:10.1093/AGEING/AFL077
- HRYSOMALLIS, Con, 2011. *Balance ability and athletic performance* [online]. 2011. B.m.: Sports Med. [vid. 2021-02-11]. ISSN 01121642. Dostupné z: doi:10.2165/11538560-000000000-00000
- HYEYOUNG, KIM a LEE YOUNGSUN ET AL., 2014. Effects of 8 weeks' specific physical training on the rotator cuff muscle strength and technique of javelin throwers. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **26**(10), 1553–1556. ISSN 09155287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.26.1553
- JAVŮRKOVÁ, Jana, 2015. *Hodnocení úrovně stability u atletů v kategorii staršího žactva pomocí přístroje MFT S3 Check*. Praha. Univerzita Karlova V Praze Fakulta

tělesné výchovy a sportu.

JÍLKOVÁ, Eliška, 2014. *Zhodnocení a analýza úrazů u atletických hodů a vrhů v rámci oficiálních klubů v České republice* [online]. [vid. 2021-06-09]. Dostupné z: [https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/23085/DPTX\\_2008\\_1\\_11510\\_PFZD002\\_194711\\_0\\_75885.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/23085/DPTX_2008_1_11510_PFZD002_194711_0_75885.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

JURANOVÁ, Magdalena, 2021. *Posturální stabilita u hráčů Ultimate frisbee* [online]. B.m. Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/148064>

KNIGHT, Adam C., Megan E. HOLMES, Harish CHANDER, Amari KIMBLE a Joshua Ty STEWART, 2016. Assessment of balance among adolescent track and field athletes. *Sports Biomechanics* [online]. **15**(2), 169–179. ISSN 17526116. Dostupné z: doi:10.1080/14763141.2016.1159324

KOLÁŘ, Pavel, 2020. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén . ISBN 9788074925009.

KOLÁŘOVÁ, Barbora, 2012. *Posouzení vlivu vybraných aspektů na posturální kontrolu u jedinců po transtibiální amputaci*. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta tělesné kultury.

KREJNUSOVÁ, Tereza, 2019. *Biomechanické parametry ovlivňující výkon v hodu oštěpem – literární rešerše* [online]. 2019. Praha: Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu. [vid. 2021-09-05]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/105888/130250947.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KUČERA, Lukáš, 2019. *Hodnocení dynamické posturální stability u hráčů fotbalu* [online]. B.m. Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/118094/120359946.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KUMAR MISHRA, Praveen, Gursewak SINGH SAGGU, Correspondence PRAVEEN KUMAR MISHRA a Praveen KUMAR MISHRA, 2017. A comparative study of balance ability among district, state and national level of track and field athletes. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* [online]. **4**(3), 245–247 [vid. 2022-04-19]. ISSN 2394-1693. Dostupné z: [www.kheljournal.com](http://www.kheljournal.com)

KWAN, Marcella Mun-San, 2011. Sensorimotor function, balance abilities and pain influence Timed Up and Go performance in older community-living people. *Aging clinical and experimental research* [online]. **23**(3), 196–201 [vid. 2021-08-29]. ISSN 1594-0667. Dostupné z: doi:10.1007/BF03324960

LEHMAN, Frank, 2010. Biomechanical Analysis of the Javelin Throw at the 2009 IAAF World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics* [online]. **3/4**. Dostupné z: file:///C:/Users/manul/Downloads/biomechanical-analysis-of-the-javelin-throw-a.pdf

LININGER, Monica R., Theresa E. LEAHY, Elise C. HAUG a Thomas G. BOWMAN, 2018. TEST-RETEST RELIABILITY OF THE LIMITS OF STABILITY TEST PERFORMED BY YOUNG ADULTS USING NEUROCOM® VSR SPORT. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. **13**(5), 800 [vid. 2022-04-15]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: doi:10.26603/ijspt20180800

MAHMUD, E., 2010. Movement analysis for javelin throwers in the Qatar 2009 Championships. *ISBS - Conference Proceedings Archive* [online]. [vid. 2021-09-05]. ISSN 1999-4168. Dostupné z: https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/4557

MCGARRY, Tim et al., 2013. *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis*. New York: Routledg. ISBN 9780203806913.

