

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Bc. Jiřina Trnková**

**Kardiorespirační zdatnost  
výkonnostních pole dance tanečnic**

**Diplomová práce**

Praha 2022

Autor práce: **Bc. Jiřina Trnková**

Vedoucí práce: **MUDr. Barbora Kalendová**

Odborný konzultant práce: **Mgr. Jakub Novák**

Oponent práce: **MUDr. Jan Pokorný**

Datum obhajoby: **13. 9. 2022**

## Bibliografický záznam

TRNKOVÁ, Jiřina. *Kardiorespirační zdatnost výkonnostních pole dance tanečnic*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2022, 90 s. Vedoucí diplomové práce: MUDr. Barbora Kalendová.

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá kardiorespirační zdatností výkonnostních pole dance tanečnic. Teoretická část práce popisuje specifika zátěže při pole dance a její vliv na organismus. Dále práce obsahuje úvod do zátěžové fyziologie a diagnostiky.

Metodika: Výzkumu se účastnilo 8 výkonnostních pole dance tanečnic soutěžících v kategorii ženy profesionálky/elite. Všechny probandky absolvovaly dvě měření – laboratorní a terénní zátěžový test. Při laboratorním zátěžovém testu do maxima byla hodnocena kardiorespirační zdatnost probandek. Terénní zátěžový test zkoumal intenzitu zátěže při simulované soutěži v pole sport. Zátěžové parametry byly u obou testů monitorovány pomocí přenosného metabolického analyzátoru VO<sub>2</sub> Master Pro.

Výsledky: Při spiroergometrickém testu do maxima byly naměřeny průměrné hodnoty VO<sub>2peak</sub> 46,1 ml/min/kg a W<sub>peak</sub> 3,7 W/kg. Kardiorespirační zdatnost probandek byla v porovnání s běžnou populací nadprůměrná ( $< 0,03 < p < 0,04$ ). Při pole dance sestavě se probandky průměrně pohybovaly v 86 % TF<sub>max</sub> (158 bpm) a 79 % VO<sub>2peak</sub> (36,2 ml/min/kg) s maximem v 96 % TF<sub>max</sub> (178 bpm) a 110 % VO<sub>2peak</sub> (50,6 ml/min/kg). Průměrně se probandky pohybovaly více než polovinu času nad úrovní ANP ( $p = 0,019$ ).

Závěr: Výkonnostní pole dance tanečnice jsou nadprůměrně zdatné (VO<sub>2peak</sub> je vyšší než normativní hodnoty pro daný věk ( $< 0,03 < p < 0,04$ )). Zátěž při soutěžní pole sport sestavě vyžaduje významné energetické a metabolické nároky, více než polovina času soutěžní zátěže je nad úrovní ANP ( $p = 0,019$ ).

## Klíčová slova

Pole dance, pole sport, kardiorespirační zdatnost, VO<sub>2</sub> master, zátěžová diagnostika

## **Bibliographical record**

TRNKOVÁ, Jiřina. *Cardiorespiratory fitness in professional pole dancers*. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, 2022, 90 p. Supervisor MUDr. Barbora Kalendová

## **Abstract**

This thesis is devoted to cardiorespiratory fitness in professional pole dancers. The theoretical part describes the specifics of pole dance exercise and its effect on human body. The thesis further contains the introduction to exercise physiology and diagnostics.

Methods: 8 performance female pole dancers competing in professional/elite category took part in the study. All probands completed two exercise tests – a laboratory and a field exercise test. Probands' cardiorespiratory fitness was assessed in a laboratory maximal exercise test. In field exercise test we investigated the exercise intensity in a simulated pole sport competition. Exercise variables were monitored in both tests using a portable metabolic analyzer VO<sub>2</sub> Master Pro.

Results: The average values during maximal spiroergometry test were VO<sub>2peak</sub> 46,1 ml/min/kg a W<sub>peak</sub> 3,7 W/kg. Probands' cardiorespiratory fitness was above average ( $< 0,03 < p < 0,04$ ). The average pole dance performance intensity was 89 % TF<sub>max</sub> (158 bpm) and 79 % VO<sub>2peak</sub> (36,2 ml/min/kg), the peak values were 96 % TF<sub>max</sub> (178 bpm) and 110 % VO<sub>2peak</sub> (50,6 ml/min/kg). More than a half of the pole dance performance was performed above the intensity of anaerobic threshold ( $p = 0.019$ ).

Conclusions: Performance pole dancers are more fit than the average population (VO<sub>2peak</sub> is higher than normative data for different ages ( $< 0,03 < p < 0,04$ )). The pole dance performance requires significant energetic and metabolic demands, more than a half of the performance is performed above the intensity of anaerobic threshold ( $p = 0.019$ ).

## **Keywords**

Pole dance, pole sport, cardiorespiratory fitness, VO<sub>2</sub> master, exercise testing

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením MUDr. Barbory Kalendové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 9. 8. 2022

Bc. Jiřina Trnková

## **Poděkování**

Velké díky patří vedoucí mé práce MUDr. Barboře Kalendové za nesmírnou ochotu, pomoc a cenné rady. Za statistické zpracování dat a podporu při psaní práce děkuji Mgr. Václavu Peckovi. Dále bych ráda poděkovala MUDr. Jiřímu Dostalovi za odborné rady a laskavé propůjčení prostor a vybavení Centra sportovní medicíny. Za propůjčení prostor tanečního studia PolPole mnohokrát děkuji Šárce Tůmové. Poděkování patří i všem účastnicím výzkumu za ochotu zúčastnit se měření. V neposlední radě děkuji odbornému konzultantovi této práce Mgr. Jakubu Novákovi.

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	7
<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	9
<b>ÚVOD</b> .....	11
<b>1 PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	12
<b>1.1 POLE DANCE</b> .....	12
<b>1.1.1 Charakteristika pole dance</b> .....	12
1.1.1.1 Historie .....	12
1.1.1.2 Taneční styly .....	12
1.1.1.3 Organizace sportu .....	13
1.1.1.4 Metodika výuky .....	14
<b>1.1.2 Fyziologické aspekty pole dance</b> .....	15
1.1.2.1 Svalová síla .....	15
1.1.2.2 Flexibilita .....	17
1.1.2.3 Posturální stabilita .....	18
1.1.2.4 Neuromuskulární koordinace .....	19
1.1.2.5 Propriocepce a exterocepce .....	20
1.1.2.6 Kardiorespirační systém .....	21
1.1.2.7 Bolest .....	23
1.1.2.8 Psychika .....	23
1.1.2.9 Zranění .....	24
<b>1.2 TĚLESNÁ ZÁTĚŽ</b> .....	25
<b>1.2.1 Typy tělesné zátěže</b> .....	25
1.2.1.1 Dynamická zátěž .....	25
1.2.1.2 Statická zátěž .....	26
<b>1.2.2 Klasifikace sportů dle typu a intenzity tělesné zátěže</b> .....	26
<b>1.3 ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA VE SPORTU</b> .....	28
<b>1.3.1 Indikace</b> .....	28
<b>1.3.2 Kontraindikace</b> .....	28
<b>1.3.3 Technické a personální vybavení</b> .....	28
<b>1.3.4 Typy zátěžové diagnostiky</b> .....	29
<b>1.3.5 Spiroergometrické vyšetření</b> .....	29
1.3.5.1 Zátěžové protokoly .....	29
1.3.5.2 Zátěžové testy .....	30
1.3.5.3 Hodnocené parametry při spiroergometrii .....	30
<b>2 CÍLE A HYPOTÉZY</b> .....	34
<b>2.1 CÍLE PRÁCE</b> .....	34
<b>2.2 HYPOTÉZY</b> .....	34
<b>3 METODIKA</b> .....	35
<b>3.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU</b> .....	35
<b>3.1.1 Inkluzivní kritéria</b> .....	35
<b>3.1.2 Exkluzivní kritéria</b> .....	35

<b>3.2</b>	<b>PROTOKOL</b> .....	<b>36</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Laboratorní vyšetření</b> .....	<b>36</b>
3.2.1.1	Zdravotní anamnestický dotazník .....	36
3.2.1.2	Tréninkový dotazník .....	37
3.2.1.3	Screeningový dotazník LEAF-Q .....	37
3.2.1.4	Spirometrické vyšetření.....	37
3.2.1.5	Měření klidového EKG a krevního tlaku .....	38
3.2.1.6	Spiroergometrické vyšetření .....	38
<b>3.2.2</b>	<b>Terénní zátěžový test</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3</b>	<b>VYBAVENÍ</b> .....	<b>40</b>
<b>3.3.1</b>	<b>VO<sub>2</sub> Master Pro</b> .....	<b>40</b>
<b>3.4</b>	<b>ANALÝZA DAT</b> .....	<b>41</b>
<b>3.5</b>	<b>STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT</b> .....	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>CHARAKTERISTIKA SOUBORU</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>LABORATORNÍ ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>TERÉNNÍ ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>SROVNÁNÍ MEZI LABORATORNÍM A TERÉNNÍM VYŠETŘENÍM</b> .....	<b>47</b>
<b>4.5</b>	<b>VÝSLEDKY K HYPOTÉZÁM</b> .....	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>56</b>
<b>5.1</b>	<b>DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>56</b>
<b>5.2</b>	<b>DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>61</b>
5.2.1	Diskuze k charakteristice souboru .....	61
5.2.2	Diskuze k výsledkům laboratorního zátěžového vyšetření.....	62
5.2.3	Diskuze k výsledkům terénního měření.....	64
<b>ZÁVĚR</b>	.....	<b>67</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM</b>	.....	<b>68</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	.....	<b>76</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....		<b>77</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....		<b>78</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....		<b>79</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....		<b>80</b>



## SEZNAM ZKRATEK

ACSM = American College for Sports Medicine

ANP = anaerobní práh

AP = aerobní práh

BMI = body mass index (index tělesné hmotnosti)

bpm = beat per minute (tepy za minutu)

bpm = breath per minute (počet dechů za minutu)

COP = center of pressure (centrum tlaku)

CPOCH = Czech Pole Championship

CPO = centrální periferní odpor

CR10 = Category-Ratio scale 10

df = degrees of freedom (stupně volnosti)

DF = dechová frekvence

DF<sub>max</sub> = maximální dechová frekvence

EC = energy cost (výdej energie)

EKG = elektrokardiografie

FEV<sub>1</sub> = forced expiratory volume in one second (jednosekundová vitální kapacita)

G = tíhová síla

GAISF = Global Association of International Sports Federation

IPSF = International Pole Sports Federation

Kcal = kilokalorie

L = bederní obratel

LEAF-Q = Low energy availability in females questionnaire (dotazník nízké energetické dostupnosti sportujících žen)

mmHg = milimetry rtuťového sloupce

mmol = milimol

MET = metabolic equivalent of task (metabolický ekvivalent úkolu)

MSV = minutový srdeční výdej

MŠMT = Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

MVC = maximal voluntary contraction (maximální volní kontrakce)

n = počet

p = hodnota statistické významnosti

p = hodnota v Shapiro-Wilk testu

RED-S = Relative energy deficiency in sport (sy. relativní energetické nedostatečnosti)

RER = respiratory exchange ratio (respirační výměnný koeficient)

RPE = rate of perceived exertion (subjektivní vnímání namáhavosti zatížení)

SD = standard deviation (směrodatná odchylka)

SF = srdeční frekvence

SF<sub>peak</sub> = nejvyšší naměřená srdeční frekvence

SF<sub>max</sub> = maximální srdeční frekvence

t = hodnota t-testu

TF = tepová frekvence

TF<sub>AP</sub> = tepová frekvence při aerobním prahu

TF<sub>ANP</sub> = tepová frekvence při anaerobním prahu

TF<sub>max</sub> = maximální tepová frekvence

TK = krevní tlak

TK<sub>s</sub> = systolický krevní tlak

TK<sub>d</sub> = diastolický krevní tlak

TV = tidal volume (dechový objem)

TV<sub>max</sub> = maximal tidal volume (maximální dechový objem)

VC = vitální kapacita

VE = ventilace

VE<sub>max</sub> = maximální ventilace

VCO<sub>2</sub> = výdej oxidu uhličitého

VO<sub>2</sub> = příjem kyslíku

VO<sub>2max</sub> = maximální příjem kyslíku

VO<sub>2peak</sub> = nejvyšší příjem kyslíku

VT1 = ventilatory threshold 1 (první ventilační práh)

VT2 = ventilatory threshold 2 (druhý ventilační práh)

W = watt

W = výkon

W = hodnota v Shapiro-Wilk testu

W170 = index W170

W<sub>peak</sub> = nejvyšší naměřený výkon

∑ = sumace

## ÚVOD

Pole dance je moderní sport, který kombinuje prvky tance a akrobacie na vertikální tyči. V České republice se pole dance věnuje přes šest tisíc dětí a dospělých, přibližně čtvrtina z nich se účastní národních i mezinárodních soutěží. Společným cílem pole dance komunity je vytvářet prostředí, které by podporovalo fyzické i psychické zdraví všech sportovců, ať už se věnují pole dance rekreačně nebo na vrcholové úrovni. I přes celosvětově rostoucí zájem o tuto aktivitu jsou však odborné zdroje na toto téma zatím velmi limitované. Většina dostupných studií navíc popisuje pole dance zejména jen jako fenomén sociologický, psychologický a kulturní. Teprve v posledních pár letech se objevily první výzkumy, které se zabývají pole dance jako pohybovou aktivitou, která má své benefity i rizika.

Mezi hlavní cíle této práce patřilo rešeršní zpracování zdravotních aspektů pole dance. Byla popsána specifika zátěže při pole dance a její vliv na organismus. Teoretická část práce se dále věnuje vybraným oblastem zátěžové fyziologie a diagnostiky, na které navazuje výzkumná část práce.

V rámci experimentální části práce byla měřena kardiorespirační zdatnost výkonnostních pole dance tanečnic. K hodnocení byly použity laboratorní i terénní zátěžové testy. Cílem výzkumu bylo popsat intenzitu a typ zátěže při pole dance soutěži.

# 1 PŘEHLED POZNATKŮ

## 1.1 POLE DANCE

Pole dance je moderní sport, který kombinuje prvky tance a akrobacie na vertikální tyči (Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020). V současné době patří mezi nejpobulárnější disciplíny vzdušné akrobacie a moderního cirkusu (Ruscello et al., 2017). Pole dance může být považován za kardiorespirační zátěž střední intenzity, která při pravidelném tréninku vede k výraznému zvýšení aerobní kapacity, svalové síly, flexibility a motorické koordinace. (Nicholas et al., 2019; Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020; Ballarin et al., 2021)

### 1.1.1 Charakteristika pole dance

Pole dance bývá nejčastěji přirovnáván ke gymnastice (moderní i sportovní). Mnoho prvků z gymnastiky vychází, narozdíl od ní jsou však všechny prováděny s pomocí tyče. Některé prvky jsou tak z hlediska provedení s tyčí snazší, některé těžší. Tyč umožňuje jedinci šplhat, vytvářet rotace, provádět invertory (pozice hlavou dolů), výdrže, pózy, triky (silové a flexibilní), lify (zvedání těla), přechody, akrobatické prvky, skluzy a další statické a dynamické prvky. (Ruscello et al., 2017; Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020; International Pole and Aerial Sports Federation, 2021)

#### 1.1.1.1 Historie

Prvopočátky akrobacie na tyči jsou známy ze starověké Indie (tzv. mallakhamb) a Číny (tzv. chinese pole) (Burt, 2010). Pole dance, jak jej známe dnes, se začal vyvíjet koncem 20. století. Popularita nočních klubů přinesla fenomén, který si postupem času našel své místo u veřejnosti a vyvinul se v oficiálně uznaný, celosvětově populární sport. (Dale, 2013; Fennell, 2022).

