

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Katedra fyzioterapie

Zhodnocení stabilizačních schopností u tanečnic pole dance

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Michaela Stupková

Vypracovala:

Bc. Karolína Langová

Praha, prosinec 2022

Prohlášení

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

V Praze, dne:

.....

Bc. Karolína Langová

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce Mgr. Michaele Stupkové za odborné vedení, cenné rady, vstřícný přístup, ochotu a čas, který mi věnovala po celou dobu psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Mgr. Janu Vávrovi, který mi poskytl pomocné rady pro zpracování statistických dat. Děkuji také katedře fyzioterapie UK FTVS za možnost využívání kineziologické laboratoře a přístroje NeuroCom SMART EquiTest. V neposlední řadě, děkuji také všem probandům, kteří se měření zúčastnili, bez nich by tato práce nevznikla.

Abstrakt

Autor práce: Bc. Karolína Langová

Název práce: Zhodnocení stabilizačních schopností u tanečnic pole dance

Cíl: Hlavní cíl této práce je objektivní zhodnocení statické a dynamické posturální stability u žen pravidelně se věnujícím pole dance a následně jejich stabilizační schopnosti porovnat s ženami běžné zdravé populace, které se žádné sportovní aktivitě nevěnují. Dalším cílem je užší zaměření na zhodnocení vlivu cvičení pole dance na aktivitu vestibulárního systému ve statické a dynamické posturální stabilitě a porovnání jejich výsledků s toutéž nesportující populací žen.

Metody: Tato práce má charakter observační komparační průřezové studie. Výzkumu se zúčastnilo 34 žen věkového rozmezí 18–30 let rozdělených do dvou skupin. Experimentální skupinu ($n_1=17$) tvořily pole dance tanečnice a kontrolní skupinu ($n_2=17$) ženy bez pravidelné sportovní aktivity. Měření statické a dynamické posturální stability probíhalo na dynamickém počítačovém posturografu NeuroCom SMART EquiTest, na kterém byly využity tyto protokoly: *Sensory Organization Test (SOT)*, *Motor Control Test (MCT)*, *Rhythmic Weight Shift (RWS)* a *Head Shake – Sensory Organization Test (HS-SOT)*. Výsledné hodnoty obou skupin byly zpracovány pomocí Microsoft Excel 2016 a poté vzájemně porovnávány.

Výsledky: V protokolu SOT nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami, Composite dosahoval $p = 0,47$ ve prospěch tanečnic. V parametru Latency v testu MCT byl zaznamenán signifikantní rozdíl v podmínce LL-Forward ($p = 0,03$) a LR-Forward ($p = 0,01$) taktéž ve prospěch tanečnic, Composite zde téměř dosáhl statistické významnosti ($p = 0,06$) pro tanečnice. Parametry WS ani SS nevykázaly žádné signifikantní rozdíly mezi skupinami, doplnění parametrů o Deviation from Symmetry pro WS a SS byl signifikantní rozdíl u SS ($p = 0,05$) ve prospěch tanečnic. DCL během testu RWS neodhalil žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami. Testování HS-SOT prokázalo signifikantní rozdíl ve prospěch tanečnic u SOT COND2 vertical ($p = 0,03$) a u SOT COND5 roll ($p = 0,01$) ve prospěch tanečnic. Parametr EQSR odhalil statisticky významný rozdíl taktéž pro tanečnice u SOT COND2 vertical ($p = 0,04$).

Závěr: Práce neprokázala, že by pole dance tanečnice vykazovaly jednoznačně lepší posturální stabilitu oproti nesportujícím ženám. Statisticky signifikantní rozdíly ve

prospěch tanečnic se projevily pouze u některých testovacích podmínek. Výsledky naznačují pozitivní ovlivnění funkce vestibulárního aparátu tímto sportem. Významný rozdíl se však také projevily pouze v určitých testovacích parametrech. Pro komplexnější poznatky o posturální stabilitě v pole dance sportu je zapotřebí dalších výzkumů.

Klíčová slova: Pole dance, posturální stabilita, postura, stabilita, NeuroCom SMART EquiTest, vestibulární systém.

Abstract

Author of the thesis: Bc. Karolína Langová

Title of the thesis: Evaluation of the stabilizing ability of pole dancers

Objectives: The main aim of the study is to assess the static and dynamic postural stability in women regularly practising pole dance, and to compare their stabilizing ability to women from healthy general population, who do not practise sport regularly. The next aim is to focus on the evaluation of the effect of pole dance exercise on the activity of vestibular system in static and dynamic postural stability, and compare the results to the same control group of women.

Methods: The study is designed as observational, comparative and cross-sectional. 34 women within the range of 18-30 years of age took part in the study and were divided into 2 groups. Experimental group (n=17) consisted of pole dancers, whereas women without regular physical activity (n=17) represented control group. The measurement of static and dynamic postural stability was performed using dynamic computer posturograph *NeuroCom SMART Equi Test (MCT)*, *Rhythmic Weight Shift (RWS)* and *Head Shake – Sensory Organization Test (HS-SOT)*. Collected results of both groups were analyzed using *Microsoft Excel 2016* and compared.

Results: In SOT protocol, no statistically significant differences were found between the groups, Composite reached $p = 0,47$ favoring pole dancers. In Latency parameter of MCT test a significant difference was recorded in condition LL-Forward ($p = 0,03$) and LR-Forward ($p = 0,01$), also favoring pole dancers, Composite almost reached statistical significance ($p = 0,06$) in favor of pole dancers. Neither WS nor SS did not show any significant differences between the groups, after addition of parameters from Deviation from Symmetry for WS and SS, the difference for SS reached significance ($p = 0,05$) in favor of pole dancers. DCL during RWS test did not reveal any statistically significant differences between the groups. HS-SOT testing showed significant difference in favor of dancers in SOT COND2 vertical ($p = 0,03$) and in SOT COND5 roll ($p = 0,01$). EQSR parameter revealed significant difference also in SOT COND 2 vertical ($p = 0,04$) favoring dancers.

Conclusion: The study did not demonstrate conclusively, that pole dancers show better postural stability in comparison to women not practising sport. Statistically significant differences were shown under several testing conditions only. The results imply a positive

effect of this sport on vestibular system. However, significant difference was shown only in certain testing parameters. To gain more complex knowledge about the postural stability in pole dance sport, further investigation is needed.

Key words: Pole dance, postural stability, posture, stability, NeuroCom SMART EquiTest, vestibular system.

Obsah

1	ÚVOD.....	13
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	15
2.1	Pole dance	15
2.1.1	Charakteristika Pole dance.....	15
2.1.2	Historie Pole dance	16
2.1.3	Současný Pole dance.....	17
2.1.4	Fyzická aktivita Pole dance	21
2.1.5	Zranění a rizika při pole dance	24
2.2	Posturální stabilita.....	27
2.2.1	Biomechanické faktory	28
2.2.2	Neurofyziologické faktory	32
2.2.3	Stabilizace ve vzpřímené poloze.....	36
2.2.4	Posturální stabilita u estetických sportů.....	37
2.2.5	Využití estetického sportu pro prevenci či léčbu.....	42
2.2.6	Možnosti vyšetření posturální stability.....	43
3	METODOLOGIE PRÁCE	46
3.1	Cíle práce	46
3.2	Úkoly práce	46
3.3	Výzkumné otázky.....	46
3.4	Hypotézy	47
4	METODIKA PRÁCE.....	48
4.1	Charakteristika výzkumu	48
4.2	Zpracování teoretických východisek.....	48
4.3	Charakteristika výzkumného souboru.....	48
4.4	Metody sběru dat.....	49
4.5	Popis vlastního měření	50
4.6	NeuroCom SMART EquiTest.....	51
4.7	Popis vyšetřovacích protokolů	53
4.8	Analýza a zpracování dat	57
5	VÝSLEDKY.....	58
5.1	Výsledky SOT.....	58
5.2	Výsledky MCT.....	61
5.3	Výsledky RWS.....	68
5.4	Výsledky Head Shake SOT.....	69

5.4.1	Výsledky Head Shake – SOT 2	69
5.4.2	Výsledky Head Shake – SOT 5	70
6	DISKUZE	74
6.1	Diskuze k hypotéze H1	75
6.2	Diskuze k hypotéze H2	80
6.3	Diskuze k hypotéze H3	86
6.4	Diskuze k hypotéze H4	87
6.5	Diskuze k výzkumným otázkám	92
6.6	Diskuze k limitům práce	98
7	ZÁVĚR.....	101
8	SEZNAM LITERATURY.....	103
	SEZNAM PŘÍLOH.....	122

Seznam zkratek

°/s	stupeň za sekundu
°C	stupeň Celsia
AC	area of contact
ACSM	American College of Sport Medicine
ADT	Adaption Test
AS	area of support
BMI	body mass index
bpm.	beats per minute
BS	base of support
C4	čtvrtý krční obratel
cm	centimetr
CNS	centrální nervová soustava
COG	centre of gravity
COM	centre of mass
COMP	Composite
COND	Condition (1–6)
COP	centre of pressure
DCL	Directional Control
DK	dolní končetina
EQSR	Equilibrium Score Ratio
ES	Equilibrium Score
G	gravitační přetížení
GAISF	Global Association of International Sports Federation
h	hodina
HS-SOT	Head Shake-Senzory Organization Test
HSSP	hluboký stabilizační systém páteře
ICC	interclass corelation coefficient
IPSF	The International Pole sports Federation
kcal	kilokalorie

kg	kilogram
LB	Large-Backward
LDK	levá dolní končetina
LF	Large-Forward
LL	Large-left
LOS	Limits of Stability
LR	Large-right
m.	musculus
max.	maximální
MB	Medium-Backward
MCT	Motor Control Test
MF	Medium-Forward
ML	Medium-left
ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	spotřeba kyslíku za minutu na kilogram hmotnosti
mmHg	milimetr rtuťového sloupce
mmol/l	milimol na litr
MOV	Mezinárodní olympijský výbor
MR	Medium-right
ms	milisekunda
PDK	pravá dolní končetina
RWS	Rhythmic Weight Shift
s.	sekunda
SB	Small-Backward
SD	směrodatná odchylka
SF	Small-Forward
SL	Small-left
SLAP léze	Superior Labral tear from Anterior to Posterior
SOM	somatosenzory ratio
SOT	Senzory Organization Test
SR	Small-right

SS	Strenght Symmetry
UK FTVS	Fakulta Tělesné Výchovy a Sportu, Univerzita Karlova
UST	Unilateral Stance
VEST	vestibular ratio
VIZ	vizual ratio
WADA	Anti-Doping Organization
WBS	Weight Bearing Shift
WS	Weight Symmetry

1 ÚVOD

Tanec představuje kombinaci umění a náročné sportovní aktivity. Provází člověka již dlouhá staletí a dnes existuje spousta tanečních stylů (balet, klasické tance, moderní tanec, street dance, hip hop aj.) se kterými se člověk může setkat. Zároveň novodobě vznikají tance nebo aktivity vyznačující se větší různorodostí a volností projevu a zároveň kombinují mnoho technik.

Jednou z těchto pohybových aktivit je i pole dance. Ten se vyazuje komplexními pohyby celého těla, extrémními rozsahy pohybů, rozvíjejícími flexibilitu těla, velkou svalovou silou, nervosvalovou koordinací, rovnovážnými dovednostmi a stabilitou trupu. Když se tyto znaky skloubí do taneční choreografie prováděné na vertikální tyči do rytmu hudby, vzniknou nádherné estetické pozice, jimiž tanečníci vyjadřují svůj stav mysli a své emoce. Jejich prvky zahrnují nejen taneční, ale také gymnastické a akrobatické umění i volné kombinované pohyby. Což obzvláště spočívá v hojně využívaných převratových pozicích, kdy tito sportovci musí mít velmi dobrou schopnost vyhodnocování sensorických informací přicházejících z receptorů k potřebné precizní koordinaci pohybů a zároveň uvědomění si své aktuální polohy těla v prostoru.

Posturální stabilita člověka je se sportem velmi úzce spjata. Mnoho studií zaměřujících se posturální stabilitu v tanci, gymnastice a akrobacii dokázalo pozitivní vliv těchto sportů na rozvoj posturální stability člověka, vlivem svých vysokých nároků na složky, které rovnováhu zajišťují. Stabilizace představuje kontinuální zaujímání rovnovážné polohy, a tak jistoty v prostoru a je součástí jakéhokoli pohybu. Na druhou stranu ale existují i studie, jejichž závěry spočívají v poznatku, že se posturální schopnosti těchto estetických sportovců nemusí vždy převést do jednoduchých posturálních úkolů jako je třeba bipedální stoj. Dále se také většina studií tohoto charakteru spíše zaměřuje na úlohu somatosenzorického a vizuálního než vestibulárního aparátu v posturální stabilitě.

Pole dance i přes svou hlubokou historii se jako sport začal vyvíjet teprve poměrně nedávno. Rychle si však získával oblibu v mnoha státech světa a dnes již existují soutěže národní i mezinárodní úrovně. Přes to se první studie zabývající se pole jako sportovní aktivitou objevují až v roce 2017 a studie zabývající přímo posturální stabilitou u těchto tanečnicků je zatím pouze jedna.

Tato diplomová práce se zaměřuje na zhodnocení a porovnání posturální stability mezi ženami, pravidelně praktikujícími pole dance a ženami nevěnujícími se žádné sportovní aktivitě. Dále na možný vliv pole dance na efektivitu využití informací z vestibulárního aparátu k posturální kontrole.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Pole dance

2.1.1 Charakteristika Pole dance

Tanec je uměním, ale také velmi fyzicky i psychicky náročným atletickým sportem. Může být provozován jako rekreační aktivita, zaměstnání či být elitní profesionální taneční organizací. Mezi sportovci jsou tanečníci jedineční v tom, že dělají fyzicky náročné pohyby, které musí vypadat krásně a umělecky, a často je provádí v extrémních pohybových rozsazích. Tento estetický sport tak vyžaduje vysokou úroveň hrubé ale i jemné motoriky, flexibility a fyzické síly. Důležitá je také velmi dobrá rovnováha, stabilita, nervosvalová koordinace a somatognozie pro umístění konkrétního tělesného segmentu v prostoru s důrazem na estetiku. Tanečník je tak sportovec, umělec i technik (Clippinger, 2007; Shah, 2008). Prostřednictvím tance může člověk nonverbálně komunikovat svými výrazy a pohybem za součástí hudby a vyjádřit tak své emoce i příběhy. Může být používán též jako terapie pro zlepšení fyzických nedostatků, držení těla, senzomotorické koordinace, komunikace, usnadnění vyjádření emocí a uvolnění tenze, posílení sebevědomí a mít tak blahodárny vliv na lidské tělo i mysl (Dosedlová, 2012).

Pole dance je atletická disciplína prováděná muži i ženami napříč všemi věkovými kategoriemi. Zahrnuje řadu složitých pohybů a prvků z olympijské gymnastiky, moderního tance, baletu, volných a kombinovaných pohybů a akrobacie. Kombinuje a vytváří různé taneční a akrobatické rutiny prováděné na vertikální tyči. Jedná se tak o vysoce rizikový sport (Coelho et al., 2017; Kartaly, 2018). Holland (2010) ve své knize popisuje tanečnici pole dance jako sportovkyni oblečenou v odpovídajícím oděvu – cvičebním trikotu, cvičící na vertikálně upevněné tyči. Za jejím akrobatickým a technicky náročným projevem stojí hodiny disciplinovaného cvičení vyžadujícího fyzickou sílu obzvláště horních segmentů těla a jádra, rovnováhu a fyzickou sebejistotu, aby byla schopna provádět cviky hlavou dolů či rozštěpy nebo další pohybové dovednosti nad zemí. Veškerý plynulý sled těchto pohybů je doprovázen hudbou.

Jako aktivita vyžaduje výraznou svalovou vytrvalost, koordinaci a flexibilitu pro uskutečnění náročných pohybů a otoček. Lze jej považovat za aerobní i anaerobní cvičení. Pole dance je provozovaný ve spousty tanečních a fitness studiích v mnoha zemích

(Kartaly, 2018). Můžeme se také se setkat s velkým množstvím jeho variant, které pak představují převažující prvky tanečního, akrobatického nebo silového charakteru nebo zda je sport prováděn pouze jednotlivci, dvojicemi či skupinami, podle požadavků či druhů soutěží. Řadí se sem např.: Pole fitness, Pole acrobatics, Pole gymnastics, Pole art, Duo pole, Chinese pole atd. (Stanovy Czech Pole & Aerial Sports Federation, 2015). Kartaly (2018) ve své publikaci rozčleňuje žánry pole dance na pole fitness, který se soustředí na kondiční cvičení, fyzickou sílu a technické aspekty každého pohybu a kaskadérských prvků, dále artistický a akrobatický pole dance, jenž klade důraz více na taneční vzezření, hudbu, choreografii a akrobatické cviky. Do této kategorie mohou být začleněny různé taneční styly podle preferencí umělce. A nakonec exotický pole dance, který představuje více smyslnost a při kterém mají tanečnice vysoké podpatky. Dale (2013) kromě skutečnosti, že pole dance si vypůjčuje dovednosti z jiných tanečních či sportovních disciplín, zdůrazňuje také to, že na rozdíl od těchto aktivit a dobře zavedených forem sportu, nejsou limity pole dance dosud známy a pevně dány, a tak se pole dance může nadále rozvíjet v zápalu invence. Dle Global Association of International Sports Federation (dále GAISF) lze pole dance obecně charakterizovat jako výkonnostní sport, který kombinuje tanec a akrobacii na vertikální tyči a který vyžaduje velkou fyzickou a duševní námahu, vytrvalost a flexibilitu pro zvednutí, držení, kroucení a pózování a předvádění linií těla během pohybů (Observers, 2017).

2.1.2 Historie Pole dance

V otázce vzniku a historie pole dance existuje značná neshoda (Holland, 2010). Ovšem předpokládá se, že se vyvinul z řady východních a západních praktik, v nichž má své kořeny. Východní oblast zahrnuje artistické umění Chinese pole a tradiční indický sport Mallakhamb a ze západního světa jsou to zejména různé formy exotického tance (Nicholas, 2019). Chinese pole představuje artistické umění s původem již z 12. století a vyznačuje se lezením akrobatů po 3–9 metrů vysoké ocelové tyči pokryté gumovým materiálem. Aktéři při této aktivitě předvádí převážně šplh, skluzy, ale také salta i skoky (Postránecká, 2016). Mallakhamb je starodávny tradiční indický sport, který vznikl před více než 800 lety, kde „malla“ znamená muž a „khamb“ znamená tyč. Kombinuje se v něm wrestling, silový trénink a jóga prováděná na dřevěném kůlu a bavlněném laně (Nicholas, 2019; Mallakhamb, 2022). Tento sport provádějí převážně muži s minimem oblečení a bosými nohy. Jeho aktéři provádějí především salta a opět se zde využívá hlavně přesnosti, rychlosti, koncentrace, koordinace, vytrvalosti a síly. Oba tyto sporty

jsou původní východní bází současného pole dance a právě kvůli jejich energetickým akrobatickým dovednostem a nárokům na fyzickou sílu bývají často zmiňovány pro vyzdvihnutí a přirovnání pole dance více jako sportu, poněvadž se velmi často setkáváme s problematickým spojováním pole dance se striptýzovými kluby, známými naopak ze západního světa (Postránecká, 2016). Co se týče západního světa, za největší vliv, který dal vznik kořenům dnešního pole dance se považují v tomto případě erotické a exotické tance, známé například z Moulin Rouge, nebo starověké formy břišního tance i latinskoamerické (Rumba či Tango). Dále jsou to také putovní veletrhy, objevující se v USA během hospodářské krize ve 20. letech minulého století. Tehdy tanečnice jinak známé jako „*hoochie coochie*“ jsou první, kdo používá stanové tyče a tančí předvádí svůdné pohyby. Tyto smyslné taneční prvky pak vytváří podobu pro současný pole dance (Postránecká, 2016; Nicholas, 2019).

2.1.3 Současný Pole dance

Pole dance jako takový vznikl v severoamerických striptýzových klubech na konci 80. a 90. let (Dále, 2013). Rokem 1994 otevírá kanadská striptérka Fawina Monday školu exotického tance, kde poprvé vyučuje a poskytuje lekce pole dance nehrajícím nebo „běžným ženám“ a vydává instruktážní DVD a manuály jak pro výuku pole dance, tak pro lap dance (tanec na klíně) (Allen, 2011; Nicholas, 2019). Od té doby si pole dance získává popularitu a v 21. století se rozšiřuje do více než 50 zemí zahrnujících celou Severní a Jižní Ameriku, Velkou Británii, Evropu, Rusko, Austrálii, Nový Zéland a také Asii, kde je obzvlášť v Japonsku, Hongkongu, Malajsii, Singapuru, Filipínách a Jižní Koreji (Whitehead a Kurz, 2009; Holland, 2010; Dále, 2013; Nicholas, 2019). Dale (2013) ve své studii uvádí, že spouštěčem této obrovské expanze byl krátký rozmach pole dance praktikovaný hollywoodskými hvězdami – Madonnou, Angelinou Jolie a Kate Moss začátkem roku 2004, který se vyčerpávajícím způsobem objevoval v denní televizi a v časopisech pro ženy. Následuje jeho masové rozšíření, za které svět pole dance vděčí médiím, sociálním sítím a informačním kanálům na internetu, zejména YouTube. Začínají se objevovat první celebrity, vítězové soutěží či známí účastníci, kteří poté dávají vzniku instruktážním materiálům nebo prvním pole dance magazínům. K další propagaci přispívají všemožné blogy a fóra s radami a tipy, či virtuální setkání, a vznikají nejrůznější workshopy a meetingy (Postránecká, 2016). Dale (2013) také podotýká, že i 6 let poté, co sám začal pole dance trénovat, se téměř každý týden učí nová zatočení, chyty nebo „varianty známých“. Dnes už pole dance studia obvykle nabízejí

celou řadu kurzů na statických i spinningových tyčích, rutinních kurzů zaměřených na zlepšení kondice a fyzických dovedností pro širokou škálu zájemců (Nicholas, 2019). V poměrně krátké době tak vznikají první lekce, studia, akademie a soutěže po celém světě a v současné době je tento tanec vyučován ve více než 60 zemích světa (Dale, 2013; Postránecká, 2016).

Během rozšiřování tohoto tance po světě se však také v současnosti rozvíjí stále větší společenské napětí ohledně genderových očekávání u žen (Fennell, 2018) a hypersexualizovanému kontextu pole dance (Weaving, 2020). Ačkoli v průběhu let expandoval pole dance z původních striptýzových klubů a zábavy pro dospělé do dnešní oblíbené fitness aktivity a sportu oblíbené zejména u žen (Dale, 2013; Fennell, 2018), faktem zůstává, že jeho lekce sice zahrnují využívání atletických póz, které předvádějí sílu a vytrvalost, ovšem toto provádějí na tyči v rámci napodobování erotických pohybů (Weaving, 2020). Samantha Holland a Feona Attwood (2009) ve své publikaci samy uvádějí, že pole dance je forma erotického představení, které zahrnuje točení, stoupání a další různé pohyby prováděné kolem tyče připevněné k podlaze a stropu. Podobně jako břišní tanec byl tak pole dance pro spojení s erotickým tancem stigmatizován (Fennell, 2018) a dodnes čelí mnohokrát prodiskutovávaným tvrzením kritiků, jejichž nejčastější argumenty poukazují na to, že se tančí s tyčemi ve striptýzových klubech, že takový tanec je sexuální, objektivní a antifeministický a posiluje tradiční genderové role a rozšiřování těchto tanců a používání tyče mimo striptýzové kluby tyto problémy prohlubují. Tato veřejná znepokojení kritiků tak v současné době podporují stigmatizaci jeho aktérek (Fennell, 2020).

Dodnes proto probíhá snaha pole dance rebrandovat např. tím, že ho mnozí tanečníci označují jako fitness formu a někteří z nich také usilují o jeho zařazení mezi olympijské disciplíny (Holland a Attwood, 2009). V pokusech odpojit pole dance od jeho striptýzového původu a prezentovat ho jako posilovací fitness aktivitu či jako legitimní formu uměleckého vyjádření byli neústupní australští tanečníci pole dance ve výzkumu, který vedli Whitehead a Kurz (2009), přičemž sami autoři výzkumu se svými informátory prokazují značný nesouhlas. Proti zařazení pole dance do olympijských her vystupuje Weaving (2020), která tvrdí, že navzdory požadovaným dobrým atletickým dovednostem pro tento tanec, by pole dance neměl být zahrnut do olympijského programu, poněvadž by ve hrách podpořil hypersexualizaci. Další studie z roku 2019 se zaměřuje na růst pole dance v Koreji a poukazuje na to, že ačkoli v zemi neexistují

striptýzové kluby, tanečnickům se zdá, že tento sport stále není brán vážně (Kim a Kwon, 2019).

Holland (2010) ve snaze vyjavit či definovat pole dance jako volnočasovou aktivitu a sport uvádí, že obraz pole dance se mění směrem od sexuálního k více atletickému. Jiní autoři charakterizují tanec na tyči jako formu cvičení, které není založeno na představení (Hamilton, 2009) a ani se neprovádí před publikem (Donaghue et al., 2011). Whitehead a Kurz (2009) upozorňují na rozdíl od cvičení ve smyslu, že pole dance má neodmyslitelně performativní prvky v pohybech, což fitness nebo běh nemá, ovšem Holland (2010), která vedla rozsáhlé terénní rozhovory ve Velké Británii, Severní Americe a Austrálii v kombinaci s pozorováním účastníků kurzů ve fitness ve velké Británii, popisuje cvičení pole dance jako místnost plnou zpocených a vyčerpaných žen, jejichž trénink není nijak okouzující. Studie z roku 2015 shrnuje, že pole dance je volnočasová aktivita, za jejíž trénink si tanečnici platí, netančí pro publikum, ale pro své vlastní potěšení a při jeho tréninku zůstává oblečení. Taktéž podotýká, že existují různé způsoby jeho procvičování, které představují i různá oblečení (včetně obuvi) a odlišný obsah (Jensen, 2015). Holland (2010) rozdělila pole dance na dvě verze: Pole dance (tanec na tyči), který se tančí s vysokými podpatky a pérovými boas a pole exercise (cvičení na tyči), které představuje aktivitu více jako sport nebo fitness a cvičí se s bosou nohou a od počátků původního pole dance je již značně vzdálen. Další autoři popisují podobný rozdíl mezi smyslým pole dance a pole fitness, ale zároveň zdůrazňují, že tyto dva druhy se navzájem nutně nevylučují (Jensen, 2015). Aktéři pole dance jeho erotické kořeny přiznávají a nepopírají je. Ale ačkoli se snaží od jeho striptýzových počátků distancovat a oddělit od nich nový pole dance, určité značky historie zůstávají (Dale, 2013).

I přes veškeré kritiky ale zůstává faktem, že popularita pole dance stále roste. Existují také četné soutěže na národní i mezinárodní úrovni s kategoriemi pro náctileté, lidi ve věku nad 50 let i pro zdravotně postižené, které pomáhají změnit vnímání tohoto tance a propagovat jej jako nesexuální formy tance a akrobacie. Taktéž dnes nabízí jeho trénink mnoho fitness klubů a tanečních škol, a to jak rekreačně, tak i profesionálně. Vytvořily se nové formy tréninku a organizace, aby pole dance mohl být více veřejností vnímán jako fitness aktivita a sport (Nawrocka et al., 2017; Fennell, 2018). Regionální, národní i mezinárodní soutěže jsou nyní k dispozici amatérským i elitním tanečnickům pole dance, aby předvedli své dovednosti. Soutěže pořádají federace, sdružení nebo

nezávislá studia a zahrnují porotu, která konkurenty hodnotí na základě různých kritérií (např. síla, flexibilita, technika, muzikálnost) (Nicholas, 2019).

V roce 2009 vznikla Mezinárodní federace pólových sportů (The International Pole Sports Federation, dále IPSF) s cílem prosazovat pole dance jako sport a také ho zařadit jako další disciplínu v olympijských hrách (Nicholas, 2019). Pod její záštitou existuje 31 schválených národních federací. Tyto federace jsou v Africe, Asii, Austrálii, Evropě a Severní a Jižní Americe a nabízejí studia s kurzy tohoto tance (Fennell, 2020). 1. mistrovství světa ve sportu na tyči se konalo v roce 2012 s pouhými 36 sportovci ze 14 zemí a pouhých 7 sportovců poté v kategorii Mládeže prvně zavedené v roce 2013. V roce 2017 již došlo k nárůstu účasti v mládežnické kategorii o více než 80 %. IPSF tak postupně začala podnikat kroky k zařazení pole sports do olympijských her: V roce 2016 se stala signatářem WADA (Anti-Doping Organization) a podala žádost o členství v MOV (Mezinárodní olympijský výbor). Roku 2017 pole sports získávají status pozorovatele u GAISF (The History of Pole Sports, 2017; Observer Status continues for Pole & Aerial Sports!, 2019), která také téhož roku klasifikovala tanec na tyči jako profesionální sport (Weaving, 2020). Status pozorovatele poskytuje sportu příležitost dále se rozvíjet a vyvíjet, a je GAISF podporován směrem ke splnění všech kritérií pro plné členství v této organizaci, což je také požadováno pro začlenění sportu do olympijských her. A v neposlední řadě GAISF podporuje zvýšení počtu národních federací pole sports po celém světě. Pro olympijský sport je požadováno 50 federací jako letní sport. V roce 2019 GAISF prodloužilo pole sports status pozorovatele o další 2 roky (Observer Status continues for Pole & Aerial Sports!, 2019).

V průběhu let také postupně vznikaly různé soutěžní disciplíny. V současné době se jedná o:

- Pole Sports – Tato disciplína sice zahrnuje umělecké prvky, ale více si zakládá na atletice a technických dovednostech (Disciplines, 2022). Dle Weaving, (2020) by pravděpodobně tato kategorie byla zahrnuta do olympijského programu, protože se nejvíce podobá jiným posuzovaným sportům a obsahuje nejobjektivnější kritéria pro hodnocení.
- Ultra Pole – Ultra Pole má povzbuzovat inovace a kreativitu, svobodu projevu a eskalovat maximální atletiku. Konkurenti prezentují své akrobatické dovednosti ve stylu bitvy.

- Artistic Pole – Představuje více umělecky nakloněného sourozence Pole Sports, ale je zde větší důraz na uměleckou interpretaci, umění, choreografii a muzikálnost.
- Para Pole – Tato disciplína byla představena v roce 2017 a vytvořena v souladu s paralympijskými kritérii. Zahrnuje 3 kategorie – deficit svalů, končetin a zraku.
- Aerial Pole – V této disciplíně vzniklé nově roku 2022 se opět hodnotí více technika a atletické dovednosti, ovšem aktéři soutěží na zavěšené tyči (Disciplines, 2022).

Mezi členy IPSF patří také Česká republika. Czech Pole Sport Organization se jako nezisková národní organizace snaží propagovat kromě Pole Sport také Aerial Hoop (vzdušný sport s obručí) jako atletický sport a podporuje rozvoj sportovců, trenérů a klubů napříč všemi výše zmíněnými disciplínami (Czech Pole Sport Organization, 2022).

2.1.4 Fyzická aktivita Pole dance

Pole dance je performativní umění, které po svých aktérech vyžaduje vysoké fyziologické a fyzické nároky (Ruscello et al., 2017). Jeho trénink zahrnuje používání vertikální tyče k provádění nejrůznějších cviků a figur a trvá 60–90 minut. (případně v závislosti na úrovni tréninku). Celkově ho lze rozdělit do 3 částí: nejdříve se provádějí zahřívací a posilovací cviky, následně se studují konkrétní figury a v závěru se provede ochlazovací cvičení (Ballarin et al., 2021).

Zahřívací cvičení spočívá v provádění jednoduchých dynamických pohybů pro úvodní zahřátí těla, mobilizaci kloubů a dynamickém strečinku (Hanzlíková a kol., 2017). Studium konkrétního cviku nebo figury poté spočívá v rozdílné charakteristice každého prvku. Jarmila Hanzlíková (2017) s kolektivem vydala skripta, ve kterých popisuje základní úchopy, pozice a chůze u tyče a mnoho cvičebních prvků ke kterým přikládá fotografie s popisnými technickými poznámkami. Kartaly (2018) také podotýká, že triky mohou mít různé úrovně obtížnosti a měly by se provádět a cvičit postupně a také na obě strany pro řádnou kompenzaci a neupřednostňování jedné strany. Provádí se také posturální cvičení založená na pozicích a pohybech klasického baletu a současného tance pro zlepšení koordinace, rovnováhy, kontroly pohybu, udržení vzpřímené pozice a také estetiku každého pohybu (Hanzlíková a kol., 2017; Kartaly, 2018). Cvičí se pohyby transitní (plynulé přechody z jednoho prvku do druhého) šplhací (zásadní pro provádění

kaskadérských a vzdušných triků) inverzní (vyžadující velkou sílu jádra, paží a ramen pro inverzi celého těla), stojky a kombinace. Všechny tyto pohyby nutí aktéry zapojovat zejména prsní, ramenní, zádové, hýžd'ové a trupové svaly (Kartaly, 2018). Nutná je také stálost vnitrobřišního tlaku a pevnost středu těla pro naučení správných pohybových stereotypů, kterou zajišťují svaly pánevního dna, bránice, hluboká vrstva zádových svalů a m. transversus abdominis (Jablonská, 2019). Následné závěrečné ochlazovací cvičení by měl být komplexní statický strečink s důrazem na výše zmíněné nejvíce zatěžované svaly (Hanzlíková a kol., 2017).

Pokud jde o fyzické a fyziologické požadavky pole dance, existuje velmi málo studií zaměřených na tyto aspekty. Jak již bylo zmíněno, až v roce 2017 klasifikovala GAISF pole dance jako profesionální sport (Weaving, 2020) a první studie zabývající se těmito hledisky se datují až od tohoto roku.

První studie vychází z hodnot naměřených na jediné tanečnici, během simulace soutěže trvající 3 min a 30 s. Tanečnici byla před výkonem vypočítána max. odhadovaná srdeční frekvence 192,6 bpm a intenzita jejího výkonu si z ní průměrně vyžádala $\approx 93\%$ (vrchol $\approx 96\%$). Naměřené hodnoty krevního tlaku se pohybovaly od 120/75 před a do 145/58 mmHg na konci výkonu a koncentrace laktátu v krvi po výkonu od 10,2 do 10,7 mmol/l. (Ruscello et al., 2017). Studie z roku 2018 tyto parametry měřila také během simulované soutěže na 3 elitních tanečnicích. Průměrné hodnoty max. odhadované srdeční frekvence byly během výkonu $74,59 \pm 8,82\%$ (vrchol $\approx 114\%$). Naměřené hodnoty krevního tlaku se shodují s předchozí studií a koncentrace laktátu v krvi se pohybovala podobně od $11,43 \pm 2,13$ do $10,63 \pm 1,65$ mmol/l po výkonu (Ruscello et al., 2018). Obě studie se shodují, že výkon na této úrovni vyžaduje vysoké energetické náklady, čímž se jako disciplína může zařadit mezi další náročné jako je např. gymnastika a poukazují na glykolytický charakter této aktivity. Také zmiňují, že zjištěné hodnoty koncentrace laktátu v krvi jsou vyšší než průměrné hodnoty naměřené u výkonů v např. ženské gymnastice nebo sportovním tanci. Zdůrazňují i vynaložení velké fyzické práce proti působení gravitační síly z hlediska lezení na tyč i kontrolovaných pádů nebo prudkých sjezdů po tyči s brzdou fázi vyžadující ≈ 2 G a také, že největší rotační pohyby kolem tyče dosahovaly $\approx 400^\circ/\text{s}$ a vyžadují dobrou aktivitu vestibulárních orgánů pro kontrolu a ovládání pohybů během rotací (Ruscello et al., 2017, Ruscello et al., 2018).