MENZEL, Hans-Joachim, 1989. Biomechanics of javelin throwing [online]. 85–98. Dostupné z: file:///C:/Users/manul/Downloads/biomechanics-of-javelin-throwing.pdf

MERON, Adele a Deborah SAINT-PHARD, 2017. Track and Field Throwing Sports: Injuries and Prevention. *Current Sports Medicine Reports* [online]. **16**(6), 391–396 [vid. 2022-04-16]. ISSN 15378918. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0000000000000416

NATUS MEDICAL INCORPORATED, 2015. *NeuroCom SMART EquiTest CDP*. In: *natus.com* [online]. Dostupné z: https://partners.natus.com/asset/resource/file/newbornicare/asset/2018-04/015368A\_SMART\_EquiTest\_EN-US\_lo-res.pdf

NEUROCOM INTERNATIONAL, 2008. *NEUROCOM® INTERNATIONAL, INC. Balance Manager® Systems Technical Specifications* [online]. Dostupné z: https://www.neuroswiss.ch/view/data/5962/06-Dynamic\_SMEQ\_Package\_with\_LFP\_INV.pdf

NOVOTNÝ, Martin, 2008. *Biomechanická 3D analýza-hod oštěpem*. Brno. Masarykova univerzita Fakulta sportovních studií.

OLIVIER, Isabelle, Estelle PALLUEL a Vincent NOUGIER, 2008. Effects of attentional focus on postural sway in children and adults. *Experimental brain research* [online]. **185**(2), 341–345 [vid. 2022-04-15]. ISSN 1432-1106. Dostupné z: doi:10.1007/S00221-008-1271-6

OZCAN KAHRAMAN ET AL, Buse, 2018. Gender differences in postural control in people with nonspecific chronic low back pain. *Gait & Posture* [online]. **64**, 147–151. ISSN 0966-6362. Dostupné z: doi:10.1016/J.GAITPOST.2018.06.026

PAILLARD, Thierry, 2014. Sport-specific balance develops specific postural skills. *Sports Medicine* [online]. **44**(7), 1019–1020 [vid. 2021-02-11]. ISSN 11792035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-014-0174-x

PAILLARD, Thierry a Frédéric NOÉ, 2015. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed research international* [online]. **2015** [vid. 2021-08-30]. ISSN 2314-6141. Dostupné z: doi:10.1155/2015/891390

PANICCIA, Melissa et al., 2018. Postural Stability in Healthy Child and Youth Athletes: The Effect of Age, Sex, and Concussion-Related Factors on Performance. *Sports health* [online]. **10**(2), 175–182 [vid. 2021-09-05]. ISSN 1941-0921. Dostupné z: doi:10.1177/1941738117741651

PANICCIA, Melissa, Katherine E. WILSON, Anne HUNT, Michelle KEIGHTLEY, Karl ZABJEK, Tim TAHA, Isabelle GAGNON a Nick REED, 2018. Postural Stability in Healthy Child and Youth Athletes: The Effect of Age, Sex, and Concussion-Related Factors on Performance. *Sports Health* [online]. **10**(2), 175–182 [vid. 2021-02-11]. ISSN 19410921. Dostupné z: doi:10.1177/1941738117741651

PANOUTSAKOPOULOS, Vassilios a Iraklis KOLLIAS, 2013. Kinematics of the delivery phase and release parameters of top female javelin throwers. *Kinesiologia Slovenska*. 32–43. ISSN 1318-2269.