#### 1.1.1.2 Taneční styly

Pole dance je zastřešující pojem pro několik různých tanečních stylů a disciplín. Jako mladý sport se neustále vyvíjí a nabízí velký prostor pro kreativitu a vznik nových prvků, kombinací prvků a celých tanečních stylů. (Jensen, 2015; Fennell, 2018; (Nicholas, 2019a)

Nejrozšířenější a nejoficiálnější formou pole dance je *pole sport*. Organizace

GAISF (Global Association of International Sports Federation) jej definuje následovně: „*Pole sport je výkonnostní sport, který kombinuje prvky tance a akrobacie na vertikální tyči. Pole sport vyžaduje velkou fyzickou i mentální námahu, sílu a vytrvalost ke zvednutí, držení a roztočení těla. Pro technicky správné provedení prvků a linií je zapotřebí vysoký stupeň flexibility*“ (Global Association of International Sports Federation, 2017).

Právě GAISF zařadila pole dance mezi oficiální sporty a udělila organizaci IPSF (International Pole Sports Federation) tzv. observer status, díky kterému je pole sport blíže k zařazení mezi olympijské sporty. (Fennell, 2022)

Mezi další formy pole dance patří např. *pole art* nebo *pole exotic*. Tyto styly kladou hlavní důraz na taneční choreografii, kreativitu a umělecký dojem. Součástí vystoupení často bývají různé doplňky nebo rekvizity. I v těchto disciplínách se pořádají národní i mezinárodní soutěže. (Fennell, 2018)

### 1.1.1.3 Organizace sportu

Pole dance patří mezi rekreační tělovýchovné aktivity a výkonnostní sport. (Máček a Radvanský, 2011; Fennell, 2022). Je přístupný ženám i mužům všech věkových kategorií (Nawrocka et al., 2017; Nicholas, 2019a).

V České republice se pole dance vyučuje od roku 2008, dnes je zde více než 70 pole dance studií. V roce 2021 proběhlo první „Sčítání pole dancerů v ČR“, podle kterého se této aktivitě v ČR věnuje přes šest tisíc sportovců, přičemž čtvrtinu tvoří děti a junioři. Přibližně čtvrtina sportovců se účastní soutěží (European pole dance federation, 2021).

Závodníci se mohou účastnit národních i mezinárodních soutěží v několika věkových kategoriích: děti (6-10 let), junioři (10-17 let), dospělí (18-39, 40+ a 50+ let). Jednotlivé věkové kategorie se dále dělí dle výkonnosti (amatér/profesionál/elite). Samostatné kategorie jsou též pro závodníky s disabilitou. (Fennell, 2018; International Pole Sports Federation, 2021)

Podobně jako u dalších estetických sportů (moderní gymnastika, krasobruslení, tanec atd.) je výsledná sestava hodnocena skupinou porotců na základě kódu prvků. Hodnotí se povinné prvky, technické bonusy, technické srážky a celkový umělecký dojem choreografie. (Ruscello et al., 2017; International Pole Sports Federation, 2021)

#### 1.1.1.4 Metodika výuky

Pole dance se vyučuje v tanečních pole dance studiích ve formě individuálních nebo skupinových lekcí. Lekce vedou akreditovaní pole dance instruktoři (kurz Instruktor Pole Dance je akreditovaný MŠMT v oboru taneční sporty). (Nicholas, 2019a; Akreditace programu Instruktor Pole Dance, 2020)

Konkrétní podoba lekce pole dance je závislá na pokročilosti účastníků (začátečníci, středně pokročilí, pokročilí) a na tanečním stylu nebo zaměření lekce (pole sport, pole art, pole exotic, pole fitness a další). Některé lekce jsou zaměřené více na taneční choreografii, některé na trénink nových prvků. (Jensen, 2015)

Typická skupinová lekce pole dance obvykle kombinuje obě výše zmíněné složky a trvá celkem 60 minut (Griffiths, 2015). Zpravidla obsahuje čtyři základní části: warm-up, trénink nových dovedností (nové prvky, spiny atd.), trénink kombinací (několik prvků za sebou včetně tanečních prvků na zemi, někdy doprovázeno hudbou) a cool-down. (Nicholas, 2019a)

Warm-up typicky sestává z aerobní aktivity (běh na místě, skoky) a dynamického strečinku (10 minut). Následuje specifický warm-up s využitím tyče (5 minut). (Nicholas et al., 2019)

Trénink nových dovedností (tzv. skill-based training) většinou trvá cca 20 minut. V této části se studenti učí nové prvky. Nejprve účastníci lekce sledují instruktora, jak prvek předvádí a vysvětluje. Následně účastníci lekce prvek zkusí – samostatně nebo s dopomocí instruktora. Typicky se účastník lekce pokusí o prvek, izometricky v něm vydrží několik sekund a poté se z něj vymanévruje zpět na zem a odpočívá (dokud si neodpočine nebo dokud nepřijde instruktor, který účastníka lekce pojistí a pomůže se správným provedením). (Nicholas et al., 2019)

Trénink kombinací (tzv. combination/ routine-based training) trvá většinou cca 20 minut. Instruktor naučí studenty propojení různých prvků do kombinace nebo choreografie do hudby. Tyto kombinace mohou být na statické nebo spinové tyči, oba režimy se v průběhu lekce většinou střídají. (Jensen, 2015; Nicholas, 2019a)

Poslední částí lekce je cool-down (5 minut). Zahrnuje obvykle několik cviků pro protažení a uvolnění svalů horní a dolní poloviny těla. (Nicholas et al., 2019)

## 1.1.2 Fyziologické aspekty pole dance

Pole dance dnes patří k vyhledávané sportovní aktivitě pro děti i dospělé po celém světě. Taneční studia jej běžně propagují jako aktivitu, která zlepšuje fyzickou zdatnost a má mnoho dalších zdravotních benefitů (Donaghue, Kurz a Whitehead, 2011). Existuje však velmi limitovaný počet vědeckých prací, které by efekt pole dance jako fyzické aktivity zkoumaly. Většina výzkumů v oblasti pole dance byla zaměřena na jeho vliv sociologický, kulturní a psychologický (Holland, 2010; Jensen, 2015; Fennell, 2018; Nicholas et al., 2019; Cinti et al., 2022).




Následující kapitola shrnuje současně dostupné poznatky o pole dance jako fyzické aktivitě. Popisuje vliv pravidelného tréninku pole dance na vybrané oblasti tělesného a psychického zdraví.

### 1.1.2.1 Svalová síla

Základním principem pole dance je nesení váhy vlastního těla pomocí úchopu horních končetin. V kontaktu s tyčí mohou být obě ruce současně, někdy ale tělo visí pouze na jedné úchopové končetině (nebo jiné části těla). Z tohoto důvodu je pak síla stisku zcela zásadní nejen pro technicky správné provedení prvků, ale zejména pro bezpečný průběh provádění pohybu. Základní pozice ruky na tyči jsou uvedeny na obrázku 1. (International Pole Sports Federation, 2021)

*Obrázek 1 - Pozice ruky na tyči*


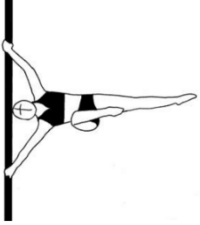
Hand positions – thumbs up, thumbs down, cup grip

	<p><b>Thumbs Up</b> In this position, the thumb goes around the aerial pole on the opposite side to the other fingers, thumb on top. The direction of the thumbs is always the same as the position of the torso and head, e.g., if the torso/head is facing upwards, thumbs up position is required.</p>
	<p><b>Thumbs Down</b> In this position, the thumb goes around the aerial pole on the opposite side to the other fingers, thumb at the bottom. The direction of the thumbs is always the same as the position of the torso and head, e.g., if the torso/head is facing downwards, thumbs down position is required.</p>
	<p><b>Cup Grip</b> In cup grip position, the thumb is on the same side as the rest of the fingers of the hand.</p>

*Zdroj: Code of Points IPSF 2021-2022, str. 12 (International Pole Sports Federation)*

Velkou část pole dance prvků tvoří tzv. silové prvky. Silové prvky poukazují na sílu paží, středu těla a dolních končetin. Dle IPSF by měl atlet silové prvky držet a kontrolovat po dobu nejméně dvou sekund, aby mohly být uznány. Ukázka silových prvků je na obrázku 2. (International Pole Sports Federation, 2021)

*Obrázek 3 - Silové pole sport prvky*

S56	Elbow/Neck Hold Straddle		<p><b>0.8</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hold the position:</b> a minimum of 2 seconds</li> <li>- <b>Points of contact:</b> crook of elbows and back of neck, shoulders (optional), biceps/triceps (optional)</li> <li>- <b>Arm position:</b> both elbows are around the pole (wrapping from behind the pole) on either side of the head</li> <li>- <b>Grip:</b> elbow grip (both arms)</li> <li>- <b>Leg position:</b> both legs are fully extended in straddle position, hips are naturally aligned to body position, legs are even</li> <li>- <b>Body position:</b> torso is at a 90° angle to the pole</li> </ul>
S57	Iron Flag Bottom Leg Passé		<p><b>0.8</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hold the position:</b> a minimum of 2 seconds</li> <li>- <b>Points of contact:</b> both hands</li> <li>- <b>Arm position:</b> both arms are fully extended</li> <li>- <b>Grip:</b> grip of choice</li> <li>- <b>Leg position:</b> upper leg is fully extended, lower leg is bent</li> <li>- <b>Body position:</b> full upper body (head to hips) and upper leg at a 90° angle to the pole in straight line and facing in the same direction, with a tolerance of not more of 20°</li> </ul>

*Zdroj: Code of Points IPSF 2021-2022, str. 43 (International Pole Sports Federation)*

Jedním z nejobecněji známých faktů o pravidelném pole dance tréninku je jeho pozitivní vliv na nárůst svalové hmoty a síly (Coelho, Brasilino a Morales, 2017; Nawrocka et al., 2017; Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020, Ballarin et al., 2021).

Pole dance tanečnice vykazují oproti netrénovaným ženám vyšší sílu stisku (průměrně o 19 % na pravé horní končetině a o 13 % na levé horní končetině). Síla stisku byla měřena pomocí ručního dynamometru. (Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020b).

Sílu stisku u pole dance tanečnic měřila též autorka Nawrocka et al. (Nawrocka et al., 2017). Dle výsledků studie (měření probíhalo u 52 tanečnic) síla stisku stoupá úměrně s pokročilostí. Ze skupiny začátečnic, středně pokročilých a pokročilých pole dance tanečnic byly nejvyšší hodnoty naměřeny u pokročilých pole dance tanečnic. Zároveň byly ve všech skupinách naměřeny vyšší hodnoty síly stisku na pravé (dominantní) ruce oproti levé ruce. (Nawrocka et al., 2017)

Podobné výsledky prezentuje i autorka Ballarin et al., která měřila u pole dance tanečnic tělesné složení (Ballarin et al., 2021). Uvádí, že pole dance tanečnice mají oproti kontrolní skupině žen o stejném BMI méně tělesné tukové tkáně, konkrétně pak více



svalové hmoty na horních končetinách a méně tukové tkáně na horních končetinách. I tato studie popisuje závislost výsledků na pokročilosti v pole dance – pokročilé tanečnice (déle než 2 roky tréninku) měly oproti začátečnicím méně tukové tkáně při srovnatelném BMI. (Ballarin et al., 2021)


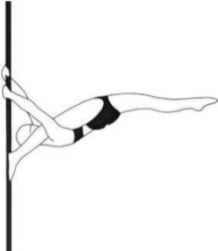
Tělesné složení u pole dance tanečnic bylo též zmapováno v rámci longitudinální studie. Autoři Coelho, Brasilino a Morales popisují, že trénink pole dance 2krát týdně 60 minut po dobu 6 měsíců vedl u 11 měřených žen ke snížení tukové tělesné hmoty z  $21,5 \pm 3,4\%$  na  $16,2 \pm 2,9\%$  a ke zvýšení svalové hmoty z  $23,6 \pm 3,5$  kg na  $26,4 \pm 3,2$  kg. (Coelho, F. Brasilino a Morales, 2017).

Ke zvýšení svalové síly pak vede nepochybně absolutní nárůst svalové hmoty, nicméně i redukce tělesné hmoty může vést k relativnímu nárůstu síly (Coelho, F. Brasilino a Morales, 2017).

### 1.1.2.2 Flexibilita

Flexibilita a vědomá kontrola pohybu v celém rozsahu pohybu je jedním ze základních předpokladů pro pole dance (Nicholas, 2019a). Dle kódu prvků IPSF je během pole sport soutěže hodnocena flexibilita dolních končetin, páteře a ramen. Pokud jsou prvky provedeny v plném rozsahu, jsou hodnoceny vyšším skóre. Ukázka flexibilních prvků je na obrázku 3. (International Pole Sports Federation, 2021)

*Obrázek 4 - Flexibilní pole sport prvky*

F71	Rainbow Marchenko Back Bend Scissor		<p>0.9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hold the position:</b> a minimum of 2 seconds</li> <li>- <b>Points of contact:</b> underarm, hand of inside arm, side of torso, and thighs</li> <li>- <b>Arm position:</b> inside arm is in flag grip, outside arm is fully extended and holding the inside leg at ankle/calf</li> <li>- <b>Grip:</b> flag grip</li> <li>- <b>Leg position:</b> both legs are fully extended on the same side as the body</li> <li>- <b>Body position:</b> inverted, back bend, chest is facing downwards</li> </ul>
F72	Russian Split		<p>0.9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hold the position:</b> a minimum of 2 seconds</li> <li>- <b>Points of contact:</b> sole of one foot, both hands</li> <li>- <b>Arm position/grip:</b> basic or cup grip, arms are fully extended</li> <li>- <b>Leg position:</b> both legs are fully extended in split position.</li> <li>- <b>Angle of split:</b> a minimum of 190°</li> </ul>

*Zdroj: Code of Points IPSF 2021-2022, str. 31 (International Pole Sports Federation)*

Bez adekvátní flexibility (podobně jako např. u moderní gymnastiky) není možné určité flexibilní prvky provést. Adekvátní flexibilita umožňuje pohyby provést technicky správně, s lehkostí a elegancí a přináší lepší výsledky na soutěžích (Batista, Garganta a Ávila-Carvalho, 2019).

Přestože je cílem cviky provádět na obě strany, ve skutečnosti často gymnasti a tanečnici trénují dané pohyby pouze na preferovanou stranu, což může mít vliv na jednostranné přetížení. Tento přístup je z krátkodobého hlediska výhodný, z dlouhodobého hlediska však může přispívat k patologiím. (Batista, Garganta a Ávila-Carvalho, 2019)

Flexibilita byla u pole dance tanečnic zkoumána zatím pouze v rámci jediné studie. Hodnocena byla flexibilitu hamstringů a bederní páteře pomocí Sit and Reach Testu. Vyšetřovaný provádí vsedě s nataženými dolními končetinami maximální flexi v kyčelních kloubech a páteři s cílem dosáhnout dlaněmi co nejdále. Skupina pole dance tanečnic průměrně dosáhla  $17,38 \pm 8,41$  cm za úroveň chodidel, kontrolní skupina (netrénované ženy) výrazně méně ( $4,25 \pm 8,02$  cm). Ve stejném testu dosáhly elitní juniorské rytmické gymnastky  $22,16 \pm 3,53$  cm. (Douda et al., 2008; Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020)

### 1.1.2.3 Posturální stabilita

Posturální stabilita je základním předpokladem pro téměř jakýkoli pohyb. Nároky na posturální stabilitu jsou vyšší, pokud je třeba udržet stabilitu na nerovném povrchu nebo během náhlého vychýlení (Zemková a Zapletalová, 2022).