Studie z roku 2019 se oproti tomu zaměřila na fyziologickou a metabolickou náročnost klasické 60–minutové lekce. U 14 amatérských tanečnic na pokročilé úrovni během 3 standardizovaných lekcí autoři naměřili průměrnou spotřebu kyslíku $16,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ během 1 lekce, celkové energetické náklady 281,6 kcal ($4,7 \text{ kcal.min}^{-1}$) a průměrnou srdeční frekvenci 131 bpm. Oproti 2 výše zmíněným studiím naměřila průměrnou koncentraci laktátu v krvi 3,1 mmol/l, což dává cvičení více aerobní metabolický profil. Díky naměřenému průměrnému metabolickému ekvivalentu (4,6) autoři zmiňují, že dle ACSM (American College of Sport Medicine) by byla 60–minutová lekce pole dance klasifikována jako středně intenzivní kardiopulmonální cvičení (Nicholas et al., 2019).

Jak bylo již výše popisováno, z hlediska neustále působící gravitační síly, pro kontrolu pádů či sjezdů po tyči je u tanečnic vyžadována také velká fyzická síla. Tanečnice využívá svá chodidla, podkolenní a loketní jamku, paže, břicho, ale zejména ruce (sílu stisku) jako „brzdy“ při sevření tyče a své tělo jako odpor, a spoléhá se na třecí síly mezi kůží a tyčí, což vyžaduje nízkou teplotu ve cvičební místnosti (max. 18 °C), jelikož pot a vlhkost jsou omezující faktory, a také schopnost tanečnic vyrovnat se s bolestí, kterou třecí síly působí. S vyšší úrovní obtížnosti je zároveň vyžadován menší počet styčných bodů (Ruscello et al., 2017; Lee et al., 2020).

Studie z roku 2017 jako jeden z parametrů měřila právě sílu stisku ruky u tanečnic pole dance a výsledky ukázaly, že se síla úchopu ruky v závislosti na délce jejich zkušeností s tréninkem zvyšuje. Autoři předpokládají, že pravidelné tréninky přispívají i k obecnému nárůstu síly a podotýkají, že ačkoli pole dance nevyžaduje použití externí zátěže, bylo prokázáno, že trénink se zátěží vlastního těla svalovou sílu zvyšuje (Nawrocka et al., 2017). Další studie porovnávající svalovou sílu (jako jeden z parametrů) mezi pole dance tanečnicemi a ženami se silovým tréninkem také dle svých výsledků zmiňuje, že ačkoli se jedná o odlišný trénink dle typu kontrakce (pole dance využívá více izometrickou, a silový trénink dynamickou s vnější odporovou zátěží), tak izometrická kontrakční síla se zde vyrovná odporové, jelikož nebyly mezi sportovkyněmi nalezeny žádné rozdíly pro sílu horní končetiny, ani pro test břišní vytrvalosti. Oproti ženám se silovým tréninkem vykazovaly také lepší flexibilitu (Rosin et al., 2017).

2.1.5 Zranění a rizika při pole dance

Pole dance je díky svému názvu i vyžadované umělecké preciznosti pro všechny prvky estetický sport. Estetičtí nebo umělečtí sportovci opakovaně provádějí extrémní pohyby (často ve všech směrech pohybu). Mnoho manévrů vyžaduje hyperextenzi páteře a velký rozsah v kyčelním kloubu. Pro estetického sportovce je zásadní správná interakce páteře a pánve, pevnost jádra a flexibilita dolních končetin. V rámci estetiky k tanci patří také expozice těla, a tak mnohdy poranění nejsou pouze muskuloskeletální, ale často v kombinaci s metabolickými poruchami nebo poruchami příjmu potravy (D'Hemecourt a Luke, 2012). Je třeba si i uvědomit, že pole dance tanečníci jsou obecně starší věkové skupiny a ve srovnání s elitními tanečnickými nebo gymnasty často zůstávají ve svém sportu aktivní i mnoho let (Lee et al., 2020).

Dle Lee et al. (2020) bylo zjištěno, že nejčastějšími zraněními v pole dance jsou poranění ramen a zápěstí, následované poraněním zad a kyčlí. Objevilo se také poranění krční páteře, otřes mozku, nebo zlomeniny prstů na nohou, křížové kosti, žeber a kotníků.

Jak již bylo v předchozí kapitole zmíněno, pole dance tanečníci během svých výkonů mohou dosáhnout zrychlení těla podél svislé tyče až ≈ 2 G a rotační pohyby kolem tyče dosáhnou až $\approx 400^\circ/\text{s}$ (Ruscello et al., 2017). Síla horních končetin je důležitá pro šplh, inverzní pohyby a úchopy (Kartaly, 2018), během kterých se často používá pouze jedna ruka, což značí značné přetížení muskuloskeletálního systému právě pro ramena a zápěstí (Naczka et al., 2020). Mezi tato poranění patří nejčastěji natažení ramenních svalů, ruptura rotátorové manžety, naražení, tendinitida m. biceps brachii a SLAP léze. Pro zápěstí to je poranění triangulárního fibrokartilaginózního komplexu a gangliové cysty. Pro loket také laterální epikondylitida (Lee et al., 2020). Soini a Laine (2018) sbírali průřezová data ze škol pole dance a uvádějí, že též k nejčastějším zraněním dochází v oblasti ramen, a to vlivem jejich opakovaného namáhání. Naczka et al. (2020) se s výsledky též shodují. Dle jejich studie došlo k nejvíce úrazům během přemetů, výkrutů a obtáčecích manévrů. Také zmiňují, že 36,7 % z 30 výzkumných tanečnic utrpělo akutní zranění (poranění ramen a zápěstí) a až 80 % také chronické zranění během 2 let tréninku. Nalezli také významnou korelaci mezi frekvencí akutního poranění a kvalitou rozcvičky (nedostatečné zahřátí nebo rozcvičky kratší než 5 minut), která dokazuje, že kvalitně provedená rozcvička může ochránit tanečnický před akutním zraněním a dále také, že většina žen pokračovala v tréninku i s chronickou bolestí (v rozmezí 0–10 na číselné škále bolesti uvedly 7,2) beze změny nebo s cílem se vyhnout

cviku způsobujícím bolest, což může být rizikem pro vážnější zranění (Naczka et al. 2020). Bylo zjištěno, že tanečníci mají celkově vyšší práh a toleranci bolesti než ostatní sportovci, díky vysokým nárokům a náročným tréninkům, ovšem nedolčené zranění a brzké navrácení či přehlížení zranění vede k chronickému poškození tkání (např. únavové zlomenině nebo svalové a vazivové ruptuře (Tajet-Foxell a Rose, 1995; Russell, 2013).

V rozporu se studií Lee et al. (2020) je studie z roku 2017, ve které bylo nejčastěji se vyskytující zranění dolní části zad, kyčlí a pohmožděniny (Mitrousias et al. 2017). Lee et al. (2020) dodávají, že poranění zad sestává hlavně z bolestí zad.

Estetičtí sportovci vykazují nadměrný rozsah pohybu páteře a kyčle, což vyžaduje dobrou lumbopelvickou interakci. Nezbytné je protahování flexorů kyčlí a hamstringů pro udržování dostatečného rozsahu pohybu a pružnosti (D'Hemecourt a Luke, 2012). Kujala et al. (1997) prokázali, že nízké individuální fyziologické maximum pohyblivosti bederní extenze předpovídalo větší bolesti dolní části zad a může způsobit její přetížení u sportovců, provádějících časté maximální bederní extenze. Další příčinou bolestí zad může být nedostatečná zevní rotace kyčle. Tanečník ji poté kompenzuje pronací nohy, zevní rotací kolenního kloubu při flexi a naklopením pánve dopředu, čímž se uvolní iliofemorální vaz a hlavice stehenní kosti je v prostornějším posterosuperiorním acetabulu. Toto anteverzní postavení pánve staví bederní páteř do lordotičtější polohy a způsobuje na ni stresové a smykové síly (D'Hemecourt a Luke, 2012).

U baletních tanečníků se často vyskytuje anteverze pánve a hyperlordóza v bederní páteři. Nedostatečný rozsah extenze nebo zevní rotace kyčelního kloubu, ale také i rozsah extenze v hrudní páteři si tak tanečníci kompenzují hyperextenzí beder (Gottschlich a Young, 2011). V důsledku anteverzního postavení pánve a hyperlordotického postavení bederní páteře se oblastní svaly i hluboké páteřní stabilizátory zapojují patologicky (Deckert et al., 2007). Dochází tak ke zvýšení aktivity stabilizátorů povrchových způsobující přetěžování kloubů, ligament a k šikmému postavení bránice a tím i k její špatné funkci. Přetížené extenzory páteře se pak mohou stát zdrojem nocicepcie (Kolář a Lewit, 2005; Kolář, 2009).

Proto je důležitá také stabilita jádra nebo „středu“. U gymnastek bylo zjištěno, že navzdory dobré celkové tělesné síle a pružnosti mohou vykazovat slabé nebo nevyvážené svaly jádra, což může být také rizikovým faktorem pro zranění. Kombinace

nadměrně aktivních flexorů kyčlí, thorakolumbální fascie, erektorů spinae se slabostí m. gluteus maximus a insuficiencí břišních svalů vede k mechanické bolesti dolní části zad (D'Hemecourt a Luke, 2012).

Lumbopelvicá kinetika je propojena také s kinetikou kyčelních kloubů (Gupta et al., 2004). Postavení kyčelních kloubů ovlivňuje mimo jiné vztah mezi hamstringy a m. iliopsoas. Pokud jsou hamstringy zkrácené, rotují kyčelní kloub posteriorně a pokud jsou slabé vzhledem k m. iliopsoas, rotují ho naopak anteriorně (D'Hemecourt a Luke, 2012). Mezi poranění kyčelních kloubů u pole dance tanečnicků bylo hlášeno natažení svalů nebo syndrom lupavé kyčle (Lee et al., 2020). Úsilí maximální zevní rotace vyžaduje velkou aktivitu malých vnějších rotátorů a m. gluteus maximus (D'Hemecourt a Luke, 2012). Syndrom lupavé kyčle tak může být způsoben např. přeskakováním zesílené části iliotibiálního traktu nebo šlachou m. gluteus maximus přes okraj velkého trochanteru, nebo pohybem šlachy m. iliopsoas přes iliopektineální eminenci (Zeman et al. 2013). Jako další zranění kyčle se vyskytovalo natržení labra, které se obvykle objevuje v důsledku traumatu a minimální výskyt femoroacetabulárního impingementu (Teitz, 2000; Lee et al., 2020).

V neposlední řadě většina z těchto sportovců vykazuje známky zobecněné vazivové laxity a hypermobility. Samotná nadměrná flexibilita v páteři může estetické sportovce předurčit k nestabilitě a bolesti dolní části zad (D'Hemecourt a Luke, 2012).

Běžná zranění bederní páteře v uměleckých sportech jsou nejčastěji způsobena torzním a tažným mechanismem působení sil na páteř v důsledku jejího nadměrného pohybu. Ačkoli přímé trauma je např. pro gymnastiku nebo tanec dle výzkumu nejméně pravděpodobný mechanismus poranění (D'Hemecourt a Luke, 2012), u pole dance je toto riziko značně zvýšeno, jelikož standardizovaná výška tyče v pole dance je dle IPSF 4 metry (International Pole Sports Federation, 2021), což se rovná možnému pádu z výšky 4 metrů. Lee et al. (2020) uvádějí, že ze 158 účastníků jejich výzkumu bylo právě nejvíce zranění (75,5 %) utrpěno (včetně ramen, zápěstí i zad) akutním traumatem nebo pádem. 3 z těchto tanečnicků utrpělo v důsledku pádu otřes mozku a 1 tanečnick zlomeninu krční páteře na úrovni C4.

Pole dance tanečnicki vykazují také obecně nižší procento tělesného tuku než jedinci bez sportovních zkušeností (Coelho et al., 2017; Naczka et al., 2020). Někteří respondenti ze studie z roku 2020 uvedli, že měli výživové problémy a mnoho pokusů

o hubnutí a autoři této studie zaznamenali významnou korelaci mezi právě těmito pokusy a častým výskytem akutních poranění. U 36,7 % účastnic se navíc vyskytovaly také menstruační nepravidelnosti (Naczki et al., 2020). Metabolická rizika pak představují nízkou dostupnost energie v kombinaci s intenzivním cvičením, což způsobuje snížení tvorby kostí a zvýšenou kostní resorpci už po 5 dnech (Papageorgiou et al., 2017). Neuspořádané stravování s nízkým obsahem tuku a náročným tréninkem také může vést k tzv. triádě, která představuje přítomnost nevyváženého stravování, nepravidelných menstruací nebo amenorey a osteoporózy (D'Hemecourt a Luke, 2012; Naczki et al., 2020).

2.2 Posturální stabilita

Pojem *stabilita* si lze technicky představit jako chování pevného tělesa na podložce, na které přitom působí zevní síly. Ovšem oproti pevnému tělesu s přesně definovanými tvarovými vlastnostmi (např. krychli) má živé lidské tělo tvar proměnlivý a je tvořeno mnoha různorodými látkami a také pohyblivými segmenty. Biomechanicky je lidské tělo v gravitačním poli tak velmi nestabilní pro svou značnou výšku a úzkou opornou bázi s vysoko uloženým těžištěm, které je dle délky dolních končetin zhruba v půli jeho výšky, což si lze představit jako „obrácené kyvadlo“ (Vařeka, 2002; Véle, 2006; Véle, 2012). Pro stojícího člověka stabilita znamená schopnost se ustálit nebo navrátit do rovnovážného stavu, tj. udržet COG (center of gravity) v opěrné bázi během jeho narušení při působení nějakého podnětu – v tomto kontextu se upřednostňuje termín posturální stabilita (Bizovská a kol., 2017).

Postura je charakterizována jako aktivní držení segmentů těla vzhledem k působícím zevním silám, z nichž nejvýznamnější je síla gravitační. Je součástí jakékoliv polohy, tzn. sedu, stoje, lokomoce i pouhého zvednutí hlavy v lehu na břicho neboli jak napsal R. Magnus, „*posture follows movement like a shadow*“. Pokud bychom si např. jeden pohyb těla rozfázovali, vznikly by sekvenční snímky každý s momentálně různým posturálním nastavením (Kolář, 2009). Véle (2006) popisuje posturu jako klidovou polohu těla s určitou konfigurací pohybových segmentů. Toto nastavení pohybových částí zajišťuje posturální motorika činností tonických (posturálních) svalů, která neustálou korekcí vyladuje trvalé nepatrné titubace, čímž udržuje polohovou a pohybovou jistotu a zároveň tak zajišťuje určitou pohotovost k přechodu z klidné polohy do pohybu. V případě plánování nějakého pohybu se tak klidová poloha změní

v polohu pohotovostní (stand by) a těsně před zamýšleným pohybem přejde do účelově orientované výchozí polohy (atitudy). Postura je tak základní podmínka pohybu, jelikož motorika z optimálně nastavené výchozí polohy vychází (Véle 2006; Véle 2012).

Posturální stabilita tedy nepředstavuje stálou jednorázově zaujatou polohu, ale je definována jako schopnost, jejímž účelem je zajištění vzpřímeného držení těla a reagování na změny jak zevních, tak vnitřních sil tak, aby bylo zabráněno nezamýšlenému či neřízenému pádu. Jde tedy o držení těla, které probíhá neustále jako kontinuální korigovaný proces zaujímání stálé polohy v podmínkách denního života (Kolář, 2009; Véle, 2012). I v každé kvazistatické poloze (sed, stoj, aj.) pro vzpřímené držení stále probíhají dynamické děje, které se projevují již výše zmíněným nepatrným trvalým kolísáním vlivem jak dynamického udržování polohy, tak působením i dýchacích pohybů, srdečních úderů, či pohybu např. hlavy nebo paží (Vařeka, 2002; Véle, 2006; Kolář, 2009; Iqbal, 2011; Véle, 2012). Tyto dynamické děje ovlivňují biomechanické a neurofyziologické faktory.

2.2.1 Biomechanické faktory

Mezi základní biomechanické faktory ovlivňující posturální stabilitu se řadí hmotnost i výška těla, poloha těžiště, kontakty s podložkou jako kontaktní plocha, opěrná plocha, průmět těžiště do opěrné báze, sklon opěrné plochy vzhledem k horizontální rovině, ale i postavení, vlastnosti a pohyby segmentů (Vařeka, 2002; Kolář, 2009; Bizovská a kol., 2017). V následujícím textu budou tyto zmíněné pojmy popsány:

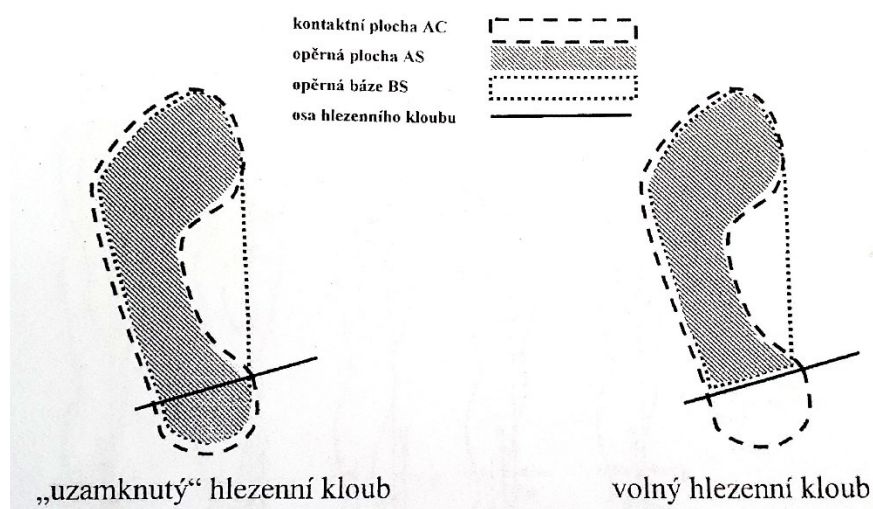
Area of Support (AS), opěrná plocha – Část plochy kontaktu člověka s podložkou (AC) či opěrné body, které jsou aktuálně využívány pro vytvoření opěrné báze, a tedy aktivní opoře a kontrole posturální stability (Vařeka, 2002; Vařeka a Vařeková, 2009).

Area of Contact (AC), kontaktní plocha – Jedná se o celou plochu kontaktu těla s podložkou, kterou ale zároveň celou nelze využít k aktivní opoře ani kontrole posturální stability, přičemž se nemusí jednat ani o kontakt přímý, jelikož mezi podložkou a tělem se může nacházet i část oděvu (Vařeka, 2002).

Base of Support (BS), opěrná báze – Ohraničená plocha vzniklá spojením nejbližších hranic jednotlivých bodů opěrné plochy. V případě, že člověk využívá k opoře kompenzační pomůcku (např. hůl), bude tedy BS sahat svou spojnicí

až k nejbližší hranici této pomocné bodové opory (Vařeka, 2002, Bizovská a kol., 2017).

Vztah mezi těmito třemi kontaktními situacemi lze vyjádřit stručným vzorcem: $BS \geq AC \geq AS$. Je nutné poznamenat, že tvar a velikost AS a BS jsou v aktuálním momentě dány jak anatomickou stavbou, tak i svalovou aktivitou, tedy působením CNS. Např. kdyby při stožení na jedné noze nebyl možný pohyb ani v kloubech nohy ani v hlezenním kloubu, tak AS by zahrnovala téměř celou plochu plošky, ovšem kdyby byl pohyb v hleznu zachován, pak bude AS omezena na část AC před osou hlezenního kloubu, čemuž potom bude odpovídat i BS (Vařeka, 2002).



Obrázek 1: Opěrná a kontaktní plocha, opěrná báze (Vařeka, 2002)

Centre of Mass (COM), těžiště – Představuje bod, ve kterém je umístěna a soustředěna hmotnost celého těla. Z kineziologického hlediska hovoříme o společném těžišti všech segmentů těla pouze při zaujetí postury (Vařeka, 2002).

Centre of Gravity (COG) – Je popisováno průmět společného těžiště do plochy BS, nebo také jako průsečík vertikální COM s opěrnou bází. V kvazistatických polohách (sed, stoj, aj.) se COG vždy musí nacházet v opěrné bází. Jakmile by se vychýlilo mimo ni, už není možné se navrátit pouhým působením vnitřních sil, ale změnit opěrnou bází přemístěním kontaktní plochy (Vařeka a Vařeková, 2009, Bizovská a kol., 2017).

Centre of Pressure (COP) – Představuje místo působení vektoru výsledné reakční síly podložky. Nelze ho zaměnit s COG, jelikož COG a COP jsou shodné pouze u tuhých těles a lidské tělo představuje neustále měnící se uspořádání pohybových segmentů (Vařeka a Vařeková, 2009).

Z fyzikálního hlediska můžeme uvést, že stabilita je přímou úměrou závislá na velikosti plochy BS a hmotnosti těla a nepřímou úměrou ji ovlivňuje výška těžiště nad BS, vzdálenost mezi COG a středem opěrné báze, a sklon opěrné plochy vzhledem k horizontální rovině (Kolář, 2009). Je však důležité opět poznamenat, že větší BS obecně zvýší stabilitu pouze v případě tuhých těles, ale v kloubech lidského těla se nacházejí různé kombinace pohybů. Pak se např. u širokého stoje rozkročného zvyšuje BS s posturální stabilitou, ovšem pouze ve frontální rovině. V rovině sagitální vlivem omezeného pohybu v kloubech se stabilita naopak zhorší. Dále také hmotnost pomáhá jedinci stabilitu udržet v případě např. naší snahy o jeho vychýlení z dané polohy. Ovšem pokud již k vychýlení ze statické rovnováhy došlo, může být větší hmotnost naopak překážkou k jejímu obnovení (Bizovská a kol., 2017).

Jak již bylo uvedeno, vzpřímený bipedální stoj je ze své podstaty nestabilní, proto se upřednostňuje také využívání termínu *kvazistatická* činnost nežli statická (Vařeka, 2002). Konstantní malé houpání zapříčiňuje působící točivý moment způsobený gravitací, který dále odchyluje tělo od vzpřímené polohy. Tento destabilizující moment tak musí být kompenzován korekčním kroučícím momentem vyvíjeným nohama na opěrnou plochu (Peterka, 2002). Pozice COG se ve vzpřímeném stoji nachází před osami hlezenních kloubů, jelikož vyvinutý moment síly v m.triceps surae je pak efektivní pro udržení posturální stability. Pokud se COG přesune za osu kloubu, aktivita plantárních flexorů pro obnovení stability již není možná a případný moment síly dorziflexorů nohy je zanedbatelný. Kontrakční sílu svalů ovšem nelze udržet konstantně – neustále proto dochází ke změnám momentů sil působících na pákách od vzájemně pohyblivých segmentů. Proto se pozice COM, COG i COP stále mění, ovšem prostřednictvím CNS je tato svalová aktivita řízena vždy tak, aby se COG i COP vždy nacházelo v BS tedy opěrné bázi (Vařeka, 2002; Vařeka a Vařeková, 2009) resp. ve specifických hranicích individuální BS – tzv. limitech stability (maximální oblast, ve které se člověk může naklánět v jakémkoli směru, aniž by ztratil stabilitu) a nedochází ke změně BS (Bizovská a kol., 2017).

Strategie zajištění posturální stability

K zajištění posturální stability nebo navrácení těla do rovnováhy v postoji tělo využívá buď statickou nebo dynamickou strategii (Vařeka, 2002).

Statická strategie představuje chodidla na místě. Dochází k balančním mechanismům, kterými se CNS snaží udržet posturální stabilitu, aniž by došlo ke změně AC a tedy BS. K tomu využívá hlezenní a kyčelní mechanismus. Hlezenní mechanismus je především využíván ve ventrodorzálním směru – pomocí aktivity již výše zmíněných plantárních a částečně dorzálních flexorů hlezenního kloubu. Kyčelní mechanismus se uplatňuje ve směru laterolaterálním, kdy dochází k vzájemnému přenášení hmotnosti mezi dolními končetinami, na čemž se převážně podílejí svaly kyčelního kloubu. Oproti pohybu dolních končetin do stran je v sagitálním směru anatomicky daná volnost pohybu větší, ale tím také menší stabilita. Také svaly hlezna vyvinou pro vyrovnávání pomocí kratší páky menší moment síly než svaly kyčle. Proto se také hlezenního mechanismu využívá převážně v klidném stoji na pevném povrchu a kyčelního v případě větších zevních sil nebo při stoji na úzkých či poddajných površích, které adekvátní točivý moment v kotníku neumožňují (Vařeka, 2002; Horak, 2006).

Pokud nelze bezpečně udržet COP a COG v BS, dojde k dynamické strategii pro obnovení posturální stability, kdy se přemístí AC a změní se tak BS. Např. dojde k úkroku nebo chycení se pevné opory (Vařeka, 2002).

Statická a dynamická posturální stabilita

V literatuře se také můžeme setkat s termíny statická a dynamická posturální stabilita. Ovšem jejich definice se v publikacích často liší. Např. autoři Nashner a McCollum (1985) popisují statickou posturální stabilitu jako schopnost omezit pohyby COG během neměnné BS. Podobně statickou posturální stabilitu charakterizují také DiStefano et al. (2009), kteří ji definují jako schopnost udržet COM nad BS. Dle Wintera (2009) jde o schopnost udržet BS neměnnou s minimálním pohybem těla a Shumway-Cook a Woollacott (2011) mluví o statické posturální stabilitě, pokud je tělo v klidu a nemění svou BS.

Dynamickou posturální stabilitu pak Nashner a McCollum (1985) definují jako kontrované pohybování COG v rámci neměnné BS. V té souvislosti také zavedli pojem funkční posturální stabilita, kterou charakterizují řízeným pohybem COG v rámci naopak měnící se BS. DiStefano, et al. (2009) ji charakterizují jako dynamickou rovnováhu, kdy jde o schopnost udržení stability během dynamických pohybů nebo schopnost přejít z dynamického pohybu do statické polohy. Shumway-Cook a Woollacott (2011) uvádějí,

že se o dynamickou posturální stabilitu jedná tehdy, pokud je tělo v pohybu, při kterém dochází ke změně BS.

Bizovská a kol. (2017) upozorňuje na skutečnost, že posturální stabilita a její kontrola je komplexní a složitá schopnost a dle výše zmíněných rozsáhlých nejednotných definic statické a dynamické posturální stability tak nelze aplikovat ani najít jednotné globální testy pro jejich měření, a lze proto testovat pouze jednotlivé aspekty řídicích systémů posturální kontroly a poté posuzovat jejich vliv na posturální stabilitu v rámci souvislosti. Pro lepší představu testování dynamické posturální stability v této práci, se blíží její popis dle Wintera (2009), který ji přirovnává ke schopnosti udržení stabilní polohy během provádění motorických úkonů, anebo v případě mírného pohybu za hranici BS během stoji na nestabilní ploše jako její znovunabytí, a v české literatuře dle Věleho (2006) jenž ji přirovnává ke schopnosti rychle se adaptovat na působení zevních sil, a tak dovednosti rovnováhu rychle korigovat.

2.2.2 Neurofyziologické faktory

Bizovská a kol., (2017) mezi neurofyziologické faktory řadí integraci zrakových, vestibulárních, proprioceptivních a kožních informací. Dále také vliv psychiky a faktory vnitřního prostředí, které představují procesy nastavující excitabilitu nervového systému, spouštění pohybových programů a zpětnovazebných receptorů. K držení těla je tak potřeba mnoho různých základních fyziologických systémů. Interakce těchto senzomotorických procesů představuje komplexní motorickou dovednost, kterou můžeme nazvat posturální kontrolou. Poškození kteréhokoli z nich bude mít za následek různé, kontextově specifické nestability (Horak, 2006). Vařeka (2009) uvádí, že systém vzpřímeného držení těla ovlivňují tři hlavní složky a to senzorická, řídicí a výkonná.

Senzorická složka

Představuje integraci informací přicházejících ze smyslových systémů, k určení polohy segmentů těla a orientaci v prostředí. Senzorická integrace je dynamický a flexibilní proces, který zajišťuje efektivní vyhodnocování redundantních informací přicházejících do CNS z receptorů aferentními drahami, kdy mozek, i na základě již uložených informací v paměti, musí vybrat informaci vhodnou, na kterou se může spolehnout pro následné vytvoření motorické odezvy a řízení stabilizace (Véle, 2006; Sousa et al., 2012; Natus Medical Incorporated, ©2013). Pro posturální kontrolu jsou

důležité informace přicházející především ze somatosenzorického, vizuálního a vestibulárního aparátu (Horak, 2006; Bizovská a kol., 2017).

Somatosenzorický systém

Somatosenzorický systém informuje o vnímání a orientaci polohy v gravitačním poli, vzájemném pohybu jednotlivých tělesných segmentů vůči sobě a ve vztahu k prostředí, a poskytuje kontakt s vnějšími objekty. Jeho receptory jsou rozptýleny po celém těle a zahrnují zejména kožní cití a propiocepci – receptory uložené v kloubech, svalech, šlachách, ligamentech a periostu. Kožní receptory signalizují vibrace a kontakt jakéhokoli mechanického podnětu se změnami tlaku. Proprioceptory detekují informace o změnách délky svalů, rychlosti kontrakce, změnách svalového napětí, tahových silách a o pohybech v kloubu a vzájemné poloze kloubních segmentů a představují je svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíska a receptory v kloubních pouzdrech s pomalou a rychlou adaptací. Důležité pro posturální stabilitu jsou proprioceptory uložené především v oblasti šíje, osovém orgánu, kořenových kloubech, trupu a chodidlech (Véle, 2006; Jančová, 2008; Kleiner et al., 2011; Gaerlan et al., 2012). Ze smyslových systémů je tento somatosenzorický nejrychlejší a nejcitlivější k působení zevních podnětů, a je upřednostňován na stabilním povrchu (Natus Medical Incorporated, ©2013).

Vizuální systém

Prostřednictvím zrakového systému získáváme dle Králíčka (2011) z okolního prostředí až 90 % informací. Receptory uložené v sítnici a jsou zásadní pro orientaci těla v prostoru, přesnost pohybu, pomoc v kontrole polohy a postavení hlavy, k registraci rychlých a náhlých změn, čímž dojde k aktivaci anticipačních mechanismů, a také pro snížení již výše popsaného kývání těla. Během klidného stoje se zavřenýma očima dochází k rychlejším změnám polohy COP, růstu variability výchylek až na dvojnásobek a zvětšování plochy konfidenční elipsy (Vařeka, 2002; Kleiner et al., 2011; Bizovská a kol., 2017). Stabilita a posturální jistota je tak ovlivněna a získána díky možnosti sledování pevných bodů v zevním prostředí (např dveře, dům) (Véle, 2006), ale také přesností obrazu na sítnici, zrakovou ostrotí, jasem a kontrastem (Kleiner et al., 2011). Vizuální systém je poměrně pomalý, ale citlivý k vnějším rušivým podnětům. Nejlépe tedy funguje za stabilních vizuálních podmínek a má významný vliv zejména při nedostatečné vestibulární nebo propioceptivní aferentaci (Natus Medical Incorporated, ©2013; Bizovská a kol., 2017).

Vestibulární systém

Vestibulární systém detekuje polohu a pohyb hlavy v prostoru a nachází se ve vnitřním uchu. Zjednodušeně představuje soustavu dvou čidel. Tzv. statické čidlo je tvořeno blanitými váčky utrikulem a sakulem, v nichž jsou receptorové útvary (makuly) a krystaly uhličitanu vápenatého (otolity). Makula poskytuje informační zpětnou vazbu o horizontálním pohybu z utrikula a o vertikálním pohybu ze sakula. Statické čidlo tak podává informace o pozici a orientaci hlavy v prostoru a gravitačním poli a lineární akceleraci. Druhé tzv. kinetické čidlo představuje tři půlkruhové kanálky (frontální, sagitální a horizontální) v nichž proudí endolymfa, která se pohybuje v reakci na pohyb hlavy a tím stimuluje receptory poskytující informace o otáčení hlavy. Kinetické čidlo tedy zaznamenává rotační pohyby – uhlové zrychlení hlavy (Jančová, 2008; Bizovská a kol., 2017; Casale et al., 2022). Vestibulární reakce jsou rychlé, ovšem na vnější podněty je tento systém citlivý méně. K jeho upřednostnění dojde, nastane-li mezi ostatními smyslovými systémy konflikt, tzn. u nestabilního jak povrchu, tak i okolního prostředí (Natus Medical Incorporated, ©2013).

V kombinaci tyto tři senzorycké systémy vlivem svých přichozích informací přispívají k posturální kontrole. Každý systém má vlastní aktivační práh a senzitivita jednotlivých oblastí se různí. Pokud je jeden systém či informace potlačena nebo utlumena, dochází ke kompenzačnímu mechanismu (Bizovská a kol., 2017). Ve studiích jsou často testovány také podíly uvedených systémů a výsledky autorů se mnohdy liší. Také je potřeba zmínit, že záleží na variabilitě vnitřního i zevního prostředí, která závislost na každém systému mění a také na individualitě každého člověka (Vařeka, 2002; Horak, 2006; Bizovská a kol., 2017).

Peterka (2002) ve svém výzkumu na zdravých jedincích (24–46 let) a na subjektech s těžkou bilaterální vestibulární poruchou (45–58 let) pozoroval aktivitu systémů během různých situací (normální podmínky, vyřazení zrakové percepce, pseudonáhodná rotace vizuálního okolí a podložky při amplitudě 0,5–8°) a uvádí, že pokud se povrch stane nestabilní, podíl zraku a vestibulárních informací se zvýší (70 % vestibulární aparát, 20 % vizuální a 10 % somatosenzorický). Když byl probandům naopak během pohybu podložky vyřazen vizuální systém zavřením očí, využívali více vestibulárního systému a u probandů s vestibulární poruchou u taktéž pohybující se podložky docházelo až ke stavu pádu. U zdravých osob stojících vzpřímeně

s otevřenýma očima a na pevné podložce se dle Peterka (2002), Peterka a Loughlin (2004) a Horak (2006) podílí ze 70 % somatosenzorický systém, z 20 % vestibulární systém a vizuální systém z 10 %.

Naopak u mladších dospělých podle výzkumů převládá role vizuálního systému (Cohen et al. 1996). Liaw et al. (2009) testovali mimo jiné stabilitu u mladých jedinců od 16 do 39 let a Gearlen et al. (2012) od 20 do 30 let a obě studie se shodují, že u zdravé takto mladé populace je dominantní zrakový systém. Dle Ricci et al. (2009) mají mladší lidé odlišné reakce a mohou na rozdíl od jiných věkových skupin používat jiné strategie k udržení rovnováhy.

Řídící složka

Tyto senzorké vjemy z jednotlivých systémů spolu s informacemi z exteroceptorů z kůže (vnímající podněty z vnějšího prostředí), interoceptory (zaznamenávající změny z vnitřních orgánů) a nociceptivními informacemi (nesoucícími bolestivé percepce) nepřetržitě přicházejí do řídicího systému, kterým je mozek a mícha (CNS), kde se zpracovávají a porovnávají s předchozími zkušenostmi, čímž dochází k neustálé aktualizaci držení těla na základě multisenzorické zpětné vazby, která je používána k obousměrné výměně informací a tak předávání příkazů ke kontrole a korekci pohybu. Řídící systém je tak informován o případných odchylkách a ihned pohyb upraví. Mezi struktury CNS zpracovávající informace řadíme páteřní a prodlouženou míchu, Varolův most, střední mozek a mezimozek, bazální ganglia, mozkovou kůru a limbický systém (Véle, 2006; Sousa et al., 2012).