PAVELKOVÁ, Pavla, 2009. *Srovnávací kineziologická analýza hodu oštěpem a vybraných tréninkových cvičení* [online]. Praha [vid. 2022-04-17]. Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu. Dostupné



z: [https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/23085/DPTX\\_2008\\_1\\_11510\\_PFZD002\\_194711\\_0\\_75885.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/23085/DPTX_2008_1_11510_PFZD002_194711_0_75885.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PAVLOVIC ET AL., Ratko, 2020. The Differences of Kinematic Parameters Javelin throw between Male and Female Finalists World Championship). *American Journal of Sports Science and Medicine* [online]. **8**(1), 8–15 [vid. 2022-04-27]. Dostupné z: doi:10.12691/ajssm-8-1-2

PAVLŮ, Dagmar a Gabriela VÁCHOVÁ, 2020. *Hodnocení dynamické posturální stability tenistů* [online]. B.m. Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/118272>

PEŠKOVÁ, M., 2020. Hodnocení schopnosti dynamické stabilizace a posturální strategie házenkářek České republiky [online]. 90. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/118279/120355795.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PHILIPPE, Perrin, 2002. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & posture* [online]. **15**(2), 187–194 [vid. 2021-09-05]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: doi:10.1016/S0966-6362(01)00149-7

RAMPOUCHOVÁ, Pavlína, 2021. *Vliv specializace vrcholových sportovních gymnastů a gymnastek na posturální stabilitu*. B.m. b.n.

ROKYTA, Richard, 2016. *Fyziologie 3*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-238-1.

SANGHAVI, Aishwarya Dilip et al., 2021. Comparison of Static Balance among Cricket, Badminton, Football and Track and Field Athletes. - Document - Gale Academic OneFile. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* [online]. **10**(34) [vid. 2022-04-19]. Dostupné z: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA675267789&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=22784748&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon~77365774>

SATYA, P P a Paul KUMAR, 2018. Effect of Weight Training Exercises to Develop Speed and Shoulder Strength among Javelin Throwers of Acharya Nagarjuna University Guntur [online]. 609–610 [vid. 2022-04-28]. ISSN 2352-5398. Dostupné z: doi:10.2991/YISHPESS-COIS-18.2018.154

ŠIMON, Jiří et al., 2004. *Atletické vrhy a hody*. 1. vyd. Praha: Olympia. ISBN 80- 7033-815-4.

STREJCOVÁ, Barbora et al., 2012. Izokinetická síla hlezenního kloubu a posturální stabilita u chodců na slackline. *Česká kinantropologie* [online]. **16**(3), 101–108. Dostupné z: <http://www.jvsystem.net/app34/download/Ceska-Kinatropologie-2012-03.pdf#page=101>

SUCHOMEL, Tomáš, 2006. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém - podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. **3**(13), 112–124 [vid. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-3/stabilita-v-pohybovem-systemu-a-hluboky-stabilizacni-system-podstata-a-klinicka-vychodiska-4883/download?hl=cs>

TRUEBLOOD, Peggy R. et al., 2018. Age-based normative data for a computerized dynamic posturography system that uses a virtual visual surround environment. <https://doi.org/10.1080/00016489.2018.1429653> [online]. **138**(7), 597–602 [vid. 2021-08-30]. Dostupné z: doi:10.1080/00016489.2018.1429653

TYSON, SF a LA CONNELL, 2009. How to measure balance in clinical practice. A systematic review of the psychometrics and clinical utility of measures of balance activity for neurological conditions. *Clinical Rehabilitation* [online]. **23**, 824–840. Dostupné z: doi:10.1177/0269215509335018

VÁCHOVÁ, Gabriela, 2020. *Hodnocení dynamické posturální stability tenistů* [online]. B.m. Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/118272/120356018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VALTER, Ladislav a Martin NOSEK, 2007. *Vybrané kapitoly z atletiky*. 1. vyd. B.m.: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7044- 940-0.

VĀŘEKA, Ivan, 2002. Posturální stabilita (II. část): Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **4**, 122–129.

VĀŘEKA IVAN, 2002. Posturální stabilita (I. část) terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. **4**(9), 115–121 [vid. 2021-08-26]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087667\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_1](https://www.researchgate.net/publication/280087667_Posturalni_stabilita_Cast_1)

VÉLE, František, 2006. *Kineziologie : přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. Praha: Triton. ISBN 8072548379.

VÉLE, František, 2012. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie*. Praha: Triton .