Pole dance prvky kombinují několik specifických výzev pro kontrolu těla v prostoru – pohyb ve výšce, pohyb proti působení gravitačního pole, rotační pohyby, pozice hlavou dolů a další (Ruscello et al., 2017). Výše popsané aspekty pohybu na tyči se navíc neustále libovolně kombinují. Kladou tak vysoké nároky na zajištění posturální stability při současné snaze o eleganci a plynulost pohybu (Batista, Garganta a Ávila-Carvalho, 2019).

Posturální stabilitu u pole dance tanečnic zkoumala autorka Nawrocka et al. Na stabilometrické plošině byly měřeny změny COP (center of pressure, centrum tlaku) vestoje u skupiny 52 tanečnic. Při porovnání začátečnic, středně pokročilých a pokročilých pole dance tanečnic byly nejmenší výchylky COP naměřeny u nejpokročilejších tanečnic. Pravidelný trénink pole dance může přispět k výraznému zlepšení posturální stability. (Nawrocka et al., 2017)

Podobné výsledky byly zjištěny u gymnastek. Vyšší pokročilost v gymnastice je spojena s lepší stabilitou a kontrolou COP (v tomto případě probíhalo měření nejen ve stoje, ale i ve stojce, kdy též úroveň pokročilosti korelovala se schopností kontroly COP) (Omorczyk et al., 2018). Je tedy zřejmé, že při tréninku gymnastických dovedností se balanční schopnosti zlepšují (Carrick et al., 2009; Luo a Sun, 2017).

#### 1.1.2.4 Neuromuskulární koordinace

Dle Ruscella et al. je při pole dance stejně jako v gymnastice zapotřebí neuromuskulární koordinace k tomu, aby byly drženy jednotlivé prvky a střídány různé druhy kvalit pohybu (Ruscello et al., 2017). Dle IPSF musí být všechny prvky prováděny technicky správně, přirozeně, elegantně, s vhodnou taneční interpretací, bez sklouznutí nebo ztráty rovnováhy (International Pole Sports Federation, 2021).

Nároky na koordinaci pohybu se liší v závislosti na režimu tyče. Pole dance tyč má dva režimy – statický a spinový (Nicholas, 2019a). Statická tyč se nepohybuje, spinová tyč se protáčí. Oba režimy umožňují jedinci vytvářet rotace. Kontrola rotace a její rychlosti, plynulosti nebo délky trvání je jedním z hodnocených parametrů dle IPSF (International Pole Sports Federation, 2021). Rotační pohyby mohou dosahovat rychlosti  $\approx 400^\circ/\text{s}$  (Ruscello et al., 2017).

Další složkou kinematiky pole dance jsou antigravitační komponenty. Při pole dance je nutné překonávat gravitaci pomocí šplhu. Někdy je naopak třeba respektovat gravitaci při kontrolovaných pádech, kdy sportovkyně vlivem náhlého zastavení čelí přetížení až 3 G. Autor Ruscello et. odhaduje, že u pole dance tanečnic pravděpodobně dochází k adaptaci vestibulárního systému na tuto specifickou zátěž. (Ruscello et al., 2017)

Z podobného úsudku vycházela i Balter et al., která měřila senzitivitu vestibulárního systému u juniorských reprezentantek v gymnastice. Cílem studie bylo zjistit, zdali jsou lepší balanční schopnosti gymnastek spojeny s funkčnějším (senzitivnějším na změnu) labyrintem. Tento předpoklad se však nepotvrdil. Výsledky naznačují, že zlepšení je pravděpodobně výsledkem lepší motorické kontroly a lepšího vnímání proprioceptivních vjemů. Funkční vestibulární systém nicméně hraje roli při procesu učení se novým pohybům v pomalé rychlosti. Naopak u rychlých pohybů je pak více zapojena vizuální kontrola. (Balter et al., 2004)

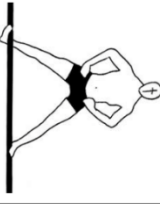
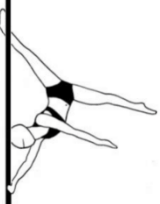
### 1.1.2.5 Propriocepce a exterocepce

Propriocepce je významným komponentem senzomotorického systému. Je zodpovědná za přesný, plynulý a koordinovaný pohyb. Obzvláště technické sporty vyžadují vyšší motorickou kontrolu a schopnost vnímat polohu těla v prostoru. (Suetterlin a Sayer, 2014; Han et al., 2015; Barlow, 2018)

Bylo zjištěno, že gymnasté mají lepší propriocepci nejen v porovnání s běžnou populací, ale též oproti jiným profesionálním sportovcům (Lephart et al., 1996; Danion, Boyadjian a Marin, 2000; Vuillerme, Teasdale a Nougier, 2001). Podobně profesionální baletní tanečníci vykazují lepší schopnost vnímání vlastního těla a polohy těla v prostoru oproti kontrolní skupině netanečnicků (Ramsay a Riddoch, 2001) a fyzioterapeutů (Kiefer et al., 2013).

V pole dance je vnímání vlastního těla klíčové nejen z důvodu estetického, ale zejména z důvodu bezpečnosti. V kontaktu s tyčí jsou nejčastěji horní končetiny, zejména dlaně, které obsahují největší hustotu mechanoreceptorů (Terjung, 2011). V některých prvcích je ale kontaktní plochou pouze podkolenní jamka, podpaží nebo někdy jen nárt, palec na noze apod. V oblasti dolních končetin a zad je však hustota mechanoreceptorů naopak nejnižší. Ukázka atypických kontaktních ploch, pomocí kterých pole dance tanečníci drží na tyči, je na obrázku 4. V odborné literatuře zatím propriocepce ani exterocepce u pole dance tanečnicků nebyla popsána. (Terjung, 2011; Ruscello et al., 2017; International Pole and Aerial Sports Federation, 2021)

*Obrázek 5 - Atypické kontaktní plochy u vybraných pole sport prvků*

S59	X Pose		0.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hold the position:</b> a minimum of 2 seconds</li> <li>- <b>Points of contact:</b> both feet, ankle of top leg (optional)</li> <li>- <b>Arm position/grip:</b> arms in fixed position of choice with no contact with the pole</li> <li>- <b>Leg position:</b> both legs are fully extended</li> <li>- <b>Body position:</b> torso is at 90° to the pole</li> </ul>
S60	Butterfly Extended Twist One Hand		0.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hold the position:</b> a minimum of 2 seconds</li> <li>- <b>Points of contact:</b> one hand, opposite foot, shin (optional)</li> <li>- <b>Arm position/grip:</b> one arm is extended and holding the pole above the head, the other arm is in fixed position of choice with no contact with the pole</li> <li>- <b>Leg position:</b> both legs are fully extended, one foot has contact with the pole, opposite leg is extended away from the pole</li> <li>- <b>Body position:</b> inverted</li> </ul>

*Zdroj: Code of Points IPSF 2021-2022, str. 44 (International Pole Sports Federation)*

Pole dance patří mezi disciplíny nového cirkusu, kde i přes všechny bezpečnostní opatření je evidentní, že akrobatický trénink přináší rizika a bezpečnost akrobata je závislá na jeho schopnostech (Leles a Camargo, 2022). V neposlední řadě je důležité zmínit, že schopnost těla držet na tyči je závislá nejen na svalové síle, ale též přilnavosti těla k povrchu tyče. Pocení rukou (a jiných částí těla) je významným limitujícím faktorem při pole dance tréninku a zhoršuje schopnost kontroly úchopu. (Ruscello et al., 2017). Pole dance tanečníci používají pro zlepšení úchopu různé pomůcky a přípravky podobně jako horolezci. (Gürer a Yıldız, 2015)

### 1.1.2.6 Kardiorespirační systém

Pravidelný trénink pole dance může vést nejen ke zvýšení svalové síly, flexibility a motorické koordinace, ale také aerobní kapacity. (Nicholas et al., 2019; Naczk, Kowalewska a Naczk, 2020; Ballarin et al., 2021)

Fyziologické a metabolické nároky 60minutové skupinové lekce pole dance popsala autorka Nicholas et al. (2019). Studie se zúčastnilo 14 pokročilých pole dance tanečnic. Hodnocena u nich byla tepová frekvence (TF), spotřeba kyslíku ( $VO_2$ ), energetický výdej (EC, tj. energy cost), metabolický ekvivalent (MET), krevní laktát (BLa) a RPE (rate of perceived exertion, subjektivní hodnocení intenzity zátěže). (Nicholas et al., 2019)

Celkový energetický výdej za lekci byl 281,6 kcal (4,7 kcal/min). Průměrná TF během lekce byla 131 bpm,  $VO_2$  16 ml/kg/min, BLa 3,1 mmol/l, RPE 6,3/10. Metabolický ekvivalent byl průměrně 4,6 MET, což by splňovalo kritéria ACSM (American College of Sports Medicine) pro kardiorespirační zátěž střední intenzity (3,0–5,9 MET) (Garber et al., 2011; Nicholas et al., 2019).

Lekce byla rozdělena do několika částí. Část tréninku, kdy se účastnice lekce učily nové prvky, byla energeticky méně náročná (EC 4,4 kcal/min,  $VO_{2peak}$  21,5 ml/min/kg, MET 4,3 a RPE 7,2) oproti druhé části tréninku, která byla zaměřena na trénink kombinací nebo choreografie (EC 5,3 kcal/min,  $VO_{2peak}$  29,6 ml/min/kg, MET 5,2 a RPE 8,4). Podle autorky by tak lekce, které se více zaměřují na trénink choreografie, mohly být doporučovány těm, kteří hledají zátěž vyšší intenzity (Nicholas et al., 2019). Pokud by taková zátěž byla prováděna více než 5 dní v týdnu (celkem více než 150 minut), splňovala by doporučené množství zátěže pro zlepšení zdraví a kardiorespirační zdatnosti. (Garber et al., 2011; Nicholas et al., 2019)

Část tréninku, která byla věnovaná výuce nových prvků, obsahovala dlouhé

izometrické výdrže ve finální pozici, během kterých je spotřeba kyslíku nižší (Elder et al., 2006). Zároveň tato část obsahovala dlouhé pauzy mezi jednotlivými instrukcemi od lektorky, zkoušením nového prvku atd. Tato část lekce odpovídala charakteru odporového tréninku (několik sérií s počtem opakováním daného cviku, resp. prvku). (American College of Sports Medicine, 2009; Nicholas et al., 2019)

Cvičební jednotka obsahovala též komponenty tréninku posturální stability (balancování, stojky), neuromuskulární koordinace (přechody mezi prvky, tanec, akrobatické prvky) a splňuje tak zároveň i některé podmínky neuromuskulárního tréninku (American College of Sports Medicine, 2009; Garber et al., 2011).

Charakterizace zátěže při cvičební jednotce ji umožňuje klasifikovat dle ACSM a porovnat s ostatními pohybovými aktivitami. Metabolický ekvivalent 60minutové pole dance lekce je porovnatelný s gymnastikou (4,0 MET), baletem (4,6 MET) nebo moderním tancem (4,8 MET) (Hoffman, 2006). Vyšší metabolický ekvivalent je např. u kruhového tréninku (8,0 MET) nebo jízdy na ergometru střední intenzity (7,0 MET). (Hoffman, 2006; Garber et al., 2011; Nicholas et al., 2019)

Druhá studie, která zkoumala pole dance z hlediska metabolických nároků, hodnotila intenzitu u zátěže u jedné pokročilé pole dance tanečnice při simulovaném soutěžním vystoupení. Autor Ruscello et al. popisuje, že soutěžní pole sport sestava o délce 3:30 minut vyžaduje intenzivní fyzickou námahu po celou dobu jejího trvání a svými extrémními energetickými nároky je podobná např. gymnastice. (Sartor et al., 2013; Marina a Rodríguez, 2014; Ruscello et al., 2017)

Průměrná TF při vystoupení byla  $92.85 \pm 3,15$  %  $TF_{max}$  s maximem v 96 %  $TF_{max}$ . V polovině sestavy, kde byly prováděny náročnější prvky, byl též větší vzestup TF. Naopak ke konci sestavy TF i DF (dechová frekvence) klesaly. Tento fakt autoři přisuzují fenoménu progresivní únavy nebo potřebě si odpočinout před finální částí sestavy, která je v hodnocení porotci důležitá. (Ruscello et al., 2017)

V rámci této kazuistiky byl měřen i krevní laktát. V časovém rozmezí 1-12 minut po konci sestavy se BLa pohyboval mezi 10,2 a 9,3 mmol/l. Tyto hodnoty jsou vyšší než hodnoty BLa gymnastek po soutěžní sestavě. (Manchester, 2011; Marina a Rodríguez, 2014; Ruscello et al., 2017)

Velkou součástí pole dance vystoupení je schopnost vyvinout silné izometrické kontrakce a setrvat v nich dlouhou dobu. Vzhledem k této skutečnosti byl v rámci této kazuistiky měřen i krevní tlak v klidu a v maximální zátěži, tyto hodnoty však byly v normě. (Ruscello et al., 2017)

### 1.1.2.7 Bolest

Významným faktorem při tréninku pole dance je též schopnost tolerovat bolest. Nejčastějším typem bolesti je specifická bolest, která vzniká v místě kontaktu kůže s tyčí vlivem třecích sil. (Ruscello et al., 2017). V kontaktu s tyčí jsou nejen horní končetiny, ale i jiné části těla, např. podpaží, vnitřní strana stehen, bérce z přední i zadní strany, oblast horního trapézového svalu a další. (International Pole Sports Federation, 2021)

Minimální nebo mírnou bolest tanečnici pravděpodobně ignorují, případně se vyhýbají pohybům, které ji způsobují. (Naczk, Kowalewska a Naczk, 2020; Szopa et al., 2022). Vnímání bolesti se postupem času mění a tělo se na kontakt kůže s tyčí adaptuje. Je to však důležitý aspekt pole dance, který má bezpochyby vliv na provedení pohybu nebo celého vystoupení. (Holland, 2010)

### 1.1.2.8 Psychika

Pole dance je fenomén, který se stal předmětem zkoumání nejen v oblasti sportu, ale zejména v oblasti sociologické, kulturní a psychologické (Nicholas et al., 2019b). Několik autorů se shoduje na faktu, že pole dance může být pro ženy příležitostí k získání lepšího sebevědomí a akceptace sebe sama (Dimler, 2015; Griffiths, 2015 a Holland, 2010). Existují však i opačné názory, například autoři Naczk, Kowalewska a Naczk varují před nebezpečnými vzorci chování u žen, které se pravidelně věnují pole dance. (Naczk, Kowalewska a Naczk, 2020)

Autoři varují před zvýšeným rizikem klinického syndromu RED-S neboli *relative energy deficiency in sport* (relativní energetický deficit ve sportu). Poukazují zejména na fakt, že jsou mezi pole dance tanečnicemi (podobně jako třeba u gymnastek) tendence k udržování nízkého procenta tělesného tuku (Armento a Sweeney, 2020; Naczk, Kowalewska a Naczk, 2020). Ve skupině 30 pole dance tanečnic se vyskytovaly oproti kontrolní skupině častější poruchy menstruačního cyklu. Ženy, které trpěly hormonálními poruchami, se rovněž setkávaly častěji s akutními zraněními. (Naczk, Kowalewska a Naczk, 2020)

Intenzivní trénink a nízký energetický příjem jsou hlavními rizikovými faktory pro vznik RED-S. Nízký energetický příjem nebo nadměrný energetický výdej mohou negativně ovlivnit funkci různých fyziologických dějů. Mezi nejčastější komplikace patří poruchy metabolismu, menstruačního cyklu, kostní hustoty, proteosyntézy, imunity a v neposlední řadě též mentálního zdraví. (Statuta, Asif a Drezner, 2017)

### 1.1.2.9 Zranění

Pole dance patří mezi akrobatické disciplíny, které i přes všechny bezpečnostní opatření přináší evidentní rizika (Dittrich et al., 2020; Leles a Camargo, 2022).