Proces řízení pohybu je hierarchicky uspořádán do třech úrovní – spinální, subkortikální a kortikální, které od sebe nelze izolovat, jelikož se na každém pohybu podílejí všechny tři. Nejnižší spinální úroveň motoriky představuje reflexní motoriku se základním reflexním obloukem. Převádí motorické programy do svalové aktivity, kterou servoreguluje prostřednictvím reflexů. Jí nadřazená subkortikální motorika zásadně ovlivňuje posturální funkci i pohybové vzory přednastavením logistiky a excitability neuronů, regulací svalového tonu, korekcí hrubých spinálních mechanismů apod. Převádí pohybové strategie na motorické programy (Véle 2006; Iqbal, 2011). Nejvyšší řídicí centrum je na úrovni kortikální. Ta umožňuje cílený, volní ideokinetický pohyb, jehož idea zde sama vznikne. Jeho představa a cíl jsou provázeny emocemi, motivací, stavem mysli. Kortikální oblast vytváří motorické plány, strategie, realizuje

cílený pohyb, umožňuje jemnou motoriku, paměť, řeč apod. Také řídí autonomní funkce pro přípravu organismu na vyšší metabolický nárok během svalové aktivity (Véle, 2006; Iqbal, 2011; Neuls, 2022).

Výkonná složka

Výkonná složka zahrnuje myoskeletální systém. Ten je tvořen podpůrnou pasivní složkou – skeletem, klouby a vazy, které poskytují tělu při pohybu pevnou mechanickou oporu a aktivní silovou složkou, jíž jsou svaly, které pohyb umožňují. Tento systém též musí pro stabilizaci, lokomoci či cílený pohyb fungovat společně a pouze za korekce řídicí složky tedy CNS (Véle, 2006; Bizovská a kol., 2017).

2.2.3 Stabilizace ve vzpřímené poloze

Jak již bylo výše popisováno, vzpřímené držení je aktivní děj, na kterém se podílí jak fyzikální parametry (gravitace, hmotnost, struktura segmentů aj.), tak i z velké části svalová aktivita (Véle, 2006). Aby byl při každém pohybu segmentu překonán odpor, vzniká kontrakční síla svalu, která se vlivem pákového systému v segmentech těla převádí na moment sil, čímž se reakčně v pohybovém systému spustí další svalová aktivita. Tato tzv. posturální reaktibilita pomocí koordinované aktivity mezi agonisty a antagonisty i dalšími skupinami svalů zajišťuje potřebné zpevnění jedné úponové části svalu v jednotlivých pohybových segmentech (kloubech) k vytvoření stabilního punctum fixum, pro možnost druhé úponové části svalu vykonat pohyb v jiném segmentu označovaný jako punctum mobile. Z toho vyplývá, že cílený pohyb nelze vykonat, aniž by nebyla vytvořena potřebná úponová tuhost v kloubním segmentu a zajištěna úponová stabilizace svalu. Např. u flexe v kyčelním kloubu se musí nejprve stabilizovat úponové začátky svalů vykonávajících pohyb – zpevněním pánve a páteře aktivací spinálních extenzorů a jejich agonistů (břišní svaly a nitrobřišní tlak). Tyto stabilizující svaly poté vyvolávají aktivitu dalších svalů a tím další zpevnění kloubních segmentů – dochází k řetězení svalové aktivity v celém pohybovém systému (Kolář, 2009).

Pro umožnění pohybu horních a dolních končetin je zejména důležitá stabilizace trupu (aktivace bránice, m. transversus abdominis, m. multifidus a svalů pánevního dna), která jejich činnosti předchází (Kolář, 2009). Rozeznáváme stabilizaci vnitřní (segmentovou) a vnější (sektorovou). Vnitřní stabilizaci zajišťují intersegmentální svaly páteře, které jsou krátké a hluboké, a obsahují velké množství proprioreceptorů (zvláště v krční oblasti), které umožňují rychlou korekci páteřních segmentů vůči gravitaci

a různému vychýlení či destabilizaci obratlů. Vnější stabilizaci provádějí svaly větší a silnější, které spojují už větší úseky (sektory) osového orgánu a pojí k němu končetiny. Pro zamezení vzniku destabilizace či pádu musí být tyto svaly schopny vyvinout velkou sílu po krátkou dobu (Véle, 2006).

2.2.4 Posturální stabilita u estetických sportů

Pro téměř všechny pohyby ve sportovních aktivitách je důležitá stabilita jádra a vysoká míra schopnosti udržet vertikální průmět těžiště v základně opory, tedy posturální rovnováha. Lepší neuromuskulární kontrola přispívá k efektivitě volní motoriky specifické pro konkrétní sporty. Tréninkové programy zahrnující cvičení posturálních svalů a svalů jádra prokázaly lepší tělesnou rovnováhu, sílu zádových svalů a vytrvalost. Zejména stabilita a síla jádra představuje nezbytnou součást fyzické kondice ve sportech založených právě na zvedání a rotacích trupu. Sportovec má při efektivní posturální stabilitě snížené riziko zranění a tím i jeho negativních důsledků na jeho fyzickou zdatnost (Sharrock et al., 2011; Andreeva et al., 2020; Andreeva et al., 2021; Zemková a Zapletalová, 2022).

Pole dance kombinuje gymnastiku, tanec, balet a akrobacii (Nawrocka et al., 2017; Coelho et al., 2017) a v mnoha studiích bylo již dokázáno, že ve standardních posturálních testech tito estetičtí sportovci vykazují lepší posturální stabilitu než netrénovaní a nespportovní jedinci (Golomer et al., 1997; Marin et al., 2019; Andreeva et al., 2021).

Například studie autorů Weighart et al. (2018) se zabývá změnami posturální stability po tanečních hodinách baletu a moderního tance u začínajících vysokoškolských tanečnic prostřednictvím 4 třicetisekundových testů na balančních deskách měřených před a po intervenci. Experimentální skupina po intervenci při klidném stoji s otevřenými i zavřenými očima vykazovala signifikantně lepší výsledky než kontrolní skupina, která žádné taneční hodiny neabsolvovala. Jiná studie zase porovnává posturální stabilitu u 14 tanečnic, pravidelně cvičících klasický balet a/nebo moderní tanec min. 3 roky též s 14 nespportovkyněmi. Pomocí analytického 3D modelu byly získány mediolaterální, anteroposteriorní a vertikální osy těla k určení středu hmotnosti těla. Zde výsledky odhalily, že výrazně lepší posturální kontrolu v anteroposteriorním směru měly tanečnice oproti kontrolní skupině v případě klidného stoje se zavřenými očima tudíž v náročnější

aktivitě. Ve směru mediolaterálním žádné výrazné rozdíly nebyly vyzorovány (Marin et al., 2019).

Rudd et al. (2017) zase ve svém výzkumu porovnávali 135 dětí s průměrným věkem 8,1 let, které absolvovaly kurikulum tělesné výchovy založené na gymnastickém tréninku po dobu 16 týdnů (2 hodiny týdně) se 198 dětmi stejného věku jako kontrolní skupinou, která měla po totožnou dobu běžné kurikulum tělesné výchovy zahrnujících týmové sporty. Signifikantně lepší výsledky se ukázaly v posturální stabilitě u intervenčních dětí a autoři zmiňují, že tělesná výchova založená na gymnastice má ve srovnání se standardním kurikulem tělesné výchovy zrychlený účinek na pohybovou kompetenci u dětí.

Asseman et al. (2008) ve své studii rozdělují sporty do tří skupin dle využití posturální kontroly během jejich výkonu. U sportu jako je fotbal, rugby nebo judo se kladou posturální nároky především na pohyby. Naopak například při střelbě se nejvíce využívá posturální rovnováhy za účelem co nejklidnějšího postoje. Mezi tyto dvě skupiny pak řadí autoři sporty, které svou posturální kontrolu potřebují využívat maximálně jak při svém výkonu a pohybech, tak v klidném stoji či požadovaných pozicích. Do této skupiny řadí například gymnastiku. Tento sport vyžaduje dokonalé provedení složitých dynamických figur a akrobacie uspořádaných v sestavách prováděných na podlaze, kladině, nerovných tyčích nebo při přeskokách (Croix et al., 2010; Opala-Berdzik et al., 2021). Tyto sestavy zahrnují i rovnovážné figury, které musí gymnasta udržet min. po dobu 2 s (Pravidla SG Ženy, 2022), což vyžaduje vysokou posturální náročnost v rámci zachování rovnováhy při přechodech z dynamického pohybu do statické výdrže.

Tento zřetězený sled estetických prvků s výdrží je praktikován i v pole dance za rozdílu, že se figury provádí na vertikální tyči. Ať už v kategoriích amatérů či profesionálů musí v soutěžích sestava tanečnicků zahrnovat prvky dokazující flexibilitu a sílu, spiny na statické tyči, dynamické kombinace prvků a prvky na spinové tyči, které každý tanečník musí udržet s fixovanou pozicí min. 720°. Jejich prvky mají definovaná místa kontaktu, úhly rozsahu i min. rotace (Povinné prvky pro amatérské kategorie, 2022; Povinné prvky pro profesionální kategorie, 2022). Pro vyloučení situace pádu tak musí tanečníci využívat maximální posturální kontrolu a fyzickou sílu v jakémkoli svém pohybu.

Hrysomallis (2011) uvádí, že ve srovnání s jinými sporty nejlepší tělesnou rovnováhu vykazují gymnasté. Následují fotbalisté, plavci a basketbalisti a podotýká, že rovnováha sportovců roste s jejich soutěžní úrovní.

To dokazuje již dříve zmíněná studie z roku 2017, která se prozatím jako jediná zabývá a porovnává (mimo jiné) posturální stabilitu pole dance tanečnicků, a to právě na základě jejich zkušeností s tréninkem. Autoři testovali pomocí stabilometrické platformy ALFA 52 žen s průměrným věkem 26 let, které rozdělili do 3 skupin dle délky jejich zkušeností s tímto sportem (od 2 měsíců až více než 2 roky). Při klidném stoji s otevřenými očima měřené hodnoty kolísání COP výrazně klesaly s rostoucími zkušenostmi skupiny. Stejně testování se zavřenými očima naznačuje podobné tendence, ačkoli už nepříliš statisticky významné. Autoři tak prezentují, že praktikování pole dance zlepšuje posturální stabilitu v závislosti na zkušenostech (Nawrocka et al., 2017).

Toto tvrzení podporuje také studie autorů Marcolin et al. (2019), v níž mezi mladými gymnastkami s nižší a vyšší úrovní byl při testování stability (před a po provedení prvků rondát a flic-flac) statisticky výrazně lepší výsledek v náročnější pozici (na jedné dolní končetině s posteriorně zdviženou druhou dolní končetinou do rovnoběžné polohy se zemí s otevřenými očima) – taktéž pouze u zkušenějších gymnastek.

Před pokusem nebo učením se svých obtížných pozic jsou gymnasté nejprve trénováni, aby tyto méně specifické postoje udrželi (Asseman et al., 2008). Některé studie tak uvádějí i možnost, že se jejich lepší posturální stabilita vždy nemusí promítnout i do tzv. jednoduchých a běžných posturálních pozic, jako je např. jednoduchý bipedální stoj. Asseman et al. (2004) u elitních gymnastek měřili posturální stabilitu pomocí trojúhelníkové silové platformy ve třech různých podmínkách: bipedálním a unipedálním stoji s otevřenými očima a ve stoji na rukou a uvedli, že nebyl pozorován přenos jejich specifické posturální kontroly do žádné z těchto poloh. V pozdější studii pak Asseman et al. (2008) porovnávají stabilitu mezi elitními gymnasty mezinárodní úrovně a ostatními sportovci (laiky a negymnasty) ve dvou polohách: bipedálním stoji (snadném a nespecifickém pro gymnasty) a unipedálním stoji (obtížném a poměrně specifickém) s otevřenými a zavřenými očima. Statisticky významně lépe si oproti kontrolní skupině vedli gymnasté pouze v unipedální pozici s otevřenými očima. Autoři pak zmiňují, že specifické pozice se zavřenými očima jsou pro gymnasty netrénovanou novou pozicí,

jelikož gymnasti trénují pouze za vizuálního stavu. Proto sice zmiňují tzv. efekt odbornosti, ovšem v souvislosti, že odbornost v tomto sportu sice zlepšuje posturální výkon, ale pouze ve specifických situacích, ke kterým se jejich cvičení vztahuje (Asseman et al., 2004; Asseman et al., 2008).

S tímto se shoduje i studie porovnávající statickou a dynamickou posturální stabilitu mezi 73 dospělými (20–35 let) profesionálními judisty a tanečnicemi klasického baletu ve srovnání s kontrolní (41 nesportujících jedinců) skupinou, kde sice lepší výsledky oproti kontrolní skupině vykazovali jak tanečnice, tak judisté, ovšem při vyloučení zraku si vedli výrazněji lépe judisté. Autoři zde uvádějí, že baletní tanečníci se také opírají obzvláště o vizuální senzoričtý systém. Judisté naproti tomu více na proprioceptivní (Perrin et al., 2002).

Studie se tak často věnují také závislosti sportovců na jednotlivých senzoričtých systémech v souvislosti s vlivem na jejich posturální stabilitu.

Pérez et al. (2014) uvádějí, že tanečníci mají zvýšenou specializaci na úkoly, při kterých je posturální kontrola regulována prostřednictvím vizuální zpětné vazby už od počátečního okamžiku učení. Tato specializace ovšem vede k upřednostňování totožného informačtího zdroje a čím více je vizuální informace využita v procesu učení, tím větší je pokles výkonu při jejím odstranění. Výsledky studie těchto autorů dokázaly, že tanečnice současného tance a baletu měly lepší posturální stabilitu pouze při klidném stoji s otevřenýma očima. Vysoce signifikantní snížení kontroly rovnováhy u tanečtíků se zavřenýma očima pozorovali i Gerbino et al. (2007). Ve studii autorů Hugel et al. (1999) si též baletní tanečníci v posturální kontrole vedli lépe než netanečtíci pouze v podmínkách otevřených očí. Tito autoři pak též uvádějí, že balanční schopnosti baletních tanečtíků získané jejich tréninkem se nemusí přenést do méně náročných posturálních aktivit běžného života. Golomer et al. (1999a) ve své studii také potvrzují, že vizuální systém u tanečtíků může dominovat nad ostatními senzoričtými vstupy, jelikož v jejich studii jak předpubertální účastníci, tak dorost i dospělí vykazovali lepší stabilitu v testech s otevřenýma očima.

Méně závislí na vizuálních vstupech mohou být oproti baletním tanečtíkům sportovci praktikující akrobacii. Ve své dřívější studii Golomer et al. (1997) porovnávali posturální kontrolu mezi akrobatkami a baletními tanečnicemi s netrénovanými dívkami. Zjistili, že oproti tanečtíciím jsou akrobatky méně závislé na vizuálních informacích

a vykazovaly i lepší rovnováhu a zdůrazňují, že aby akrobaté zabránili pádům, jejich trénink zahrnuje vysoké využití všech rovnovážných systémů celého těla. Perrin et al. (2002) uvádějí, že akrobatický trénink posiluje přesnost propioceptivních vstupů více než tanec.

Akrobatické a složité percepčně-motorické situace zahrnuje i gymnastika. Dle Croix et al. (2010) při těchto pozicích dokáží zkušení gymnasté měnit svůj sensorický referenční rámec v závislosti na dostupných informacích. Ve svém výzkumu tuto autoři testovali využití percepčních informací u odborných a méně zkušených gymnastů při stožení rukou na pevné a pěnové podložce. Oběma skupinám se zvětšilo COP při pěnovém povrchu, ovšem po odstranění zraku pouze nezkušení gymnasté nedokázali udržet oproti odborníkům pozici a téměř okamžitě spadli. Zkušenější gymnasté se s tímto nedostatkem dokázali lépe vyrovnat (Croix et al., 2010). Že gymnasté oproti jiným negymnastickým sportům efektivněji využívají zbývající sensorické systémy, když je jeden odstraněn se domnívají i Vuillerme et al. (2001a).

Bylo také dokázáno, že gymnasté oproti nesportovcům vykazují lepší kinestetické schopnosti. Jedna studie porovnávala propioceptivní citlivost dominantního kolene mezi vysokoškolskými gymnastkami a negymnastkami pomocí propioceptivního testovacího zařízení. Gymnastky konzistentně detekovaly pasivní pohyb kolen rychleji a dříve. Autoři dle výsledků naznačují, že jejich extenzivní trénink jim může vylepšovat a facilitovat neurosensorické dráhy (Lephart et al., 1996).

Také byla zkoumána i role obuvi v posturální stabilitě u sportovců. Dlouhé používání tuhé atletické obuvi s pevnou podrážkou či oporou v kotnících bylo spojeno s nižší posturální rovnováhou na rozdíl od sportovců, kteří trénují naboso či v botách s koženou podrážkou (Andreeva, et al., 2020). Je důležité zmínit, že akrobacie, gymnastika i pole dance (pole fitness) jsou sporty praktikované bez obuvi. Studie z roku 2007 potvrdila i vyšší vibrační plantární citlivost u gymnastek oproti volejbalistkám (Schlee et al., 2007) a dle literatury lepší citlivost chodidel posturální stabilitu zvyšuje (Meyer et al., 2004).

Co se týče vestibulárních schopností, Janura et al. (2019) zkoumali posturální kontrolu u 25 profesionálních baletních tanečnic mužů i žen a porovnávali jejich stabilitu se stejně početnou kontrolní skupinou (bez sportu na vrcholové úrovni) pomocí silové platformy Kistler 9286AA. Stabilitu testovali na unipedálním stožení s otevřenými

i zavřenýma očima na pevném povrchu, s otevřenýma očima na pěnové podložce a s otevřenýma očima po provedení deseti 360° nepojízdných celotělových obrátů (vestibulární manipulace). Statisticky významné a lepší výsledky ukazující menší výchylky COP měli tanečníci ve srovnání s kontrolní skupinou pouze ve stoje po provedení otoček. Autoři zmiňují, že se opět může jednat o jejich specifickou dovednost pro daný úkol, ale také upozorňují na schopnost baletních tanečniců provádět točení celého těla, aniž by se jim dostavilo vertigo, což prokazuje, že jejich trénink má také pozitivní vliv na funkci vestibulárního systému v posturální kontrole.

Podobné zjištění ukazuje také studie Hoppera et al. (2014) ve které ani po vestibulární stimulaci (piruetách) a po únavových úkolech (opakovaných skocích) nebyla posturální stabilita u profesionálních baletních tanečniců ovlivněna, ovšem u méně zkušených tanečniců už ano. Zkušenější tanečníci tak také dokázali kompenzovat vestibulární i únavové poruchy vlivem svého specifického motorického tréninku.

2.2.5 Využití estetického sportu pro prevenci či léčbu

Mnoho článků se však kromě vlivu těchto specifických cvičení na posturální stabilitu ve sportu, zabývá také jejich využitím jako prevenci či léčbu různých chorob. Díky své variabilitě kroků, stylů, výkonu či hudby si některé studie vybraly tanec jako fyzickou aktivitu pro prevenci pádu u starších dospělých s vykazujícími pozitivní výsledky (Alpert et al., 2009). Shigematsu et al. (2002) prokázal zlepšení rovnováhy na jedné noze se zavřenýma očima u zdravých žen věku 72–87 let po intervenci 60 minut tréninku založeném na tanci 3 dny v týdnu po dobu 12 týdnů. Fernández-Argüelles et al. (2015) provedli systematický přehled studií zabývajících se touto problematikou od r. 2000–2013 a podotýkají, že studie s lepšími výsledky byly ty, které kombinovaly tanec s doplňkovým cvičením, například rozcvičkou (Holmerová et al., 2010) nebo chůzí (Eyigor et al., 2009).

Uusi-Rasi et al. (2020) zkoumaly vliv dlouhodobé rekreačně prováděné gymnastiky zahrnující trénink svalové síly, rovnováhy a mobility u 187 starších žen po dobu 20 let pro snížení rizika pádů se zraněním (definováno jako pád, po kterém je nutný kontakt se zdravotníky). Ve výsledcích udávají, že rekreační gymnastky měly o 30 % méně pádů se zraněním než jejich kontrolní skupina. Ti stejní autoři také dříve prokázali pozitivní efekt cvičení rekreační gymnastiky v oblasti kardiovaskulární

zdatnosti, svalové síly a rovnováhy, a také její příznivý vliv na větší kostní hmotu a pevnost kostí u nosných dolních končetin u žen po menopauze (Uusi-Rasi et al., 1999).

Studie roku 2018 zkoumala, jaký vliv má gymnastický trénink spojený s hudbou na statickou a dynamickou rovnováhu, koordinaci a flexibilitu u dětí od 8 do 14 let s poruchou autistického spektra nebo Downovým syndromem. Po 16 týdnech intervence ukazovaly obě skupiny dětí významné zlepšení v těchto parametrech, přičemž více efektivní se ukázal trénink u dětí s poruchou autistického spektra (Akyol a Pektas, 2018). Jiná studie zase zahrnovala 29 dětí s hluchotou a též prezentuje, že 16 týdnů specifického programu tentokrát rytmické gymnastiky umožnil výrazné zlepšení jejich dynamické rovnováhy (Fotiadou et al., 2002).

Kromě gymnastického tréninku se může i aerobní tanec řadit jako součást léčby u různých chorob. Poukazuje na to například studie autorů McKee a Hackney (2013), která hodnotila efekt intervence modifikovaného tance tanga u 33 jedinců s mírným až středně těžkým stádiem Parkinsonovy choroby po dobu 12 týdnů. Tento multimodální trénink u nich prokázal zlepšení rovnováhy, snížení závažnosti onemocnění a zlepšení prostorové kognice. Nebo dále tanec prokázal pomocí psychosociální intervence empirický pozitivní přínos pro rovnováhu, chůzi, fyzickou aktivitu, snížení rizika pádu, kognici a kvalitu života u lidí trpících demencí (Mabire et al., 2019).

2.2.6 Možnosti vyšetření posturální stability

System posturální kontroly je složitý a komplexní. Zahrnuje neustálé udržování polohy specifickým posturálním vyrovnáváním, usnadnění dobrovolných pohybů (např. přechody mezi pozicemi) a obnovování rovnováhy v případě zakopnutí nebo působení vnějších reakčních sil. Primárním cílem vyšetření posturální stability je zjistit, zda problém s rovnováhou existuje, a pokud ano, tak určit příčinu problému. K těmto účelům můžeme provádět klinické, funkční anebo přístrojové vyšetření (Mancini a Horak, 2010).

Klinické vyšetření

Klinické vyšetření statické posturální stability zahrnuje vyšetření prostého stoje či stoje v různých modifikacích. K tomu se používají různé testy. Např. pro zjištění počínající poruchy stabilizace se využívá test dle Véleho hodnotící „hru šlach“ při vzrůstající aktivitě prstů a lýtkových svalů, která při poruše vzniká kvůli vyšším nárokům pro udržení stabilizace. Také se využívá testu Rhombergova stoje (I, II, III), při

kterém se pozorují titubace a kývání těla během prostého stoje s otevřenými očima, následně modifikovaného – stoji se zúženou bází a otevřenými a poté se zavřenými očima. Dále se také hodnotí stoj na jedné DK, při kterém se měří čas výdrže (fyziologický čas je min 5 s). Vyšetření dynamické posturální stability se hodnotí v rámci vyšetření modifikované chůze: chůze při zúžené bází, na měkkém povrchu aj. (Véle, 2006; Kolář, 2009; Mancini a Horak, 2010).

Funkční vyšetření

Funkční testy umožňují dokumentaci stavu rovnováhy a zaznamenání jejich změn při intervenci. Pro hodnocení provedení motorických úkolů se využívají několika stupňové či bodové škály nebo se měří čas, za který je člověk schopen úkol provést nebo setrvat v dané pozici (Mancini a Horak, 2010).

Pro funkční vyšetření se může např. využít testů: *Berg Functional Balance Scale* (Bergova škála funkční rovnováhy, která hodnotí 14 položek funkční aktivity – sezení, stání, posturální přechody aj. s bodovým ohodnocením každé položky 0–4 body s max. možným skórem 56 bodů, méně než 45 značí vyšší riziko pádu), dále *Timed up and go test* (pomocí stopek se měří čas trvání daného funkčního úkolu prováděného přirozeným tempem – vstát se židle, popojít 3 metry, otočit se, vrátit se a zase se posadit. Pokud jedinci trvá úkol déle než 13,5 s, hrozí u nich riziko pádu) nebo také *Balance Evaluation Systems Test* (36 položek seskupených do 6 složek – biomechanická omezení, limity stability/vertikální stabilita, anticipační posturální úpravy, posturální reakce, senzoričká orientace a stabilita v chůzi jsou hodnoceny na stupnici 0–3. Celkové skóre za test a za každou složku je vyjádřeno jako procento z celkového počtu bodů) (Mancini a Horak, 2010).

Přístrojové vyšetření

Přístrojové vyšetření se využívá především k objektivnímu hodnocení posturální stability a balančního deficitu. Nazývá se posturografie a může se také využívat k dlouhodobému pozorování vývoje rovnovážné poruchy nebo k monitoraci efektu aplikované léčby na poruchu rovnováhy. Je rozdělena na statickou a dynamickou. Cílem statické posturografie je kvantifikovat a měřit stabilitu tehdy, když pacient udržuje co možná nejkliidnější stoj za podmínek statického okolí (nepohybuje se tenzometrická plošina ani jeho okolí). Během vyšetření je také možnost modifikace podmínek (např. vyloučení zraku) a tak selektivní testování jednotlivých senzoričkých systémů.

O dynamickou posturografii se jedná tehdy, kdy už pacient pohybuje svým těžištěm v závislosti na účelu, či vyšetřování pacientovy rovnováhy v případě jejího narušení zevním stimulem, což představuje např. posun či rotace plošiny do různých směrů (Kolář, 2009).

Dynamická počítačová posturografie pomocí speciálně upravené tenzometrické plošiny měří reakční síly, které na plošinu působí – reakční sílu na tíhovou sílu pacienta a dále reakční síly svalů, které jsou na plošinu přenášeny. Tyto síly reagují na kontinuální oscilaci těžiště pacienta. Pomocí piezoelektrických tenzometrů v plošině jsou tyto síly a jejich momenty snímány a prostřednictvím speciálních softwarových systémů lze z těchto hodnot vypočítat COP (Kolář, 2009). Dále dynamická počítačová posturografie umožňuje měřit i další parametry jako je COG nebo COM a z nich dále získávat data např. o směru pohybu, latenci posturální odpovědi na vychýlení podložky aj. (Visser et al., 2008; Natus Medical Incorporated, ©2014).

Posturografické vyšetření však nelze brát jako dostačující diagnostickou metodu. Objektivně nalezený posturální deficit je potřeba porovnat i s ostatními klinickými vyšetřeními pacienta i s jeho hlavní diagnózou. Stav, u kterých se posturografické vyšetření může využívat ať už pro posouzení rizika pádu, nebo účinků léčby nebo pro provedení diferenciatní diagnostiky, jsou např.: cévní mozková příhoda, Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza, migréna, vertigo, vestibulární poruchy, periferní neuropatie, ortopedická zranění aj. Nejčastěji užívané systémy posturografie v klinické praxi jsou Kistler, AMTI, Bertec a NeuroCom, který byl využit i této diplomové práci (Kolář, 2009; Visser et al., 2008).

3 METODOLOGIE PRÁCE

3.1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je objektivní zhodnocení statické a dynamické posturální stability u skupiny mladých žen pravidelně cvičících pole dance a následně porovnat jejich stabilizační schopnosti s ženami běžné zdravé populace, které se žádné sportovní aktivitě nevěnují. Dalším cílem je doplňující užší zaměření a zhodnocení vlivu cvičení pole dance na aktivitu vestibulárního systému ve statické a dynamické posturální stabilitě porovnáním s toutéž nesportující populací žen. Měření bude provedeno pomocí dynamické počítačové posturografie – přístroje NeuroCom SMART Equitest system.

Další cíle sestávají z adekvátního zpracování teoretických východisek práce prostřednictvím literární rešerše, stanovení úkolů práce, jednotlivých hypotéz a výzkumných otázek. Vybrání vhodného vzorku populace a na základě jeho změřením dané hypotézy potvrdit či vyvrátit a na stanovené otázky odpovědět.

3.2 Úkoly práce

- Prostudování, analýza a ucelené zpracování odborné literatury související s tématem práce do teoretické části práce.
- Stanovení metodického postupu.
- Vytvoření anamnestického dotazníku a na jeho základě vybrat vhodné probandy k testování do experimentální i kontrolní skupiny.
- Realizace vlastního měření s využitím přístroje NeuroCom SMART EquiTest.
- Statistická analýza výsledků a vyhodnocení dat.
- Porovnání získaných dat mezi experimentální a kontrolní skupinou žen.
- Porovnání získaných dat s odbornou literaturou.

3.3 Výzkumné otázky

Jak se liší statická a dynamická posturální stabilita žen pravidelně cvičících pole dance v porovnání s ženami nevěnujícími se žádné sportovní aktivitě?

Dochází u pole dance tanečnic k efektivnější kontrole statické a dynamické posturální stability vestibulárním systémem?

3.4 Hypotézy

H1: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně vyšší hodnoty Equilibrium Score v testu Sensory Organization Test než nesportovkyně.

H2: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně nižší hodnoty parametru Latency v testu Motor Control Test než nesportovkyně.

H3: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně vyšší hodnoty v parametru Directional control v testu Rhythmic Weight Shift než nesportovkyně.

H4: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně vyšší hodnoty Equilibrium Score v testu Head-Shake SOT u jednotlivých testovacích rovin a podmínek než nesportovkyně.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Charakteristika výzkumu

Tato diplomová práce je koncipována jako observační komparativní průřezová studie. Bylo provedeno jednorázové měření hodnot statické a dynamické posturální stability na přístroji NeuroCom SMART EquiTest u experimentální skupiny probandů sestávajících z tanečnic pole dance a u kontrolní skupiny probandů složené z nesporthovkyň. Naměřené hodnoty byly mezi oběma skupinami následně porovnávány.

4.2 Zpracování teoretických východisek

Tato diplomová práce se skládá z teoretické a praktické – výzkumné části. Pro adekvátní zpracování teoretické části byly čerpány informace z dostupných elektronických i tištěných zdrojů, skládajících se převážně ze zahraniční, ale i české odborné literatury. Teoretická východiska se zaměřují na obecné informace o pole dance o jeho vývoji v průběhu let, na kineziologické aspekty tohoto sportu a jeho častá zranění. Následně popisují obecnou problematiku posturální stability, možnosti jejího měření a také v užším pojetí vliv estetických sportů na posturální stabilitu jak u těchto sportovců, tak i u starší či nemocné populace. Odborná literatura byla vyhledávána zejména pomocí databází PubMed, Web of Science, Medvik, Google Scholar, Elsevier a Research Gate. Všechna použitá literatura je citována dle citační normy ČSN ISO 690.

4.3 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumu se zúčastnilo celkem 34 probandek. Všechny ženy byly vybrány na základě dobrovolnosti hlavním řešitelem práce a po vyplnění anamnestického dotazníku a splnění kritérií zařazeny do projektu.

Experimentální skupinu tvořilo 17 ($n_1=17$) žen s různou délkou zkušeností s tancem pole dance. Aby se tyto tanečnice mohly účastnit testování, musely pole dance praktikovat min. 2 roky s min. tréninkovou frekvencí 1h, 1–2x týdně. Všechny tanečnice tedy musely splňovat tyto min. časové zkušenosti a věkové kritérium, které bylo stanoveno na 18–30 let. Dále probandky nesměly trpět žádným ortopedickým, neurologickým ani interním onemocněním. Další vylučovací kritérium zahrnovalo zranění nebo akutní onemocnění a jakékoli onemocnění či omezení pohybového aparátu a také období rekonvalescence po onemocnění nebo úrazu.

Ženy v experimentální skupině měly průměrný věk $26,70 \pm 2,45$ let s průměrnou tělesnou výškou $167,12 \pm 3,60$ cm a průměrnou tělesnou hmotností $59,59 \pm 6,72$ kg. Jejich průměrný BMI dosahoval $21,37 \pm 2,62$ a odpovídal tak normě. Průměrně se tanečnice vybrané do experimentu věnují pole dance $5,32 \pm 1,57$ let a jejich tréninky časově průměrně odpovídají $4,41 \pm 2,62$ hodinám týdně. Do výzkumu byly zahrnuty tanečnice praktikující pole dance jak rekreačně, tak i na soutěžní úrovni. 7 tanečnic uvedlo pole dance jako jejich rekreační aktivitu a 10 tanečnic se věnuje pole dance v rámci soutěžní úrovně, kdy 8 z těchto tanečnic patří do kategorie Profesionál a 2 do kategorie Amatér. Všech 17 tanečnic v rámci pole dance praktikuje disciplínu pole sport a 4 tanečnice dále ještě disciplínu pole art a 6 tanečnic se věnuje i pole exotic.

Dále 15 tanečnic uvedlo, že se ve volném čase věnují také dalším sportovním aktivitám (kompenzační cvičení, fitness, plavání, jezdectví, běh, beach volejbal, golf, tanec (latinskoamerický, balet, twerk), contortion, silks a aerial hoop. Četnost a intenzita těchto aktivit zde nebyla zjišťována.

Kontrolní skupina zahrnovala stejný počet žen ($n_2=17$), pro které pro účast na projektu platily stejné věkové i zdravotní podmínky. Tyto ženy se nesměly pravidelně věnovat žádné sportovní aktivitě. Jejich průměrný věk dosahoval $25,14 \pm 1,56$ let, průměrná tělesná výška $171,29 \pm 7,11$ cm a průměrná tělesná hmotnost $73,00 \pm 12,78$ kg. BMI u těchto žen průměrně dosahoval $24,79 \pm 3,47$ a odpovídal tak normě.

4.4 Metody sběru dat

Pro získání anamnestických údajů jednotlivých probandů byl vytvořen řešitelem práce dotazník obsahující otázky týkající se osobních dat (věk, výška, hmotnost) a dále informací ohledně prodělaných úrazů nebo zranění, případně přítomnosti onemocnění, které by bylo kontraindikací k účasti. V části náležitě pro tanečnice pak dotazník sbíral informace ohledně jejich úrovně v tomto sportu, intenzity a frekvenci tréninku, případně jejich další pohybové aktivity.

Objektivní data z hodnocení statické a dynamické posturální stability byla u obou skupin získána prostřednictvím dynamické počítačové posturografie na přístroji NeuroCom SMART EquiTest nacházejícím se v Laboratoři UK FTVS. Ze základní baterie 7 standardizovaných testů, které tento přístroj obsahuje byly vybrány následující: Sensory Organization Test (SOT), Motor Control Test (MCT), Rhythmic Weight Shift

(RWS). Po těchto testech následoval dále Head Shake–Sensory Organization Test (HS-SOT).