VOMÁČKA, Václav, 1980. *Atletika do kapsy*. Praha: Olympia. ISBN 27-034-80.

VOMÁČKOVÁ, H., D. PAVLŮ a D. PÁNEK, 2020. Hodnocení dynamické posturální stability – tvorba referenčních hodnot pro běžnou, mladou populaci v ČR. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **27**(2), 3–8.

VOMÁČKOVÁ, Helena, 2020. *Možnosti hodnocení vlivu výkonnosti zátěže na posturální funkce organismu-stanovení norem CDP pro sportující populaci Autoreferát disertační práce* [online]. 2020. B.m.: Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu Katedra fyzioterapie. [vid. 2021-09-09]. Dostupné z: <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-2402-version1-vomackova.pdf>

WEI-HSIU ET AL., Lin, 2016. A comparison of balance control between javelin throwers and baseball pitchers. *ISBS - Conference Proceedings Archive* [online]. 18–22 [vid. 2021-09-05]. ISSN 1999-4168. Dostupné z: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6919>

WIKSTROM, Erik A et al., 2005. A New Force-Plate Technology Measure of Dynamic Postural Stability: The Dynamic Postural Stability Index. *Journal of Athletic Training* [online]. **40**(4), 305 [vid. 2021-08-29]. Dostupné z: [/pmc/articles/PMC1323292/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1323292/)

WINTER, DA A, 1995. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture* [online]. **3**(4), 193–214. ISSN 0966-6362. Dostupné z: [doi:10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)

WINTER, Da et al., 1998. Stiffness control of balance in quiet standing. *Journal of neurophysiology* [online]. **80**(3), 1211–1221 [vid. 2021-08-26]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: [doi:10.1152/JN.1998.80.3.1211](https://doi.org/10.1152/JN.1998.80.3.1211)

YOUNG, Michael, 2001. Developing Event Specific Strength for the Javelin Throw. *Track Coach*.

ZATSIORSKY, Vladimir, 2000. Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [online]. Dostupné

z: doi:10.1097/00005768-200105000-00033

ZEMKOVÁ, Erika, 2014. Sport-specific balance. *Sports Medicine* [online]. 44(5), 579–590 [vid. 2021-02-11]. ISSN 11792035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-013-0130-1

ŽIVCOVÁ, T., 2020. *Hodnocení dynamické posturální stability u hráčů basketbalu* [online]. B.m. Univerzita Karlova Fakulta tělesné výchovy a sportu. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/118115/120359966.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 9 Seznam příloh

Příloha 1- Potvrzené vyjádření Etické komise UK FTVS .....	I
Příloha 2 - Informovaný souhlas.....	III
Příloha 3 – Vzor Amnestického dotazníku .....	V
Příloha 4 - Výsledky testu UNI.....	VI
Příloha 5 – Výsledky testu WBS, vzájemné porovnání mužů a žen.....	VI
Příloha 6 – Výsledky testu UNI, vzájemné porovnání mužů a žen .....	VI
Příloha 7 - Výsledky testu LOS, vzájemné porovnání mužů a žen .....	VII
Příloha 8 - Výsledky testu RWS, vzájemné porovnání mužů a žen .....	VIII
Příloha 9 - Seznam obrázků .....	IX
Příloha 10 - Seznam tabulek .....	X

## Příloha 1- Potvrzené vyjádření Etické komise UK FTVS

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

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Hodnocení dynamické posturální stability u oštěpařů

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

**Období realizace:** březen 2021 až leden 2022

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

**Předkladatel:** Bc. Aneta Mandová, UK FTVS, katedra fyzioterapie

**Hlavní řešitel:** Bc. Aneta Mandová, UK FTVS, katedra fyzioterapie

**Místo výzkumu (pracoviště):** kineziologická laboratoř katedry fyzioterapie FTVS UK

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** Mgr. Helena Vomáčková, Ph.D