Autoři Nackz, Kowalewska a Nackz popisují, že v souboru 30 pole dance tanečnic bylo v průběhu posledních 2 let tréninku akutně zraněno 11 z nich. S chronickým zraněním se setkalo 24 z nich. Autoři upozorňují na nerozvážený přístup při řešení bolesti a chronického zranění. Z 24 chronicky zraněných tanečnic pouze 2 omezily zátěž, dokud se zcela nevyhlídily. Dalších 15 tanečnic pouze uzpůsobilo trénink bolesti a posledních 7 z nich pokračovalo s tréninkem beze změn. Autoři popisují korelaci mezi nedostatečným zahřátím před tréninkem s vyšším rizikem zranění. Nejčastěji byly u tohoto souboru zraněny horní končetiny (zápěstí, rameno). (Nacz, Kowalewska a Nacz, 2020)

Podobné výsledky byly publikovány autorem Szopa et al. Z dotazovaných 320 pole dance tanečnic bylo více než 84 % z nich během tréninku zraněno (48 % udalo více zranění, 37 % pouze jedno). Celkově bylo u 276/320 tanečnic reportováno 1050 zranění. Nejvíce zranění bylo na dolních a horních končetinách, nejméně na trupu a páteři. Nejčastěji byly zraněny svaly a šlachy, následně klouby a vazy. Nejčastějším typem zranění bylo pohmoždění (60 %) a natržení (26 %). Podobně, jako popisují autoři Nackz, Kowalewska, Nackz, i dle výsledků studie autora Szopa et al. vyhledalo odbornou pomoc fyzioterapeuta však pouze 16 % zraněných. (Szopa et al., 2022)

Mezi faktory, které byly spojeny s vyšším rizikem zranění, patří dle autora Szopa et al. vyšší výška a hmotnost, větší zkušenost s tréninkem a větší objem tréninku. Riziko opětovného zranění se zvyšuje s krátkou dobou regenerace (Szopa et al., 2022). Asociace mezi větším objemem tréninku a vyšším výskytem pole dance zranění byla popsána i autory Soini a Laine (Soini a Laine, 2018).

Kromě méně závažných zranění (hematomy, natažení nebo natržení měkkých tkání) představuje pole dance i riziko závažných úrazů. Byly publikovány případy dislokované zlomeniny klíční kosti, izolované zlomeniny příčného výběžku obratle, kraniocerebrálních poranění a dalších vysokoenergetických úrazů. Autor Dittrich et al. upozorňuje, že při pozicích hlavou dolů ve vysoké výšce je riziko přímých pádů na hlavu velké. Uvádí, že v případě výše zmíněných pádů nebyla použita dopadová matrace a na místě nebyl přítomen trenér. Doporučuje dodržovat bezpečnostní opatření (použití měkkých dopadových matrací, přípravků pro zlepšení úchopu) a nepodceňovat riziko tohoto akrobatického sportu. (Mitrousias et al., 2017; Dittrich et al., 2020)



## 1.2 TĚLESNÁ ZÁTĚŽ

Následující kapitola se věnuje fyziologii tělesné zátěže. Popisuje typy tělesné zátěže a jejich význam při klasifikaci závodních sportů.

### 1.2.1 Typy tělesné zátěže

Podstatou tělesné zátěže je svalová činnost. Spotřebovává energii a přeměňuje ji na teplo a mechanickou práci. Během tělesné zátěže se v organismu spouští množství fyziologických procesů, které zabezpečují její adekvátní průběh (změny ventilace, cirkulace, neuroendokrinní změny apod). (Máček a Radvanský, 2011; Heller, 2018; Várnay et al., 2020)

Tělesnou zátěž a její vliv na organismus lze charakterizovat dle různých hledisek:

- izometrická/izotonická (koncentrická/ excentrická) (dle typu kontrakce)
- dynamická/ statická (dle převažující izotonické/ izometrické kontrakce)
- aerobní/ anaerobní (dle převažujícího typu metabolismu)
- krátkodobá/ dlouhodobá (dle celkové doby trvání)
- kontinuální/ intermitentní (dle poměru trvání zátěže a odpočinku)
- lehká/ těžká (dle subjektivně/ objektivně hodnocené náročnosti)
- nízké/ střední/ vysoké intenzity (dle intenzity dynamické/ statické složky).

Většinu pohybových aktivit lze charakterizovat pomocí kombinace několika výše zmíněných atribut tělesné zátěže. (Mitchell et al., 2005; Vančura a Radvanský, 2007; Máček a Radvanský, 2011)

#### 1.2.1.1 Dynamická zátěž

Pro dynamickou zátěž je typická převaha izotonické kontrakce. Kontrakce se rytmicky střídají, mění se během nich délka svalu a poloha v kloubu, naopak svalové napětí se příliš nemění. Při dynamické zátěži je zapojeno velké množství svalové hmoty, které způsobuje výrazné zvýšení příjmu kyslíku. Dochází k podstatnému zvýšení srdečního výdeje, tepové frekvence, tepového objemu a systolického krevního tlaku. Střední arteriální tlak se zvyšuje jen mírně, diastolický krevní tlak se snižuje. Celkový periferní odpor se snižuje. (Mitchell et al., 2005)

Adaptace na dynamickou zátěž způsobuje zvýšení maximálního příjmu kyslíku díky zvýšenému tepovému objemu a arteriovenózní diferenci. K adaptaci dochází i na kosterních svalech, které se stávají více oxidativními a méně glykolytickými díky

nárůstu počtu mitochondrií a zvýšené kapilarizaci. (Mitchell et al., 2005; Chaloupecký et al., 2011)

### 1.2.1.2 Statická zátěž

Pro statickou zátěž je typická převaha izometrická kontrakce, tj. při kontrakci se příliš nemění svalová délka nebo rozsah pohybu v kloubu, vyvíjena je velká svalová síla. Statická zátěž způsobuje malé zvýšení spotřeby kyslíku, srdečního výdeje a tepové frekvence. Dochází však k výraznému zvýšení systolického, diastolického a středního arteriálního tlaku. Během adaptace na statickou zátěž nedochází k výrazným změnám v oblasti maximálního příjmu kyslíku. Kosterní svaly trénované na statickou zátěž se stávají více glykolytickými a méně oxidativními a dochází k nárůstu svalové hmoty (primárně díky hypertrofii svalových vláken, v menší míře díky hyperplazii přes aktivaci kmenových buněk). (Mitchell et al., 2005; Chaloupecký et al., 2011)

## 1.2.2 Klasifikace sportů dle typu a intenzity tělesné zátěže

Jednotlivé sporty se mezi sebou z hlediska typu a intenzity zátěže mohou výrazně lišit. Na základě rozdílných fyziologických nároků (a potenciálních zdravotních rizik) jednotlivých sportů byla vytvořena klasifikace, která je dělí do devíti skupin (viz Tabulka 1). (Mitchell et al., 2005)

Sporty jsou klasifikovány dle toho, v jaké intenzitě (nízká/střední/vysoká) je u nich zastoupena dynamická/ statická složka zátěže. Některé sporty mají např. nízké statické a vysoké dynamické nároky (běh na dlouhé tratě), jiné naopak vysoké statické a nízké dynamické nároky (vodní lyžování), některé mají vysoké statické i dynamické nároky (veslování). (Mitchell et al., 2005)

Dynamická složka je hodnocena dle odhadovaného %  $VO_{2max}$  a projevuje se zvýšeným srdečním výdejem. Statická složka je hodnocena dle odhadovaného % maximální volní kontrakce (MVC = maximal voluntary contraction) a projevuje se zvýšením krevního tlaku. Tato klasifikace vychází z odhadu nejvyšších hodnot  $VO_{2max}$  a MVC dosažených při soutěžích. Autor Mitchell et al. však uvádí, že hodnoty mohou být ještě vyšší vlivem tréninku, prostředí, emočního vypětí atd. (Mitchell et al., 2005)

Je důležité zmínit, že dynamická zátěž vykonávaná proti velkému odporu má podobné kardiovaskulární nároky jako dlouhotrvající statická zátěž. Z tohoto důvodu do skupiny sportů s vysokou statickou složkou patří i sporty, jako je např. gymnastika. (Mitchell et al., 2005)

**Tabulka 1 - Rozdělení závodních sportů podle typu a intenzity**

<b>Zátěž</b>	<b>A Dynamická nízká (&lt;40 % VO<sub>2max</sub>)</b>	<b>B Dynamická střední (40-70 % VO<sub>2max</sub>)</b>	<b>C Dynamická vysoká (&gt;70% VO<sub>2max</sub>)</b>
<b>III statická vysoká (&gt;50 % MVC)</b>	Bobování, hody v atletice, gymnastika, bojová umění, plachtění, sportovní lezení, vodní lyžování, vzpírání, surfování	Kulturistika, sjezdové lyžování, skateboarding, snowboarding, wrestling (zápasení)	Box, kanoistika/kajaking, cyklistika, desetiboj, veslování, rychlobruslení, triatlon
<b>II statická střední (20-50 % MVC)</b>	Lukostřelba, automobilové a motocyklové závody, potápění, jezdectví	Americký fotbal, atletika (skoky), krasobruslení, rodeo, rugby, běh (sprint), surfování, synchronizované plavání	Basketball, lední hokej, běžkování (bruslení), lakros, běh (střední tratě), plavání, házená
<b>I statická nízká &lt;20 % MVC)</b>	Biliár, bowling, kriket, curling, golf, střelba	Baseball, softball, šerm, stolní tenis, volejbal	Badminton, běžkování (klasický styl), florbal, orientační běh, chodectví, squash, běh (dlouhé tratě), fotbal, tenis)

**Vysvětlivky:** MVC = maximal voluntary contraction (maximální volní kontrakce), VO<sub>2max</sub> = maximální příjem kyslíku. Tabulka popisuje kardiovaskulární nároky (z hlediska srdečního výdeje a krevní tlaku). Zeleně jsou označeny nejnižší, modře nízké, žlutě střední, oranžově vysoké a červeně nejvyšší kardiovaskulární nároky. Tabulka byla přeložena pro účely práce dle originálu Figure 2. Classification of sports. (MITCHELL, Jere H., William HASKELL, Peter SNELL a Steven P. VAN CAMP, 2005. Task Force 8: Classification of sports. Journal of the American College of Cardiology [online]. 45(8), 1364-1367]. ISSN 07351097. Dostupné z: doi:10.1016/j.jacc.2005.02.015

## **1.3 ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA VE SPORTU**

Následující kapitola obsahuje úvod do zátěžové diagnostiky ve sportu. Na tuto kapitolu navazuje výzkumná část práce, jejímž cílem je stanovení kardiorespirační zdatnosti výkonnostních pole dance tanečnic a charakteristika tělesné zátěže při pole dance.

Zátěžová diagnostika umožňuje vyšetření zdatnosti a výkonnosti jedince. Tělesná zdatnost je schopnost přiměřeně reagovat na vlivy zevního prostředí (tělesná zátěž, teplo, chlad a další). Tělesná výkonnost je schopnost podávat objektivně měřitelný výkon v určité pohybové oblasti. Výkonnost oproti zdatnosti definuje užší, méně obecnou oblast (specifickou např. pro daný sport). Tělesná zdatnost i výkonnost se zvyšují s adaptací organismu na opakovanou zátěž (Máček a Radvanský, 2011; Heller, 2018).

### **1.3.1 Indikace**

Zátěžová diagnostika má široké využití napříč všemi medicínskými obory v oblasti diagnostické i prognostické. Ve sportu se využívá pro hodnocení zdatnosti, výkonnosti a zdravotního stavu sportovců. Napomáhá při stanovení optimální intenzity tréninkové zátěže, hodnocení účinnosti tréninkových programů, výběru talentů, hodnocení připravenosti na soutěžní sezónu a obecně při objektivizaci vlivu daného sportu na organismus. (Heller, 2018; Homolka, 2020).

### **1.3.2 Kontraindikace**

Zátěžové vyšetření má své absolutní i relativní kontraindikace, které je potřeba před zahájením daného testu zvážit. Patří mezi ně akutní zánětlivá onemocnění, akutní dekompenzované srdeční nebo jiné onemocnění, symptomatické závažné arytmie, těžké stavy chronických onemocnění, nespolupráce pacienta a další. (Máček a Radvanský, 2011).

### **1.3.3 Technické a personální vybavení**

Před zahájením vyšetření je nutné zajistit adekvátní podmínky (prostředí a technické vybavení laboratoře, bezpečnostní opatření, personál se specializovanou způsobilostí). Před samotným zátěžovým testem je třeba provést několik přípravných úkonů (seznámení pacienta s testem, příprava pacienta a přístrojů na test). (Homolka, 2020).

### 1.3.4 Typy zátěžové diagnostiky

Existuje celá řada metod, pomocí kterých je možno tělesnou zdatnost a výkonnost měřit. Zátěžové testování je možné členit dle několika různých hledisek, např. na:

- aerobní/anaerobní testy (dle převažujícího typu energetické úhrady)
- střední/ submaximální/ maximální/ supramaximální (dle intenzity)
- laboratorní/ terénní (dle prostředí)
- ergometrie bicyklová/ rumpálová/ na běhátku (dle zátěžového zdroje)
- nespecifické/ specifické testy (dle šíře využití) (Heller, 2013).