4.5 Popis vlastního měření

Před samotným testováním každá probandka vyplnila nejprve anamnestický dotazník (viz. příloha č. 3), na jehož základě byla do výzkumu buď přijata nebo v případě nalezení kontraindikace vyloučena. Po přijetí byla každá účastnice podrobně seznámena s celým průběhem a náležitostmi testování a svůj souhlas s dobrovolnou účastí stvrdila podepsáním informovaného souhlasu (viz. příloha č. 2), schváleného Etickou komisí UK FTVS. Jednorázové individuální měření se uskutečňovalo v kineziologické laboratoři na katedře fyzioterapie UK FTVS v měsících březen–duben 2022. Všem probandkám byla před samotným testováním změřena výška a hmotnost. Pro potřebnou kalibraci přístroje byla tato a další osobní data zadána do systému. Po sundání obuvi a ponožek byl probandkám navlečen bezpečnostní postroj a zajištěn pomocí karabin, jakmile vstoupily na měřicí plochu zařízení, kde jim následně byla měřitelem upravena také pozice chodidel. Následovalo samotné měření trvající přibližně 45–60 minut za přítomnosti kvalifikovaného supervizora. Před každým testovacím protokolem obdržela probandka slovní instrukce o jeho průběhu. Pořadí jednotlivých protokolů bylo totožné pro všechny probandky:

1. Senzory Organization Test (podmínka 1–6)
2. Motor Control Test
3. Rhythmic Weight Shift

Tyto testy následovaly bez přestávek ihned po sobě. Dále po tomto testování vždy proběhla kalibrace hlavového senzoru nutná k zahájení testu Head Shake–Sensory Organization Test. V každé rovině tohoto testu měli probandky možnost nácvičného pohybu a mezi každou rovinou byl probandkám v případě potřeby poskytnut krátký čas na odpočinek.

4. Head Shake-SOT – Horizontal (podmínka SOT COND2)
5. Head Shake-SOT – Horizontal (podmínka SOT COND5)
Při pohybu hlavy rychlostí: 85°/s
6. Head Shake-SOT – Vertical (podmínka SOT COND2)
7. Head Shake-SOT – Vertical (podmínka SOT COND5)

Při pohybu hlavy rychlostí: 60°/s

8. Head Shake-SOT – Roll (podmínka SOT COND2)

9. Head Shake-SOT – Roll (podmínka SOT COND5)

Při pohybu hlavy rychlostí: 40°/s

4.6 NeuroCom SMART EquiTest

Přístroj NeuroCom SMART EquiTest se řadí mezi dynamickou počítačovou posturografii. Díky své konstrukci a systému je využíván v širokém spektru lékařských oborů nejen pro diagnostiku ale i léčbu akutních či chronických poruch (např. poruch rovnováhy, pohybových problémů nebo závratí). Dokáže vyhodnotit a izolovat přínos vestibulárních, vizuálních a somatosenzorických funkcí podílejících se na posturální stabilitě a rovnováze. Na identifikovaná poškození je poté zaměřena terapie pomocí aplikací s biofeedbackem. Je složen ze dvou základních komponent, z nichž jedna je tenzometrická silová plošina, okolo které je pohybová kabina s vizuálním prostředím a druhá počítač s vyhodnocovacím softwarem NeuroCom Balance Manager Clinical Software (Vomáčková, 2020; Natus Medical Incorporated, ©2016).



Obrázek 2: Posturograf NeuroCom SMART EquiTest (Vomáčková, 2020)

Zařízení objektivně hodnotí posturální stabilitu za podmínky stabilní nebo nestabilní (pohybující se) plošiny zároveň při statickém či dynamickém vizuálním prostředí. Během testování tak dochází k pohybu plošiny i vizuálního prostředí nebo úplnému vyřazení vizuálního systému (zavřením očí), díky čemuž lze vyhodnotit percepční, somatosenzorické a zrakové funkce (Concordia University, 2019; Vomáčková et al. 2020).

Dalšími komponenty přístroje jsou:

- Dynamická duální silová deska (rotační a translační pohyb)
- Pohyblivá okolní stěna, 15“ LCD displej, osvětlení
- Bezpečnostní postroj
- Pojízdny vozík s: počítačem s operačním systémem Windows, LCD monitorem, barevnou tiskárnou
- Bezdrátová myš a ovladač
- Pomůcky pro modifikaci testování (podložka, úseče a další) (NeuroCom International, ©2008; Natus Medical Incorporated, ©2013).

Celý přístroj má rozměr 135x155x239 cm a jeho hmotnost je 352 kg. Duální silová deska s rozměry 46x46 cm se schopností snímání tlaku z dolních končetin testovaného provádí rotační pohyb (rozsah $\pm 10^\circ$, max. rychlost $50^\circ/\text{s}$) a translační pohyb (max. antero-posteriorní posun $\pm 6,35$ cm a max. rychlost 15 cm/s). Okolní deska rotuje s max. rozsahem $\pm 10^\circ$, a max. rychlostí $15^\circ/\text{s}$. Max. výška testované osoby je stanovena na 203 cm a hmotnost na 200 kg (NeuroCom International, ©2008).

Standardními vyšetřovacími protokoly v tomto systému je baterie sedmi testů:

- *Sensory Organization Test (SOT)*
- *Motor Control Test (MCT)*
- *Adaption Test (ADT)*
- *Limits of Stability (LOS)*
- *Rhythmic Weight Shift (RWS)*
- *Weight Bearing Squat (WBS)*
- *Unilateral Stance (UST)* (Concordia University, 2019)

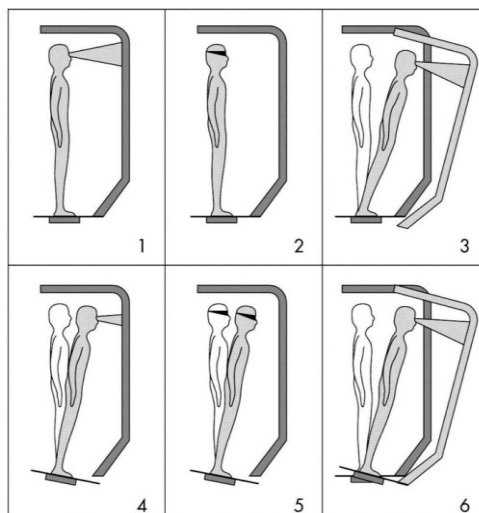
V následující kapitole budou popsány testovací protokoly využívané v této práci.

4.7 Popis vyšetřovacích protokolů

Sensory Organization Test (SOT)

Tento test sensorické organizace u testovaného jedince objektivně vyhodnotí jeho efektivní využívání tří sensorických systémů potřebných k posturální kontrole, tedy somatosenzorického, vizuálního a vestibulárního. Během měření jsou jednotlivé systémy znevýhodněny a nepřinášejí tak přesné informace. Testovaný se proto musí více spoléhat a využít ostatní zbylé systémy přinášející přesné informace. Např. znevýhodní-li se během testování vizuální systém zavřením očí a současně dochází k pohybu podložky (nestabilnímu povrchu), čímž se znevýhodní i funkce somatosenzorického systému, musí jedinec co nejefektivněji využít systém vestibulární. SOT tak vytváří kombinace 6 různých podmínek (situací), během nichž objektivně izoluje a kvantifikuje využití každého smyslového systému a adaptivní reakce CNS. Každá podmínka trvá 20 sekund a je třikrát opakována (Natus Medical Incorporated, ©2013; Concordia University, 2019):

- COND 1: Stoj s otevřenými očima, plošina stabilní, vizuální okolí stabilní (znevýhodněný – žádný systém, užívaný – somatosenzorický systém)
- COND 2: Stoj se zavřenými očima, plošina stabilní, vizuální okolí stabilní (znevýhodněný – vizuální systém, užívaný – somatosenzorický systém)
- COND 3: Stoj s otevřenými očima, plošina stabilní, vizuální okolí v pohybu (znevýhodněný – vizuální systém, užívaný – somatosenzorický systém)
- COND 4: Stoj s otevřenými očima, plošina nestabilní, vizuální okolí stabilní (znevýhodněný – somatosenzorický systém, užívaný – vizuální systém)
- COND 5: Stoj se zavřenými očima, plošina nestabilní, vizuální okolí stabilní (znevýhodněný – somatosenzorický a vizuální systém, užívaný – vestibulární systém)
- COND 6: Stoj s otevřenými očima, plošina nestabilní, vizuální okolí nestabilní (znevýhodněný – somatosenzorický a vizuální systém, užívaný – vestibulární systém) (Natus Medical Incorporated, ©2013).



Obrázek 3: SOT (Concordia University, 2019)

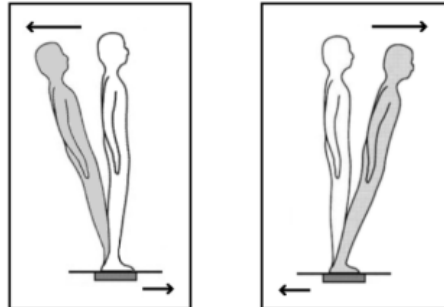
Výsledky se poté vyjadřují v hodnotě Equilibrium Score (ES). Toto rovnovážné skóre vychází z teoretického předpokladu, že maximální úhlový náklon člověka v antero-posteriorním směru, aniž by došlo k jeho pádu, je přibližně $12,5^\circ$. Pro každý pokus se skóre vypočítává porovnáním úhlového rozdílu mezi max. posuny do anteriorního a posteriorního směru, což je vyjádřeno jako inverzní procentuální hodnota mezi 0–100. Pokud se ES blíží k 0 %, značí titubace a limity stability, 0 % pak znamená pád. Čím více se hodnoty blíží ke 100 %, tím lepší je stabilita testovaného. *Composite* poté značí průměrnou hodnotu ES a představuje celkovou efektivitu senzoričké organizace jedince (Natus Medical Incorporated, ©2013).

Díky tzv. senzoričké analýze, SOT umožňuje také vyhodnocení poměrů (ratio – RAT) využívání přicházejících informací ze všech systémů: vizuálních – VIZ, vestibulárních – VEST a somatosenzoričkých – SOM. Míra využívání nepřesných zrakových informací (při pohybuujícím se vizuální okolím bez možnosti fixace) je navíc vyjádřena jako PREF. Dále SOT obsahuje i parametr tzv. strategická analýza, díky němuž dokáže určit, zda jedinec k udržení rovnováhy využívá více kyčelní nebo kotníčkovou strategii (Natus Medical Incorporated, ©2013; Vomáčková, 2020).

Motor Control Test

Tímto testem dokáže přístroj kvantifikovat schopnost probanda rychle a automaticky motoricky reagovat a zotavit se náhlých a neočekávaných vnějších stimulů. Tyto vnější stimuly představují sekvenci anteriorních a posteriorních horizontálních posunů plošiny vyvolávající automatické posturální reakce. Posuny podložky mají tři

rychlosti úměrné k probandově výšce – Small, Medium a Large a v každé rychlosti se posun opakuje třikrát (Natus Medical Incorporated, ©2014; Concordia University, 2019).



Obrázek 4: MCT (Concordia University, 2019)

V rámci testu MCT se vyhodnocuje parametr *Latency*, vyhodnocující čas (v milisekundách) od počátku posunu plošiny do navrácení stabilního stavu testovaného – první motorická odpověď (odpor kladený dolními končetinami proti pohybu podložky). Čím menší hodnota je, tím rychlejší je probandova reakce. Je hodnocen zvlášť pro levou i pravou dolní končetinu. Hodnota *Composite Score* určuje celkový čas všech změřených latencí. Další parametr MCT *Amplitude Scaling* hodnotí v newtonech jakou sílu jedinec musí pro návrat do stabilizované polohy vynaložit. *Strenght Symmetry* udává poměr symetrie silové odpovědi obou dolních končetin na posuny plošiny. Pokud jsou hodnoty pod 100, větší sílu vynaložila levá DK, pokud nad 100, větší silová odpověď byla u pravé DK. Hodnota 100 pak znamená čistou symetrii odpovědi obou končetin. Parametr *Weight Symmetry* pak dále měří symetričnost rozložení váhy testovaného během aktivní motorické odpovědi. Pokud jsou opět hodnoty nižší než 100, větší váhu nese levá DK, pokud nad 100, pravá DK. Symetrické rozložení váhy představuje též hodnota 100 (Natus Medical Incorporated, ©2014; Vomáčková, 2020).

Rhythmic Weight Shift (RWS)

Test RWS umožňuje kvalitativně i kvantitativně měřit schopnost pacienta rytmicky volně přenášet jeho COG v antero-posteriorním směru a latero-laterálním směru. Během testování pacientovu aktuální polohu COG představuje kurzor, který vidí na LCD monitoru před sebou, a který musí rytmicky přenášet mezi dvěma červenými sloupky (odpovídajícími 50 % pacientově limitu stability) stále stejným tempem prostřednictvím co nejpřesnější synchronizace se vzorem (sluníčkem). Vyšetřovací

rychlosti jsou tři s postupně zrychlujícím tempem mezi zasažením obou bodů – Slow (3 s), Moderate (2 s) a Fast (1 s) přičemž každá trvá 10 s (Natus Medical Incorporated, ©2014; Vomáčková, 2020).

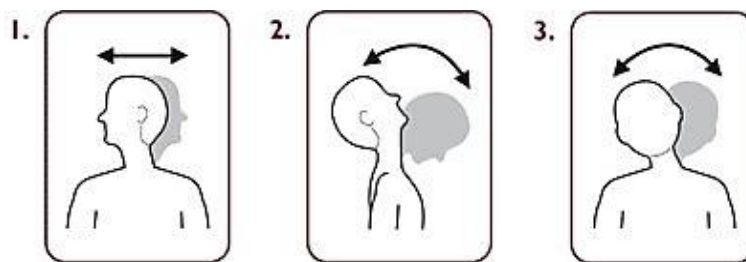
Hodnotícími parametry je v tomto testu *On-Axis Velocity*, vyjadřující rychlost pohybu COG během požadovaného směru ve stupních za sekundu ($^{\circ}/s$) a *Directional Control*, který v procentech uvádí přesnost pohybu COG mezi body prostřednictvím rozdílu mezi směrovou přesností (danou trajektorií) a nepřesností pohybu (odchylkami COG od požadované trajektorie jeho pohybu) (Natus Medical Incorporated, ©2014; Vomáčková, 2020).

Head Shake – Sensory Organization Test (HS-SOT)

HS-SOT je speciálním testem přístroje NeuroCom SMART EquiTest. Je rozšířením a vylepšením standardního testu SOT modifikovaným např. pro pacienty, kteří sice dosahují normálních fyziologických hodnot v testu SOT, ovšem i přesto u nich přetrvávají symptomy posturální nestability. Test SOT posuzuje interakci všech tří smyslových systémů, ovšem není schopný identifikovat dysfunkci vestibulárního systému, pouze jeho participaci na posturální stabilitě. Během testování všech jeho 6 podmínek není nikdy tento systém znevýhodněn. V HS-SOT je stimulován (třesením hlavy) a posturální kontrolní systém probanda je tak ztížen. Pokud navíc proband přijímá nepřesné vizuální a/nebo propioceptivní informace (které jsou v HS-SOT přijímány v rámci podmínek) a zároveň je vestibulární systém aktivován, mozek musí umět rozlišit titubace těla a třes hlavy a posturální stabilitu udržet i se simultánním pohybem hlavy. V případě vestibulární poruchy to nedokáže a dochází tak k větším titubacím jedince (Natus Medical Incorporated, ©2013; Natus Medical Incorporated, ©2014; Cripps et al., 2016; Honaker et al., 2016).

Také se tento test může využít u sportovců pro zhodnocení efektivity využívání jejich vestibulárních vstupů pro udržení rovnováhy během současného pohybu hlavy. (Cripps et al., 2016).

Během testování proband stojí na plošině a na hlavě má nasazený kalibrovaný hlavový senzor, který registruje středovou polohu. Proband poté provádí pohyby hlavy od středové roviny v rozsahu 20° postupně ve třech rovinách: HS-SOT Horizontal (horizontální směr pohybu, „ne“), HS-SOT Vertical (vertikální směr pohybu, „ano“), HS-SOT Roll (laterální směr pohybu, úklon) (Natus Medical Incorporated, ©2014).



Obrázek 5: Pohyb hlavy v jednotlivých rovinách (Zámečník, 2018)

V každé rovině jsou tyto pohyby provedeny za podmínky SOT COND2 (zavřené oči, stabilní plošina) a SOT COND5 (zavřené oči, nestabilní plošina). Pro obě podmínky se v každé rovině provádí šest měření, přičemž každé trvá 20 s. Pohyby hlavy by měl proband udržovat v daném rozsahu a dané rychlosti, což zaznamenává hlavový senzor. Frekvenci označuje zvuková signalizace a systémem stanovená rychlost pohybů hlavy je 85°/s pro horizontální rovinu a pro vertikální a laterální 60°/s. Vyhodnocováno je zde Equilibrium Score stejně jako v testu SOT a Equilibrium Ratio Score porovnávající kontrolu rovnováhy s hlavou v pohybu a v klidu a poskytuje poměr. Výsledky jsou opět zaznamenávány číselnými hodnotami (Natus Medical Incorporated, ©2014).

4.8 Analýza a zpracování dat

Získaná data z měření se automaticky ukládala a zaznamenávala do systému NeuroCom Balance Manager software v grafické, procentuální i číselné formě. Pro statistickou analýzu byly využity číselné hodnoty, které byly zpracovány v programu Microsoft Excel 2016. Po analytickém zpracování a vyhodnocení dat byla tato data zaznamenána v tabulkách zvlášť pro experimentální a zvlášť pro kontrolní skupinu a následně se jejich data porovnávala.

Pro porovnání kontrolní a experimentální skupiny byl použit dvouvýběrový Studentův t-test, jehož asymptotická verze (z-test) je schopna si poradit s rozdílnými rozptyly ve skupinách či s odchýlením od normálního rozdělení, které se pro základní verzi testu předpokládá. Všechny testy byly provedeny na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ a v grafech jsou zobrazeny intervaly spolehlivosti s pravděpodobností pokrytí 95 %. Dle průměrných hodnot a jejich směrodatných odchylek byla vypočítána i klinická významnost, tzv. effect size (charakterizována mírou věcné významnosti – *Cohen d*), jež je rozdělena: 0-0,2 = žádná klinická významnost, 0,2-0,5 = malá klinická významnost, 0,5-0,8 = střední klinická významnost, >0,8 = velká klinická významnost. (Soukup, 2017).

5 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou prezentovány výsledky měření posturální stability na přístroji NeuroCom SMART EquiTest u experimentální skupiny (pole dance tanečnic) a kontrolní skupiny (nesportovkyň). Statistická data jsou pro přehlednost zpracována do tabulek a grafů, a doplněna slovním popisem.

V tabulkách jsou vyhodnoceny výsledky nejdříve pro každou spinu zvlášť a poté porovnávány mezi sebou. Vždy je uveden průměr a směrodatná odchylka, a následně hodnota p dle podmínky $p \leq 0,05$, která je při statistické významnosti zbarvena žlutě a v grafech zvýrazněna červeným písmem. Dále je uvedena míra klinické významnosti (Effect Size) prostřednictvím *Cohenovým d*, která je zbarvením odstupňována podle své velikosti (tabulka 1) a v grafech zvýrazněna stejně barevným písmem. Tučně zvýrazněné číslo dále značí „lepší“ průměrnou hodnotu pro porovnání mezi oběma skupinami. Pro grafické znázornění jsou vždy používány 95 % intervaly spolehlivosti (<---->) se znázorněním průměrných hodnot (\bar{X}).

Tabulka 1: Barevné označení klinické významnosti dle velikosti

Cohenovo d	0–0,2	0,2–0,5	0,5–0,8	>0,8
Klinická významnost	žádná	Malá	střední	velká

5.1 Výsledky SOT

Tabulka 2 zaznamenává výsledky testu SOT. Uvedené Equilibrium Score je zde pro všech 6 podmínek protokolu testu, tzn. COND1–COND6 a jeho hodnoty jsou uvedeny v procentech (%). Dále je prezentováno také celkové skóre tzv. Composite (COMP). Data jsou mezi skupinami porovnávána. Uvedeno i v grafickém vyjádření.

Tabulka 2: Výsledky SOT – Equilibrium score

Senzory organization test - Equilibrium score (%)						
Condition	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
COND1	95,39	(1,33)	93,57	(4,70)	0,14	0,53
COND2	93,14	(2,30)	92,78	(2,18)	0,65	0,16
COND3	91,90	(3,03)	92,37	(2,18)	0,61	0,18
COND4	88,04	(5,01)	85,33	(8,35)	0,26	0,39
COND5	71,02	(7,85)	69,24	(6,38)	0,47	0,25
COND6	72,88	(10,02)	73,04	(9,66)	0,96	0,02
COMP	82,94	(4,04)	81,88	(4,37)	0,47	0,25

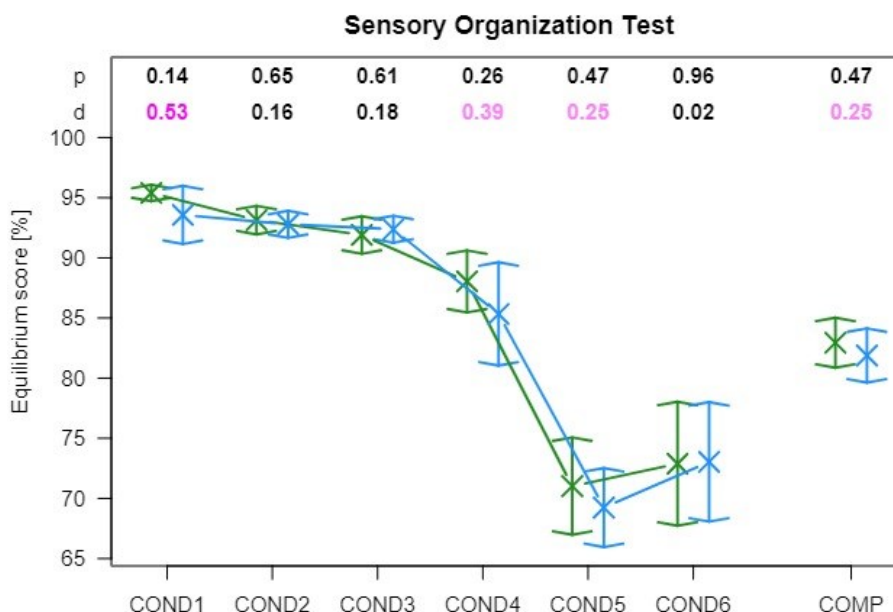
Legenda: SD – směrodatná odchylka; p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; COND1–COND6 – 6 situací během testování SOT; COMP – Composite (celkové skóre); tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami

Během testování protokolu SOT nebyl ani u jedné z podmínek (COND1–COND6) zjištěn statisticky významný rozdíl. Byl však nalezen klinicky významný rozdíl, a to konkrétně v podmínkách COND1, COND4, COND5 a celkového skóre (COMP) vždy ve prospěch tanečnic.

Střední klinická významnost se prokázala v COND1, kde testovaný využívá především somatosenzorický systém, lepší výsledky prokazovaly tanečnice. Malá klinická významnost se prokázala u COND4 při největším využití zrakového systému a u COND5 při využívání především vestibulárního systému vykazovaly tanečnice také lepší výsledky. Dále se malá klinická významnost prokázala také v celkovém skóre (Composite), kdy si lépe vedly opět tanečnice. V podmínce COND2 při největším využití somatosenzorického systému vykazovaly tanečnice také lepší výsledky, ovšem klinicky nevýznamné.

Nesportovkyně dosáhly lepších výsledků v podmínkách COND3 (hlavní využití somatosenzorického systému) a COND6 (hlavní využití vestibulárního systému), ovšem klinicky nevýznamných.

Graf 1: Výsledky SOT – Equilibrium score



Legenda: osa x – COND1–COND6 – 6 situací během testování SOT; COMP – Composite (celkové skóre); osa y – Equilibrium score, procentuální hodnota; p – hladina statistické významnosti (p-value); d – míra klinické významnosti (Cohen d); barevné zvýraznění hodnot d – dle klinické významnosti (tabulka 1); zelená barva – tanečnice; modrá barva – nesportovkyně

Následující tabulka uvádí vyhodnocení sensorické analýzy, která je součástí protokolu SOT. Tato analýza vyhodnocuje schopnost využití sensorických systémů pro udržení posturální stability.

Tabulka 3: Výsledky SOT – Sensorická analýza

Senzory organization test - Sensorická analýza						
Systém	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
SOM	0,98	0,02	0,99	0,07	0,29	0,38
VIZ	0,92	0,05	0,91	0,09	0,71	0,13
VEST	0,74	0,08	0,74	0,07	0,89	0,05
PREF	1,00	0,05	1,02	0,05	0,37	0,31

Legenda: SOM – somatosenzorický systém; VIZ – vizuální systém; VEST – vestibulární systém; PREF – vizuální preference; SD – směrodatná odchylka; p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; barevné označení buněk – viz tabulka 1

Z tabulky je patrné, že somatosenzorický systém využívaly lépe nesportovkyně s malým klinicky významným rozdílem. Tanečnice zase lépe využívaly systém vizuální, ovšem bez klinické významnosti. U vestibulárního systému nebyl mezi skupinami nalezen rozdíl a nesportovkyně vykazovaly větší míru využívání nepřesných vizuální

informací také s malým klinicky významným rozdílem. Žádné z hodnot však nejsou statisticky významné.

5.2 Výsledky MCT

Tabulka 4 znázorňuje výsledky parametru Latency, který je jedním z vyhodnocovacích parametrů protokolu MCT. Měří rychlost motorické odpovědi dolních končetin na posun plošiny. Jednotkou tohoto parametru jsou milisekundy (ms) a jeho hodnoty jsou zaznamenány během posunu plošiny vzad a vpřed vždy pro 3 stupně rychlosti – malou, střední a největší rychlost posunu. Data jsou také vyhodnocena pro každou DK zvlášť. Hodnota Composite ukazuje celkové skóre latence. Obě skupiny mají uvedená data zvlášť a poté jsou porovnávána.

Tabulka 4: Výsledky MCT – Latency

Motor control test – Latency						
Latency (ms)	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
Backward	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
SL	132,94	(9,85)	135,88	(10,64)	0,41	0,29
SR	134,12	(9,39)	134,12	(10,04)	1,00	0,00
ML	121,76	(12,86)	127,06	(11,05)	0,21	0,44
MR	125,29	(9,43)	128,24	(12,86)	0,45	0,26
LL	118,82	(7,81)	121,76	(8,09)	0,29	0,37
LR	121,18	(10,54)	121,76	(10,74)	0,87	0,06
Forward						
SL	141,76	(12,86)	144,71	(12,81)	0,51	0,23
SR	141,76	(16,67)	142,94	(15,32)	0,83	0,07
ML	131,18	(6,97)	132,35	(12,51)	0,74	0,12
MR	132,35	(9,03)	137,65	(19,21)	0,31	0,35
LL	122,94	(8,49)	132,35	(14,80)	0,03	0,78
LR	124,12	(7,95)	132,94	(11,05)	0,01	0,92
Composite	124,12	(6,46)	129,29	(8,70)	0,06	0,68

Legenda: SD – směrodatná odchylka; p-value – hladina statistické významnosti; žluté buňky – statistická významnost; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; backward – posun plošiny vzad; forward – posun plošiny vpřed; SL/SR – malá rychlost posunu pro LDK/PDK; ML/MR – střední rychlost posunu pro LDK/PDK; LL/LR – velká rychlost posunu pro LDK/PDK; Composite – celkové skóre latence

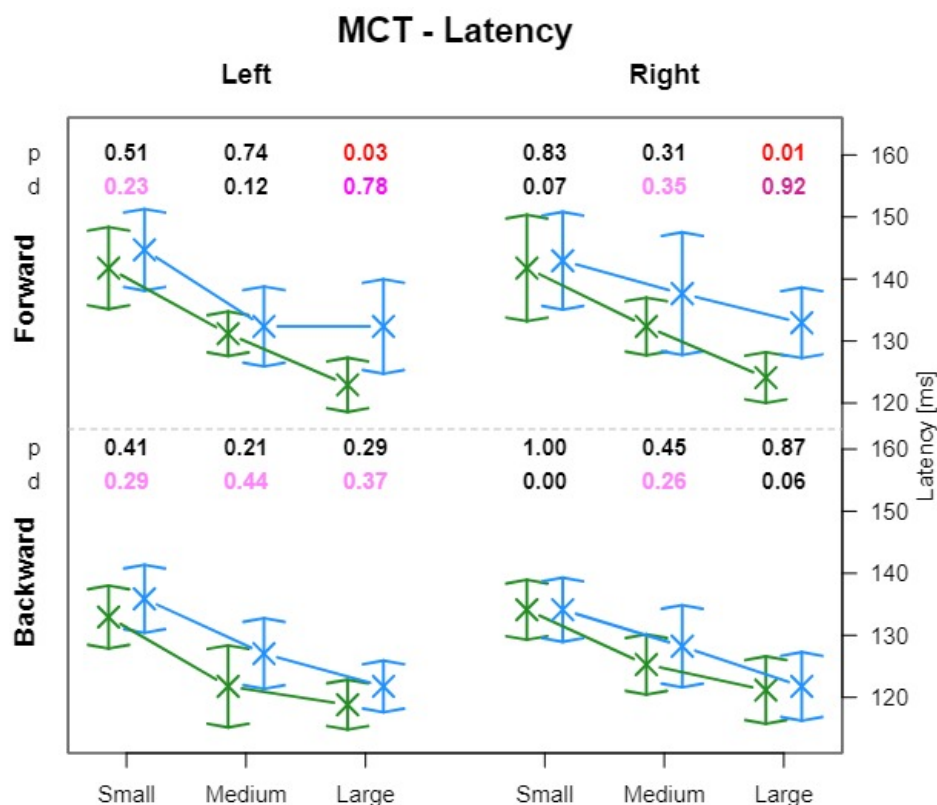
Data v tabulce ukazují, že vyjma malé rychlosti posunu plošiny vzad (kde byly zaznamenány totožné hodnoty), mají rychlejší reakci dolních končetin tanečnice.

U translačního posunu plošiny vzad se u taneční skupiny prokázala malá klinická významnost u LDK při malém posunu, LDK i PDK při střední rychlosti posunu a u LDK nejrychlejšího posunu. PDK během nejrychlejšího posunu vzad měla také rychlejší odpověď u tanečnic ovšem klinicky nevýznamnou. Žádný výsledek při translačním posunu plošiny vzad však mezi skupinami nevykazuje statisticky významný rozdíl.

U translačního posunu plošiny vpřed se malá klinická významnost ve prospěch tanečnic ukázala během nejnižší rychlosti posunu pro odpověď LDK a střední rychlosti posunu pro odpověď PDK. SR a ML vyznačují také lepší výsledky u taneční skupiny, ale klinicky nevýznamné. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán u nejrychlejšího posunu plošiny vpřed pro obě dolní končetiny tanečnic (LL – $p=0,03$; LR – $p=0,01$), kdy jejich LDK i PDK vykazovaly tedy statisticky významně lepší a rychlejší motorickou odpověď na největší rychlost posunu plošiny vpřed oproti nesportovkyním. U LR byla zaznamenána také velká klinická významnost (*Cohen d*=0,92), u LL dále střední klinická významnost (*Cohen d*=0,78).

Parametr Composite pro celkové skóre je nižší u skupiny tanečnic, což znamená celkově rychlejší pohybovou reakci obou dolních končetin u tanečnic na posun plošiny u obou směrů. Rozdíl má střední klinickou významnost, ovšem statisticky je nevýznamný. Grafické znázornění hodnoty v tabulce 4 níže.

Graf 2: Výsledky MCT – Latency



Legenda: Backward – posun plošiny vzad; Forward – posun plošiny vpřed; Small, Medium, Large – malá, střední, velká rychlost posunu plošiny; Left, Right – LDK, PDK; 120–160 – rychlost reakce odpovědi DK [ms]; p – hladina statistické významnosti (p-value); červená hodnota p – statistická významnost; d – míra klinické významnosti (Cohen d); barevné zvýraznění hodnot d – dle klinické významnosti (tabulka 1); zelená barva – tanečnice; modrá barva – nesportovkyně

Následující tabulky (tabulka 5 a 6) hodnotí další z parametrů protokolu MCT a sice Weight Symmetry (WS) (tabulka 5), jenž hodnotí, jak symetricky bude rozložena hmotnost na dolních končetinách při aktivní motorické odpovědi na posun plošiny, a parametr Strength Symmetry (SS) (tabulka 6), který udává symetrické rozložení síly odpovědi nebo-li, která DK bude silnější při reakční odpovědi. Hodnota 100 znamená symetričnost, hodnoty pod 100 poté větší zatížení nebo sílu LDK a hodnoty nad 100 větší zatížení nebo sílu PDK. Pokud je tedy průměrná hodnota blíže k hodnotě 100, pak to znamená vyšší a lepší symetričnost odpovědi dolních končetin. Data u obou skupin jsou dále porovnávána mezi sebou.

Tabulka 5: Výsledky MCT – Weight Symmetry

Motor control test - Weight Symmetry								
Rychlost a směr posunu plošiny	Tanečnice (n1=17)			Nesportovkyně (n2=17)			p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Zatížená DK	Průměr	(SD)	Zatížená DK		
SB	96,76	(4,40)	LDK	97,59	(6,36)	LDK	0,66	0,15
MB	95,88	(9,35)	LDK	97,88	(6,90)	LDK	0,48	0,24
LB	98,59	(5,47)	LDK	97,76	(6,75)	LDK	0,70	0,13
SF	98,82	(6,19)	LDK	97,59	(6,33)	LDK	0,57	0,20
MF	98,06	(6,19)	LDK	97,41	(7,21)	LDK	0,78	0,10
LF	98,24	(6,51)	LDK	99,00	(8,67)	LDK	0,77	0,10

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; SB/MB/LB – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vzad (backward); SF/MF/LF – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vpřed (forward)

Dle naměřených dat můžeme uvést, že jak tanečnice tak i nesportovkyně mají průměrné hodnoty u všech situací pod hodnotu 100 a tedy více zatěžovaly LDK při pohybové odpovědi na posun. Tanečnice měly poněkud blíže k symetrii u LB, SF a MF a nesportovkyně byly symetričtější v situaci SB, MB a LF, ale pouze malou klinicky významnou hodnotu měly nesportovkyně u MB a tanečnice u SF. Žádné z hodnot však nevykázaly statisticky významný rozdíl v hmotnostní symetrii mezi oběma skupinami.

Tabulka 6: Výsledky MCT – Strenght Symmetry

Motor control test - Strenght Symmetry								
Rychlost a směr posunu plošiny	Tanečnice (n1=17)			Nesportovkyně (n2=17)			p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Silnější DK	Průměr	(SD)	Silnější DK		
SB	96,76	(16,74)	LDK	95,88	(16,89)	LDK	0,88	0,05
MB	94,71	(13,39)	LDK	96,53	(17,89)	LDK	0,74	0,12
LB	101,12	(12,99)	PDK	97,18	(15,55)	LDK	0,43	0,28
SF	91,88	(14,52)	LDK	97,88	(28,22)	LDK	0,44	0,27
MF	99,88	(12,85)	LDK	97,65	(19,61)	LDK	0,70	0,13
LF	96,18	(7,34)	LDK	94,53	(13,99)	LDK	0,67	0,15

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; SB/MB/LB – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vzad (backward); SF/MF/LF – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vpřed (forward)

Z tabulky 6 lze hodnotit, že nesportovkyně měly ve všech situacích silnější reakci LDK. Tanečnice prokazovaly velmi podobné výsledky a pouze v případě LB jim

reagovala silněji PDK. Pro porovnání měly blíže k symetrickému rozložení síly nesportovkyně u MB a SF (s malou klinickou významností oproti tanečnicím) a tanečnice u SB, LB (s malou klinickou významností oproti nesportovkyním), MF a LF. Žádné hodnoty však nevykázaly statisticky signifikantnější rozdíl v rozložení síly dolních končetin mezi oběma skupinami.