**Popis projektu:** Tato diplomová práce se zabývá hodnocením posturální stability u oštěpařů a oštěpaček. Cílem této diplomové práce je zhodnotit dynamickou posturální stabilitu u oštěpařů a oštěpaček a porovnat ji s populací, která se hodou oštěpem nevěnuje. Dalším cílem je porovnat dynamickou posturální stabilitu mezi oštěpačkami a oštěpaři. Všichni probandi budou podrobně seznámeni s průběhem měření. Před zahájením měření dobrovolně podepíší informovaný souhlas a vyplní krátký anamnestický dotazník, který bude zhotoven řešitelem. Pro měření a hodnocení dynamické posturální stability bude využíván přístroj NeuroCom SMART EquiTest. Každý proband bude vyšetřen pouze jednou v časovém rozmezí 45 – 60 min.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Předpokládaný počet účastníků je 10 oštěpařů a 10 oštěpaček druhoholigové až extraligové úrovně, ve věkovém rozhraní 18 – 30 let. Potencionální účastníci budou vybráni prostřednictvím výkonnostních tabulek Českého atletického svazu a následně budou osobně kontaktováni řešitelem práce. Kontrolní skupina bude složena z běžné sportující populace – z mužů a žen, stejného věkového rozmezí, stejného počtu a bude se skládat především z řad studentů vysokých škol. Všichni mají platnou zdravotní prohlídku. Do výzkumu nebudou zařazeny osoby s neurologickým postižením jakéhokoliv charakteru, osoby s mentální poruchou nebo nižším stupněm inteligence, osoby po prodělané operaci, která by mohla omezovat probandy během měření posturální stability a také osoby s akutním zejména infekčním onemocněním nebo úrazem nebo v době rekonvalescence po onemocnění nebo úrazu. Probandi budou vybráni hlavním řešitelem na základě vyplněných anamnestických dotazníků, které jim budou předány v papírové formě před zahájením měření. Anamnestická data budou zveřejněna zprůměrovaná v rámci celé skupiny, nikoliv však individuálně. Nebudou vybráni jedinci s výše uvedenými kontraindikacemi a nevhodnou sportovní aktivitou pro tento výzkum.

**Zajištění bezpečnosti:** Veškeré diagnostické i terapeutické metody, které budou využity v této práci, budou neinvazivní. Celé měření bude bezpečné a bezbolestné. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Pro případ pádu bude proband zajištěn bezpečnostními popruhy. Na bezpečnost během vyšetření bude dohlížet odborný personál ve výzkumné laboratoři katedry fyzioterapie UK FTVS. Testování proběhne za standardních bezpečnostních podmínek proškolenými pracovníky laboratoře dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu.

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkumu se zúčastní zletilí a svéprávní jedinci.

**Potenciální střet zájmů:** Nemám, ani vedoucí práce či ostatní účastníci výzkumu nemají soukromý zájem vedoucí k osobnímu prospěchu. Není mi známa žádná skutečnost, která by mohla narušit objektivitu výzkumu. V tomto výzkumu se snažím objektivně, pomocí přístroje a jeho software, zhodnotit posturální stabilitu oštěpařů. Následně dojde k objektivnímu zhodnocení efektu přístrojem a jeho softwarem, jaký měla fyzioterapeutická intervence na posturální stabilitu experimentální skupiny.

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

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

**Pořizování fotografií účastníků:** Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zaheslovaném počítači řešitele v uzamčeném prostoru a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

**Pořizování videí/audio nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.

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

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 24.3.2021

Podpis předkladatele: 

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

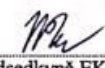
Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 019/2021

dne: ..... 26.3. 2021

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

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

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

  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem Hodnocení dynamické posturální stability u oštěpařů prováděné ve výzkumné kineziologické laboratoři katedry fyzioterapie UK FTVS.

Projekt bude probíhat v období od března 2021 a do ledna 2022

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

Jedná se o projekt bez finanční podpory

Cílem práce je zhodnotit dynamickou posturální aktivitu u oštěpařů a oštěpaček a porovnat ji s populací, která se hodů oštěpem nevěnuje.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Pro určení posturální stability jedince bude použit přístroj NeuroCom SMART EquiTest. Měření bude probíhat na speciální pohyblivé plošině ve stoji. Budou využity tzv. testovací protokoly, podle kterých se následně posturální stabilita bude hodnotit.