Nejzákladnějším typem zátěžového vyšetření je spiroergometrické vyšetření. Jedná se o „zlatý standard“, ke kterému se vztahují různě modifikované zátěžové testy (např. terénní). (Máček a Radvanský, 2011; Heller, 2018)

### 1.3.5 Spiroergometrické vyšetření

Spiroergometrické vyšetření je zátěžové vyšetření s analýzou vydechovaných plynů. Umožňuje posoudit kapacitu transportního systému pro kyslík a určit jeho hlavní limitující faktory. Zátěžové vyšetření je možné provést na bicyklovém ergometru, běhátku, rumpálu nebo dalších trenažerech. V České republice se nejčastěji využívá bicyklová ergometrie, která má oproti běhátku reprodukovatelnější výsledky, nižší riziko pádu a kvalitnější EKG záznam. Nevýhodou je nižší podíl zapojených svalových skupin oproti běhátku, a tím i nižší hodnoty  $VO_{2max}$  (cca o 10 %). (Máček a Radvanský, 2011; Homolka, 2020)

#### 1.3.5.1 Zátěžové protokoly

Pro spiroergometrické vyšetření na bicyklovém ergometru existuje několik různých zátěžových protokolů:

- Rampový
- Kontinuální růst
- Stupňový
- Jednostupňový
- Stupňový s přestávkami
- Kombinovaný

Jednotlivé zátěžové protokoly popisují model intenzity zátěže a jejího zvyšování v průběhu testu. U sportovců se nejčastěji využívá protokol rampový, během kterého se zátěž zvyšuje lineárně. Výhodou je lineární závislost kyslíku na výkonu a stanovení

ventilačních prahů VT1 a VT2 (ventilatory threshold 1 a 2, ventilační práh 1 a 2). (Homolka, 2020)

### 1.3.5.2 Zátěžové testy

Zátěžové testy se liší dle intenzity, v praxi se nejčastěji užívají testy submaximální nebo maximální. (Homolka, 2020)

Při submaximálním testu je test ukončen při dosažení předem stanovených podmínek (tzv. end-point). Těmi může být např. objevení se zkoumané patologické reakce, určená hodnota tepové frekvence apod. Submaximální testy se využívají k orientačnímu určení zdatnosti, u pacientů se symptomy limitovanou zátěží, u málo motivovaných jedinců. Hodnotí se např. tepová odezva na standardizovanou lehkou až střední zátěž. Čím je pacient vytrvalostně zdatnější, tím menší vzestup srdeční frekvence bude mít na jednotkovou zátěž. (Máček a Radvanský, 2011; Homolka, 2020)

Mezi submaximální testy patří např. Index W170 (popř. W130 nebo W150). U tohoto testu se měří výkonnost pacienta vyjádřená ve W/kg, které je dosaženo při tepové frekvenci 170 bpm (popř. 130/150). (Máček a Radvanský, 2011)

Při maximálním zátěžovém testu pacient pokračuje až do svého subjektivního maxima. Test může být ukončen i dříve (při výrazné dušnosti, abnormální reakci krevního tlaku, křivky EKG apod.). Výsledné hodnoty  $VO_{2max}$ , popř.  $VO_{2peak}$  a  $W_{max}$  (tj. maximální výkon) se porovnávají s referenčními hodnotami. Po skončení zátěžového testu následuje tzv. recovery (zotavovací) fáze. (Várnay et al., 2020)

### 1.3.5.3 Hodnocené parametry při spiroergometrii

K posouzení reakce organismu na zvyšující se zátěž se při spiroergometrii hodnotí parametry:

- **ventilačně-respirační:** minutová ventilace (VE), příjem kyslíku ( $VO_2$ ), výdej oxidu uhličitého ( $VCO_2$ ), dechová frekvence (DF), dechový objem (VT)
- **výkonnosti:** výkon ve wattech (P), výkon přepočtený na kg hmotnosti (W/kg)
- **kardiovaskulární:** srdeční frekvence (SF), krevní tlak (TK)
- **EKG křivka:** srdeční rytmus, projevy ischemie myokardu
- **Borgova škála:** subjektivní vnímání namáhavosti zátěže (Várnay a Mífková, 2020)

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů spiroergometrického vyšetření je hodnocení tzv. maximální aerobní kapacity. Maximální dosažená hodnota příjmu kyslíku ( $VO_{2max}$ ) je zlatým standardem v určení tělesné zdatnosti. (Máček a Radvanský, 2011)

#### 1.3.5.3.1 Příjem kyslíku ( $VO_2$ )

„Příjem kyslíku ( $VO_2$ ) je množství  $O_2$  extrahované z vdechnutého vzduchu za časovou jednotku.“ (Várnay a Mífková, 2020, str. 56). Celkové množství  $VO_2$  se udává v l/min nebo ml/min. Hodnota  $VO_2$  přepočtená na kg hmotnosti se udává jako ml/min/kg. (Várnay a Mífková, 2020)

$VO_2$  stoupá proporcionálně se zvyšující se intenzitou zátěže. Nejvyšší hodnota  $VO_2$  naměřená při zátěžovém testu se nazývá  $VO_{2peak}$ . Pokud tato hodnota splňuje podmínku, že již při vyšší zátěži nestoupá a přechází do fáze plató  $VO_2$ , pak se označuje jako  $VO_{2max}$ .  $VO_{2peak}$  lze považovat za  $VO_{2max}$  i tehdy, bylo-li dosaženo plného metabolického vytížení. (Whipp, 2010; Dobšák, 2020)

$VO_{2max}$  je závislý na funkci plic a jejich schopnosti okysličit krev a zároveň na cévním systému a jeho schopnosti krev dopravit do tkání. Na hodnotu  $VO_{2max}$  má vliv mnoho faktorů (např. pohlaví, věk, trénovanost, kvantita zapojených svalů při zátěži, charakter sportovní aktivity a další). Pro posouzení míry zdatnosti je třeba porovnat  $VO_{2peak}$  s referenčními hodnotami (Máček a Radvanský, 2011; Wasserman, 2012; Várnay a Mífková, 2020).

#### 1.3.5.3.2 Minutová ventilace

Minutová ventilace (VE) je objem vzduchu, který projde plícemi za 1 minutu. Vyjadřuje se v l/min. Je součinem dechového objemu (VT) a dechové frekvence (DF). (Várnay et al., 2020)

V zátěži se zvyšuje  $VO_2$  a  $VCO_2$ . Zajištění výměny plynů je realizováno současným zvýšením plicní ventilace a perfuze (v plicním oběhu a v pracujících svalech). Adekvátní ventilace je stav, kdy objem vzduchu, který vstoupí do plicních sklípků a podílí se na výměně plynů, je přiměřený metabolickým potřebám těla. Při zpracování výsledků se hodnotí efektivita ventilace vzhledem k výkonu a příjmu kyslíku ( $VE_{peak}$  se porovnává s  $W_{peak}$  a  $VO_{2peak}$ ). (Várnay et al., 2020)

Při zátěžovém testu se hodnotí adekvátní vzestup VE a poměr mezi VT a DF. Dále se hodnotí tzv. ventilační prahy VT1 a VT2, kdy dochází ke změnám ventilace z důvodu metabolických změn a převažujícího způsobu úhrady energie. Úroveň VT2, kdy dochází

ke zlomovému zvýšení ventilace a méně strmému nárůstu  $VO_2$ , se nazývá jako anaerobní práh. Při maximální zátěži u velmi výkonných sportovců lze předpokládat vysoký podíl anaerobního metabolismu s vysokou hladinou krevního laktátu. Vlivem zvýšeného množství  $H^+$  (protonů) dochází k metabolické acidóze, která dále zvyšuje ventilaci. Ventilace zde překračuje míru adekvátnosti k  $VO_2$ . (Máček a Radvanský, 2011; Várnay et al., 2020).

Ventilaci během spiroergometrického vyšetření hodnotí moderní analyzátory, které pracují analýzou „breath-by-breath“ (dech po dechu) a průměrují 10sekundové intervaly (Guazzi et al., 2012; Guazzi et al., 2018).

#### **1.3.5.3.3 Srdeční frekvence**

Srdeční frekvence (SF) je hlavní kardiovaskulární funkční ukazatel. Je udávána jednotkami tep/min nebo bpm (beat per minute). Pomocí nárůstu SF a tepového objemu v zátěži se zajišťuje srdeční výdej odpovídající metabolickým potřebám. Srdeční frekvence odráží vliv vegetativního systému. (Várnay a Mífková, 2020)

Během zátěžového vyšetření se hodnotí maximální TF ( $SF_{max}$ ), reakce SF v zátěži a klesání SF po skončení zátěže. Adekvátní reakcí při kontinuálním zvyšování zátěže je lineární nárůst SF až do maximální hodnoty. Po skončení zátěžové fáze by měla SF adekvátně klesat ( $\geq 12$  bpm za 1 minutu,  $\geq 24$  bpm za 2 minuty). (Várnay a Mífková, 2020)

#### **1.3.5.3.4 Krevní tlak**

Krevní tlak (TK) je tlak krevního sloupce na cévní stěnu, udává se v jednotkách mmHg. Je součinem minutového srdečního výdeje (MSV) a periferní cévní rezistence (CPO). Při dynamické zátěži je možné měřit neinvazivně jen systolický TK (při kontrakci levé komory). Diastolický TK (v období relaxace levé komory) je možno měřit jen při zátěži nízké intenzity, nicméně i zde je třeba počítat s nepřesností. (Widimský a Lefflerová, 2003; Máček a Radvanský, 2011)

TK se v zátěžové diagnostice měří před zahájením zátěže, v jejím průběhu a po jejím skončení. Při lineárně se zvyšující se zátěži by měl systolický krevní tlak vlivem zvýšeného tonu sympatiku adekvátně stoupat. Diastolický TK by měl klesat, u mladých osob a zejména sportovců a může klesat až k nule. (Placheta, 1999; Widimský a Lefflerová, 2003)



#### **1.3.5.3.5 Výkon**

Výkon je z fyzikálního hlediska práce vykonaná za časovou jednotku, udává se ve wattech (W). Dosažený výkon poukazuje na silově-vytrvalostní schopnost jedince. Laboratorní podmínky umožňují měřit tělesnou výkonnost za pomoci ergometru, na kterém se nastaví konkrétní odpor při šlapání. Na běhátku je možné nastavit zátěž pomocí rychlosti pohybu a sklonu pásu. (Máček a Radvanský, 2011; Várnay a Mífková, 2020)

Při hodnocení výsledků se hodnotí maximální dosažený výkon  $W_{peak}$ , dále výkon v čase ventilačních prahů. Hodnoty se porovnávají s referenčními hodnotami. (Várnay et al., 2020)

Celkově vykonaná práce na bicyklovém ergometru se při plně oxidačním hrazení odráží v příjmu kyslíku, se kterou se naměřená výkonnost při zpracovávání výsledků porovnává. (Máček a Radvanský, 2011; Várnay et al., 2020)

#### **1.3.5.3.6 Subjektivní hodnocení intenzity zátěže**

Intenzitu zátěže lze hodnotit i pomocí subjektivního hodnocení – k tomu slouží např. modifikovaná Borgova škála subjektivního vnímání intenzity zátěže CR10 (Category Ratio 10 Scale) nebo (RPE – rating of perceived exertion) (Borg, 1982; Várnay a Mífková, 2020).

## 2 CÍLE A HYPOTÉZY

### 2.1 CÍLE PRÁCE

Primárním cílem práce je zhodnotit, v jaké intenzitě zátěže se pohybují výkonnostní pole dance tanečnice při soutěžní sestavě v pole sport. Tyto poznatky by mohly napomoci k charakterizování pole dance jako závodního sportu z hlediska typu a intenzity zátěže.

Mezi dílčí cíle práce patří:

- zjistit, jaká je kardiorespirační zdatnost probandek (výkonnostních pole dance tanečnic)
- zjistit, jaké kardiovaskulární nároky obnáší pole dance na výkonnostní úrovni
- zjistit, jaký je dechový vzor během soutěžní pole dance sestavy

### 2.2 HYPOTÉZY

**Hypotéza H1:** Kardiorespirační zdatnost probandek je ve srovnání s běžnou populací v rámci populační normy nadprůměrná.

**Hypotéza H2:** Probandky se při soutěžní zátěži pohybují většinu času v intenzitě nad anaerobním prahem.

**Hypotéza H3:** Při soutěžní zátěži na tyči, která vyžaduje izometrické výdrže včetně bránice a pomocných nádechových svalů, bude z důvodu zadržování dechu maximální dechová frekvence nižší než maximální dechová frekvence naměřená při spiroergometrickém testu do maxima.

### **3 METODIKA**

Experimentální část práce má formu observační průřezové studie. Cílem výzkumu bylo zhodnotit kardiorespirační zdatnost výkonnostních pole dance tanečnic na základě laboratorního a terénního zátěžového vyšetření. Vyšetření a měření v rámci výzkumu probíhalo pod vedením autorky a vedoucí práce. Protokol studie byl schválen Etickou komisí FN Motol (příloha č. 3).

#### **3.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU**

Pro účast ve studii byly osloveny výkonnostní pole dance tanečnice z České republiky, které se pravidelně účastní pole sport soutěží na profesionální/ elitní úrovni. Předpokládaný počet probandek byl 10-20. Pro účast ve studii byly zvoleny inkluzivní a exkluzivní kritéria.

##### **3.1.1 Inkluzivní kritéria**

- ženské pohlaví
- věk 18-45 let
- výkonnostní pole dance tanečnice (trénink minimálně 2 roky, minimálně 3krát týdně, pravidelná účast na soutěžích v kategorii profesionál/ elite)
- dobrý zdravotní stav (absence akutního onemocnění (zejména horečnatého), závažného srdečního/ plicního onemocnění, dekompenzovaného chronického onemocnění, hypertenze, stav po akutním úrazu)
- absence probíhajícího těhotenství
- souhlas se zařazením do studie

##### **3.1.2 Exkluzivní kritéria**

- mužské pohlaví
- věk méně než 18 a více než 45 let
- trénink pole dance méně než 2 roky/ méně než 3krát týdně/ bez účasti na soutěžích v kategorii profesionál/ elite
- akutní onemocnění (zejména horečnaté), závažné srdeční/plicní onemocnění, hypertenze, dekompenzované chronické onemocnění, stav po akutním úrazu
- probíhající těhotenství
- odmítnutí subjektu účastnit se studie

## 3.2 PROTOKOL

Výzkumná část sestává z laboratorního a terénního zátěžového vyšetření. Měření proběhlo v Praze v červnu 2022 ve dvou po sobě jdoucích dnech (mezi laboratorním a zátěžovým vyšetřením bylo z důvodu regenerace probandek 24 hodin).

### 3.2.1 Laboratorní vyšetření

Laboratorní vyšetření probíhalo v Centru sportovní medicíny v Praze. Součástí vyšetření bylo:

- vyplnění zdravotního anamnestického dotazníku Centra sportovní medicíny z.s.
- vyplnění screeningového dotazníku LEAF-Q (screening RED-S)
- vyplnění dotazníku k posouzení tréninkového plánu
- spirometrické vyšetření
- měření klidového EKG
- měření klidového krevního tlaku
- provedení spiroergometrie

#### 3.2.1.1 Zdravotní anamnestický dotazník

Jedním z kritérií pro inkluzi byl dobrý zdravotní stav. Z tohoto důvodu byla u probandek před začátkem vyšetření zjištěna základní zdravotní anamnéza (vstupní anamnestický dotazník Centra sportovní medicíny z.s.):

- jméno, věk, výška, váha
- onemocnění srdce a cév
- respirační onemocnění
- alergie a jiná onemocnění imunitního systému
- neurologická onemocnění
- onemocnění štítné žlázy
- urologické a gynekologické onemocnění a poruchy
- onemocnění muskuloskeletálního systému, zranění, přetrénování
- psychiatrická onemocnění
- onemocnění trávicí soustavy a poruchy trávení
- dietní zvyky, doplňky stravy

### 3.2.1.2 Tréninkový dotazník

Pro účely práce byl vytvořen dotazník k posouzení tréninkového plánu probandek. Mezi hodnocenými parametry byly:

- frekvence tréninků
- intenzita tréninků
- zdroj subjektivní limitace výkonu
- jiné sportovní a kompenzační aktivity

### 3.2.1.3 Screeningový dotazník LEAF-Q

Účastnice studie byly požádány vyplnit screeningový dotazník LEAF-Q (*Low energy availability in females questionnaire*). Cílem dotazníku LEAF-Q je screening zvýšeného rizika syndromu RED-S, který je pro taneční sporty typický, s cílem zajistit brzkou diagnostiku a případnou intervenci. Dotazník sestává z následujících okruhů:

- zranění
- zažívání
- hormonální antikoncepce
- menstruace (Melin et al., 2014; Rogers et al., 2021)

### 3.2.1.4 Spirometrické vyšetření

U všech probandek bylo provedeno základní vyšetření plicních funkcí pomocí spirometrie. Měřeny byly tyto parametry:

- statické a dynamické parametry
- flow-volume křivka

*Obrázek 5 - Spirometrické vyšetření*



### 3.2.1.5 Měření klidového EKG a krevního tlaku

Před zahájením zátěžového laboratorního vyšetření bylo u všech probandek monitorováno klidové EKG a krevní tlak pomocí tonometru a fonendoskopu.