Tabulka 7 a 8 dále hodnotí tytéž parametry, ovšem zpracovává tzv. deviaton from symmetry neboli jak moc se skupina tanečnic a nesportovkyň odchýlila od hodnoty 100 (ideální symetrie) v případě rozložení hmotnosti na dolních končetinách (tabulka 7) a rozložení síly dolních končetin (tabulka 8) u aktivní motorické odpovědi na posun plošiny. Výsledné hodnoty jsou pro obě skupiny poté porovnány. Pro přehlednost jsou výsledky tabulek 7 a 8 zpracovány v grafu 3.

Tabulka 7: Výsledky MCT – Weight Symmetry – Deviation from Symmetry

Motor control test - Weight Symmetry - Deviation from Symmetry						
Rychlost a směr posunu plošiny	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	SD	Průměr	SD		
SB	4,06	(3,60)	5,47	(3,86)	0,28	0,38
MB	5,76	(8,37)	5,88	(3,95)	0,96	0,02
LB	4,35	(3,44)	5,76	(3,95)	0,27	0,38
SF	4,94	(3,72)	5,71	(3,41)	0,54	0,21
MF	4,88	(4,12)	6,35	(4,03)	0,30	0,36
LF	4,71	(4,70)	7,47	(4,12)	0,08	0,63

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; SB/MB/LB – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vzad (backward); SF/MF/LF – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vpřed (forward)

Výsledky ukazují, že menší průměrnou hodnotu, a tedy nižší vychýlení od symetrie v rozložení hmotnosti u dolních končetin během reakční odpovědi vykazuje experimentální skupina tanečnic. Mezi skupinami byl prokázán klinicky významný rozdíl malé významnosti v situaci SB, LB, SF, a MF ve prospěch tanečnic. Středně významný klinický rozdíl byl v případě LF, kdy se zde už rozdíl blíží i ke statistické významnosti. Mezi oběma skupinami však nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v odchýlení od ideální hodnoty.

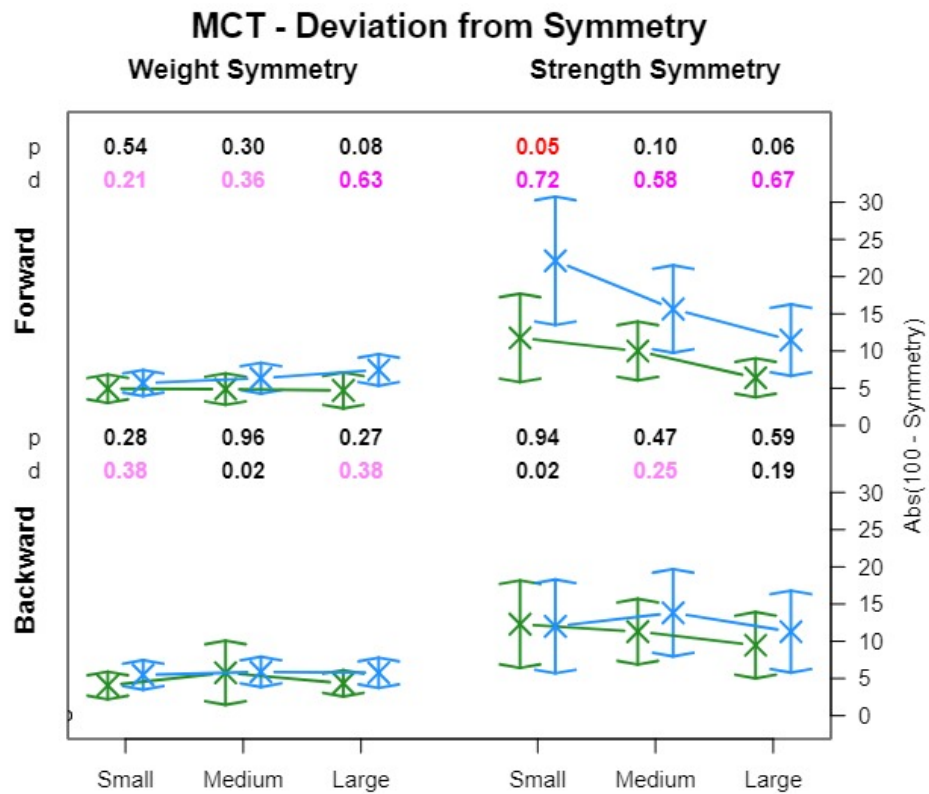
Tabulka 8: Výsledky MCT – Strenght Symmetry – Deviation from Symmetry

Motor control test - Strenght Symmetry - Deviation from Symmetry						
Rychlost a směr posunu plošiny	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	SD	Průměr	SD		
SB	12,29	11,43	12,00	12,26	0,94	0,02
MB	11,29	8,57	13,82	11,39	0,47	0,25
LB	9,47	8,65	11,29	10,71	0,59	0,19
SF	11,76	11,57	22,12	16,77	0,05	0,72
MF	10,00	7,68	15,65	11,42	0,10	0,58
LF	6,41	5,08	11,47	4,12	0,06	0,67

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; žluté buňky – statistická významnost; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; SB/MB/LB – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vzad (backward); SF/MF/LF – malá/střední/velká rychlost posunu plošiny vpřed (forward)

Tabulka 8 popisuje, jak moc velké odchýlení od ideální symetricky rozložené silové odpovědi dolních končetin na posun plošiny obě skupiny probandek měly. Data ukazují, že nesportovkyně měly nižší vychýlení v situaci SB ovšem klinicky ani statisticky nevýznamné. V ostatních případech je patrné, že menší vychýlení mají tanečnice, kdy u MB se prokázala malá klinická významnost a v případech všech rychlostních posunů vpřed středně klinická významnost. Statisticky signifikantní rozdíl byl zaznamenán u SF, kdy tedy můžeme uvést, že v tomto případě měly tanečnice oproti nesportovkyním statisticky prokazatelně menší vychýlení od ideální symetrie síly.

Graf 3: Výsledky MCT – Deviation from Symmetry



Legenda: Backward – posun plošiny vzad; Forward – posun plošiny vpřed; Small, Medium, Large – malá, střední, velká rychlost posunu plošiny; Weight Symmetry – parametr symetrie rozložení hmotnosti; Strength Symmetry – parametr symetrie rozložení síly; 0 – 30 odchýlení od hodnoty 100; p – hladina statistické významnosti (p-value); červená hodnota p – statistická významnost; d – míra klinické významnosti (Cohen d); barevné zvýraznění hodnot d – dle klinické významnosti (tabulka 1); zelená barva – tanečnice; modrá barva – nesportovkyně

5.3 Výsledky RWS

Následující tabulka uvádí naměřené hodnoty parametru Directional Control patřícího do protokolu testu RWS. Tento parametr hodnotí směrovou kontrolu pohybu během rytmického kývání ve směru zleva doprava a zpředu dozadu za třech stupňů rychlosti.

Tabulka 9: Výsledky RWS – Directional control

Rhythmic weight shift - Directional control (%)						
DCL (%)	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
Left-Right						
Slow	82,76	(5,07)	82,00	(5,91)	0,69	0,14
Moderate	83,82	(6,16)	84,12	(6,08)	0,89	0,05
Fast	89,29	(3,74)	90,88	(2,03)	0,14	0,53
Front-back						
Slow	76,24	(7,75)	78,76	(10,43)	0,43	0,28
Moderate	81,47	(7,90)	80,29	(12,13)	0,74	0,11
Fast	81,59	(13,65)	87,82	(5,16)	0,09	0,60

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; DCL – directional control; left-right – kývání zleva doprava; front-back – kývání zpředu dozadu; slow/moderate/fast – pomalá/střední/velká rychlost kývání

Dle naměřených dat měly tanečnice lepší směrovou kontrolu pohybu ve směru latero-laterálním – zleva doprava při pomalém stupni rychlosti a antero-posteriorním – zpředu dozadu u středního stupně rychlosti, ovšem statisticky ani klinicky významně jejich hodnoty nelišily od nesportovkyň.

Nesportovkyně vykazovaly lepší směrovou kontrolu v pravolevém i předozadním kývání v nejvyšší rychlosti a rozdíl jejich hodnot oproti tanečnicím vykazuje střední klinickou významnost. Malou klinickou významnost vykazuje také rozdíl hodnot v předozadním kývání v malé rychlosti také ve prospěch nesportovkyň. V pravolevém kývání za střední rychlosti měly nesportovkyně také lepší hodnotu, ovšem bez klinické významnosti. Statisticky významný rozdíl mezi naměřenými hodnotami obou skupin nebyl však ani v jedné ze situací tohoto parametru.

5.4 Výsledky Head Shake SOT

5.4.1 Výsledky Head Shake – SOT 2

Následující tabulka 10 uvádí výsledky Equilibrium score v procentuální hodnotě v testu Head Shake za podmínky COND2 z protokolu SOT. Hodnotí tak schopnost vestibulárního systému do CNS dodávat relevantní potřebné senzorycké informace během jeho zatížení (pohyb hlavy v jednotlivých rovinách) při současném vyloučení zrakové kontroly (COND2) pro udržení posturální stability.

Tabulka 10: Výsledky Head Shake – SOT COND2 – Equilibrium score

Head Shake test - SOT COND2 - Equilibrium score %						
Rovina	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
Horizontal	92,18	(1,91)	91,16	(2,33)	0,17	0,48
Vertical	89,59	(2,30)	87,02	(4,08)	0,03	0,78
Roll	91,10	(3,24)	90,33	(2,67)	0,46	0,26

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; žluté buňky – statistická významnost; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; Horizontal – horizontální pohyb hlavy („NE“); Vertikal – vertikální pohyb hlavy („ANO“); Roll – latero-laterální pohyb hlavy (úklon)

Z naměřených hodnot vyplývá, že vyšší průměrnou hodnotu, a tedy lepší výsledky měly tanečnice ve všech rovinách pohybu hlavy. Rozdíly v pohybu horizontálním a roll vykazovaly malou klinickou významnost, ovšem statisticky významné nebyly. Během vertikálního pohybu hlavy vykazovaly tanečnice statisticky prokazatelně lepší výsledek oproti nesportovkyním s rozdílem střední klinické významnosti. Lze tedy uvést, že vestibulární aparát tanečnic v zatížení ve vertikální rovině vykazuje lepší schopnost zprostředkování informací pro udržení posturální stability za podmínky COND2.

Tabulka 11 dále uvádí Equilibrium score Ratio (EQSR) pro podmínku COND2. Tento parametr porovnává skóre kontroly rovnováhy (tzn. jak se změnilo rovnovážné skóre) za podmínky COND2 SOT bez zatížení vestibulárního systému (pohybu hlavy) se skórem rovnováhy během aktivního zatížení vestibulárního aparátu (pohybem hlavy) a poskytuje poměr.

Tabulka 11: Výsledky Head Shake – SOT COND2 – Equilibrium score Ratio

Head Shake test - SOT COND2 - Equilibrium score Ratio						
Rovina	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
Horizontal	0,99	(0,03)	0,99	(0,02)	0,62	0,17
Vertical	0,97	(0,03)	0,94	(0,04)	0,04	0,74
Roll	0,98	(0,03)	0,98	(0,02)	0,95	0,02

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; žluté buňky – statistická významnost; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; Horizontal – horizontální pohyb hlavy („NE“); Vertikal – vertikální pohyb hlavy („ANO“); Roll – latero-laterální pohyb hlavy (úklon)

Z výsledků můžeme vidět, že všechny průměrné hodnoty poměru u obou skupin jsou pod hodnotou 1 a tedy jak u tanečnic, tak nesportovkyň došlo ve všech případech ke změně ES ve smyslu jeho zhoršení, jakmile se k podmínce COND2 SOT přidalo navíc zatížení vestibulárního systému (pohyb hlavy). Při zatížení vestibulárního aparátu pohybem hlavy do horizontály a úklonů mezi skupinami nedošlo k žádnému statisticky ani klinicky výraznějšímu rozdílu v míře zhoršení ES. Při jeho zatížení ve vertikální rovině data ukazují statisticky signifikantní rozdíl v míře zhoršení ES se střední klinickou významností u skupiny nesportovkyň. Lze tedy konstatovat, že v tomto případě se pole dance tanečnicím zhoršilo rovnovážné skóre statisticky prokazatelně méně, než nesportovkyním.

5.4.2 Výsledky Head Shake – SOT 5

V tabulce 12 jsou uvedeny výsledky Equilibrium score v procentuální hodnotě v testu Head Shake za podmínky COND5 SOT. Představuje vyhodnocení schopnosti vestibulárního systému do CNS dodávat relevantní potřebné senzorycké informace během jeho zatížení (pohyb hlavy v jednotlivých rovinách) při současném vyloučení zrakové kontroly a znevýhodnění somatosenzoryckého systému pohybem podložky (COND5).

Tabulka 12: Výsledky Head Shake – SOT COND5 – Equilibrium score

Head Shake test - SOT COND5 - Equilibrium score %						
Rovina	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
Horizontal	62,59	(9,19)	61,78	(6,81)	0,77	0,10
Vertical	59,79	(7,61)	54,62	(11,13)	0,12	0,54
Roll	66,94	(5,52)	60,16	(8,91)	0,01	0,92

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; žluté buňky – statistická významnost; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; Horizontal – horizontální pohyb hlavy („NE“); Vertikal – vertikální pohyb hlavy („ANO“); Roll – latero-laterální pohyb hlavy (úklon)

Naměřená data poukazují na vyšší hodnoty, a tedy lepší výsledky Equilibrium score u skupiny tanečnic. Statisticky ani klinicky významný nebyl rozdíl mezi skupinami v horizontální rovině. U zatížení vestibulárního aparátu ve vertikální rovině ukázaly hodnoty středně klinicky významně lepší výsledek u skupiny tanečnic ovšem ne statisticky signifikantní. Ten byl pouze v rovině Roll, kde rozdíl v rovnovážném skóre dosáhl statistické i velké klinické významnosti ve prospěch tanečnic. Vestibulární aparát tanečnic tedy vykazuje lepší schopnost zprostředkování informací pro udržení posturální stability za podmínky COND5 pouze v rovině Roll.

Tabulka 13 níže opět uvádí Equilibrium score Ratio (EQSR) tentokrát pro podmínku COND5 a prezentuje poměr mezi skórem kontroly rovnováhy za podmínky COND5 bez zatížení vestibulárního systému se skórem rovnováhy během aktivního zatížení vestibulárního systému.

Tabulka 13: Výsledky Head Shake – SOT COND5 – Equilibrium score Ratio

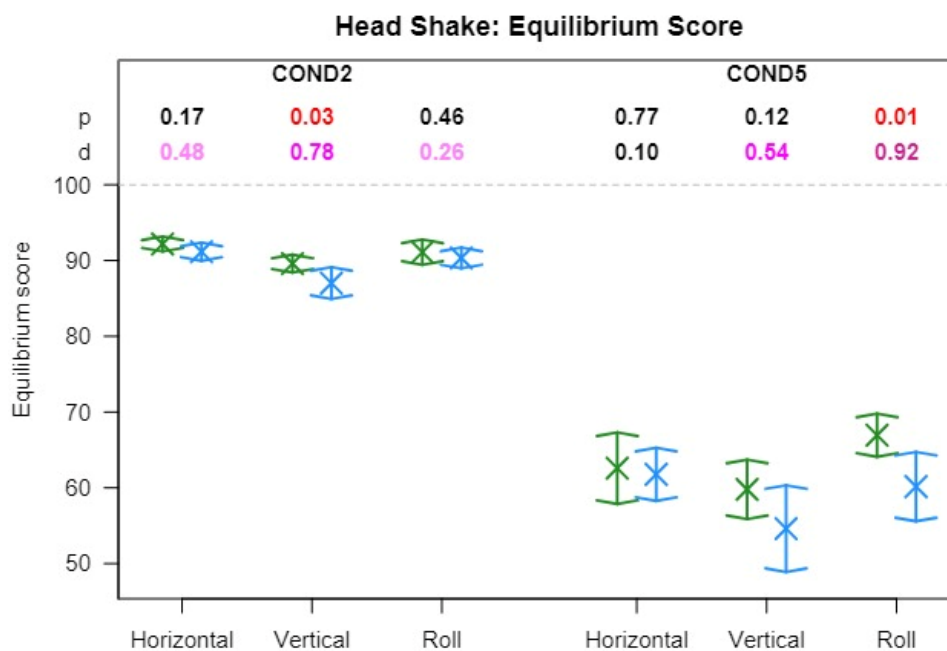
Head Shake test - SOT COND5 - Equilibrium score Ratio						
Rovina	Tanečnice (n1=17)		Nesportovkyně (n2=17)		p-value	Cohen d
	Průměr	(SD)	Průměr	(SD)		
Horizontal	0,96	(0,17)	0,95	(0,02)	0,96	0,02
Vertical	0,89	(0,13)	0,83	(0,21)	0,32	0,35
Roll	0,95	(0,10)	0,89	(0,20)	0,27	0,39

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p-value – hladina statistické významnosti; Cohen d – míra klinické významnosti; barevné označení buněk – viz tabulka 1; tučně zvýrazněná „lepší“ hodnota v porovnání mezi skupinami; Horizontal – horizontální pohyb hlavy („NE“); Vertikal – vertikální pohyb hlavy („ANO“); Roll – latero-laterální pohyb hlavy (úklon)

Zde taktéž můžeme vidět, že všechny průměrné hodnoty poměru jsou u obou skupin pod hodnotou 1, což značí, že u obou skupin došlo při zatížení vestibulárního systému v těchto podmínkách ke změně ES ve smyslu jeho zhoršení. V žádné rovině se ale neprokázal statisticky významný rozdíl v míře zhoršení posturální kontroly mezi oběma skupinami. V zatížení ve vertikální rovině a rovině Roll sice tanečnice vykazují lepší výsledek ve smyslu menší míry zhoršení posturální kontroly oproti nespportovkyním, ovšem pouze s malou klinickou významností.

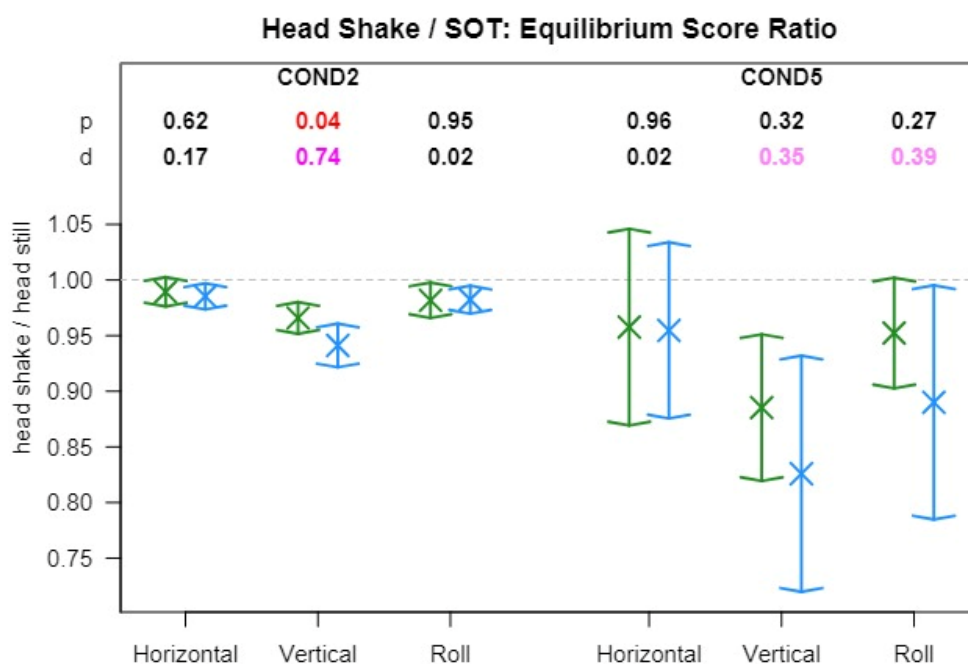
Níže jsou uvedeny dva shrnující grafy pro Head Shake test, kde graf číslo 4 shrnuje tabulku 10 a 12 tedy Equilibrium score pro srovnání výsledků obou skupin u podmínky COND2 SOT a COND5 SOT. Graf 5 dále prezentuje výsledky tabulek 11 a 13 tzn. EQSR pro srovnání výsledků obou skupin u podmínky COND2 SOT a COND5 SOT.

Graf 4: Výsledky Head Shake - SOT COND2 a COND5 - Equilibrium score



Legenda: osa y – Equilibrium score (%), šedá vodorovná přerušovaná čára – max. ES (100 %); Horizontal – horizontální pohyb hlavy („NE“); Vertikal – vertikální pohyb hlavy („ANO“); Roll – latero-laterální pohyb hlavy (úklon); p – hladina statistické významnosti (p-value); červená hodnota p – statistická významnost; d – míra klinické významnosti (Cohen d); barevné zvýraznění hodnot d – dle klinické významnosti (tabulka 1); zelená barva – tanečnice; modrá barva – nespportovkyně

Graf 5: Výsledky Head Shake - SOT COND2 a COND5 - Equilibrium score Ratio



Legenda: osa y – EQSR (poměr mezi dosaženým ES v SOT a HS-SOT), šedá vodorovná přerušovaná čára – srovnatelné výsledky obou testů (poměr 1); Horizontal – horizontální pohyb hlavy („NE“); Vertikal – vertikální pohyb hlavy („ANO“); Roll – latero-laterální pohyb hlavy (úklon); p – hladina statistické významnosti (p-value); červená hodnota p – statistická významnost; d – míra klinické významnosti (Cohen d); barevné zvýraznění hodnot d – dle klinické významnosti (tabulka 1); zelená barva – tanečnice; modrá barva – nespportovkyně

6 DISKUZE

Cíl této práce pro teoretickou část sestával ve shromáždění a zpracování relevantních informací vztahujících se k tématu posturální stability, a to v užším zaměření v souvislosti s aktivitou pole dance a vymezení jejich vzájemný vztah. Tento cíl byl splněn.

Pro praktickou část práce bylo cílem objektivní zhodnocení posturální stability u pole dance tanečnic a její porovnání s ženami, které se pravidelně žádné sportovní aktivitě nevěnují. Dále poté zhodnotit, zda má cvičení pole dance vliv na zlepšení efektivity vestibulárního systému podávat potřebné informace pro kontrolu statické a dynamické posturální stability. Oba tyto cíle byly pomocí objektivního měření na dynamickém počítačovém posturografu NeuroCom SMART EquiTest a následně statistického zanalyzování výsledků splněny.

Pole dance je atletická disciplína ovšem také zároveň performativní umění (Kartaly, 2018). Už tato kombinace napovídá o tom, že jako aktivita vyžaduje jednak velkou fyzickou sílu, aby se tanečnice dokázaly udržet na vertikálně upevněné tyči ve smyslu šplhu, obrácených poloh či přechodu z dynamického pohybu do statické polohy, kde tanečnice musí úplně znehybnět a je tak vyžadováno komplexní zpevnění všech svalů v těle. Performativní prvky vyžadují během těchto pohybů estetickou složku – plynulé přechody mezi figurami, co nejmenší počet úchopů, uměleckou preciznost a expozici všech figur a zároveň vše sladit do rytmu hudby. Tyto prvky zase vyžadují dobrou nervosvalovou koordinaci, výraznou flexibilitu a vysokou úroveň hrubé i jemné motoriky.

Pozice, které tak pole dance tanečnice trénují a vykonávají vykazují velkou posturální náročnost potřebnou pro stabilizaci všech pohybových segmentů v těle jednak během přechodů mezi prvky i u figur samotných, nebo pro zabránění pádu z tyče a zároveň uchování estetického charakteru cvičení. Dochází tak u těchto tanečnic k trénování posturální stability velice specifickým, pro běžnou populaci nepřirozeným způsobem.

6.1 Diskuze k hypotéze H1

H1: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně vyšší hodnoty Equilibrium Score v testu Sensory Organization Test než nesportovkyně.

Senzory organization test hodnotí prostřednictvím určitých znevýhodnění schopnost člověka využívat jednotlivé sensorické systémy: somatosenzorický (SOM), vizuální (VIZ) a vestibulární (VEST) k udržení posturální stability pomocí šesti situací. V každé z nich dochází k „testování“ jiného systému, jelikož (vyjma podmínky COND1) jsou ostatní systémy v tu chvíli v nevýhodě (Natus Medical Incorporated, ©2013). Pro zhodnocení výsledků byly porovnávány mezi skupinou tanečnic a nesportovkyň hodnoty parametru Equilibrium score (ES, %) v každé ze šesti podmínek SOT. Následně bylo zhodnoceno také celkové skóre tzv. Composite a taktéž porovnáno mezi skupinami. Dále byla také v rámci protokolu SOT vyhodnocena a porovnána sensorická analýza, jež ukazuje využití jednotlivých systémů (SOM, VIZ, VEST).

Z výsledků v této práci je patrné, že tanečnice v žádné ze situací SOT nevykazovaly statisticky významně lepší výsledek ES v porovnání s nesportovkyněmi. *Hypotézu H1 tedy tímto zamítám.*

Během testování se však v některých situacích u tanečnic ukázal klinicky významně lepší výsledek oproti nesportovkyním a to konkrétně v podmínce COND1 (klinicky středně významný) a v podmínkách COND4, COND5 a v celkovém skóre Composite s malou klinickou významností.

Tanečnice tak lepší výsledek vykazovaly za klidného stoje na stabilní podložce s otevřenýma očima (COND1) a za klidného stoje na stabilní podložce se zavřenýma očima (COND2), kdy je v těchto dvou podmínkách testován především somatosenzorický systém. U podmínky COND3, kdy je testován taktéž somatosenzorický systém, však ve stoji na stabilní plošině ale s pohyblivým okolím vykazovaly lepší výsledky nesportovkyně. Tanečnice měly dále lepší výsledek ES u stoje na nestabilní plošině s otevřenýma očima (COND4) za testování především vizuálního systému a u stoje na nestabilní plošině se zavřenýma očima (COND5) za testování především vestibulárního aparátu. U stoje na nestabilní plošině s pohyblivým okolím (COND6) a také testování vestibulárního aparátu vykazovaly však lepší výsledek nesportovkyně.

Tanečnice tedy vykazovaly lepší posturální stabilitu v situaci, kdy byl testován především vizuální systém, kdy se tanečnice za znevýhodnění somatosenzorického systému více spoléhaly na zrakový aparát, ovšem pouze za situace stabilního okolí. Jakmile došlo k testování situací s pohybem okolí, a tak přijímání nepřesných informací ze zraku, vedly si lépe nespportovkyně a lépe tak využily somatosenzorický a vestibulární systém ke kontrole stability oproti tanečnicím. Na druhou stranu ovšem tanečnice dokázaly lépe využít somatosenzorický a vestibulární systém v situacích úplného vyloučení zraku zavřením očí.

V ES Composite mají lepší výsledné hodnoty také tanečnice dosahující hodnoty $82,94 \pm 4,04$ % oproti nespportovkyním s výsledkem $81,88 \pm 4,37$ %. Rozdíl je tak zde minimální pouze s malou klinickou významností a bez statistické významnosti.

Co se týče výsledků u sensorické analýzy, ani zde nebyl prokázán žádný statisticky signifikantní rozdíl ve využívání sensorických systémů mezi skupinami. Malá klinická významnost ukázala lepší využití somatosenzorického systému a nepřesných vizuálních informací u nespportovkyň. Při využití vizuálního systému měly hodnotu o 0,01 % lepší tanečnice a hodnoty u využití vestibulárního systému se zde rovnaly.

Jako aktivita pole dance zahrnuje prvky gymnastiky, tance, baletu a akrobacie (Nawrocka et al., 2017; Coelho et al., 2017). Mnoho studií poukazuje na lepší posturální stabilitu těchto estetických sportovců oproti nespportovní populaci (Golomer et al., 1997; Marin et al., 2019; Andreeva et al., 2021).

Na druhou stranu existují studie, jejichž autoři uvádějí fakt, že tito sportovci mají tak specifické požadavky na posturální schopnosti, že mohou vykazovat lepší posturální stabilitu v porovnání s nespportovní populací pouze v situacích, ke kterým se jejich sport vztahuje. Poukazují, že jejich nácvik obtížného držení těla se nemusí promítnout či projevit v běžných bipedálních pozicích (Asseman et al., 2008; Casabona et al., 2016; Janura, 2019).

Konkrétně studie autorů Asseman et al. (2008) porovnává posturální stabilitu mezi gymnasty a jinou sportovní populací a ve výsledcích uvádí, že v prostém bipedálním postoji s otevřenými očima se gymnasté nijak statisticky významně neliší od druhé skupiny. Rozdíl se projevil pouze v unipedálním postoji – specifitější poloze pro gymnasty – ve prospěch gymnastů.

I studie autorů Vuillerme et al. (2001a), která také porovnává posturální stabilitu gymnastek s jinak sportující populací (tenis, házená, fotbal) uvádí podobné výsledky. Za tří podmínek stoje se vzrůstající obtížností (bipedální, unipedální, unipedální + nestabilní plocha – 7cm pěnová podložka) přičemž každá byla provedena ve variantě s otevřenými a zavřenými očima, nejsou patrné žádné signifikantní rozdíly mezi skupinami v posturální stabilitě za přítomnosti vizuální kontroly. Ovšem jejich dalším cílem bylo zjistit, jak jsou gymnasté ovlivněni odstraněním zraku v různých posturálních úkolech. Zde výsledky ukázaly, že při vyloučení zrakové kontroly se výkyv COP sice zhoršil v obou skupinách, ovšem u gymnastů výrazně méně, a tak v závěru autoři uvádějí možnost, že gymnasté jsou oproti negymnastické populaci méně závislí na zrakové kontrole a mohou lépe využít zbývající senzorické systémy pro udržení stability.

V mé práci, i když se statisticky nesignifikantním rozdílem, se u pole dance tanečnic také projevila menší závislost na zrakové složce. V situacích testování stability s vyloučením zrakové kontroly – COND2 a COND5, tanečnice vykazují vyšší ES oproti nespportovkyním (COND2: ES u tanečnic = 93,14 %; ES u nespportovkyň = 92,78 %; COND5: ES u tanečnic = 71,02 %; ES u nespportovkyň = 69,24 %). Tyto podobné výsledky prezentuje také Šalbabová (2019), která porovnává posturální stabilitu mezi akrobatickými sportovci a jedinci bez sportovní aktivity prostřednictvím též posturografu NeroCom SMART EquiTest. Během testování SOT COND2 a COND5 vykazovali akrobaté sice statisticky nevýznamné, ovšem také lepší ES v porovnání s nespportovci, a tak lepší posturální stabilitu při zavřených očích.

Croix et al. (2010) uvádějí, že jedinci vykazující menší závislost na zrakové kontrole přednostně využívají informace ze somatosenzorického a vestibulárního systému. Tento vztah se u mých tanečnic nepotvrdil, jelikož výsledky senzorické analýzy ukazují, že zde tanečnice využívaly somatosenzorický systém méně, než nespportovkyně a naopak vizuální systém více. Vestibulární systém pak využívaly obě skupiny stejně. Může to být dáno např. skutečností, že tanečnice v COND2 a COND5 sice vykazují menší závislost na zrakových informacích, ovšem pouze minimálně díky statisticky nesignifikantním výsledkům. Zvláštní také je, že v případě taktéž znevýhodněné zrakové kontroly u podmínky COND3 a COND6, kdy do CNS sice přicházejí vizuální informace, ovšem nepřesné, si vedly v posturální kontrole – i když též statisticky nevýznamně – lépe nespportovkyně. Že nespportovkyně využívají více tyto nepřesné zrakové informace naznačuje i v senzorické analýze hodnota PREF. Závislost na zrakové kontrole může být

na druhou stranu naopak podporována hojným využíváním zrcadel během tréninků. Golomer et al. (1999b) zase podotýkají, že při soutěžích využívají tanečníci vizuální systém méně pro řešení posturálního úkolu, jelikož se své choreografické dovednosti naučili během zkoušek a staly se tak pro ně naprogramovanými dovednostmi. Vizuální informace pak tanečníci využívají a potřebují více spíše pro získání orientačních bodů. To může být jedním z důvodů, proč mé tanečnice u podmínek COND3 a COND6 vykazovaly horší výsledky než nespportovkyně. Jakmile došlo k pohybu okolí a tím nestabilnímu prostředí – nestabilních a nepřesných vizuálních bodů, tanečnice tak posturální stabilitu nedokázaly kontrolovat tak dobře.

Zajímavé výsledky přinesla ale studie autorů Chen et al. (2016), kteří měřili posturální stabilitu pomocí přístroje NeuroCom SMART Balance Master u rytmických gymnastek a jejich výsledky porovnávali s kontrolní nespportující skupinou. Dále ale také porovnávali rychlost učení mezi oběma skupinami tím, že test SOT byl proveden u obou skupin během 2 měsíců několikrát za sebou. Výsledky ES prvního měření v jednotlivých podmínkách prokázaly statisticky významný rozdíl pouze u COND3 ve prospěch gymnastek, ovšem celkové Composite obou skupin zde bylo téměř totožné. Ovšem po opakovaném měření autoři uvedli, že pokud obě skupiny musí pro posturální kontrolu využívat nepřesné vizuální informace, rytmické gymnastky zde prokázaly během pouhých 2 měsíců významně rychlejší schopnost učení se na tyto informace méně spoléhat. To pak tedy nabízí otázku, zda by se podle výsledků této studie pole dance tanečnice po opakovaném měření SOT v těchto podmínkách zlepšily a zda by také prokázaly tuto schopnost rychlého učení se na nepřesné vizuální informace méně spoléhat. To už by bylo předmětem případné další studie.

Za situací testující především vestibulární systém, tedy SOT COND5 a COND6 byly mé výsledky nejednoznačné. V COND5 si vedly lépe tanečnice (ES u tanečnic = 71,02 %; ES u nespportovkyň = 69,24 %) a v COND6 nespportovkyně (ES u nespportovkyň = 73,04 %; ES u tanečnic = 72,88 %). Opět zde může být důvodem výše zmíněný zisk nepřesných vizuálních informací a tím ovlivnění výsledku ES u tanečnic v COND6. Ve výzkumu Šalbabové (2019) však akrobatičtí sportovci v porovnání s nespportovci vykazovali lepší hodnoty v obou těchto podmínkách a v senzorické analýze vestibulární systém využívali také lépe. Ovšem i v jejím výzkumu nebyly tyto rozdíly statisticky významné. Důvodem, proč v těchto podmínkách mohli akrobaté vykazovat lepší využití vestibulárního aparátu mohly být např. větší zkušenosti probandů nebo

cvičební situace, které se v pole dance nemusí vyskytovat. Nesmíme zapomínat, že pole dance se skládá z mnoha prvků různých sportů. Např. ve studii Simmonse (2005) v porovnání posturální stability mezi zkušenými baletními tanečnicemi a nespportovci se v testu SOT prokázalo, že v podmínkách COND5 a COND6 vykazovali tanečnici statisticky významně nižší ES než kontrolní skupina (COND5: ES u tanečnic = 67,2 %; ES u nespportovců = 75,7 %; COND6: ES u tanečnic = 65,6 %; ES u nespportovců = 76,3 %) a tak byla jejich stabilita významně horší při testování vestibulárního aparátu. Rytmické gymnastky během prvního měření SOT ve výzkumu Chen et al. (2016) vykazovaly u obou těchto podmínek také horší ES v porovnání s nespportovkyněmi, ale statisticky nevýznamné (COND5: ES u rytmičkových gymnastek = 62,9 %; ES u nespportovkyň = 67,8 %; COND6: ES u rytmičkových gymnastek = 74,0 %; ES u nespportovkyň = 77,5 %). Celkově však výsledky porovnání s nespportovci jak u mých tanečnic, rytmičkových gymnastek, tak akrobatů v těchto podmínkách nejsou oproti výsledkům Simmonse (2005) statisticky významné a jedná se tak o velmi malé rozdíly mezi skupinami. Ovšem co se týká COND5, zde si můžeme povšimnout výraznějšího rozdílu v ES mezi mými pole dance tanečnicemi a rytmičkovými gymnastkami (ES u pole dance tanečnic = 71,02; ES u rytmičkových gymnastek = 62,9 %) a COND6 který naznačuje, že v této podmínce si pole dance tanečnice vedli lépe téměř o 10 %.