Vaším úkolem bude udržet rovnováhu tak, aby nedošlo k vymizení kontaktu chodidel s pohyblivou plošinou. Nemusíte se bát. Aby nedošlo k pádu, budete zavěšen do postroje popruhy, které jsou pevně připevněny ke kovové konstrukci přístroje. Měření bude trvat v rozsahu 45 - 60 minut a bude jednorázové. Rizikem výzkumného projektu a následného měření by mohl být pád, ale ten je prostřednictvím popruhů, které jsou připnuté k účastníkovi výzkumu a ke kovové konstrukci přístroje, vyloučen. Měření i terapie jsou bezpečné a bezbolestné. Na Vaši bezpečnost bude dohlížet odborný pracovník laboratoře. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Testování proběhne za standardních bezpečnostních podmínek proškolenými pracovníky laboratoře dle instrukcí výrobce zaškolenou obsluhou při dodržení bezpečnostních pravidel. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu.

Před absolvováním výzkumu vyplníte dotazník s anamnézou. Před započítím měření budete poučeni o principu a postupu měření. Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Projektu se nemohou účastnit osoby s neurologickým postižením jakéhokoliv charakteru, s mentální poruchou nebo nižším stupněm inteligence, po prodělané operaci, která by Vás mohla omezovat během měření posturální stability a také s akutním zejména infekčním onemocněním nebo úrazem nebo v době rekonvalescence po onemocnění nebo úrazu.

Budete vybráni hlavním řešitelem. Na základě vyplněných dotazníků nebudou vybráni probandi s výše zmíněnými kontraindikacemi či nevhodnou sportovní aktivitou pro náš výzkum.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.



S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit ve studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mailové adrese: a.mandova16@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: iniciály, věk, anamnéza, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce.

Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracována, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zaheslovaném počítači řešitele v uzamčeném prostoru a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Pořizování videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznam.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Aneta Mandová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Aneta Mandová Podpis:.....

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

Místo, datum .....

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

**Amnestický dotazník**

Jméno a příjmení:

Datum narození:

Email:

Výška:

Váha:

Velikost nohy (EUR):

Kterou rukou házíte:

Dominantní noha:

**Informace o sportovních aktivitách**

Jak dlouho se věnujete disciplíně hod oštěpem? (roky)

Kolik času týdně věnujete tréninku případně i závodů?

Věnujete se i jiné sportovní aktivitě? Jestliže ano jaké a jak často?

Kolik času týdně věnujete regeneraci a jakým způsobem?

**Zdravotní údaje**

Prodělal/a jste nějaké zranění/úrazy či operaci na dolní končetině? Na jaké, kdy?

Trápí Vás v současné době nějaké obtíže? Jestliže ano – charakter a délka obtíží

Léčíte se s něčím dlouhodobě? – Jestliže ano – s čím?

Užíváte nějaké léky? Jestliže ano – jaké?

*Příloha 4 - Výsledky testu UNI*

Test	Označení	VS (n=20) mean	VS SD	NC (n=74) mean	NC SD	Welch t-test	P-value t-test
UNI	LSV-EO	0,645	0,526	0,700	0,200	-0,459	0,6512
UNI	LSV-EC	2,127	1,953	1,900	0,700	0,510	0,6155
UNI	RSV-EO	0,697	0,688	0,700	0,100	-0,021	0,9832
UNI	RSV-EC	2,258	2,208	2,000	0,700	0,516	0,6114

*Příloha 5 – Výsledky testu WBS, vzájemné porovnání mužů a žen*

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
WBS	LWBS-0	51,000	2,757	51,200	4,556	-0,119	0,907
WBS	RWBS-0	49,000	2,757	48,800	4,556	0,119	0,907
WBS	LWBS-30	50,700	3,257	50,200	2,960	0,359	0,724
WBS	RWBS-30	49,300	3,257	49,800	2,960	-0,359	0,724
WBS	LWBS-60	50,000	3,225	49,700	3,689	0,194	0,849
WBS	RWBS-60	50,000	3,225	50,300	3,689	-0,194	0,849
WBS	LWBS-90	50,500	3,354	49,500	4,249	0,584	0,567
WBS	RWBS-90	49,500	3,354	50,500	4,249	-0,584	0,567