### 3.2.1.6 Spiroergometrické vyšetření

Hlavní částí laboratorního vyšetření bylo provedení spiroergometrie s cílem zhodnocení kardiorespirační zdatnosti probandek. Vyšetření sestávalo z hodnocení následujících parametrů:

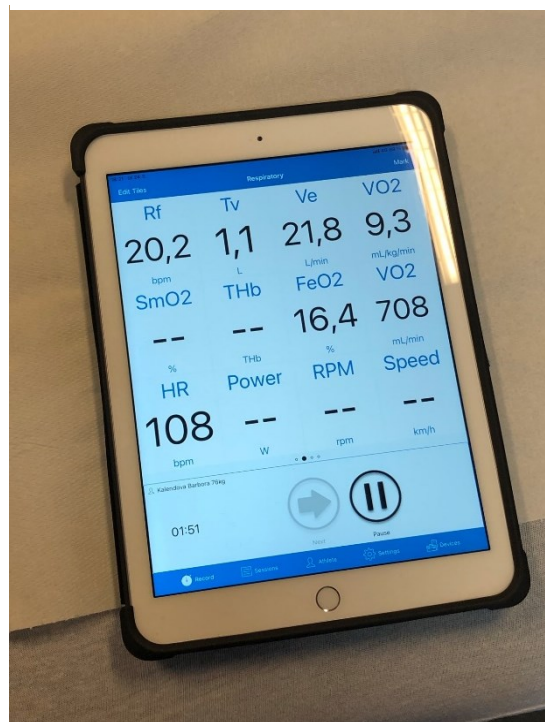
- zátěžové EKG
- monitorace výkonu na ergometru
- monitorace tepové frekvence pomocí Polar Verity Sens
- monitorace VE, DF, TV, VO<sub>2</sub> a VO<sub>2peak</sub> pomocí obličejové masky – analyzátoru VO<sub>2</sub> Master Pro
- monitorace TK v maximální zátěži pomocí tonometru a fonendoskopu
- subjektivní hodnocení intenzity zátěže dle Borgovy škály CR10

Probandky byly před zahájením měření poučeny o průběhu testování. Před každým měřením byla individuálně nastavena výška sedátka a madel ergometru dle preference vyšetřované probandky. V oblasti trupu bylo připevněno 12svodové EKG k měření srdečního rytmu, na čelo probandky byl připevněn snímač TF Polar Verity Sens pomocí plavecké čepice. Na obličej probandky byla připevněna obličejová maska – analyzátor VO<sub>2</sub> master monitorující VE, DF, TV, VO<sub>2</sub> a VO<sub>2peak</sub>.

Pro zátěžové testování byl zvolen kontinuální zátěžový protokol s postupným zvyšováním zátěže do maxima. Odpor na ergometru byl nastaven individuálně dle váhy probandky. Počáteční hodnota W (wattů) byla vypočtena jako *váha probandky v kg/2*, v každé další minutě zátěž stoupala o hodnotu vypočtenou jako *váha v kg/3*. Plánovaná doba zátěže byla stanovena na 8-12 minut.

V maximální zátěži byla na paži probandky připevněna tlaková manžeta a pomocí fonendoskopu a tonometru byl změřen krevní tlak. Probandky byly též požádány o subjektivní zhodnocení intenzity zátěže na stupnici 0-10 dle Borgovy škály CR10. (Borg, 1998).

Po skončení zátěže následovala tzv. recovery fáze (volné vyšlapávání bez odporu). Při spiroergometrickém vyšetření bylo využito monitorace dechových parametrů pomocí VO<sub>2</sub> Master Pro, aby byly výsledky porovnatelné s terénním zátěžovým vyšetřením.

**Obrázek 6 - Spiroergometrické vyšetření****Obrázek 7 - Monitorace pomocí VO2 master**

### 3.2.2 Terénní zátěžový test

Terénní zátěžový test probíhal v tanečním pole dance studiu PolPole v Praze. Měření probíhalo s rozstupem 24 hodin po laboratorním vyšetření.

Zátěžový test probíhal formou monitorace parametrů zátěže při individuální soutěžní pole dance sestavě. Každá účastnice studie měla připravenou vlastní soutěžní sestavu odpovídající pravidlům *pole sport* soutěže (dle kódu prvků Czech Pole Championship (CPC) nebo International Pole Sports Federation (IPSF) v kategorii profesionál/elite). (International Pole Sports Federation, 2021; Czech pole championship, 2022).

Prostředí terénního testu bylo podobné soutěžním podmínkám (dvě chromové tyče značky X-pole, průměr 45 mm, výška 4 m, z pohledu diváka vlevo tyč statická, vpravo tyč spinová). Soutěžní tyče byly před každým vystoupením řádně připraveny a vyleštěny.

Účastnice studie se před zátěžovým testem rozcvičily dle svých zvyklostí a preferencí jako před soutěžním vystoupením. Poté jim byla na obličej připevněna obličejová maska VO<sub>2</sub> Master Pro. Snímač TF Polar Verity Sens byl připevněn na čelo pomocí plavecké čepice.

Samotné zátěžové vyšetření trvalo 3:00-3:30 minut v závislosti na délce

hudebního doprovodu každé z probandek. Průběh zátěžového testu byl zaznamenán pomocí fotoaparátu Fujifilm X-T200.

Po skončení vyšetření byly probandky požádány o subjektivní zhodnocení intenzity zátěže na stupnici 0-10 dle Borgovy škály CR10. Dále měly účastnice prostor pro individuální cool-down.

### 3.3 VYBAVENÍ

#### 3.3.1 VO<sub>2</sub> Master Pro

VO<sub>2</sub> Master Pro je přenosný metabolický analyzátor VO<sub>2</sub>. Je určen pro terénní zátěžové testování sportovců. Má formu kompaktní obličejové masky, je bezdrátový a váží pouhých 200 g. S elektronickým zařízením a aplikací VO<sub>2</sub> manager je propojen pomocí Bluetooth. (VO<sub>2</sub> master, 2022)

Výrobce uvádí, že VO<sub>2</sub> Master analyzer měří O<sub>2</sub> i ventilaci s přesností  $\pm 3 \%$  v porovnání s dechovým simulátorem. Independentní studie, která VO<sub>2</sub> Master porovnávala s Parvomedics, popsala přesnost měření O<sub>2</sub> a ventilace s přesností  $<9 \%$  celkově a  $<12 \%$  pro jednotlivé fáze. Dle této studie má VO<sub>2</sub> master akceptovatelnou validitu a test-retest reliabilitu pro většinu testovaných intenzit a může být vhodnou možností pro terénní měření VO<sub>2</sub> a ventilace. (Montoye, Vondrasek a Hancock 2nd, 2020)

*Obrázek 6 - Obličejová maska VO<sub>2</sub> master*



<https://vo2master.com/product/analyzer/>



VO<sub>2</sub> master sestává z pěti základních částí. Samotný *VO<sub>2</sub> master analyzer* (hlavní část se senzory a elektronikou), *filter disk* (jednorázové hygienické filtry), *user piece* (upevnění filtru a ochrana proti plivnutí), *mask a headgear* (silikonová maska na obličej a pásky k připevnění na hlavu), *mask locking nut* (matice, která připevňuje analyzátor k masce a zajišťuje plynulý proud vzduchu). (VO<sub>2</sub> master, 2022)

### 3.4 ANALÝZA DAT

Naměřená data z VO<sub>2</sub> Master Pro a Polar Verity Sens byla zaznamenána pomocí aplikace VO<sub>2</sub> Master Manager. Hodnocené parametry byly zaznamenány v sekundových intervalech. Nepřiměřené hodnoty byly automaticky přístrojem vyhodnoceny jako neplatné a nebyly zařazeny do výsledků. Výsledné grafy průměrují 10sekundové intervaly.

Protože ne všechny probandky dosáhly v maximu plató VO<sub>2</sub>, tedy VO<sub>2max</sub>, při hodnocení VO<sub>2peak</sub> na ergometru byla hodnota VO<sub>2peak</sub> vypočtena jako průměrná hodnota VO<sub>2</sub> posledních 30 vteřin zátěžového testu do maxima.

Anaerobní práh byl stanoven z grafu průběhu hodnot ventilačního ekvivalentu pro kyslík (VE/ VO<sub>2</sub>) v čase jako místo, kde minimální hodnota příslušné křivky přechází do vzestupu a současně na křivce minutové ventilace dochází k prvnímu mírnému vzestupu. Hodnoceny byly dvěma tělovýchovnými lékaři nezávisle na sobě. Vzhledem ke skutečnosti, že VO<sub>2</sub> Master Pro neměří VCO<sub>2</sub>, nemohlo být stanovení ventilačních prahů upřesněno pomocí ostatních metod, které vychází z analýzy VCO<sub>2</sub>. Byla zjištěna hodnota tepová frekvence odpovídající prvnímu a druhému ventilačnímu prahu a vypočtena její relativní hodnota vzhledem k TF<sub>max</sub>.

### 3.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Naměřená data byla shromážděna pomocí Microsoft Excel. Pro statistické zpracování byl použit program Jamovi. Nejprve byly popsány vlastnosti souboru formou popisné statistiky pro demografická data (viz 4.1 Charakteristika souboru) a jednotlivé měřené parametry (viz 4.2 Laboratorní zátěžové vyšetření, 4.3 Terénní zátěžové vyšetření). K testování hypotéz bylo použito různých variant párového t-testu a grafického srovnání naměřených hodnot s normovanými daty pro daný věk a pohlaví.

K testování hypotézy H1 kvůli rozdílnosti normovaných hodnot 50. percentilu (a průměru) pro každou věkovou skupinu nebylo možné použít klasický výpočet hladiny statistické významnosti – Studentův t-test, který pracuje s rozdílem průměrů. Nicméně,

při přepočtení jednotlivých rozdílů  $\sum \left( \frac{VO_{2peak} - VO_{2peak\ normy\ pro\ daný\ věk}}{SD\ normy\ pro\ daný\ věk} \right)$  získáme průměrný rozdíl mezi  $VO_{2peak}$  probandek a 50. percentilem (a zároveň průměrem) normativních dat pro dané pohlaví a věk ve směrodatných odchylkách. Porovnáním této hodnoty s tabulkou t-hodnot pro jednovýběrový jednostranný t-test jsme získali hladinu statistické významnosti ( $p$ ).

Pro testování hypotézy H2 byl použit jednovýběrový jednostranný t-test. Pro testování hypotézy H3 byl použit párový oboustranný t-test.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU

Měření se zúčastnilo 8 výkonnostních pole dance tanečnic (kategorie profesionál/elite). Charakteristika souboru je souhrnně uvedena v Tabulce 2.

Očekávaný počet probandek byl vyšší (10-20), v tomto roce se mistrovství republiky v pole sport v kategorii ženy profesionálky/elite zúčastnilo cca 40 žen ve věku 18-45 let v kategorii ženy profesionálky/elite. (Czech Pole Championship, 2022). Pouze část jich však byla ochotna zúčastnit se dvoudenního měření v Praze, nejčastěji kvůli dojezdové vzdálenosti, přípravě na další soutěže, z pracovních důvodů aj. Část probandek se též nemohla měření zúčastnit z důvodu zranění.

*Tabulka 2 - Charakteristika souboru*

Charakteristika souboru						
	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum	n
<b>Věk (roky)</b>	28	28	6	20	35	8
<b>Výška (cm)</b>	168	168	5	159	175	8
<b>Hmotnost (kg)</b>	60,6	60,8	8,4	45,7	76	8
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,4	21,6	2,1	18,1	24,8	8
<b>Délka tréninku pole dance (roky)</b>	7	7	2	5	10	8
<b>Frekvence tréninků (jednotka/týden)</b>	4	4	1	3	5	8
<b>Trvání tréninkové jednotky (minuty)</b>	106	95	22	90	150	8

*Vysvětlivky: SD = směrodatná odchylka, n = počet probandek*

V rámci vstupního vyšetření probandek bylo vyplnění dotazníku LEAF-Q pro screening zvýšeného rizika RED-S. Za zvýšené riziko RED-S se považuje hodnota  $\geq 8$  bodů v dotazníku. (Melin et al., 2014). Výsledky dotazníku jsou uvedeny v tabulce 3.

*Tabulka 3 - Vyhodnocení dotazníku LEAF-Q*

Vyhodnocení dotazníku LEAF-Q		
Skóre v dotazníku	<8 bodů	$\geq 8$ bodů, riziko RED-S
Počet probandů	4	4

*Vysvětlivky: LEAF-Q = Low energy availability in females questionnaire, RED-S = Relative energy deficiency in sports*

## 4.2 LABORATORNÍ ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ

Při laboratorním zátěžovém testu na ergometru byly měřeny parametry pro hodnocení zdatnosti probandek. Souhrnně jsou uvedeny v tabulce 3.

Při zátěžovém testu do maxima byly průměrné hodnoty  $TF_{max}$  181 bpm,  $VO_{2peak}$  46,1 ml/min/kg a  $W_{peak}$  3,7 W/kg. Přestože se jednalo o test do maxima, probandky subjektivně hodnotily zátěž jako 8,3/10. Většina probandek slovně popsala, že se necítí být v maximu své zdatnosti, ale že bolest dolních končetin už nelze déle vydržet.

Hodnoceny byly úrovně ventilačních prahů. První ventilační práh VT1 (aerobní práh) byl průměrně v 68 %  $TF_{max}$ , druhý ventilační práh VT2 (anaerobní práh) průměrně v 90 %  $TF_{max}$ .

U krevního tlaku v zátěži jsou uvedeny naměřené hodnoty systolického i diastolického tlaku, nicméně výpovědní hodnotu má jen hodnota systolického tlaku. Zároveň je zde nižší počet probandek (pouze 7), v jednom případě se nepodařilo krevní tlak v zátěži změřit.

*Tabulka 4 - Laboratorní zátěžové vyšetření*

Laboratorní zátěžové vyšetření						
	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum	n
<b>TK klid (mmHg)</b>	113/71	115/70	8/7	100/60	120/80	8
<b>TK zátěž (mmHg)</b>	164/77	160/80	13/13	150/60	190/100	7
<b>TF max (bpm)</b>	181	180	9	173	200	8
<b>VO<sub>2peak</sub> (ml/kg/min)</b>	46,1	45,9	5,3	37,7	52,9	8
<b>W<sub>peak</sub> (W/kg)</b>	3,7	3,6	0,2	3,5	4,1	8
<b>VE<sub>max</sub> (l/min)</b>	102,8	101,4	9,7	89,9	120,3	8
<b>DF<sub>max</sub> (bpm)</b>	50	48	8	37	61	8
<b>TV<sub>max</sub> (l)</b>	3	2	1	2	4	8
<b>CR10 (0-10)</b>	8,3	8	0,7	7	9	8
<b>TF AP (bpm)</b>	124	124	9	112	140	8
<b>TF AP (% TF<sub>max</sub>)</b>	68%	68%	4%	63%	76%	8
<b>TF ANP (bpm)</b>	164	162	4	159	172	8
<b>TF ANP (% TF<sub>max</sub>)</b>	90%	91%	3%	84%	94%	8
<b>Délka zátěžového testu (min)</b>	9:34	9:10	0:34	9:04	10:42	8

*Vysvětlivky: SD = směrodatná odchylka, n = počet probandek, TK = krevní tlak (mmHg = milimetry rtuťového sloupce), TF<sub>max</sub> = maximální tepová frekvence (bpm, beat per minute, tepy za minutu), VO<sub>2peak</sub> = nejvyšší příjem kyslíku, W<sub>max</sub> = maximální výkon, VE<sub>max</sub> = maximální ventilace, DF<sub>max</sub> = maximální dechová frekvence (bpm, breath per minute, dechy za minutu) TV<sub>max</sub> = maximální dechový objem, CR10 = Category-Ratio 10 (subjektivní hodnocení intenzity zátěže), TF<sub>AP</sub> = tepová frekvence při aerobním prahu, TF<sub>ANP</sub> = tepová frekvence při anaerobním prahu*

U všech probandek byla provedena spirometrie. Žádná z probandek nemá dle výsledků spirometrie sníženou hodnotu dechových objemů pod hranicí normy ani patologický průběh flow-volume křivky odpovídající obstrukční poruše, které by mohlo mít vliv na ventilaci v zátěži.