V případě podmínek COND1, COND2 a COND3, kdy se testuje především somatosenzorický systém, se v mém výzkumu také ukázaly nejednoznačné rozdíly. Perrin et al. (2002) uvádí, že taneční trénink posiluje přesnost proprioceptivních vstupů, ovšem v porovnání např. s akrobacii méně. Ve výsledcích studie Simmonse (2005) se mezi baletními tanečnicemi a kontrolní nespportovní skupinou v těchto podmínkách neprokázaly žádné statisticky významné rozdíly a jejich výsledné hodnoty se velmi podobaly. Všechny hodnoty obou skupin ES byly nad 90 % a rozdíl byl minimální, ovšem v případě COND1 a COND3 si vedli nepatrně lépe nespportovci. V případě akrobatického sportu ve výzkumu Šalbabové (2019) i když statisticky nevýznamně (též mají obě skupiny hodnoty nad 90 %) si vedli akrobaté oproti nespportovcům lépe jak u COND1, COND2 tak i COND3, což naznačuje podporu výše zmíněného názoru, že akrobacie může více posilovat přesnost proprioceptivních vstupů než taneční trénink. V mém experimentu si tanečnice vedly lépe v porovnání s nespportovkyněmi pouze v podmínkách COND1 a COND2. Opět zde může být důvodem kombinace obou prvků v pole dance. Mé tanečnice dokázaly tak nepatrně lépe využít informací z proprioceptivních vstupů než

baletní tanečnice ve studii Simmonse (2005). Ovšem v situaci za pohyblivého okolí a nepřesných vizuálních bodů (COND3) už si mé tanečnice v porovnání s akrobaty vedly hůře (COND3: ES u pole dance tanečnic = 91,90 %; ES u akrobatů 94,00 %). Akrobaté tak v porovnání s mými tanečnicemi dokázali lépe využít informace ze somatosenzorického aparátu za znevýhodnění zraku. Důvodem zde opět mohou být delší zkušenosti probandů akrobatů či zkušenosti akrobatů lépe zvládat situace s nepřesnými vizuálními informacemi i tvrzení dle Perrina et al. (2002), že akrobacie velmi posiluje přesnost propioceptivních vstupů.

Pole dance tanečnice při své aktivitě praktikují podobné prvky jako akrobaté (rotace těla kolem více os, obrácené polohy aj.) ovšem stále mají jistý „statický kontakt“ s vertikální tyčí a některé prvky provádí i s oporou o zem, ovšem akrobaté provádějí např. salta s obratem, závěsnou akrobacii aj. a nemají tak možnost žádné „statické opory“ a tak se musí pro orientaci v prostoru i posturální kontrolu více spoléhat na propioceptivní vstupy a lépe využívat i nepřesné vizuální informace.

Z daných výsledků v protokolu SOT jsou vidět určité niance ve smyslu lepších nebo horších hodnot mezi oběma skupinami, ale kvůli statisticky nevýznamným rozdílům v těchto datech tak nemohu tvrdit, že by pole dance tanečnice v protokolu SOT vykazovaly významně lepší posturální stabilitu než nespportovkyně. Výsledné hodnoty mohly ovlivnit možné výše uvedené faktory. Výsledky tohoto protokolu tak podporují názor, že specifické posturální požadavky kladené v tomto sportu se nemusejí promítnout do běžných každodenních pozic jako je prostý bipedální stoj.

6.2 Diskuze k hypotéze H2

H2: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně nižší hodnoty parametru Latency v testu Motor Control Test než nespportovkyně.

Tento vyhodnocovací parametr v protokolu MCT ukazuje schopnost jedince, jak rychle dokáže iniciovat motorickou odpověď jako reakci na vychýlení statického rovnovážného stavu. Ten je způsoben náhlým posunem plošiny do anterior-posteriorního směru ve třech rychlostech – malé, střední a velké a v každé rychlosti je posun zopakován třikrát. Latency pak určuje čas (ms), který proband potřebuje k vyvolání motorické odpovědi dolních končetin od počáteční chvíle posunu plošiny pro udržení rovnováhy.

Parametr je vyhodnocen pro každou rychlost posunu zvlášť v obou směrech a také zvlášť pro odpověď levé nebo pravé dolní končetiny. Hodnota Composite pak ukazuje celkové skóre latence pro každou skupinu.

Z výsledků obou mých skupin žen lze uvést, že v jediném případě, a to při malé rychlosti posunu plošiny směrem posteriorním, tedy dozadu, v případě rychlosti odpovědi pravé dolní končetiny se průměrný čas latence obou skupin rovnal (Backward: SR u tanečnic = 134,12; SR u nesportovkyň = 134,12) $p\text{-value} = 1,00$. Všechny ostatní průměrné hodnoty u všech směrů a všech rychlostí ukazují konstantní výsledek pro skupinu tanečnic. Tanečnice si tak v tomto parametru vedly lépe a měly nižší průměr (kratší čas) k latenci motorické odpovědi u obou svých dolních končetin.

S malou klinickou významností byly vyhodnoceny rozdíly v situaci Backward pro: SL, ML, MR, a LL, a v situaci Forward pro: SL a MR. Dále v situaci Forward byla vyhodnocena střední klinická významnost pro LL a velká klinická významnost pro LR. Tyto dvě situace tedy Forward LL a LR byly vyhodnoceny jako statisticky významné (Forward LL, $p\text{-value} = 0,03$; Forward LR, $p\text{-value} = 0,01$). Lze tak uvést, že tanečnice si v porovnání s nesportovní skupinou vedly statisticky významně lépe a vykazaly potřebu významně kratšího času pro vyvolání motorické odpovědi obou dolních končetin na nejrychlejší pohyb plošiny vpřed.

Celkové skóre Composite zde ukázalo tedy celkově kratší průměrný čas u skupiny tanečnic a rozdíl mezi skupinami byl vyhodnocen střední klinickou významností ($Cohen\ d = 0,68$) ovšem nedosáhl na statistickou významnost ($p\text{-value} = 0,06$), ovšem velmi se jí svou hodnotou přibližuje. Díky tomuto faktu však musím *Hypotézu č. 2 zamítnout*.

Z výsledků můžeme také vidět, že jak tanečnice, tak nesportovkyně měly celkově pomalejší reakce při posunu plošiny vpřed, a to u všech rychlostí i obou dolních končetin. V případě malé a střední rychlosti posunu byly u obou skupin průměrné časové hodnoty při posunech vpřed i v řádu 10 ms vyšší oproti posunu vzad. Důvodem této skutečnosti může být fakt, že posun plošiny vpřed vyvolá posun těla vzad a ten je obecně subjektivně nepříjemný, protože vizuální informace přijímáme pouze z prostředí před námi. Prostor před námi tak nevidíme, což nás vystavuje určité nejistotě a možné obavě z pádu.

V akrobatickém sportu dochází u těchto sportovců k rychlým změnám polohy těžiště a pozice těla v gravitačním poli (Cathers et al., 2005). Pole dance tanečnice musejí

dokázat rychle měnit směr pohybu, efektivně střídat a přecházet z dynamických pozic do statických a naopak. Z tohoto důvodu jsem u svých tanečnic předpokládala rychlejší motorickou odpověď na vychýlení plošiny, která se sice projevila, ovšem statisticky významně lépe si mé tanečnice vedly pouze v případě největší rychlosti posunu plošiny vpřed pro obě končetiny. Může zde být důvodem právě to, že tanečnice jsou zvyklé ve svém sportu měnit pozice velmi rychle a spoustu spinových pozic či točivých obrátů mohou dělat i směrem vzad. Proto pro ně nemuselo být vychýlení těla vzad při posunu plošiny vpřed tak posturálně strategicky náročné jako pro nespportovkyně. Což naznačuje, že tato posturální situace se může v pole dance vyskytovat, a tak se v této situaci projevit rychlejší motorickou reakcí v posturální strategii oproti nespportovkyním a podporovat tak názor, že lepší posturální stabilita se u sportovců může projevit pouze v pozicích specifických pro jejich sport.

Studie autorů Williams et al. (2016) uvádí, že pro znovunastolení rovnováhy po vychýlení existují rozdíly v posturálních strategiích sportovců dle toho, zda sportovci trénují na stabilním povrchu či na nestabilním povrchu. Srovnávali dynamickou posturální stabilitu (reakci na vychýlení podložky) mezi sportovci trénujícími na nestabilním povrchu (surfaři a snowboardisté), sportovci trénujícími na stabilním povrchu (basketbalisté) a nespportovci v předozadním i bočním směru. Výsledky ukázaly rychlejší reakci v obou směrech u surfařů než u basketbalistů a nespportovců a rychlejší reakce v obou směrech u basketbalistů oproti nespportovcům.

U pole dance je těžší určit, zda se jedná spíše o sport trénovaný na stabilním povrchu či nestabilním povrchu. Tanečnice může umělecké prvky provádět na zemi i nad zemí – v tomto případě se jí stabilním kontaktem stává už „pouze“ vertikálně upevněná tyč, která může být ovšem jak statická, tak spinová tzn. že je staticky upevněna, ale její povrch se může protáčet, přičemž ji musí tanečnice svým cvičením samy roztočit. Dále ale také některé tanečnice provádí figury i na tzv. flying pole – létající taneční tyči, která je připevněna pouze ke stropu a zavěšena, čímž se stává pro tanečnice nestabilní oporou. Mimo to, čtyři z mých 17 tanečnic v dotazníku uvedly, že kromě pole dance praktikují také Aerial hoop, což je akrobatické cvičení na závěsné obruči, kde sice obruč představuje určitý pevný kontakt, ovšem ten není nijak staticky upevněn. Lze tak říci, že pole dance je určitou specifickou kombinací cvičení jak na stabilním, tak i nestabilním povrchu.

S nestabilním povrchem se potýká čistá akrobacie. Výsledky výzkumu Šalbabové (2019) ukazují, že akrobaté v porovnání s nesportovní skupinou prokázali statisticky významně rychlejší reakce obou dolních končetin na vychýlení rovnováhy ve všech směrech za všech rychlostí, což je v souladu s mými výsledky pole dance tanečnic, i když ne statisticky významnými. Naopak sport trénovaný na stabilním povrchu zde představuje tanec. Chander et al. (2014) porovnávali dynamickou posturální stabilitu prostřednictvím testu MCT taktéž na přístroji NeuroCom EquiTest ale mezi fotbalistkami, volejbalistkami a tanečnicemi, kde tanečnice z těchto 3 sportů v parametru Latency vykazovaly za všech rychlostí a směrů nejdelší čas. Celkové skóre Composite zde nebylo uvedeno pro možnost porovnání, ovšem co se týká konkrétní situace posunu plošiny směrem vpřed za nejvyšší rychlosti, tanečnice v tomto výzkumu autorů dosáhly času lehce přesahujícího 130 ms a fotbalistky lehce přesahujícího 120 ms, volejbalistky pak mírně pod 120 ms. Mé pole dance tanečnice v této práci dosáhly času lehce přesahujícího 120 ms a tedy výrazně kratšího než tanečnice. Výsledky uvedených výzkumů tak korelují s názorem Williams et al. (2016) a pole dance se zde kloní zdá se více opravdu ke sportu na nestabilním povrchu. Fotbalistky ve svém sportu musí neustále předpokládat případné změny povrchu (např. mokrou trávu) i prostředí (sledovat a uzpůsobovat se zároveň i poloze míče), co se týká volejbalu, nebyl zde definován druh, mohlo se jednat o plážový volejbal, kde se sportovci také musí uzpůsobovat nerovnému povrchu i pohybu míče. Oproti tomu tanečnice trénují na čistém statickém povrchu.

Pokud bychom ale měli srovnat rychlost reakce na vychýlení plošiny mezi čistě tanečnicí a nesportovci, tak např. studie Park et al. (2016) testovala 3 rychlosti posunu plošiny vpřed a uvádí, že tanečnice vykazaly statisticky lepší výsledky oproti nesportovkyním při středně rychlém posunu tedy o stupeň nižší než u mých tanečnic.

Podobně zaměřený výzkum na rychlost odpovědi na náhlé vychýlení rovnováhy byl proveden i na skupině gymnastů. Studie Vuillerme et al. (2001b) hodnotila efekt dlouholetého cvičení gymnastického sportu na propioceptivní senzory integraci. Autoři provedli vibrační stimulaci svalů bérce skupině gymnastů a skupině negymnastů (házená, tenis, fotbal) v jednoduchém bipedálním stoji za otevřených a zavřených očí. Po aplikaci stimulu pozorovali u probandů výchylky jejich COP na tenzometrické plošině. Výchylky COP se nijak statisticky významně u obou skupin nelišily, ovšem statisticky signifikantně rychlejší byl proces eliminace výchylek COP u gymnastů. Gymnasté se tak oproti negymnastům až o polovinu rychleji dokázali dostat zpět do rovnovážného stavu.

Obdobný výzkum u gymnastů a odborníků na jiné sporty provedli i Gautier et al. (2008), kde gymnasté také v prostém bipedálním stoji tentokrát po rušivém vizuálním podnětu (simulace pohybu v předozadní rovině) dokázali rychleji znovu obnovit rovnováhu.

Výše zmíněné výzkumy vztahující se ke sportovním disciplínám, jejichž charakteristické prvky pole dance obsahuje se shodují, že reakční čas motorické odpovědi u těchto sportovců je ve srovnání s jinými sporty nebo nespportovní populací kratší, a tak sportovcům trvá kratší dobu znovuobnovit rovnováhu po rušivém podnětu. Mé tanečnice téměř jednoznačně vykazují kratší čas latence motorické odpovědi než nespportovkyně a velmi se blíží statistické významnosti.

V rámci protokolu MCT byly v mé práci také pro celistvost zhodnoceny parametry Weight symmetry a Strength symmetry. Ovšem ani v jednom z parametrů tanečnice nevykázaly statisticky významně lepší výsledky než nespportovkyně.

Parametr Weight symmetry ukazuje, kterou dolní končetinu probandi při pohybové odpovědi v reakci na posun plošiny zatěžují více. Z výsledků je patrné, že jak tanečnice, tak nespportovkyně během všech částí testování zatěžovaly více LDK. Hodnoty obou skupin se velmi blížily hodnotě 100 tedy plné symetrii zatížení obou končetin (nejnižší průměrná hodnota byla naměřena 95,88) a rozdíly mezi tanečnicemi a nespportovkyněmi byly tak minimální.

Parametr Strength symmetry zase hodnotí, která dolní končetina měla při pohybové odpovědi v reakci na posun plošiny reakci silnější. Výsledky opět neukazují žádné statisticky signifikantní rozdíly mezi skupinami. Nespportovkyně měly ve všech situacích silnější LDK a tanečnice pouze v případě nejrychlejšího posunu vzad PDK, jinak též silnější LDK. Hodnoty obou skupin se opět velmi blížily symetrické hodnotě 100 (nejnižší naměřená průměrná hodnota byla 91,88).

Můžeme říci, že obě skupiny v motorické odpovědi více upřednostňovaly LDK, ovšem nutno dodat, že rozdíl od symetrie nebyl tak výrazný ani u jedné ze skupin. Nelze ovšem tvrdit, že by tanečnice nějak výrazně více zatěžovaly nebo měly silnější reakci LDK více než nespportovkyně.

Tanečníci často popisují určitou lateralitu dolních končetin. Shodují se, že PDK je u nich poněkud více obratnější, schopnější, a proto jí využívají více k motoricky uměleckým gestům, zatímco LDK více zatěžují ve smyslu stojné podpory (Conway et al.

2015). Ve výzkumu Šalbabové (2019) v parametru Weight symmetry byla hodnota mediánu u akrobatů ve výsledcích rovna 100 a u nesportovců 97,00 což ukazuje, že akrobaté v porovnání s mými tanečnicemi vykazovaly symetričtější zatížení dolních končetin v odpovědi. Oproti tanci v akrobacii nehraje lateralita tak významnou roli – většina prvků, salt, obrátů, aj. jsou prováděny bez podpory a ve vzduchu.

V pole dance určitá lateralita existuje, a to ve smyslu, že mohou např. u některých prvků levou stranu využívat více k úchytům na tyči a pravou stranou vytvářet esteticky výrazné doplnění pozice nebo levou dolní končetinu využívat v některých prvcích jako určitou podpěru o tyč. To by mohlo podporovat tvrzení výše zmíněné studie (Conway et al. 2015) i být důvodem, proč se u mých tanečnic ukázala levá dolní končetina silnější. Dále by ve smyslu laterality v pole dance mohlo být také upřednostňování provedení prvku na jednu (šikovnější) stranu, ovšem tanečnice uvedly, že to není tak, že by se jim úplně každý prvek dělал lépe jen na jednu stranu, ale že je to u každé pozice různé, a navíc individuální a často, i když mají dominantní např. pravou stranu, prvek se jim lépe provádí na opačnou. Většina mých tanečnic se navíc shodla, že v rámci tréninku provádějí tytéž prvky na obě strany, aby lateralitě zabránily a také pro provádění kompenzace. To by zase mohlo vysvětlovat, že se jim zátěž i síla dolních končetin velmi blíží symetrii, jelikož tanečnice správně provádí kompenzace, a tak posilují obě strany těla.

Pro zajímavost byly tyto dva parametry statisticky zpracovány pro porovnání deviace od symetrické hodnoty 100 mezi oběma skupinami. V deviaci od symetrie v parametru Weight Symmetry výsledky ukázaly, že menší celkové vychýlení během měření od symetrického zatížení dolních končetin v motorické odpovědi měly shodně tanečnice. V situaci LF dokonce se střední klinickou významností, blížící se i statistické významnosti ($p\text{-value} = 0,08$). Ovšem rozdíl hodnot taktéž nebyl statisticky významný. V deviaci od symetrie v parametru Strength Symmetry se taktéž téměř ve všech situacích (vyjma SB) celkově méně vychylovaly od symetrického rozložení síly dolních končetin tanečnice. V situaci SF se prokázal statisticky významný rozdíl ($p\text{-value} = 0,05$) ve prospěch tanečnic. V případě tedy posunu plošiny malou rychlostí směrem vpřed se tanečnice statisticky významně méně odchylovaly od ideálního symetrického rozložení síly v dolních končetinách oproti nesportovkyním.

6.3 Diskuze k hypotéze H3

H3: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně vyšší hodnoty v parametru Directional control v testu Rhythmic Weight Shift než nesportovkyně.

Parametr Directional control v protokolu RWS neboli rytmickém přenášení váhy hodnotí směrové řízení těžiště – přesnost nebo přímost pohybu mezi dvěma body. Proband v prostém stojí na silové plošině s otevřenýma očima přenášel váhu ve směru anterior-posteriorním a latero-laterálním postupně ve třech rychlostech – pomalé, střední a rychlé. Výsledné hodnoty byly zaznamenány v procentech.

Z naměřených hodnot můžeme vidět, že mezi skupinami nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl, a navíc tanečnice vykázaly lepší výsledek pouze ve dvou z celkově šesti částí testu. *Hypotézu č. 3 tímto zamítám.*

Tanečnice měly vyšší přesnost pohybu v přenášení váhy pouze za nejpomalejší rychlosti v latero-laterálním směru a ve střední rychlosti ve ventrodorzálním směru, ovšem u těchto hodnot nebyla naměřena ani žádná klinická významnost. Nesportovkyně prokázaly vyšší přesnost pohybu za střední a nejvyšší rychlosti v latero-laterálním pohybu a za nejnižší a nejvyšší rychlosti pohybu ve ventrodorzálním směru.

Je zajímavé, že tanečnice vykazovaly celkem výrazněji nižší hodnoty při nejvyšších rychlostech v obou směrech pohybu oproti nesportovkyním. V těchto směrech byla naměřena i střední klinická významnost ve prospěch nesportovkyň a ve ventrodorzálním směru se rozdíl blíží i statistické významnosti ($p\text{-value} = 0,09$). Co se týká subjektivního vnímání situací u probandek, ani v tomto se tanečnice a nesportovkyně nijak nelišily, jelikož se obě skupiny ve většině shodly, že střední rychlost pohybu pro ně byla nejsnazší. Vzhledem k posturálním nárokům pole dance ve smyslu rychlých změn polohy těžiště těla a nutnosti rychlých přechodů mezi dynamickými a statickými pozicemi a požadavkům pro přesnost vedení pohybu jsem očekávala konstantně lepší výsledky u tanečnic alespoň v nejvyšší rychlosti pohybu, jelikož ta by pro ně měla být tím přirozenější. To se ovšem nepotvrdilo. Bylo by proto vhodné příště vyhodnotit u tohoto protokolu i rychlost pohybu probandů, která by byla tím lepší, čím více by se blížila rychlosti pohybu kurzoru, se kterým má proband svůj pohyb ztotožnit. Tanečnice by tak v tomto případě mohly vykazovat lepší výsledky než nesportovkyně.

Studie, která by porovnávala podobné sportovce prostřednictvím RWS testu nebyla nalezena. Ve výzkumu Rothové (2020) byl hodnocen parametr Directional control v rámci RWS testu u tanečnic moderního tance, z nichž se některé tanečnice věnovaly i pole dance a akrobacii a jejich výsledky byly také porovnávány s nesportovci. Data taktéž neukázala žádný statisticky významný rozdíl mezi skupinami ani v jednom směru pohybu a jsou tedy v korelaci s mými výsledky.

6.4 Diskuze k hypotéze H4

H4: Předpokládám, že pole dance tanečnice budou vykazovat statisticky významně vyšší hodnoty Equilibrium Score v testu Head-Shake SOT u jednotlivých testovacích rovin a podmínek než nesportovkyně.

Dle fyzických nároků a povaze pole dance ve smyslu hojného využívání akrobatických prvků v tomto sportu (rychlé střídání statických a dynamických pozic, obrácené polohy, rotace těla kolem více os) lze předpokládat, že u něj bude vestibulární systém zatěžován více, než v běžných denních aktivitách. Když cvičenec provádí akrobatické prvky, dochází u něj k rychlým změnám polohy těžiště a pozice těla v gravitačním poli. (Cathers et al., 2005). Tyto rychlé změny směru a rychlosti pohybu těla v prostoru jsme schopni detekovat jak v pohybu přímočarém, tak kruhovém právě díky vestibulárnímu systému. Dokážeme detekovat odchylky v postavení hlavy vzhledem ke gravitačnímu poli a zároveň si zachovat retinální obraz a zrakovou ostrost při jejím pohybu. Tu zajišťuje tzv. vestibulookulární reflex, který má angulární (komentující rotační pohyb) a lineární (kompenzující translační pohyb) (Ambler a Jeřábek, 2008). Časté rotace těla a obrácené pozice v tomto sportu tak stimulují angulární složku vestibulárního aparátu a translační pohyby na tyči proti působení gravitační síly tak otolitickou komponentu.

Během testování posturální stability pomocí protokolu SOT na posturografu NeuroCom SMART EquiTest dochází k testování jednotlivých sensorických systémů podílejících se na posturální kontrole během každé podmínky. Vestibulární složka je zde testována především v podmínce COND5 a COND6. Ovšem během všech šesti podmínek měření vždy došlo k vyloučení či znevýhodnění pouze somatosenzorického nebo zrakového systému (v COND5 a COND6 obou společně) (Natus Medical Incorporated, ©2013) a tak během tohoto protokolu není možné otestovat, jak se schopnost kontroly posturální stability projeví u člověka, který bude mít znevýhodněnou funkci právě

vestibulárního systému. Head Shake – SOT je tak rozšířenou komponentou posturografu, aby bylo možné otestovat efektivitu funkce vestibulárního aparátu při jeho zatížení (pohybem hlavy) v jednotlivých rovinách pro udržení rovnováhy.

Head Shake SOT tak hodnotí posturální stabilitu za podmínky COND2 a COND5 SOT, při kterých je vyřazen vizuální systém zavřením očí a u COND5 dále i v nevýhodě somatosenzorický systém díky nestabilní plošině. Během měření obou podmínek dochází k simultánnímu pohybu hlavy v rovině horizontální, vertikální a roll v rozsahu 20° a tím znevýhodnění vestibulárního systému přinášet do CNS relevantní informace pro udržení posturální stability. Pro obě podmínky vyhodnocuje Equilibrium score (%).

Výsledky mého měření ukázaly, že v podmínce COND2 měly ve všech testovacích rovinách pohybu hlavy vždy lepší výsledky v rovnovážném skóre tanečnice. V případě horizontálního pohybu hlavy a roviny roll byla zaznamenána malá klinická významnost a v rovině vertikální se prokázal statisticky signifikantní rozdíl (p -value = 0,03) se střední klinickou významností. Můžeme tedy konstatovat, že za podmínky COND2 měly tanečnice signifikantně lepší schopnost vestibulárního aparátu při jeho zatížení ve vertikální rovině dodávat potřebné informace a lepší schopnost jejich využití pro stabilitu oproti nesportovkyním.

Výsledky hodnotící měření rovnovážného skóre u podmínky COND5 ukázaly opět lepší výsledky ve všech třech testovacích rovinách pohybu hlavy u tanečnic. Tentokrát byl statisticky významný rozdíl značící lepší výsledky ES tanečnic v rovině roll (p -value = 0,01) zároveň s velkou klinickou významností. Ve vertikální rovině si tanečnice vedly lépe s rozdílem střední klinické významnosti a v horizontální rovině byl naměřen pouze malý rozdíl bez žádné významnosti. Tanečnice tak v podmínce COND5 měly lepší posturální stabilitu ve smyslu lepší efektivity vestibulárního aparátu při jeho zatížení v rovině roll poskytovat senzorické informace.

Pole dance tanečnice si tak za všech situací testování ES u Head Shake SOT testu vedly lépe než nesportovkyně. Ovšem statisticky významný rozdíl byl naměřen pouze v rovině vertikální v podmínce COND2 a v rovině roll v podmínce COND5, *proto musím hypotézu č. 4 zamítnout.*

Ovšem mé výsledky obecně podporují tvrzení, že taneční trénink a provádění piruet a obrátů těla s minimálním pocitem závratě, jež točení vlastního těla vyvolává (vertigo), zlepšuje a zefektivňuje vestibulární zpracování informací. Jednou ze studií,

kteřá toto dokazuje je studie Janury et al. (2019). Ta porovnávala posturální stabilitu mezi profesionálními baletními tanečníky a jinak rekreačními sportovci v unipedálním stoju na pevném povrchu s otevřenými a zavřenými očima, na pěnovém povrchu s otevřenými očima a na pevném povrchu s otevřenými očima ihned po provedení deseti celotělových obrátů (360°), které sloužily jako vestibulární manipulace, přičemž data zaznamenávala výchylky COP. Výsledky prokázaly lepší posturální stabilitu u tanečníků pouze po provedení obrátů, což opět nabízí hypotézu, že se u sportovců projeví rozdíl v testování posturální stability pouze za specifických podmínek vztahujících se k jejich sportu. U baletu provádí tanečníci piruety, které odpovídají vestibulární manipulaci v horizontální rovině. U mých pole dance tanečnic často dochází k obráceným pozicím, a tedy spíše vertikální vestibulární manipulaci, což může vypovídat o tom, proč zrovna v podmínce COND2 měly tanečnice statisticky významně lepší výsledek. Je dost pravděpodobné, že kdybychom porovnávali ES v této podmínce mezi pole dance tanečnicemi a baletními tanečníky, tak by měly baletní tanečníci lepší výsledek v horizontální rovině a pole dance tanečnice ve vertikální rovině.

Obdobná zjištění přinesli i Hopper et al. (2014), kteří taktéž testovali statickou posturální kontrolu u baletních tanečníků ale v závislosti na úrovni jejich zkušeností (profesionálové, pre-profesionálové a rekreační). Po provedení piruety a iniciace únavy (opakovaných skocích) byla jejich posturální stabilita testována ihned, 30 s a 60 s po jejich provedení. Výsledky ukázaly, že výkyv COP nebyl ovlivněn ani vestibulární manipulací ani únavovým úkolem pouze u profesionálů.

Mé probandky byly jak profesionálky, tak amatérky i rekreační tanečnice s různou délkou zkušeností (od 3 do 8 let). Jelikož studie Nawrocka et al. (2017) dokazuje, že posturální stabilita se u pole dance tanečnic zlepšuje v závislosti na délce jejich zkušeností, můžeme na základě této studie i studie Hoppera et al. (2014) předpokládat, že by se výsledky testování vestibulárního systému v Head Shake SOT testu, (ale i výsledky ostatních protokolů) u tanečnic zlepšovaly v závislosti na jejich úrovni i délce zkušeností, ale to už je předmětem případné další studie na posturální stabilitu v pole dance sportu.

Podobný výzkum vedly i Krityakiarana a Jongkamonwiwat (2016), které porovnávaly posturální stabilitu mezi thajskými klasickými tanečnicemi, které ve svém umění hojně využívají dynamických náklonů hlavy a nesportovci. K testování využily

klasický SOT a modifikovaný SOT (mSOT) a přístroj NeuroCom PRO Balance Master. Byly testovány čtyři podmínky nejdříve v klasickém SOT – COND1,2,4 a 5 a následně ty samé v modifikovaných podmínkách – přidáním pohybu hlavy do lateroflexe na obě strany a dále flexe a extenze, přičemž tyto pohyby postupně střídaly po celou dobu jedné probíhající podmínky. Tanečnice prokázaly statisticky významně lepší výsledky ve všech mSOT podmínkách (vyjma COND1 – zde byly tanečnice lepší bez statistické významnosti).

Když srovnáme výsledky ES v mSOT u podmínek COND2 a 5 u thajských tanečnic z výše zmíněného výzkumu a výsledky stejných podmínek u mých tanečnic, tak thajské tanečnice v COND2 vykazovaly průměrnou hodnotu ES 91,87 %. V mém výzkumu pole dance tanečnice vykazovaly průměrnou hodnotu ES 91,10 % (roll – lateroflexe) a 89,59 % (vertikal – flexe a extenze) je tedy vidět, že výsledky ES jsou téměř totožné. V podmínce COND5 vykazovaly thajské tanečnice průměrné ES 63,84 % a mé tanečnice ES 66,94 % (roll – lateroflexe) a 59,79 % (vertikal – flexe a extenze). Hodnoty jsou opět blízké, ovšem nemůžeme uvést, že by mé tanečnice byly v konkrétní rovině lepší či horší, jelikož u thajských tanečnic průměr ES zahrnuje výchylky COP za všech pohybů hlavy dohromady.

Dále ve srovnání s akrobatickým sportem pole dance prokazuje velmi podobné hodnoty. Šalbabová (2019) testovala funkci vestibulárního aparátu pomocí testu Head Shake SOT na přístroji NeuroCom SMART EquiTest u akrobatických sportovců, jejichž ES porovnávala s taktéž nesportovní kontrolní skupinou. V podmínce COND2 měli akrobatičtí sportovci signifikantně lepší výsledek v pohybu hlavy v horizontální a roll rovině. Při pohybu hlavy ve vertikální rovině byly výsledné hodnoty mediánu totožné u obou skupin. Mé pole dance tanečnice sice v těchto hodnotách vykazovaly také lepší výsledky, ovšem nedosáhly signifikantního rozdílu, naopak ve vertikální rovině ano. V podmínce COND5 jsou výsledné rozdíly v korelaci s mými výsledky, a sice, že zde akrobaté dosáhli statisticky významně lepšího výsledku pouze v rovině roll.

Subjektivně byl u obou mých skupin vnímán pohyb hlavy ve vertikální rovině jako nejtěžší a pohyb v rovině roll jako nejsnazší. Vzhledem k tomu se v podmínce COND2 mohla tak u tanečnic prokázat větší zkušenost s příjmem nepřesných informací z vestibulárního systému z této roviny a zároveň za nejtěžší situace, a to podmínky COND5 tanečnicím oproti nesportovkyním nemuselo vadit tak výrazně přijímání

informací tímto způsobem, což může být opět dáno zkušenostmi. Je zvláštní, že efektivnější funkce vestibulárního systému v rovině roll se u tanečnic prokázala až za těžších podmínek v tomto testu. Opět to může poukazovat na prokázání lepší stability až za těžších a specifitějších pozicích typických pro daný sport. Pole dance tanečnice mohou provádět obraty a rotace těla v jakékoli ose. Zkušenosti se stimulací vestibuláru v obrazech do vertikální osy tak nemusely tanečnicím stačit, aby se v těžších podmínkách projevíly.

Pro zajímavost byl zpracován také parametr Equilibrium score Ratio (EQSR) u obou skupin pro obě podmínky, který porovnává ES za podmínky COND2 a 5 SOT s ES COND2 a 5 u Head Shake SOT a poskytuje poměr. Tedy, zda a případně k jaké změně hodnot došlo v ES mezi původním ES SOT u těchto dvou podmínek vlivem přidání zatížení vestibulárního aparátu pohybem hlavy v rovinách prostřednictvím testování Head Shake SOT. Změna pak byla mezi oběma skupinami porovnána.

Z výsledků EQSR je patrné, že ke změně došlo u obou skupin v obou podmínkách. Jelikož všechny průměrné výsledné hodnoty jsou pod hodnotou 1, ES se u obou skupin vlivem zatížení vestibulárního aparátu změnilo ve smyslu zhoršení. Statisticky signifikantní rozdíl se prokázal ve vertikální rovině v COND2 ve prospěch tanečnic, což značí, že ačkoli se původní ES SOT COND2 zhoršil u obou skupin, míra zhoršení ES přidáním zatížení vestibulárního aparátu ve vertikální rovině byla statisticky významně menší u tanečnic než u nesportovkyň. To koreluje s předešlými výsledky, kdy tanečnice v ES Head shake SOT COND2 také prokázaly statisticky významně lepší výsledek. Tanečnice tedy tuto situaci zvládají významně lépe než nesportovkyně. U ostatních rovin pohybu hlavy jak v podmínce COND2, tak COND5 se neprokázal žádný statisticky signifikantní rozdíl v míře snížení stability mezi skupinami.

Jaký efekt má pohyb hlavy na dynamickou posturální stabilitu zkoumala i studie autorů Paloski et al. (2006). Zdokumentovali, že u zdravé populace mají pohyby hlavy do vertikální a roll roviny destabilizující efekt. To je v souladu i s mými výsledky, jelikož snížení posturální stability bylo přidáním pohybů hlavy u obou skupin. U COND2 byly v rovině horizontální a roll totožné hodnoty, které značí tedy stejnou míru zhoršení pro obě skupiny. V podmínce COND5 ve všech rovinách sice bez statistické významnosti prokazovaly ale menší míru zhoršení tanečnice. To může naznačovat, že pole dance

tanečnice se snadněji přizpůsobí náročným senzoričným podmínkám a s touto změnou se vypořádat lépe než nesportovní populace.

6.5 Diskuze k výzkumným otázkám

Jak se liší statická a dynamická posturální stabilita žen pravidelně cvičících pole dance v porovnání s ženami nevěnujícími se žádné sportovní aktivitě?