*Příloha 6 – Výsledky testu UNI, vzájemné porovnání mužů a žen*

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
UNI	LSV-EO	0,510	0,186	0,780	0,694	-1,188	0,262
UNI	LSV-EC	1,920	1,198	2,333	2,472	-0,476	0,642
UNI	RSV-EO	0,537	0,105	0,857	0,941	-1,069	0,313
UNI	RSV-EC	1,787	1,021	2,730	2,875	-0,978	0,349

Příloha 7 - Výsledky testu LOS, vzájemné porovnání mužů a žen

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
LOS	RT-1F	0,770	0,085	0,943	0,622	-0,872	0,406
LOS	RT-2RF	0,577	0,140	1,044	0,828	-1,758	0,113
LOS	RT-3R	0,560	0,140	0,524	0,153	0,549	0,590
LOS	RT-4RB	0,549	0,099	0,588	0,115	-0,810	0,429
LOS	RT-5B	0,620	0,246	0,626	0,162	-0,064	0,949
LOS	RT-6LB	0,504	0,207	0,690	0,288	-1,658	0,117
LOS	RT-7L	0,540	0,284	0,660	0,208	-1,078	0,297
LOS	RT-8LF	0,700	0,264	0,575	0,070	1,445	0,179
LOS	MVL-1F	4,970	3,086	4,390	2,318	0,475	0,641
LOS	MVL-RF	5,730	2,563	5,550	2,055	0,173	0,864
LOS	MVL-3R	5,550	1,360	5,770	1,815	-0,307	0,763
LOS	MVL-4RB	5,320	2,229	5,680	2,530	-0,338	0,740
LOS	MVL-5B	3,030	1,324	3,830	2,005	-1,053	0,309
LOS	MVL-6LB	5,180	2,486	5,880	2,019	-0,691	0,499
LOS	MVL-7L	6,700	2,264	6,510	2,515	0,178	0,861
LOS	MVL-8LF	6,550	1,813	5,860	2,407	0,724	0,480
LOS	DCL-1F	88,600	8,015	91,000	3,924	-0,850	0,410
LOS	DCL-2RF	86,800	6,431	85,700	5,604	0,408	0,689
LOS	DCL-3R	80,400	11,552	83,000	8,521	-0,573	0,575
LOS	DCL-4RB	58,500	20,205	68,600	16,728	-1,218	0,240
LOS	DCL-5B	75,600	12,167	79,100	9,984	-0,703	0,491
LOS	DCL-6LB	62,700	14,283	68,800	13,257	-0,990	0,336
LOS	DCL-7L	85,100	6,074	85,700	4,220	-0,257	0,801
LOS	DCL-8LF	82,000	6,356	82,400	8,212	-0,122	0,905
LOS	EPE-1F	73,400	23,230	70,800	12,254	0,313	0,759
LOS	EPE-2RF	88,700	14,785	78,100	15,280	1,576	0,133
LOS	EPE-3R	83,500	7,527	77,100	11,175	1,502	0,154
LOS	EPE-4RB	80,900	13,744	79,200	15,594	0,259	0,799
LOS	EPE-5B	65,400	13,676	63,900	19,598	0,198	0,845
LOS	EPE-6LB	82,400	12,753	72,600	20,953	1,263	0,227
LOS	EPE-7L	80,400	11,638	81,600	15,957	-0,192	0,850
LOS	EPE-8LF	83,900	15,287	83,500	10,269	0,069	0,946
LOS	MXE-1F	93,700	12,248	84,150	27,070	1,016	0,329
LOS	MXE-2RF	103,600	8,674	86,250	28,008	1,871	0,091
LOS	MXE-3R	93,600	9,308	86,740	27,239	0,754	0,467
LOS	MXE-4RB	96,000	10,010	84,980	27,622	1,186	0,261
LOS	MXE-5B	83,300	13,394	75,970	27,280	0,763	0,459
LOS	MXE-6LB	97,400	7,566	89,130	30,505	0,832	0,425
LOS	MXE-7L	96,700	6,885	86,400	26,371	1,195	0,260
LOS	MXE-8LF	102,800	4,578	85,920	26,618	1,976	0,080