Hodnotili jsme též dechový objem v zátěži vyjádřen v % vitální kapacity. Při laboratorním zátěžovém testu využívaly probandky v maximu průměrně 57% FVC, při zátěži na tyči méně (53 %). Výsledky spirometrie jsou uvedeny v tabulce 5.

*Tabulka 5 - Spirometrie a dechový objem v zátěži*

**Spirometrie a popis dechového objemu v zátěži**

Probandka	FVC (l)	FVC (% a./p.)	FEV 1 (l)	FEV 1 (% a./p.)	FEV/ IVC (% a./p.)	TV <sub>max</sub> LAB (l)	TV <sub>max</sub> LAB (% FVC)	TV <sub>max</sub> POLE (l)	TV <sub>max</sub> POLE (% FVC)
<b>1</b>	3,56	97%	3,15	99%	113%	1,8	51%	1,6	45%
<b>2</b>	4,31	114%	3,43	106%	95%	2,7	63%	2,4	56%
<b>3</b>	5,53	150%	3,88	123%	86%	4,1	74%	3,3	60%
<b>4</b>	5,26	136%	3,59	108%	82%	2,8	53%	2,7	51%
<b>5</b>	4,65	115%	3,54	103%	92%	2,6	56%	2,7	58%
<b>6</b>	3,8	94%	3,34	96%	108%	2,2	58%	1,8	47%
<b>7</b>	4,68	117%	3,44	99%	87%	2,3	49%	2,6	56%
<b>8</b>	4,12	105%	3,69	110%	109%	2,3	53%	2,2	51%
<b>Průměr</b>	<b>4,49</b>	<b>116%</b>	<b>3,51</b>	<b>106%</b>	<b>97%</b>	<b>2,6</b>	<b>57%</b>	<b>2,41</b>	<b>53%</b>

*Vysvětlivky: FVC = forced vital capacity (usilovná vitální kapacita), FEV 1 = Forced expiratory volume in one second (jednosekundová vitální kapacita), IVC = inspiratory vital capacity (inspirační vitální kapacita), TV<sub>max</sub> = maximal tidal volume (maximální dechový objem), POLE = zátěž na tyči, LAB = laboratorní vyšetření, a. = actual/ p. = predicted (naměřené hodnoty/ predikované)*

### 4.3 TERÉNNÍ ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ

Při terénním zátěžovém vyšetření byly hodnoceny parametry charakterizující zátěž pole dance při soutěžní sestavě. Hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 4. Průměrná  $TF_{max}$  byla 178 bpm a  $VO_{2peak}$  50,6 ml/min/kg, tj. více než při laboratorním zátěžovém testu do maxima (hodnoty  $VO_2$  naměřené na tyči jsou 110%  $VO_{2peak}$  v laboratoři).

Průměrná hodnota TF během soutěžní sestavy byla průměrně 158 bpm a průměrná hodnota  $VO_2$  36,2 ml/min/kg. Průměrně 67 % času z celkové doby soutěžní sestavy se probandka pohybuje v intenzitě zátěže nad anaerobním prahem (VT2).

*Tabulka 6 - Terénní zátěžové vyšetření*

Terénní zátěžové vyšetření							
	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum	N	% max lab hodnot
<b>TF max (bpm)</b>	178	178	6	166	186	8	98 % TF max (lab)
<b>TF průměr (bpm)</b>	158	165	14	139	172	8	87 % TF max (lab)
<b>VO2 peak (ml/kg/min)</b>	50,6	50,4	3,2	45,1	55,8	8	110 % VO2peak (lab)
<b>VO2 průměr (ml/kg/min)</b>	36,2	34,8	4,2	30,9	43,1	8	79 % VO2 peak (lab)
<b>VE max (l/min)</b>	91,8	94,2	9,2	78,4	103,2	8	89 % VE max (lab)
<b>VE průměr (l/min)</b>	68,5	68,3	9,4	57,8	81,4	8	
<b>TV max (l)</b>	2,4	2,5	0,5	1,6	3,3	8	92 % TV max (lab)
<b>TV průměr (l)</b>	1,5	1,6	0,2	1,1	1,7	8	
<b>DF max (bpm)</b>	60	60	6	51	68	8	119 % DF max (lab)
<b>DF průměr (l)</b>	48	47	4	43	54	8	
<b>CR10 (0-10)</b>	7,1	7	0,6	6	8	8	
<b>Délka sestavy (min)</b>	3:12	3:16	0:10	3:00	3:30	8	
<b>Doba nad ANP (min)</b>	2:09	2:25	0:31	1:11	2:41	8	
<b>Podíl sestavy nad ANP</b>	67%	72%	17%	35%	89%	8	

*Vysvětlivky: SD = směrodatná odchylka, n = počet probandek, lab = laboratoř, TFmax = maximální tepová frekvence (bpm, beat per minute, tepy za minutu), VO2peak = nejvyšší příjem kyslíku, VO2 = příjem kyslíku, VE<sub>max</sub> = maximální ventilace, VE = ventilace, TV<sub>max</sub> = maximal tidal volume (maximální dechový objem), TV = tidal volume (dechový objem) DF<sub>max</sub> = maximální dechová frekvence (bpm, breath per minute, dechy za minutu), DF = dechová frekvence (bpm, breath per minute, dechy za minutu, CR10 = Category-Ratio 10 (subjektivní hodnocení intenzity zátěže), ANP = anaerobní práh*

## 4.4 SROVNÁNÍ MEZI LABORATORNÍM A TERÉNNÍM VYŠETŘENÍM

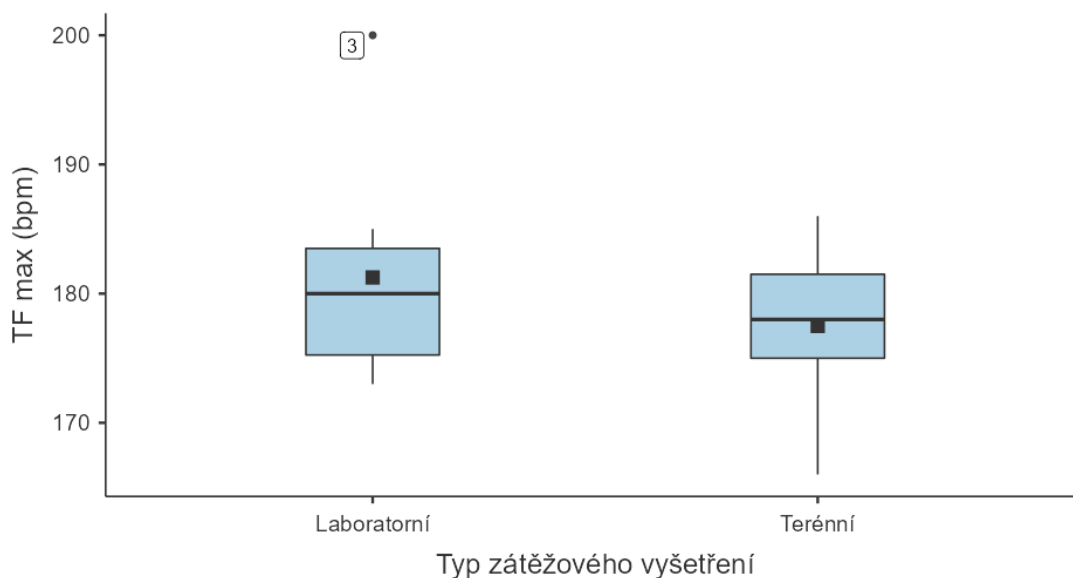
V Tabulce 5 je uvedeno souhrnně srovnání mezi parametry ( $TF_{max}$ ,  $VO_{2peak}$ ,  $VE_{max}$ ,  $DF_{max}$ ,  $TV_{max}$ ,  $CR_{10}$ ,  $TV_{max}$ ) naměřenými při laboratorním a terénním zátěžovém vyšetření. V grafech 1-7 je srovnání parametrů jednotlivě.

$TF_{max}$  byla průměrně vyšší na ergometru (181 vs. 178 bpm),  $VO_{2peak}$  bylo naopak vyšší na tyči (50,6 vs. 46,1 ml/kg/min). Výrazné rozdíly byly mezi dechovým vzorem. Maximální ventilace byla vyšší na ergometru (102,8 vs. 91,8 l/min), na tyči bylo dýchání rychlejší ( $DF_{max}$  60 vs. 50 bpm) a mělčí ( $TV_{max}$  2,4 vs. 2,6 l). Zátěž na tyči byla subjektivně hodnocena jako méně náročná (7,1 vs 8,3 bodů na škále  $CR_{10}$ ).

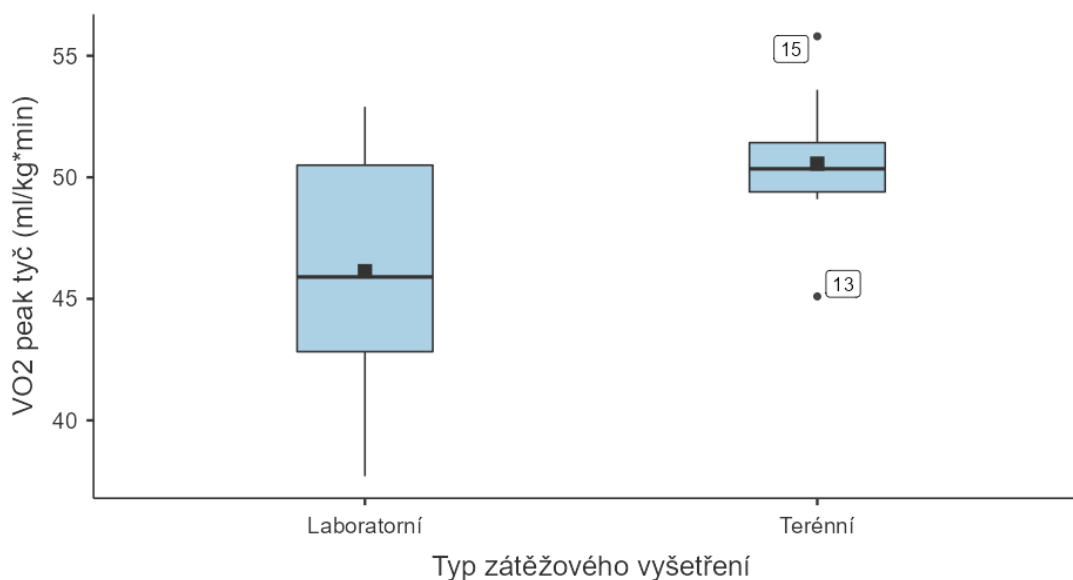
*Tabulka 7 - Porovnání parametrů mezi laboratorním a terénním zátěžovým vyšetřením*

Porovnání parametrů mezi laboratorním a terénním zátěžovým vyšetřením								
	Typ zátěžového vyšetření	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilkův test (p)	n
<b>TF max (bpm)</b>	Laboratorní	181	180	9	173	200	0,112	8
	Terénní	178	178	6	166	186	0,875	8
<b>VO2 peak tyč (ml/kg/min)</b>	Laboratorní	46,1	45,9	5,3	37,7	52,9	0,405	8
	Terénní	50,6	50,4	3,2	45,1	55,8	0,667	8
<b>VE max (l/min)</b>	Laboratorní	102,8	101,4	9,7	89,9	120,3	0,888	8
	Terénní	91,8	94,2	9,2	78,4	103,2	0,442	8
<b>DF max (bpm)</b>	Laboratorní	50	48	8	37	61	0,650	8
	Terénní	60	60	6	51	68	0,907	8
<b>TV max (l)</b>	Laboratorní	2,6	2,5	0,7	1,8	4,1	0,092	8
	Terénní	2,4	2,5	0,5	1,6	3,3	0,846	8
<b>CR10 (0-10)</b>	Laboratorní	8,3	8	0,7	7	9	0,056	8
	Terénní	7,1	7	0,6	6	8	0,037	8
<b>TV max (%VC)</b>	Laboratorní	57%	55%	8%	49%	74%	0,135	8
	Terénní	53%	53%	5%	45%	60%	0,731	8

*Vysvětlivky: SD = směrodatná odchylka, n = počet probandek, p = hodnota Shapiro-Wilkova testu, TFmax = maximální tepová frekvence (bpm, beat per minute, tepy za minutu), VO2peak = nejvyšší příjem kyslíku, VEmax = maximální ventilace, DFmax = maximální dechová frekvence (bpm, breath per minute, dechy za minutu), TVmax = maximal tidal volume (maximální dechový objem), CR10 = Category-Ratio 10 (subjektivní hodnocení intenzity zátěže), VC = vitální kapacita*

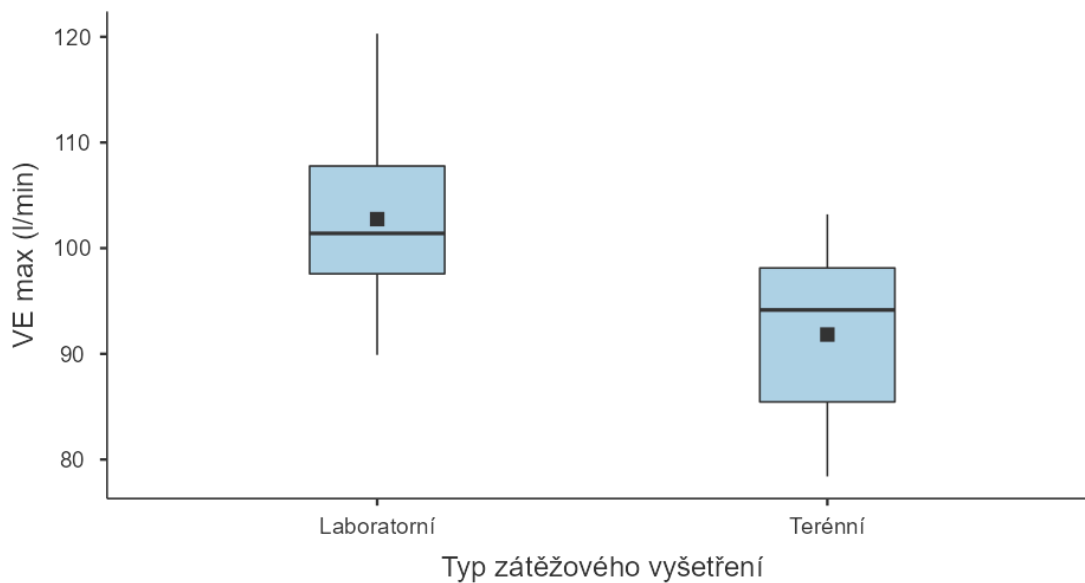
**Graf 1 - Maximální tepová frekvence (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)**

Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % **percentil**, dolní ohraničení modrého pole = 25 % **percentil**, Vodorovná tlustá čára = **medián**, černý čtvereček = **průměr**, horní konec svislé čáry = **maximum**, dolní konec svislé čáry = **minimum**