Studii, které se zabývají posturální stabilitou u estetických sportů je mnoho. Jejich závěry jsou často rozdílné. Obecně se ovšem nejvíce shodují ve dvou názorech a sice, že posturální stabilita těchto sportovců je lepší v porovnání s nesportovní populací (Golomer et al., 1997; Marin et al. 2019; Andreeva et al., 2021) a pak ale také, že velká specifita jejich tréninku může zapříčinit, že se jejich lepší stabilizační schopnosti nemusí projevit či převést do běžných jednoduchých denních pozic (Asseman et al., 2008; Casabona et al., 2016; Janura et al., 2019).

Celkově výsledky mé práce neprokázaly statisticky významně lepší posturální stabilitu pole dance tanečnic oproti nesportujícím ženám. Během testování se signifikantní rozdíl ukázal pouze v části testu parametru Latency, dále v části Deviation from Symmetry (Strenght symmetry) a dále v částech testu Head Shake SOT.

V rámci testování prostého stoje v protokolu SOT, neprokázaly tanečnice statisticky signifikantní rozdíl ve výsledcích oproti nesportovkyním. Celkové skóre Composite uvádí lepší výsledek pro tanečnice s rozdílem o malé klinické významnosti. Bylo možné ale vypořádat určitý rozdíl mezi skupinami. Skupina nesportovkyň zvládala lépe pouze situace, při kterých docházelo k pohybu okolí. Dle Golomera et al. (1999b) tanečnice při svých prvcích, piruetách či rotacích těla potřebují vizuální systém více pro získání stabilních orientačních bodů a méně pro řešení posturálního úkolu, jelikož mají svou choreografii ze zkoušek natrénovanou natolik, že se pro ně stane již naprogramovanou motorickou dovedností. To může vysvětlovat, proč si tanečnice hůře dokázaly poradit v situaci, kdy neměly jistotu ve statických vizuálních informacích i vysvětlovat, proč u podmínek COND2 a COND5 vykazovaly moje tanečnice na druhou stranu zase lepší výsledky oproti nesportovkyním. I když byl zde vizuální systém také znevýhodněn, ale tentokrát úplným zavřením očí, tanečnice ho pro řešení posturálního úkolu zřejmě nepotřebovaly tolik jako nesportovkyně. Můžeme tak uvést, že výsledky naznačily menší závislost pole dance tanečnic na zrakové kontrole, což je v souladu

se studií např. Vuillerme et al. (2001a), kteří také uvádějí, že gymnastický sport vede k menší závislosti na zrakové kontrole u svých sportovců.

Croix et al. (2010) uvedl, že jedinci, kteří nejsou tolik závislí na zrakové kontrole, pak přednostně využívají vestibulární nebo somatosenzorické informace. Janura et al. (2019) také to, že taneční trénink pravděpodobně posouvá senzomotorickou dominanci ze zraku k propriocepci. Perrin et al. (2002) ale tvrdí, že tanec posiluje přesnost proprioceptivních vstupů méně než třeba akrobacie. To napovídá, že pole dance tanečnice by měly somatosenzorické a vestibulární informace využívat lépe než nesportovkyně. To se ovšem v protokolu SOT nepotvrdilo, jelikož dle sensorické analýzy využívaly somatosenzorický systém více nesportovkyně a vestibulární schopnosti využívaly obě skupiny stejně. Při testování především vestibulárního aparátu si tanečnice vedly lépe v případě vyloučeného zraku, a nesportovkyně při pohyblivém okolí. I když je testování vestibulárního systému tématem mé další klinické otázky, musím zde podotknout skutečnost, že sice zde sensorická analýza ukázala totožné výsledky u obou skupin ve využívání vestibulárních informací, ovšem test Head Shake SOT poukazuje na lepší využívání vestibulárních informací tanečnic v jeho ztížených podmínkách. Musím tedy uvést, že výsledky mého experimentu odpovídají závěru studií, že do běžného prostého stoje nebyly moje tanečnice schopné převést své posturální dovednosti, jelikož rozdíly mezi skupinami nebyly v protokolu SOT statisticky významné. Ovšem během zatížení vestibulárního aparátu u HS-SOT a tedy již specifičtěji ztížených podmínek pro udržení posturální stability tanečnice v některých případech potvrdily, že zde jsou schopné je využít lépe (viz. druhá klinická otázka) než nesportovkyně, což odpovídá názoru, že lepší posturální stabilita se u sportovců může projevit pouze ve ztížených specifických podmínkách vztahujícím se k jejich sportu.

Co se týká dynamické posturální stability, statisticky významný rozdíl se projevil ve prospěch tanečnic v protokolu MCT a to konkrétně v parametru Latency, kde tanečnice vykazovaly signifikantně rychlejší motorickou odpověď obou dolních končetin na nejrychlejší posun plošiny vpřed. K tomuto parametru však musím dodat fakt, že kromě jediné situace (Backward, SR) měly tanečnice vždy rychlejší motorickou odpověď obou dolních končetin na posun plošiny ve všech rychlostních posunech do obou směrů. A také že Composite se v tomto parametru velice přibližuje statisticky významnému rozdílu ve prospěch tanečnic ($p\text{-value} = 0,06$).

Dále u testování symetrického zatížení nebo symetrického rozložení síly dolních končetin při reakčních odpovědích se tanečnice od nesportovkyň nijak nelišily. Obě skupiny vykazovaly více zatíženější i více silnější LDK ve všech částech testování (vyjma Strenght symmetry – LB – zde měly tanečnice silnější PDK), přičemž rozdíly mezi skupinami byly nekonstantní a ve výsledných hodnotách minimální. V čem ale můžeme vidět, že se tanečnice lišily byla deviace od symetrie. Tanečnice i když bez statistické významnosti prokázaly, že jejich rozptyl výsledných hodnot vychýlení od symetrie během testování těchto dvou parametrů byl téměř konstantně (kromě Strenght symmetry SB) nižší. I tak se však prokázal statisticky významný rozdíl ve prospěch tanečnic pouze v situaci SF u Deviation from strenght symmetry. Pouze zde, u testování symetrického rozložení síly dolních končetin u motorické odpovědi měly tanečnice signifikantně celkově nižší rozptyl hodnot od symetrické hodnoty.

Ani v testování směrové kontroly pohybu neprokázaly tanečnice lepší posturální strategii oproti nesportovkyním. Výsledné hodnoty zde byly u obou skupin velmi podobné a nejednoznačné, navíc naměřená rozdílná malá a střední klinická významnost byla ve prospěch nesportovkyň.

Můžeme tedy uvést, že tanečnice prokázaly lepší posturální stabilitu pouze v určitých situacích a pouze při testování dynamické posturální stability. Statisticky signifikantní rozdíl byl vyhodnocen pouze ve třech situacích v protokolu MCT ve prospěch tanečnic. Ostatní rozdílné hodnoty odpovídaly většinou malé nebo střední klinické významnosti. Dle výsledků své studie tak nemohu říci, že by pole dance tanečnice jednoznačně vykazovaly významně lepší posturální stabilitu než nesportující skupina žen. Naopak výsledné hodnoty potvrzují spíše domněnku, že lepší posturální strategie sportovců, se projeví pouze při testování specifických parametrů, které mohou vykazovat podobnost s jejich sportovním tréninkem.

Pro celkové zhodnocení výsledků musíme také vzít v úvahu některé faktory. Pole dance jako aktivita kombinuje prvky z jiných různých sportů a zároveň je pro své pohyby a prvky velmi specifická. Prostá stabilita se netrénuje ve stoji, ale přímo ve figurách a pozicích po celou dobu tréninku, které v choreografii statiku a dynamiku vzájemně kombinují. Důležité je také zmínit různé stupně obtížnosti figur a charakter tyče, s níž tanečnice trénují. Fyzická obtížnost pozic stoupá s kategorií soutěží a skupina mých tanečnic se skládala jak z amatérské, tak profesionální kategorie, ale i z tanečnic, které

pole dance praktikují pouze rekreačně. Posturální dovednosti se tak u nich mohou vzájemně lišit v závislosti na charakteru obtíže pozic i upevnění tyče v jejich trénincích. Dále na jejich výsledky mohla mít vliv také aktivita jiných sportů, které v dotazníku uvedly, že praktikují. Nebyla však zjišťována jejich intenzita, což беру jako jednu z limitací této studie.

Musím také zmínit, že na pole dance tanečnice stejně jako na baletky či gymnastky jsou kladeny velké nároky co se týče extrémních rozsahů pohybu zejména v oblasti páteře a kyčelních kloubů. Většina těchto sportovců pak vykazuje známky zobecněné vazivové laxity (D'Hemecourt a Luke, 2012). Dle výzkumů bylo dokázáno, že hypermobilita má na posturální stabilitu destabilizující efekt (Aidyn et al., 2017). Hypermobilita tak mohla být dalším z důvodů, proč pole dance tanečnice v mé práci neprokázaly lepší stabilitu.

V neposlední řadě bychom také měly vzít v potaz vztah mezi posturální stabilitou a hlubokým stabilizačním systémem páteře (HSSP). Pole dance vyžaduje velmi dobrou aktivitu svalů tzv. jádra, tedy svalů HSSP. Ovšem navzdory tomu, existuje u estetického sportu riziko jejich nevyvážené funkce. V dotazníku mé práce 5 tanečnic uvedlo, že během nebo po tréninku pociťují bolesti bederní páteře. Mechanická bolest lumbální části zad často souvisí s insuficiencí břišních svalů a nedostatečnou stabilizací bederní páteře tedy špatnou funkcí HSSP s nadměrnou aktivací m. erector spinae a m. iliopsoas (D'Hemecourt a Luke, 2012). Na posturální stabilitu těchto sportovců tato insuficience tak také může mít negativní dopad, jelikož HSSP vytváří pro celý pohybový systém člověka jakýsi opěrný bod, od kterého se každý pohyb v základu odvíjí. Pozitivní vliv dobré funkce HSSP na posturální stabilitu dokazuje například studie (Kalaycioglu et al., 2020). V mé studii nebyl HSSP tanečnic nijak objektivně vyšetřen, proto je důležité o něm uvažovat jako o dalším možném faktoru, proč zde tanečnice nevykázaly lepší stabilitu.

Dochází u pole dance tanečnic k efektivnější kontrole statické a dynamické posturální stability vestibulárním systémem?

Byly nalezeny studie, které obecně tvrdí, že pohybová aktivita má pozitivní vliv na funkci vestibulárního aparátu. Např. ve studii Gauchard et al. (2001), autoři vyšetřovali funkci vestibulárního systému u lidí s věkem nad 60 let pomocí rotačních a kalorizačních testů v souvislosti s posturální stabilitou u experimentální skupiny praktikující pravidelně lehké pohybové aktivity (soft gymnastics, joga) a u kontrolní nespportující skupiny.

Výsledky prokázaly, že experimentální skupina vykazovala větší kontrolu posturální stability a lepší vestibulární citlivost.

Porovnáním vestibulárních schopností mezi sportovci (fotbal, lakros) a nesportovci se zabývá také studie autorů Clark a Iltis (2008), kteří ke klasickému SOT protokolu začlenili do každé podmínky pohyb hlavou do vertikální a roll roviny jako jeho modifikaci (Dynamic Head Tilt – DHT-SOT). Jejich výsledky též ukázaly, že v protokolu SOT nebyly zaznamenány žádné signifikantní rozdíly mezi skupinami, ale při DHT-SOT už ano a sportovci tak prokázali lepší schopnost přizpůsobit se smyslovým poruchám během tohoto testu.

Studie zaměřující se na funkci vestibulárního systému u estetických sportovců není mnoho. Byly nalezeny studie, které se zaměřují na vestibulární schopnosti u tanečnic (Hopper et al., 2014; Kritiyakarana a Jongkamonwiwat, 2016; Janura et al. 2019) a akrobatů (Šalbabová, 2019) a všechny se shodují, že lepší posturální kontrola pomocí vestibulárního systému se u těchto sportovců projeví ve specificky náročnějších posturálních situacích.

Z důvodu malých rozdílů ve výsledcích mého měření protokolu Head Shake SOT mezi tanečnicemi a nesportovkyněmi nemohu tvrdit, že by pole dance tanečnice vykazovaly daleko efektivnější využití informací z vestibulárního aparátu pro posturální kontrolu obecně za všech testovacích podmínek. Spíše se mé výsledky kloní opět k domněnce, že se lepší posturální schopnosti, v tomto případě spočívající ve využívání informací z vestibulárního systému, mohou projevit v parametrech vztahujících se k jejich sportu.

Mé tanečnice vykazovaly ve všech podmínkách testování ES Head Shake SOT lepší výsledky než nesportovkyně, což obecně naznačuje pozitivní vliv pole dance na funkci vestibulárního aparátu. Ovšem statisticky významně efektivnější využívání informací z vestibulárního aparátu vykazovaly pouze při pohybu hlavy do vertikální roviny za vyloučení zraku na stabilní plošině a při pohybu hlavy do roviny roll za vyloučení zraku na nestabilní plošině.

Vertikální pohyb hlavy byl subjektivně u obou skupin v obou podmínkách vnímán jako nejtěžší. Tanečnice zde mohly využít své mnohaleté zkušenosti s obraty celého těla v obrácených pozicích lépe než nesportovkyně, které tyto polohy v běžném životě nepraktikují. U testování EQSR svou lepší schopnost využití vestibulárních informací

v této rovině potvrdily dále tím, že se jejich původní rovnovážné skóre SOT zhoršilo v signifikantně menší míře přidáním pohybu hlavy do vertikální roviny v podmínce COND2 oproti nesportovkyním, Ovšem u obou podmínek tohoto parametru, byl toto jediný signifikantní rozdíl. Proč se lepší využití informací vestibulárního aparátu v jeho zatížení ve vertikální rovině neprojevovalo i za situace nestabilní plochy (COND5) může být také dáno tím, že tanečnice jsou více zvyklé nebo více ve svých trénincích využívají stabilní tyč, a tedy stabilní oporu při pozicích.

Za nejtěžších podmínek, kdy jsou v nevýhodě všechny tři systémy pro získávání relevantních informací tedy v COND5, tanečnice prokázaly také lepší výsledky u všech rovin pohybu hlavy, ovšem signifikantně lepší využití informací z vestibulárního aparátu prokázaly pouze při rovině roll. Stejně výsledky u této podmínky vykazovali i akrobaté (Šalbabová, 2019). Zde mohlo být důvodem i prosté subjektivní vnímání této roviny u obou skupin jako nejsnazší, přičemž tanečnice tento posturálně náročný úkol dokázaly vyřešit díky svým zkušenostem lépe.

Pole dance tanečnice ve svém sportu mohou provádět rotace těla kolem všech tří os. Je proto zvláštní, že ani v jedné podmínce neprokázaly lepší ES za horizontálního pohybu hlavy, poněvadž stejně jako baletní tanečnice piruety praktikují, ovšem za jisté modifikace – v jiných a různých pozicích a osu jim zde tvoří přímo taneční tyč. Dle Janury et al. (2019) se lepší posturální stabilita u baletek oproti nesportovkyním projevila až po provedení deseti 360° otoček. Je možné tedy předpokládat, že kdybychom měřili výkyvy COP pole dance tanečnic a nesportovkyň za těchto podmínek, po manipulaci vestibulárního systému do horizontálního pohybu by zde pole dance tanečnice již statisticky lepší hodnoty vykázat mohly.

Opět je důležité v celkovém hodnocení výsledků tohoto protokolu zmínit několik faktorů. Zmíněné možné faktory popsané v diskuzi k první klinické otázce platí i zde. Zároveň opět musím poukázat na souvislost s charakterem prvků a soutěžní kategorií. Pole dance tanečnice, které provozují pole dance pouze rekreačně nemusejí ve svých prvcích využívat tolik obrácených pozic a rotací a zároveň tak rychle střídat dynamiku pohybů jako amatérská a profesionální kategorie a zároveň mohou využívat pouze statickou tyč. Vestibulárně náročnější pozice jsou pak v amatérské kategorii a profesionálové tyto ještě náročnější prvky pak mohou praktikovat i na flying pole tedy

nestabilní podpoře. Zkušenosti s obrácenými a rotačními pozicemi tedy mohou být u mých tanečnic různorodé.

Dále také ve výzkumech baletní tanečnice vykazující lepší využití vestibulárních informací v posturální stabilitě po jeho manipulaci tančily min. 10 let (Janura et al., 2019) a 12 let (Hopper, et al. 2014). Nawrocka et al. (2017) u pole dance tanečnic dokázal, že se jejich posturální stabilita zlepšuje v závislosti na zkušenostech. Nejdelší doba tréninku, která byla v dotazníku mými tanečnicemi uvedena byla 8 let. Můžeme tedy předpokládat, že kdyby mé tanečnice dosáhly min. desetiletého tréninku, nejen posturální stabilita ale i též efektivnost využití informací z vestibulárního aparátu by se zvýšila a tanečnice by zde už signifikantního rozdílu dosáhly.

6.6 Diskuze k limitům práce

Pro hodnocení statické a dynamické posturální stability probandů byl v mé práci využit přístroj dynamické počítačové posturografie NeuroCom SMART EquiTest od firmy NeuroCom International, Inc., který dle studií vykazuje velmi dobrou validitu i reliabilitu.

Např. studii, která se zabývala validitou a reliabilitou tohoto přístroje provedli Harro et al. (2016) a to konkrétně u protokolů SOT, MCT a LOS. Testovaná skupina zde byli pacienti s Parkinsonovou chorobou. Testované hodnoty interclass correlation coefficient (ICC) zde dosáhly vysokých hodnot. Composite ES SOT dosáhlo 0,90, vestibular ratio 0,80. V protokolu MCT bylo vyhodnoceno pro průměrnou latenci a amplitudu ICC 0,92. Dále byl hodnocen i test LOS, který v mé práci sice nebyl využit, ale pro parametr Reaction time byla vyhodnocena hodnota ICC 0,69. Přístroj tedy zaručuje velmi dobrou test-retest reliabilitu.

O pár let později provedla Harro a Garascia (2019) další výzkum reliability a validity přístroje, tentokrát ale na starších zdravých probandech. Pro testování test-retest reliability se stanovila opět hodnota ICC. Pro ES Composite SOT bylo dosaženo hodnoty ICC 0,90, pro MCT průměrnou latenci 0,85 a pro LOS (EPE) 0,77 – tedy velmi vysokých hodnot reliability.

Dále např. byla autory Tsang et al. (2004) zjištěna vysoká test-retest reliabilita u všech 6 podmínek protokolu SOT, kde ICC hodnoty dosahovaly: COND1 0,81; COND2 0,84; COND3 0,72; COND4 0,90; COND5 0,93; COND6 0,87.

Co se týká testu RWS, nebyla nalezena žádná studie, která by pro tento protokol na přístroji NeuroCom SMART EquiTest reliabilitu a validitu hodnotila. Ovšem vzhledem k předchozím studiím lze předpokládat velmi dobré hodnoty validity i reliability i v tomto testu.

Heick et al. (2017) mimo jiné provedli test-retest spolehlivosti SOT a HS-SOT u zdravých rekreačních sportovců. ICC pro SOT Composite dosáhla 0,83 a pro HS-SOT COND2 0,81 a pro HS-SOT COND5 0,79. Hodnoty tedy ukázaly vynikající spolehlivost obou testů. Na Head Shake SOT test se zaměřili v hodnocení test-retest reliability i autoři Pang et al. (2011). V jejich výzkumu hodnocení probíhalo u mladších zdravých dospělých a starších zdravých dospělých. Jejich výsledky ukázaly, že spolehlivost test-retest HS-SOT závisí na věku, jelikož spolehlivost test-retest byla střední až dobrá u starších dospělých (COND2 – ICC 0,64; COND5 – ICC 0,55) a vynikající u mladších dospělých (COND2 – ICC 0,85; COND5 – ICC 0,77).

Můžeme tak vidět, že validita i reliabilita testů, a tedy kvalita objektivních výsledků je na vysoké úrovni a posturograf je velmi často využíván pro měření stability u nemocné, zdravé i sportovní populace.

Průměrný věk tanečnic z experimentální skupiny byl $26,70 \pm 2,45$ let s průměrnou tělesnou výškou $167,12 \pm 3,60$ cm a průměrnou tělesnou hmotností $59,59 \pm 6,72$ kg. Jejich průměrný BMI dosahoval $21,37 \pm 2,62$ a odpovídal normě. Průměrný věk nespportovkyň z kontrolní skupiny byl $25,14 \pm 1,56$ let, průměrná tělesná výška $171,29 \pm 7,11$ cm a průměrná tělesná hmotnost $73,00 \pm 12,78$ kg. BMI u těchto žen průměrně dosahoval $24,79 \pm 3,47$ a odpovídal normě. Můžeme vidět, že průměrná hmotnost nespportovkyň byla o cca 13 kg vyšší a BMI taktéž o něco vyšší. Ovšem BMI dosahovalo obecně normy u obou skupin, proto tento faktor možného vlivu považuji za minimální.

Již v diskuzi k první klinické otázce jsem zmínila, že možným faktorem majícím vliv na výsledky posturální stability tanečnic je efekt dalších sportů, které v dotazníku uvedly, že praktikují. V dotazníku nebyla zjišťována jejich intenzita ani frekvence, a tak nemohu uvést, jak velký vliv by na výsledky posturální stability mohly u tanečnic mít. Nicméně jedna tanečnice uvedla, že praktikuje contortion, což je cvičení vykazující se velmi extrémními rozsahy pohybů a může tak podporovat hypermobilitu. Dále byly také uvedeny sporty praktikované na stabilním povrchu (fitness, vzpírání, spinning,

volejbal) ale i sporty trénované na nestabilním povrchu též s praktikováním častých obrácených pozic a rotací (silks a aerial hoop).

Dále již též v předchozí kapitole zmíněná různorodost praktikování prvků, které se může lišit v závislosti na soutěžním nebo nesoutěžním charakteru sportu a také charakteru tyče. Zde musím také doplnit, že pravidelnost tréninku mých tanečnic se také lišila. Nejnižší frekvence byla 1 hodina týdně a nejvyšší 10 hodin týdně. Můžeme předpokládat, že častější frekvence provádění pozic podporuje jak lepší stabilitu, tak lepší vestibulární funkci. S tím souvisí i celková doba provozování pole dance. Dle dotazníku byla nejkratší zaznamenaná doba tančení 3 roky a nejdelší 8 let. Různorodost u mých tanečnic byla tedy i ve frekvenci tréninku i v celkové době provozování sportu a také se mohla při testování projevit svou nejednoznačností u tanečnic.

Dalšími faktory, které mohly měření ovlivnit byl možný pocit hladu či žízně, spánková deprivace i psychická naladěnost, denní doba měření a únava probandek. Kvůli pracovní a tréninkové vytíženosti nebylo možné provádět měření všech probandek ve stejný čas, a tak mohly probandky měřené dopoledne či ráno vykazovat menší únavu, než probandky měřené po práci či tréninku později odpoledne. Dále je také skutečností malý vzorek probandek – pouze žen a pouze v určitém věku. Nemůžeme tedy tyto výsledky vztahovat na celou pole dance populaci, ve které tančí i muži i děti i starší dospělí.

S tím souvisí také v neposlední řadě velký nedostatek literatury a studií zaměřující se na posturální stabilitu, ale i celkové fyzické nároky, které pole dance vyžaduje. Mé výsledky jsou srovnávány se sporty, jejichž prvky pole dance využívá jako je akrobacie, gymnastika anebo tanec. Studie zkoumající přímo posturální stabilitu pole dance tanečnic je zatím pouze jedna a toto je první studie, která porovnává posturální schopnosti pole dance tanečnic s nespportující populací, přičemž všechny mé hypotézy byly zamítnuty. Pro konkrétnější představy o posturální stabilitě pole dance tanečnic by bylo vhodné zaměřit se schopnosti mladších dětských tanečniců, ale i dospělých starších tanečniců, porovnat pohlaví, změřit schopnosti dle soutěžních kategorií, délky provozování sportu, porovnat jejich výsledky a dopady na fyzické zdraví jedinců i s jinými sporty.

7 ZÁVĚR

Jedním z cílů této diplomové práce bylo teoretické zpracování problematiky posturální stability se vztahem k pole dance. V první části práce jsou shrnuty obecné informace o tomto tanci, jak si v současnosti stojí ve světě, jaké fyzické nároky jako sportovní aktivita vyžaduje a jaká s sebou přináší zdravotní rizika. Dále se práce zabývá posturou, stabilitou, posturální stabilitou a kontrolou a možnostmi jejího měření. Následně popisuje vztah mezi posturální stabilitou a estetickými sporty zahrnujícími tanec, gymnastiku a akrobacii tedy sporty z jejichž prvků pole dance tvoří kompletní cvičební modalitu. Tyto studie byly také využity k porovnání výsledků tohoto experimentu.

Hlavním cílem práce bylo objektivní zhodnocení statické a dynamické posturální stability žen pravidelně se věnujícím pole dance a jejich výsledky porovnat se skupinou žen, které se pravidelně žádné sportovní aktivitě nevěnují. Následně také zjistit, zda budou tanečnice efektivněji využívat informace z vestibulárního aparátu ke kontrole své statické a dynamické posturální stability.

K objektivnímu zhodnocení byl využit přístroj NeuroCom SMART EquiTest, který je díky své vysoké validitě a reliabilitě hojně používán k měření dynamické a statické posturální stability jak u pacientů, tak i u zdravé a sportovní populace. Výsledky mé studie však musely být z důvodu nedostatečného množství výzkumů vztahujících se čistě ke vztahu pole dance a posturální stability porovnávány s podobnými výzkumy zaměřujícími se na tento vztah u výše zmíněných sportů.

V mé studii byly všechny hypotézy zamítnuty pro statisticky nevýznamné rozdíly mezi skupinami. Při testu SOT pole dance tanečnice v jednoduchých posturálních pozicích neprokázaly statisticky významně lepší posturální stabilitu než kontrolní skupina. Projevil se u nich ale náznak několika studiemi zmíněné snížené závislosti na zrakové kontrole. Co se týká dynamické posturální stability v parametru Latency testujícího rychlost motorické odpovědi dolních končetin na posun plošiny, zde jednoznačně vykazovaly tanečnice rychlejší odpověď ve všech situacích (kromě jedné) a při nejrychlejším posunu plošiny vpřed vykazovaly již statisticky významně rychlejší odpověď. Celkové skóre Composite je zde také velmi blízko statistické významnosti ($p\text{-value} = 0,06$). Hypotéza H2 se tak potvrzení velmi přiblížila.

V parametrech testujících symetrické zatížení a rozložení síly dolních končetin během provedení motorické odpovědi mezi skupinami nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl. Jak tanečnice, tak nespportovkyně měly více zatíženější a silnější LDK ve velmi podobných hodnotách. V čem jsme ale mohli vidět rozdíl byla deviace od symetrie. Všechny tanečnice opět kromě jediné situace vykazovaly menší vychýlení maximálních hodnot od symetrie (hodnoty 100) a v situaci SF u deviace od silové symetrie si vedly i statisticky významně lépe.

V testu RWS ve směrové kontrole pohybu také nebyl zaznamenán žádný signifikantní rozdíl mezi skupinami. Malá a střední klinická významnost se zde klonila i více ke skupině nespportovkyň.

Co se týká vyšetření vestibulárního aparátu a jeho schopnosti podávání relevantních informací o poloze těla v gravitačním poli během jeho zatížení, můžeme říci, že lepší výsledky za všech podmínek vykazovaly tanečnice ovšem statisticky významného rozdílu dosáhly pouze při pohybu hlavou do vertikální roviny v podmínce COND2 a do roviny roll v podmínce COND5. V parametru EQSR už byl statisticky významný rozdíl naměřen pouze v podmínce COND2 také pro vertikální rovinu ve prospěch tanečnic, jinak se zde hodnoty obou skupin dále shodovaly a v podmínce COND5 i když nesignifikantně vykazovaly tanečnice opět lepší hodnoty.

Souhrnně musím uvést, že se v mé práci neprokázalo, že pole dance tanečnice mají jednoznačně lepší posturální stabilitu než kontrolní skupina. Na obě klinické otázky lze odpovědět, že se posturální stabilita mezi pole dance tanečnicemi a nespportovkyněmi lišila pouze v určitých situacích. Mé výsledky tak jsou v korelaci s názorem studií, že sportovci své posturální schopnosti nedokáží převést do běžných denních pozic, ovšem mohou se u nich projevit pouze v určitých situacích a parametrech vztahujících se k jejich sportu. Celkově mé výsledky ukazují, že pole dance tanečnice se ve statické posturální stabilitě prostého jednoduchého bipedálního stoje od nespportující skupiny žen nijak významně neliší. V dynamické posturální stabilitě se u nich však projevila schopnost rychlejší a lepší adaptace na nečekaný podnět, který jejich rovnováhu ohrožuje a že jsou tak schopné svou rovnováhu rychleji obnovit. Statisticky signifikantně lepší využití vestibulárních informací se u nich projevilo také pouze v určitých podmínkách.

8 SEZNAM LITERATURY

AKYOL, B. a S. PEKTAŞ. The Effects of Gymnastics Training Combined With Music in Children with Autism Spectrum Disorder and Down Syndrome. *International Education Studies* [online]. 2018, **11**(11), 45-51 [cit. 2022-08-10]. ISSN 1913-9039. Dostupné z: doi:10.5539/ies.v11n11p46

ALLEN, K.L. *Poles apart?: women negotiating femininity and feminism in the fitness pole dancing class* [online]. Nottingham, 2011 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <http://eprints.nottingham.ac.uk/13167/>. Disertační práce. Faculty of Social Sciences, Law and Education, University of Nottingham.

ALPERT, P.T. et al. The effect of modified jazz dance on balance, cognition, and mood in older adults. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners* [online]. 2009, **21**(2), 108-115 [cit. 2022-08-10]. ISSN 10412972. Dostupné z: doi:10.1111/j.1745-7599.2008.00392.x

AMBLER, Z. a J. JEŘÁBEK. *Diferenciální diagnóza závratí*. 2. vyd. Praha: Triton, 2008. ISBN 978-807-3871-277.

ANDREEVA, A. et al. Postural Stability in Athletes: The Role of Age, Sex, Performance Level, and Athlete Shoe Features. *Sports* [online]. 2020, **8**(6), 2-14 [cit. 2022-08-09]. ISSN 2075-4663. Dostupné z: doi:10.3390/sports8060089

ANDREEVA, A. et al. *Postural stability in athletes: The role of sport direction* [online]. 2021, **89**, 120-125 [cit. 2022-08-09]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2021.07.005

ASSEMAN, F. B. et al. Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance?. *Gait & Posture* [online]. 2008, **27**(1), 76-81 [cit. 2022-08-09]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2007.01.004

ASSEMAN, F. et al. Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts?. *Neuroscience Letters* [online]. 2004, **358**(2), 83-86 [cit. 2022-08-10]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2003.12.102

AYDIN, E. et al. Postural balance control in women with generalized joint laxity. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2017, **63**(3), 259-265 [cit. 2022-11-17]. ISSN 25870823. Dostupné z: doi:10.5606/tftrd.2017.160

BALLARIN, G. et al. Body Composition and Bioelectrical-Impedance-Analysis-Derived Raw Variables in Pole Dancers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2021, **18**(23) [cit. 2022-08-08]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph182312638

BIZOVSKÁ, L. a kol. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5259-3.

CASABONA, A. et al. Specificity of foot configuration during bipedal stance in ballet dancers. *Gait & Posture* [online]. 2016, **46**, 91-97 [cit. 2022-11-17]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2016.02.019

CASALE, J. et al. Physiology, Vestibular System. *StatPearls [Internet]*. [online]. StatPearls Publishing, © 2022 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532978/>

CATHERS, I. et al. Otolith and canal reflexes in human standing. *The Journal of Physiology* [online]. 2005, **563**(1), 229-234 [cit. 2022-11-17]. ISSN 00223751. Dostupné z: doi:10.1113/jphysiol.2004.079525

CLARK, S. a P. W. ILTIS. Effects of Dynamic Head Tilts on Sensory Organization Test Performance: A Comparison Between College-Age Athletes and Nonathletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*® [online]. 2008, **38**(5), 262-268 [cit. 2022-11-17]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2008.2406

CLIPPINGER, K.S. *Dance anatomy and kinesiology: Principles and exercises for improving technique and avoiding common injuries*. Champaign, Ill. : Human Kinetics, 2007. ISBN 978-0-88011-531-5.

COELHO, D. et al. Analysis of the body composition of pole dance women. *Fiep Bulletin- Online* [online]. 2017, **87**(I), 395-398 [cit. 2022-06-21]. ISSN 02566419. Dostupné z: doi:10.16887/87.a1.100

COHEN, H. et al. Changes in Sensory Organization Test Scores with Age. *Age and Ageing* [online]. 1996, **25**(1), 39-44 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: doi:10.1093/stárnutí/25.1.39

CONCORDIA UNIVERSITY: PERFORM Operating Document NeuroCom® SMART EquiTest® Computerized Dynamic Posturography (CDP) PC-POD-FA-002-v04 [online]. 2019 [cit. 2022-08-19]. Dostupné z: https://perform.concordia.ca/GettingStarted/pdf/compliance/PC-POD-FA-002-V04_NEUROCOM.pdf

CONWAY, C. et al. Are Dancers Symmetrical During Single Leg and Double Legged Landings?: In ISBS-Conference Proceedings Archive. *33rd International Conference on Biomechanics in Sports, Poitiers, France, June 29 - July 3, 2015*. Ed. Floren Colloud, Mathieu Domalain. France, 2015 [online]. 844-847 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6534>

CRIPPS, A. et al. The Test- Retest Reliability and Minimal Detectable Change of the Sensory Organization Test and Head- Shake Sensory Organization Test. *Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences: Official Journal of the Ohio Athletic Trainers Association* [online]. 2016, **2**(2) [cit. 2022-08-19]. ISSN 23769289. Dostupné z: doi:10.25035/jsmahs.02.02.02

CROIX, G. et al. Effect of Expertise Level on the Perceptual Characteristics of Gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2010, **24**(6), 1458-1463 [cit. 2022-08-10]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181d2c216

DALE, J. P. The future of pole dance. *Australasian Journal of Popular Culture* [online]. Tokyo Gakugei University: Intellect, 2013, **2**(3), 381- 396 [cit. 2021-09-07]. Dostupné z: doi:10.1386/ajpc.2.3.381_1

DECKERT, J. L. et al. Analysis of pelvic alignment in university ballet majors. *Journal of Dance Medicine and Science* [online]. 2007, **11**(4), 110-117 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1089-313X. Dostupné z: https://www.jenniferdeckert.com/uploads/1/2/6/6/12665879/08_pelvic_article-resumepaper.pdf

D'HEMECOURT, P.A. a A. LUKE. Sport-Specific Biomechanics of Spinal Injuries in Aesthetic Athletes (Dancers, Gymnasts, and Figure Skaters). *Clinics in Sports Medicine* [online]. 2012, **31**(3), 397-408 [cit. 2022-08-08]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/j.csm.2012.03.010

Disciplines: SPORT - ARTISTIC - ULTRA - PARA. *International Pole Sports Federation: World Pole a Aerial* [online]. 2022, 2022 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <http://www.polesports.org/world-pole-aerial/disciplines/>

DISTEFANO, L. J. et al. Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: A Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2009, **23**(9), 2718-2731 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181c1f7c5

DONAGHUE, N. et al. Spinning the pole: A discursive analysis of the websites of recreational pole dancing studios. *Feminism & Psychology* [online]. 2011, **21**(4), 443-457 [cit. 2021-09-07]. ISSN 0959-3535. Dostupné z: doi:10.1177/0959353511424367

DOSEDLOVÁ, J. *Terapie tancem: role tance v dějinách lidstva a v současné psychoterapii*. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3711-9.