Příloha 8 - Výsledky testu RWS, vzájemné porovnání mužů a žen

Test	Parametr	Ženy (n=10) mean	Ženy SD	Muži (n=10) mean	Muži SD	Welch t-test	P-value t-test
RWS	LR-V-S	3,080	0,657	3,070	0,290	0,044	0,966
RWS	LR-V-M	4,880	0,496	4,510	0,324	1,976	0,067
RWS	LR-V-F	9,540	0,881	8,740	1,164	1,733	0,102
RWS	FB-V-S	2,420	0,902	2,270	0,918	0,369	0,717
RWS	FB-V-M	3,240	0,356	3,130	0,332	0,715	0,484
RWS	FB-V-F	5,840	0,531	5,500	0,980	0,965	0,352
RWS	LR-DC-S	79,400	4,964	82,300	5,235	-1,271	0,221
RWS	LR-DC-M	86,500	3,828	83,800	3,027	1,750	0,098
RWS	LR-DC-F	90,700	1,792	88,600	3,583	1,658	0,121
RWS	FB-DC-S	78,800	4,686	77,600	6,344	0,481	0,637
RWS	FB-DC-M	81,200	5,250	83,500	6,004	-0,912	0,375
RWS	FB-DC-F	82,400	14,037	87,500	4,129	-1,102	0,296

## Příloha 9 - Seznam obrázků

Obrázek 1- Svaly kontrahující se v odhodové fázi (Bernaciková, 2010) .....	14
Obrázek 2 - EMG aktivita svalů horní končetiny při odhodu oštěpu (Pavelková, 2020)	15
Obrázek 3 - Parametry vypuštění hodu oštěpem (Zatsiorsky, 2000).....	16
Obrázek 4 - Oštěpařský luk (Šimon et al., 2004).....	18
Obrázek 5 - Úrazy oštěpařů (Jílková 2014) .....	19
Obrázek 6 - Procentuální vyjádření úrazů oštěpařů (Zatsiorsky, 2000) .....	20
Obrázek 7 - Bertec Balance Advantage (unlvptlabs.com).....	28
Obrázek 8 - Přístroj Neurocom SMART EquiTest (Vomáčková et al., 2020).....	37
Obrázek 9 - Správné nastavení dolních končetin na nášlapné desce (Concordia university, 2019) .....	38
Obrázek 10 - Senzory Organization test (Concordia university, 2019).....	40
Obrázek 11 - Motor Control Test (Concordia university, 2019) .....	41
Obrázek 12 - Adaptation Test (Concordia university, 2019).....	41

## Příloha 10 - Seznam tabulek

Tabulka 1 - popisná charakteristika výzkumného souboru (n=20).....	35
Tabulka 2 - popisná charakteristika výzkumného souboru, ženy (n=10).....	36
Tabulka 3 - popisná charakteristika výzkumného souboru, muži (n=10).....	36
Tabulka 4 – výsledky testu RWS.....	47
Tabulka 5 - výsledky testu ADT.....	48
Tabulka 6 - výsledky testu SOT .....	48
Tabulka 7 - výsledky testu MCT .....	49
Tabulka 8 - výsledky testu MCT, vzájemné porovnání mužů a žen.....	50
Tabulka 9 – výsledky testu ADT, vzájemné porovnání mužů a žen .....	51
Tabulka 10 – výsledky testu SOT, vzájemné porovnání mužů a žen.....	52
Tabulka 11 - výsledek testu MCT, vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny..	53
Tabulka 12 - výsledek testu WBS, vzájemné porovnání pravé a levé dolní končetiny..	53