EYIGOR, S. et al. A randomized controlled trial of Turkish folklore dance on the physical performance, balance, depression and quality of life in older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. 2009, **48**(1), 84-88 [cit. 2022-08-10]. ISSN 01674943. Dostupné z: doi:10.1016/j.archger.2007.10.008

FENNELL, D. Pole Sports: Considering Stigma. *Sport, Ethics and Philosophy* [online]. 2020, **16**(1), 1-15 [cit. 2021-09-07]. ISSN 1751-1321. Dostupné z: doi:10.1080/17511321.2020.1856914

FENNELL, D. Pole studios as spaces between the adult entertainment, art, fitness and sporting fields. *Sport in Society* [online]. 2018, **21**(12), 1957-1973 [cit. 2021-09-07]. ISSN 1743-0445. Dostupné z: doi:10.1080/17430437.2018.1445995

FERNÁNDEZ-ARGÜELLES, E.L. et al. Effects of dancing on the risk of falling related factors of healthy older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. 2015, **60**(1), 1-8 [cit. 2022-08-10]. ISSN 01674943. Dostupné z: doi:10.1016/j.archger.2014.10.003

FOTIADOU, E. et al. Effect of rhythmic gymnastics on the dynamic balance of children with deafness. *European Journal of Special Needs Education* [online]. 2002, **17**(3), 301-309 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0885-6257. Dostupné z: doi:10.1080/08856250210162211

GAERLAN, M. G. et al. Postural balance in young adults: The role of visual, vestibular and somatosensory systems. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners* [online]. 2012, **24**(6), 375-381 [cit. 2022-08-09]. ISSN 10412972. Dostupné z: doi:10.1111/j.1745-7599.2012.00699.x

GAUCHARD, G. C. et al. Physical and Sporting Activities Improve Vestibular Afferent Usage and Balance in Elderly Human Subjects. *Gerontology* [online]. 2001, **47**(5), 263-270 [cit. 2022-11-17]. ISSN 0304-324X. Dostupné z: doi:10.1159/000052810

GAUTIER, G. et al. Postural control and perceptive configuration: Influence of expertise in gymnastics. *Gait & Posture* [online]. 2008, **28**(1), 46-51 [cit. 2022-11-17]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2007.09.007

GERBINO, P.G. et al. Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait & Posture* [online]. 2007, **26**(4), 501-507 [cit. 2022-08-10]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2006.11.205

GOLOMER, E. et al. The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. *Journal of Physiology-Paris* [online]. 1999a, **93**(3), 233-237 [cit. 2022-08-10]. ISSN 09284257. Dostupné z: doi:10.1016/S0928-4257(99)80156-9

GOLOMER, E. et al. The effects of maturation on self-induced dynamic body sway frequencies of girls performing acrobatics or classical dance. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 1997, **76**(2), 140-144 [cit. 2022-08-09]. ISSN 1439-6319. Dostupné z: doi:10.1007/s004210050226

GOLOMER, E. et al. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neuroscience Letters* [online]. 1999b, **267**(3), 189-192 [cit. 2022-11-17]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3940(99)00356-0

GOTTSCHLICH, L.M. a C.C. YOUNG. Spine Injuries in Dancers. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2011, **10**(1), 40-44 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0b013e318205e08b

GUPTA, A. et al. An evaluation of differences in hip external rotation strength and range of motion between female dancers and non-dancers. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2004, **38**(6), 778-783 [cit. 2022-08-08]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.2003.010827

HAMILTON, M. *The poles are in: exploring women's sexual identities and the rising popularity of pole-dancing fitness* [online]. Ottawa, Canada, 2009 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/21845>. Disertační práce. University of Guelph, Faculty of Graduate Studies. Vedoucí práce Prof. K. PREIBISCH, prof. M. DAWSON.

HANZLÍKOVÁ, J. a kol. *Akreditovaný školicí program Instruktor pole dance*. Praha: Erasport, 2017. ISBN 978-80-905685-4-9.

HARRO, C. C. a C. GARASCIA. Reliability and Validity of Computerized Force Platform Measures of Balance Function in Healthy Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [online]. 2019, **42**(3), E57-E66 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1539-8412. Dostupné z: doi:10.1519/JPT.0000000000000175

HARRO, C. C. et al. Reliability and Validity of Force Platform Measures of Balance Impairment in Individuals With Parkinson Disease. *Physical Therapy* [online]. 2016, **96**(12), 1955-1964 [cit. 2022-11-17]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20160099

HEICK, J.D. et al. Relationships Among Common Vision and Vestibular Tests in Healthy Recreational Athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2017, **12**(4), 581-591 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534148/pdf/ijst-12-581.pdf>

HOLLAND, S. a F. ATTWOOD. In: *Mainstreaming Sex The Sexualization of Western Culture: Chapter 10. Keeping Fit in Six Inch Heels: The Mainstreaming of Pole Dancing* [online]. I.B. Tauris, 2009, s. 165–182 [cit. 2021-09-07]. ISBN 978-0-7556-9708-3. Dostupné z: <https://www.bloomsburycollections.com/book/mainstreaming-sex->

the-sexualization-of-western-culture/ch10-keeping-fit-in-six-inch-heels-the-mainstreaming-of-pole-dancing

HOLLAND, S. *Pole Dancing, Empowerment and Embodiment*. UK: Palgrave Macmillan, 2010. ISBN 978-1-349-30299-4.

HOLMEROVÁ, I. et al. Effect of the Exercise Dance for Seniors (EXDASE) Program on Lower-Body Functioning Among Institutionalized Older Adults. *Journal of Aging and Health* [online]. 2010, **22**(1), 106-119 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0898-2643. Dostupné z: doi:10.1177/0898264309351738

HONAKER, J.A. et al. Modified head shake sensory organization test: Sensitivity and specificity. *Gait & Posture* [online]. 2016, **49**, 67-72 [cit. 2022-08-19]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2016.06.024

HOPPER, D. M. et al. The Effects of Vestibular Stimulation and Fatigue on Postural Control in Classical Ballet Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science* [online]. 2014, **18**(2), 67-73 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1089313X. Dostupné z: doi:10.12678/1089-313X.18.2.67

HOPPER, D.M. et al. The Effects of Vestibular Stimulation and Fatigue on Postural Control in Classical Ballet Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science* [online]. 2014, **18**(2), 67-73 [cit. 2022-08-10]. ISSN 1089313X. Dostupné z: doi:10.12678/1089-313X.18.2.67

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing* [online]. 2006, **35**(suppl_2), 7-11 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: doi:10.1093/ageing/afl077

HRYSOMALLIS, C. Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine* [online]. 2011, **41**(3), 221-232 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11538560-000000000-00000

HUGEL, F. et al. Postural Control of Ballet Dancers: A Specific Use of Visual Input for Artistic Purposes. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 1999, **20**(02), 86-92 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0172-4622. Dostupné z: doi:10.1055/s-2007-971098

CHANDER, H. et al. Balance Performance in Female Collegiate Athletes. *Journal of Sports Science* [online]. 2014, **2**, 13-20 [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/271528397_Balance_Performance_in_Female_Collegiate_Athletes

CHEN, H. et al. Superior short-term learning effect of visual and sensory organisation ability when sensory information is unreliable in adolescent rhythmic gymnasts. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2016, **35**(12), 1197-1203 [cit. 2022-11-23]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2016.1216154

International Pole Sports Federation: Apparatus Norms 2022. In: *Www.polesports.org* [online]. 2021 [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: www.polesports.org/app/download/26463648/IPSF+Apparatus+Norms+2018_20.pdf

IQBAL, K. Mechanisms and models of postural stability and control. *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* [online]. IEEE, 2011, 2011, 7837-7840 [cit. 2022-08-08]. ISBN 978-1-4577-1589-1. Dostupné z: doi:10.1109/IEMBS.2011.6091931

JABLONSKÁ, D. *Kineziologická analýza výkonu v Pole dance* [online]. Brno, 2019 [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/ecwil/BP_DominikaJablonska.pdf. Bakalářská. Katedra gymnastiky a úpolů, Fakulta sportovních studií, Masarykova Universita. Vedoucí práce Mgr. Pavlína VACULÍKOVÁ, Ph.D.

JANČOVÁ, J. Measuring the Balance Control System – Review. *Acta Medica (Hradec Kralove, Czech Republic)* [online]. 2008, **51**(3), 129-137 [cit. 2022-08-09]. ISSN 1211-4286. Dostupné z: doi:10.14712/18059694.2017.14

JANURA, M. et al. Standing balance of professional ballet dancers and non-dancers under different conditions. *PLOS ONE* [online]. 2019, **14**(10), 1-12 [cit. 2022-08-10]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0224145

JENSEN, A.L. The practice of pole dance as a leisure activity in Denmark. *Journal of Pole and Aerial Movement Studies* [online]. University of Copenhagen, 2015, **1**(1), 26-42 [cit. 2022-06-22]. ISSN 2381-3709. Dostupné z: [https://nexs.ku.dk/english/staff/?pure=en%2Fpublications%2Fthe-practice-of-pole-dance-as-a-leisure-activity-in-denmark\(a6cf8c12-f355-4179-8ae7-adc1295f8760\).html](https://nexs.ku.dk/english/staff/?pure=en%2Fpublications%2Fthe-practice-of-pole-dance-as-a-leisure-activity-in-denmark(a6cf8c12-f355-4179-8ae7-adc1295f8760).html)

KALAYCIOGLU, T. et al. Effect of a Core Stabilization Training Program on Performance of Ballet and Modern Dancers. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2020, **34**(4), 1166-1175 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002916

KARTALY, I. *Pole dance fitness: with over 300 exercises*. Maidenhead : Meyer & Meyer Sport, 2018. ISBN 978-1-78255-126-3.

KIM, Y. a S.Y. KWON. "I'm a Poler, and Proud of It": South Korean Women's Managed Experiences in a Stigmatized Serious Leisure Activity. *Social Sciences* [online]. Department of Physical Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea, 2019, **8**(7), 1-15 [cit. 2021-09-07]. ISSN 2076-0760. Dostupné z: doi:10.3390/socsci8070199

KLEINER, A. et al. The role of visual, vestibular, somatosensory and auditory systems for the postural control. *Revista Neurociencias* [online]. 2011, **19**(2), 349-357 [cit. 2022-08-09]. ISSN 19844905. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/286355524_The_role_of_visual_vestibular_somatosensory_and_auditory_systems_for_the_postural_control

KOLÁŘ, P. a K. LEWIT. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi* [online]. 2005, **6**(5), 270-275 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2005/05/10.pdf>

KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-807-2626-182.

KRITYAKIARANA, W. a N. JONGKAMONWIWAT. Comparison of Balance Performance Between Thai Classical Dancers and Non-Dancers. *Journal of Dance Medicine and Science* [online]. 2016, **20**(2), 72-78 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1089313X. Dostupné z: doi:10.12678/1089-313X.20.2.72

- KUJALA, U.M. et al. Lumbar Mobility and Low Back Pain During Adolescence. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1997, **25**(3), 363-368 [cit. 2022-08-08]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354659702500316
- LEE, J.Y. et al. Prevalence of pole dance injuries from a global online survey. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2020, **60**(2), 270-275 [cit. 2022-08-08]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.19.09957-2
- LEPHART, S.M. et al. Knee joint proprioception: A comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 1996, **4**(2), 121-124 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/BF01477265
- LIAW, M.Y. et al. Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Chang Gung Medical Journal* [online]. 2009, **32**(3), 297-304 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19527609/>
- MABIRE, J.B. et al. Dance interventions for people with dementia: systematic review and practice recommendations. *International Psychogeriatrics* [online]. 2019, **31**(07), 977-987 [cit. 2022-08-10]. ISSN 1041-6102. Dostupné z: doi:10.1017/S1041610218001552
- Mallakhamb. *Sports in India* [online]. 2022 [cit. 2022-06-21]. Dostupné z: <http://sports.indiapress.org/mallakhamb.php>
- MANCINI, M. a F.B. HORAK. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2010, **46**(2), 239-248 [cit. 2022-08-19]. ISSN 1973-9095. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3033730/>
- MARCOLIN, G. et al. Expertise level influences postural balance control in young gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2019, **59**(4), 593-599 [cit. 2022-08-10]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.18.08014-3

MARIN, T. et al. Influence of regular dance practice on the postural stability during quiet standing in healthy women. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* [online]. 2019, **22**(sup1), 362-364 [cit. 2022-08-09]. ISSN 1025-5842. Dostupné z: doi:10.1080/10255842.2020.1714945

MCKEE, K.E. a M.E. HACKNEY. The Effects of Adapted Tango on Spatial Cognition and Disease Severity in Parkinson's Disease. *Journal of Motor Behavior* [online]. 2013, **45**(6), 519-529 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0022-2895. Dostupné z: doi:10.1080/00222895.2013.834288

MEYER, P.F. et al. Reduced plantar sensitivity alters postural responses to lateral perturbations of balance. *Experimental Brain Research* [online]. 2004, **157**(4), 526-536 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0014-4819. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-004-1868-3

MITROUSIAS, V. et al. Epidemiology of injuries in pole sports: Emerging challenges in a new trend. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2017, **51**(4), 363.2-363 [cit. 2021-09-07]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2016-097372.201

NACZK, M. et al. The risk of injuries and physiological benefits of pole dancing. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2020, **60**(6), 883-888 [cit. 2022-08-08]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.20.10379-7

NASHNER, L. M. a G. MCCOLLUM. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. 1985, **8**(1), 135-150 [cit. 2022-08-08]. ISSN 0140-525X. Dostupné z: doi:10.1017/S0140525X00020008

Natus Medical Incorporated. NeuroCom® Balance Manager® Clinical Operation Guide. [pdf]. Seattle: Natus Medical Incorporated, ©2014 [cit. 19.08.2022]. 238 s.

Natus Medical Incorporated: Balance Manager® Systems Clinical Interpretation Guide. [pdf]. Seattle: Natus Medical Incorporated, ©2013 [cit. 9.8.2022]. 171 s.

Natus Medical Incorporated: NeuroCom® Balance Manager® Systems – Instructions for Use. [pdf]. Seattle: Natus Medical Incorporated, ©2016 [cit. 19.08.2022]. 54 s.

NAWROCKA, A. et al. Effects of exercise training experience on hand grip strength, body composition and postural stability in fitness pole dancers. *The Journal of sports*

medicine and physical fitness [online]. Katowice, Poland, 2017, **57**(9), 1098-1103 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.16.06510-5

NEULS, F. *Nervové řízení motoriky* [online]. In: . Univerzita Palackého v Olomouci, 2022, s. 1-5 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: http://old.ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-dokumenty/Katedra_fyziologie/FYO_13_bonus_rizeni_motoriky.pdf

NeuroCom International: Balance Manager® Systems Technical Specifications. *NeuroCom® International, Inc.* [online]. 2008 [cit. 2022-08-19]. Dostupné z: https://www.neuroswiss.ch/view/data/5962/06-Dynamic_SMEQ_Package_with_LFP_INV.pdf

NICHOLAS, J. *The psychological, physiological, and injury-related characteristics of recreational pole dancing* [online]. The University of Western Australia, 2019 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/the-psychological-physiological-and-injury-related-characteristic>. Doctoral Thesis. School of Human Sciences. Vedoucí práce B. JACKSON, J. DIMMOCK, J. ALDERSON, C. J DONNELLY.

NICHOLAS, J.C. et al. Pole Dancing for Fitness: The Physiological and Metabolic Demand of a 60-Minute Class. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2019, **33**(10), 2704-2710 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002889

O nás. *Czech Pole Sport Organization* [online]. 2022 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: https://czechpolesport.cz/?page_id=81

Observer Status continues for Pole & Aerial Sports!. *International Pole Sports Federation: News, GAISF UPDATE* [online]. 2019 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <http://www.polesports.org/news/04-11-19-gaisf-update/>

Observers. *Global Association of International Sports Federations* [online]. Lausanne Switzerland, 2017 [cit. 2021-09-07]. Dostupné z: <https://gaisf.sport/about/observers/>

OPALA-BERDZIK, A. et al. Postural sway in young female artistic and acrobatic gymnasts according to training experience and anthropometric characteristics. *BMC*

Sports Science, Medicine and Rehabilitation [online]. 2021, **13**(1) [cit. 2022-08-10]. ISSN 2052-1847. Dostupné z: doi:10.1186/s13102-021-00236-w

PALOSKI, W. H. et al. Destabilization of human balance control by static and dynamic head tilts. *Gait & Posture* [online]. 2006, **23**(3), 315-323 [cit. 2022-11-17]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2005.04.009

PANG, M. Y.C. et al. Balance Performance in Head-Shake Computerized Dynamic Posturography: Aging Effects and Test-Retest Reliability. *Physical Therapy* [online]. 2011, **91**(2), 246-253 [cit. 2022-11-17]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20100221

PAPAGEORGIOU, M. et al. Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men. *Bone* [online]. 2017, **105**, 191-199 [cit. 2022-08-08]. ISSN 87563282. Dostupné z: doi:10.1016/j.bone.2017.08.019

PARK, D. W. et al. Analysis of Postural Stability in Response to External Perturbation Intensity in Dancers and Non-dancers. *Korean Journal of Sport Biomechanics* [online]. 2016, **26**(4), 427-432 [cit. 2022-11-23]. ISSN 2093-9752. Dostupné z: doi:10.5103/KJSB.2016.26.4.427

PÉREZ, R.M. et al. Visual availability, balance performance and movement complexity in dancers. *Gait & Posture* [online]. 2014, **40**(4), 556-560 [cit. 2022-08-10]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2014.06.021

PERRIN, P. et al. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait and Posture* [online]. 2002, **15**(2), 187-194 [cit. 2022-08-10]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/S0966-6362(01)00149-7

PETERKA, R. J. a P. J. LOUGHLIN. Dynamic Regulation of Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2004, **91**(1), 410-423 [cit. 2022-08-09]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: doi:10.1152/jn.00516.2003

PETERKA, R. J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2002, **88**(3), 1097-1118 [cit. 2022-08-08]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: doi:10.1152/jn.2002.88.3.1097

POSTRÁNECKÁ, M. "Hříšný tanec u tyče?" *Otázka stigmatizace pole dance očima jeho akterek z pražského studia XY*. Praha, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta humanitních studií. Vedoucí práce Mgr. Michal JOSEPHY, Ph.D.

Povinné prvky pro amatérské kategorie. In: CZECH POLE CHAMPIONSHIP. *Czech Pole Championship* [online]. Praha: C. P. Championship, 2022 [cit. 2022-08-10]. Dostupné z: <https://www.czechpolechampionship.cz/storage/static/16/povinne-prvky-2022-amaterske-kategorie.pdf>

Povinné prvky pro profesionální kategorie. In: CZECH POLE CHAMPIONSHIP. *Czech Pole Championship* [online]. Praha: C. P. Championship, 2022 [cit. 2022-08-10]. Dostupné z: <https://www.czechpolechampionship.cz/storage/static/16/povinne-prvky-2022-profesionalni-kategorie.pdf>

Pravidla SG Ženy. In: ČESKÁ GYMNASTICKÁ FEDERACE. *Česká gymnastická federace: Sportovní gymnastika ženy* [online]. Praha: ČGF, 2022 [cit. 2022-08-10]. Dostupné z: <https://www.gymfed.cz/prilohy/001/159/Pravidla%20SGZ%202022-2024.pdf>

RICCI, N.A. et al. Sensory interaction on static balance: A comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. *Geriatrics and Gerontology International* [online]. 2009, 9(2), 165-171 [cit. 2022-08-09]. ISSN 14441586. Dostupné z: doi:10.1111/j.1447-0594.2009.00516.x

ROSIN, R. et al. Strength, flexibility and resistance comparison between woman strength training practitioners and Pole Dance practitioners. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* [online]. 2017, 25(3), 18-24 [cit. 2022-08-08]. ISSN 0103-1716. Dostupné z: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/18>

ROTHOVÁ, T. *Hodnocení posturální stability a funkce hlubokého stabilizačního systému páteře u tanečnic* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/118079>. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra fyzioterapie. Vedoucí práce Mgr. Michaela STUPKOVÁ.

RUDD, J.R. et al. Effectiveness of a 16 week gymnastics curriculum at developing movement competence in children. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online].

2017, **20**(2), 164-169 [cit. 2022-08-09]. ISSN 1440-2440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2016.06.013

RUSCELLO, B. et al. Biomechanics and Physiology in top level Pole Dancers. A case study. *Journal of Physical Health and Sports Medicine* [online]. 2018, **1**(1), 01-15 [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: doi:10.36811/jphsm.2019.110001

RUSCELLO, B. et al. Physical and physiological demands in women pole dance: a single case study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2017, **57**(4), 496-503 [cit. 2022-08-08]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.16.06081-3

RUSSELL, J. Preventing dance injuries: current perspectives. *Open Access Journal of Sports Medicine* [online]. 2013, **4**, 199-210 [cit. 2022-08-08]. ISSN 1179-1543. Dostupné z: doi:10.2147/OAJSM.S36529

SHAH, S. Caring for the Dancer. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2008, **7**(3), 128-132 [cit. 2022-06-21]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1097/01.CSMR.0000319716.56169.29

SHARROCK, C. et al. A pilot study of core stability and athletic performance: Is there relationship?. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2011, **6**(2), 63-74 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3109894/>

SHIGEMATSU, R. et al. Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age and Ageing* [online]. 2002, **31**(4), 261-266 [cit. 2022-08-10]. ISSN 14682834. Dostupné z: doi:10.1093/ageing/31.4.261

SHUMWAY-COOK, A. a M. WOOLLACOTT. *Motor control: Translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. ISBN 9781496347725.

SCHLEE, G. et al. *Influence of footwear on foot sensitivity: A comparison between barefoot and shod sports* [online]. Institute of Sports Science, Chemnitz University of Technology, Chemnitz, Germany, 2007 [cit. 2022-08-10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/239528378_Influence_of_footwear_on_foot_sensitivity_A_comparison_between_barefoot_and_shod_sports

SIMMONS, R. W. Sensory Organization Determinants of Postural Stability in Trained Ballet Dancers. *International Journal of Neuroscience* [online]. 2005, **115**(1), 87-97 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1543-5245. Dostupné z: doi:10.1080/00207450490512678

SOINI, J. a L. LAINE. *Sport injuries in pole dancing: a quantitative survey* [online]. Turku University of Applied Sciences, 2018 [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/326560339_Sports_injuries_in_pole_dancing_a_quantitative_survey. Bachelor's Thesis. Turku University of Applied Sciences.

SOUKUP, P. Substantive significance and it's measures. *Data and Research – SDA Info* [online]. 2013, **127**(2), 125-148 [cit. 2022-11-17]. ISSN 23362391. Dostupné z: doi:10.13060/23362391.2013.127.2.41

SOUSA, A. S. P. et al. Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: A review. *Somatosensory & Motor Research* [online]. 2012, **29**(4), 131-143 [cit. 2022-08-09]. ISSN 0899-0220. Dostupné z: doi:10.3109/08990220.2012.725680

Stanovy Czech Pole & Aerial Sports Federation z.s. In: *Czech pole & aerial sports federation* [online]. 2015, s. 1-10 [cit. 2021-09-07]. Dostupné z: <http://www.cpasf.cz/img/uploads/Stanovy%20CPASF%202015.pdf>

ŠALBABOVÁ, A. *Vliv akrobatických sportů na dynamickou posturální stabilitu* [online]. Praha, 2019 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/106111>. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra fyzioterapie. Vedoucí práce MUDr. David PÁNEK, Ph.D.

TAJET-FOXELL, B. a F. D. ROSE. Pain and pain tolerance in professional ballet dancers. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 1995, **29**(1), 31-34 [cit. 2022-08-08]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.29.1.31

TEITZ, C. C. Hip and Knee Injuries in Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science* [online]. 2000, **4**(1), 23-29 [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/jmrp/jdms/2000/00000004/00000001/art00005?crawler=true>

The History of Pole Sports. *International Pole Sports Federation: About us, History of Pole Sports* [online]. 2017 [cit. 2022-06-22]. Dostupné z: <http://www.polesports.org/about-us/history-of-pole-sports/>

TSANG, W. W. et al. Tai Chi improves standing balance control under reduced or conflicting sensory conditions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2004, **85**(1), 129-137 [cit. 2022-11-17]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2003.02.002

UUSI-RASI, K. et al. Does long-term recreational gymnastics prevent injurious falls in older women? A prospective 20-year follow-up. *BMC Geriatrics* [online]. 2020, **20**(1) [cit. 2022-08-10]. ISSN 1471-2318. Dostupné z: doi:10.1186/s12877-020-1428-0

UUSI-RASI, K. et al. Long-Term Recreational Gymnastics, Estrogen Use, and Selected Risk Factors for Osteoporotic Fractures. *Journal of Bone and Mineral Research* [online]. 1999, **14**(7), 1231-1238 [cit. 2022-08-10]. ISSN 0884-0431. Dostupné z: doi:10.1359/jbmr.1999.14.7.1231

VAŘEKA, I. a R. VAŘEKOVÁ. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2432-3.

VAŘEKA, I. Posturální stabilita (I. a II. část). *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002, **9**(4), 115-129. ISSN 1211-2658.

VÉLE, F. *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-725-4837-9.

VÉLE, F. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci*. Praha: Triton, 2012. ISBN 978-80-7387-608-1.

VISSER, J. E. et al. The clinical utility of posturography. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2008, **119**(11), 2424-2436 [cit. 2022-11-17]. ISSN 13882457. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinph.2008.07.220

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

VOMÁČKOVÁ, H. *Možnosti hodnocení vlivu výkonnosti zátěže na posturální funkce organismu - stanovení norem CDP pro sportující populaci* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022-08-19]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/122204>. Disertační práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra fyzioterapie. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Dagmar PAVLŮ. CSc.

VUILLERME, N. et al. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters* [online]. 2001a, **303**(2), 83-86 [cit. 2022-08-10]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3940(01)01722-0

VUILLERME, N. et al. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters* [online]. 2001b, **311**(2), 73-76 [cit. 2022-11-17]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3940(01)02147-4

WEAVING, Ch. Sliding Up and Down a Golden Glory Pole: Pole Dancing and the Olympic Games. *Sport, Ethics and Philosophy* [online]. 2020, **14**(4), 525-536 [cit. 2021-09-07]. ISSN 1751-133X. Dostupné z: doi:10.1080/17511321.2020.1764089

WEIGHART, H. et al. Examining the Effect of a Dance Technique Class on Postural Stability in Novice Collegiate Dancers. *American College of Sports Medicine: Mid Atlantic Regional Chapter* [online]. 2018, **7**(9), 113 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4073&context=ijesab>

WHITEHEAD, K. a T. KURZ. 'Empowerment' and the Pole: A Discursive Investigation of the Reinvention of Pole Dancing as a Recreational Activity. *Feminism & Psychology* [online]. 2009, **19**(2), 224-244 [cit. 2021-09-07]. ISSN 0959-3535. Dostupné z: doi:10.1177/0959353509102218

WILLIAMS, D.S.B. et al. Athletes who train on unstable compared to stable surfaces exhibit unique postural control strategies in response to balance perturbations. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2016, **5**(1), 70-76 [cit. 2022-11-17]. ISSN 20952546. Dostupné z: doi:10.1016/j.jshs.2016.01.010

WINTER, D. A. *Biomechanics and motor control of human movement*. 4th ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-39818-0.

ZÁMEČNÍK, M. *Vyhodnocení dynamické posturální stability u extraligových hráčů českého rugby* [online]. Praha, 2018 [cit. 2022-08-20]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/102410>. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce MUDr. David PÁNEK, Ph.D.

ZEMAN, P. et al. Arthroscopic transcapsular iliopsoas tenotomy from the peripheral versus the central compartment in internal snapping hip syndrome.: Short-term results of a prospective randomised study. *Acta Chirurgiae Orthopædicae Et Traumatologiae Českoslovaca* [online]. 2013, **80**(4), 263-272 [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: http://achot.cz/dwnld/achot_2013_4_263_272.pdf

ZEMKOVÁ, E. a L. ZAPLETALOVÁ. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology* [online]. 2022, **13** [cit. 2022-08-09]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: [doi:10.3389/fphys.2022.796097](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 – Informovaný souhlas, vzor

Příloha č. 3 – Anamnestický dotazník

Příloha č. 4 – Seznam obrázků

Příloha č. 5 – Seznam tabulek

Příloha č. 6 – Seznam grafů

Příloha č. 1 – 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: Zhodnocení stabilizačních schopností u tanečnic pole dance

Forma projektu: Výzkumná práce – diplomová práce

Období realizace: červen 2021 – duben 2022

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

Předkladatel: Bc. Karolína Langová

Hlavní řešitel: Bc. Karolína Langová

Místo výzkumu (pracoviště): Laboratoř katedry fyzioterapie UK FTVS

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Michaela Stupková

Popis projektu: Cílem této práce bude zhodnotit posturální stabilitu u pole dance tanečnic. Projekt bude mít charakter komparační studie, kde budu porovnávat skupinu žen aktivně se věnujících pole dance se skupinou nesportovkyň. Posturální stabilita bude vyšetřena pomocí dynamického počítačového posturografu NeuroCom SMART EquiTest, na kterém probandí absolvují jeho základní standardizované testy. Výzkum bude zahrnovat jednorázové měření probandů v laboratoři UK FTVS.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků je 15 v každé skupině, ve věku 18 – 30 let, kteří mají platnou zdravotní prohlídku. Probandi budou vybráni hlavním řešitelem dle dobrovolnosti. Výzkumná skupina se bude skládat z žen, které se pravidelně věnují pole dance a to minimálně 1h, 1–2x týdně po dobu 2 let. Kontrolní skupina bude zahrnovat ženy stejného věku nevěnující se žádné sportovní aktivitě. Kontraindikací tohoto výzkumu budou zranění či akutní zejména infekční onemocnění a jakákoli onemocnění nebo omezení pohybového aparátu a také období rekonvalescence po onemocnění či úrazu.

Zajištění bezpečnosti: Všechny využití metody v tomto výzkumu budou neinvazivní. Bezpečnost probandů v průběhu výzkumu bude zajištěna přesným dodržováním postupů měření a přítomností odborného personálu Laboratoře katedry UK FTVS. U testování na posturografu budou probandí oblečeni do bezpečnostního postroje pro zamezení případného pádu. 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. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Etické aspekty výzkumu: Šetření bude provedeno na zletilých jedincích.

Potenciální střet zájmů: Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu ani k žádné organizaci. Budu dohlížet na korektnost a nestrannost posuzování výsledků výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu, výzkum nevede k mému osobnímu prospěchu ani k prospěchu žádného z klubů.

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 demografické údaje, 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 jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

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

Text informovaného souhlasu (IS): příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešeslavín

Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.
Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 21. 6. 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: 104/2021

dne: 21. 6. 2021

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

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

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2 – Informovaný souhlas, vzor

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 biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem „Zhodnocení stabilizačních schopností u tanečnic pole dance“, prováděné v Laboratoři katedry fyzioterapie UK FTVS.

Projekt bude probíhat v období: červen 2021 – duben 2022

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

Cílem výzkumného projektu je zhodnotit posturální stabilitu u pole dance tanečnic. Způsob zásahu bude neinvazivní, tedy bez porušení kožního krytu. Budete se účastnit měření na dynamickém počítačovém posturografu NeuroCom SMART EquiTest, na kterém Vám bude vyšetřována posturální stabilita v podobě absolvování několika základních standardizovaných testů za různých podmínek – stoj s otevřenýma očima, stoj se zavřenýma očima, při pohybu podložky, při pohybu okolí či jejich různá kombinace.

Veškeré měření bude jednorázové a zabere Vám cca 1 hodinu.

Měření je bezbolestné. U testování na posturografu budete oblečeni do bezpečnostního postroje pro zamezení případného pádu. Vaši bezpečnost v průběhu výzkumu bude zajištěna přesným dodržováním postupů měření a přítomností odborného personálu Laboratoře katedry.

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. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Projektu se nezúčastníte s akutním zejména infekčním onemocněním či úrazem nebo v období rekonvalescence po onemocnění, úrazu či operaci nebo osoby s jakýmkoli onemocněním nebo omezením pohybového aparátu, které by účastníky během měření limitovalo.

Vaše účast je zcela dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit ve studentském informačním systému (SIS) v diplomové práci nebo na e-mail adrese: langovakarolina.32@seznam.cz

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 demografické údaje, 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 jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/vidéí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznam.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Karolína Langová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc.Karolína Langová 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:

Příloha č. 3 – Anamnestický dotazník

Anamnestický dotazník

Diplomová práce: „Zhodnocení stabilizačních schopností u tanečnic pole dance“

Společné otázky:

Jméno a příjmení:

Číslo probanda:

Datum narození:

Datum měření:

Věk:

Hmotnost:

Výška:

Skupina: tanečnice/experimentální x nesportovci/kontrolní (zakroužkujte)

1) Prodělala jste nějaké zranění/úraz nebo operaci na pohybovém aparátu? – Pokud ano, jaké/jakou a kdy?

2) Léčíte se s nějakým dlouhodobým (např. metabolickým, srdečním nebo neurologickým) onemocněním? – Pokud ano, jakým?

3) Máte nějaké vrozené vývojové (např. ortopedické nebo orgánové) vady pohybového aparátu? – Pokud ano, jaké?

4) Užíváte trvale nějaké léky? – Pokud ano, jaké?

Následné otázky pouze pro tanečnice:

5) Kolik let se již věnujete pole dance?

6) Kolik hodin týdně se věnujete pole dance?

7) Věnujete se pole dance na soutěžní úrovni? – Pokud ano, na jaké?

8) Věnujete se ještě jinému sportu? – Pokud ano, jakému?

9) Jaký typ pole dance děláte?

10) Míváte během/po tanci nějaké bolesti (např. bolesti zad, kyčlí,...) – Pokud ano, jaké?

Příloha č. 4 – Seznam obrázků

Obrázek 1: Opěrná a kontaktní plocha, opěrná báze (Vařeka, 2002)	29
Obrázek 2: Posturograf NeuroCom SMART EquiTest (Vomáčková, 2020).....	51
Obrázek 3: SOT (Concordia University, 2019)	54
Obrázek 4: MCT (Concordia University, 2019)	55
Obrázek 5: Pohyb hlavy v jednotlivých rovinách (Zámečník, 2018)	57

Příloha č. 5 – Seznam tabulek

Tabulka 1: Barevné označení klinické významnosti dle velikosti	58
Tabulka 2: Výsledky SOT – Equilibrium score	59
Tabulka 3: Výsledky SOT – Senzorická analýza.....	60
Tabulka 4: Výsledky MCT – Latency	61
Tabulka 5: Výsledky MCT – Weight Symmetry	64
Tabulka 6: Výsledky MCT – Strenght Symmetry	64
Tabulka 7: Výsledky MCT – Weight Symmetry – Deviation from Symmetry	65
Tabulka 8: Výsledky MCT – Strenght Symmetry – Deviation from Symmetry	66
Tabulka 9: Výsledky RWS – Directional control	68
Tabulka 10: Výsledky Head Shake – SOT COND2 – Equilibrium score	69
Tabulka 11: Výsledky Head Shake – SOT COND2 – Equilibrium score Ratio.....	70
Tabulka 12: Výsledky Head Shake – SOT COND5 – Equilibrium score	71
Tabulka 13: Výsledky Head Shake – SOT COND5 – Equilibrium score Ratio.....	71

Příloha č. 6 – Seznam grafů

Graf 1: Výsledky SOT – Equilibrium score	60
Graf 2: Výsledky MCT – Latency	63
Graf 3: Výsledky MCT – Deviation from Symmetry.....	67
Graf 4: Výsledky Head Shake - SOT COND2 a COND5 - Equilibrium score.....	72
Graf 5: Výsledky Head Shake - SOT COND2 a COND5 - Equilibrium score Ratio ...	73