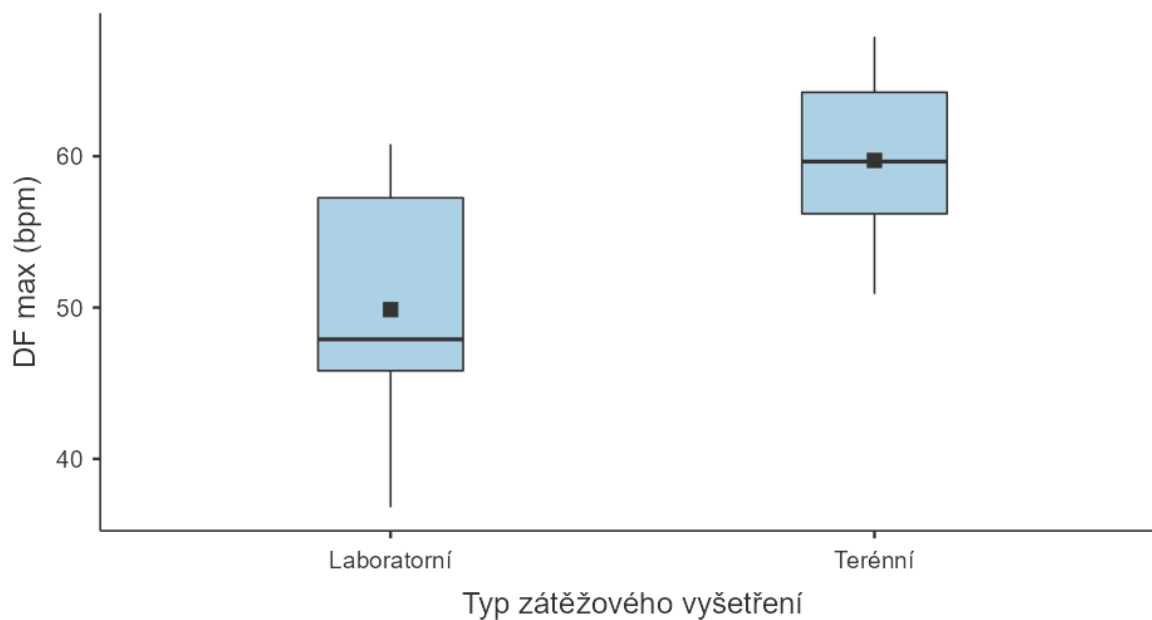
**Graf 2 - Peak příjmu kyslíku (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)**

Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % **percentil**, dolní ohraničení modrého pole = 25 % **percentil**, Vodorovná tlustá čára = **medián**, černý čtvereček = **průměr**, horní konec svislé čáry = **maximum**, dolní konec svislé čáry = **minimum**

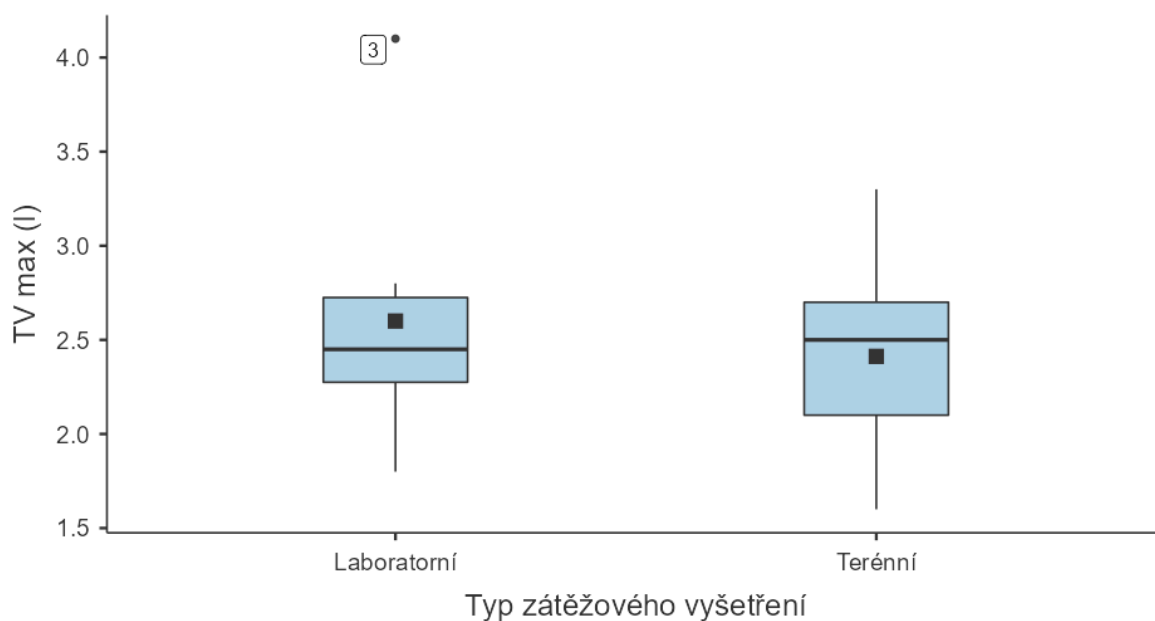


**Graf 3 - Maximální ventilace (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)**

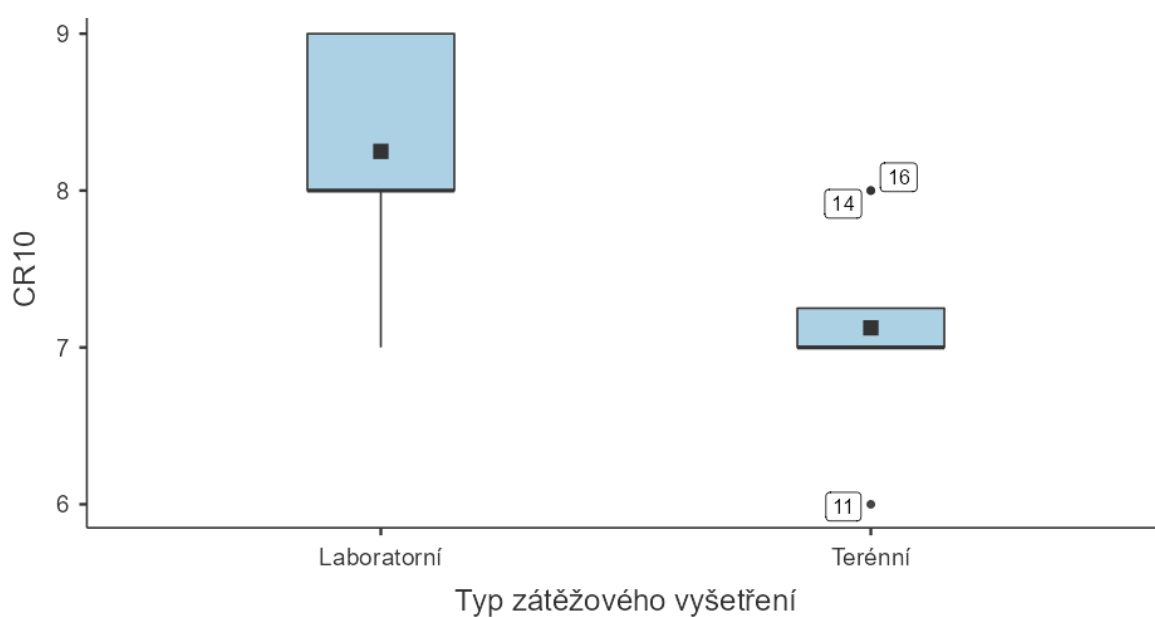
Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % **percentil**, dolní ohraničení modrého pole = 25 % **percentil**, Vodorovná tlustá čára = **medián**, černý čtvereček = **průměr**, horní konec svislé čáry = **maximum**, dolní konec svislé čáry = **minimum**

**Graf 4 - Maximální dechová frekvence (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)**

Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % **percentil**, dolní ohraničení modrého pole = 25 % **percentil**, Vodorovná tlustá čára = **medián**, černý čtvereček = **průměr**, horní konec svislé čáry = **maximum**, dolní konec svislé čáry = **minimum**

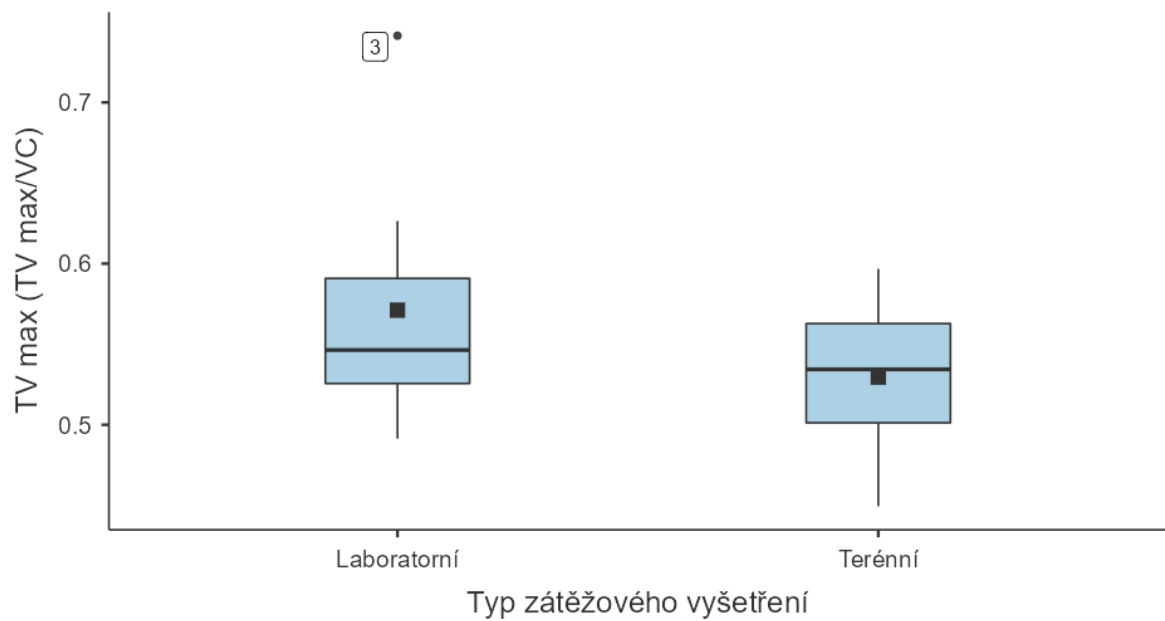
**Graf 5 - Maximální dechový objem (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)**

Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % percentil, dolní ohraničení modrého pole = 25 % percentil, Vodorovná tlustá čára = medián, černý čtvereček = průměr, horní konec svislé čáry = maximum, dolní konec svislé čáry = minimum

**Graf 6 - Hodnocení subjektivní intenzity zátěže (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)**

Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % percentil, dolní ohraničení modrého pole = 25 % percentil, Vodorovná tlustá čára = medián, černý čtvereček = průměr, horní konec svislé čáry = maximum, dolní konec svislé čáry = minimum

**Graf 7** – Maximální dechový objem – podíl z maximální vitální kapacity (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)



Vysvětlivky krabicového grafu: horní ohraničení modrého pole = 75 % **percentil**, dolní ohraničení modrého pole = 25 % **percentil**, Vodorovná tlustá čára = **medián**, černý čtvereček = **průměr**, horní konec svislé čáry = **maximum**, dolní konec svislé čáry = **minimum**

## 4.5 VÝSLEDKY K HYPOTÉZÁM

**Hypotéza H1:** Kardiorespirační zdatnost probandek je ve srovnání s běžnou populací v rámci populační normy nadprůměrná.

Pro porovnání kardiorespirační zdatnosti probandek s běžnou populací uvádíme hodnoty  $VO_{2peak}$  (z laboratorního zátěžového vyšetření) a referenční hodnoty  $VO_{2peak}$  pro daný věk (Graf 8) (Selinger, 1975). Dále uvádíme rozdíly mezi probandkami a populací vyjádřené z hlediska směrodatné odchylky (Tabulka 8). Dle výsledků jsou všechny probandky zdatnější ve srovnání s běžnou populací (referenční hodnoty jsou průměrem populační normy).

*Tabulka 8 - Porovnání  $VO_{2peak}$  s normativními hodnotami, vyjádřeno v SD*

Porovnání $VO_{2peak}$ s normativními hodnotami, vyjádřeno v SD					
	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum
Kolik SD je probandka od normy	2,10	1,92	1,04	1,03	3,56

Kvůli rozdílnosti normovaných hodnot 50. percentilu (a průměru) pro každou věkovou skupinu nebylo možné použít klasický výpočet hladiny statistické významnosti – Studentův t-test, který pracuje s rozdílem průměrů. Nicméně, při přepočtení jednotlivých rozdílů  $\sum \left( \frac{VO_{2peak} - VO_{2peak\ norma\ pro\ daný\ věk}}{SD\ normy\ pro\ daný\ věk} \right)$  získáme průměrný rozdíl mezi  $VO_{2peak}$  probandek a 50. percentilem (a zároveň průměrem) normativních dat pro dané pohlaví a věk, tento průměr je 2,10 SD, viz tabulka 8. Tento výsledek je vyšší než kritická hodnota t, se 7 stupni volnosti pro Studentův t-test ( $t = 1,895$ ). Výsledek 2,10 SD odpovídá hladině statistické významnosti v intervalu  $0,04 > p > 0,03$ .

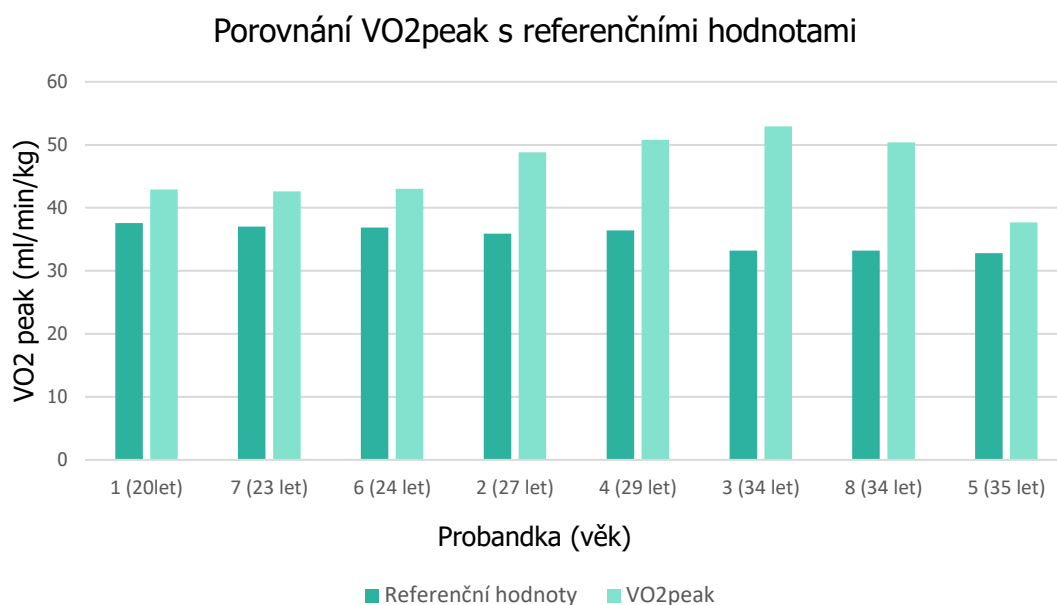
Správnost nulové hypotézy: „Profesionální pole dance tanečnice nejsou zdatnější než populační průměr“, je na základě naměřených dat nepravděpodobná. Stejně extrémních výsledků by bylo dosaženo pouze v 3-4% případech (náhodným výběrem výjimečně zdatných z průměrně zdatné populace).

Hodnoty pro tyto závěry byly čerpány z tabulky t-hodnot (T distribution Table, b.r.) a online kalkulatoru t-hodnot (Good calculators, 2022).

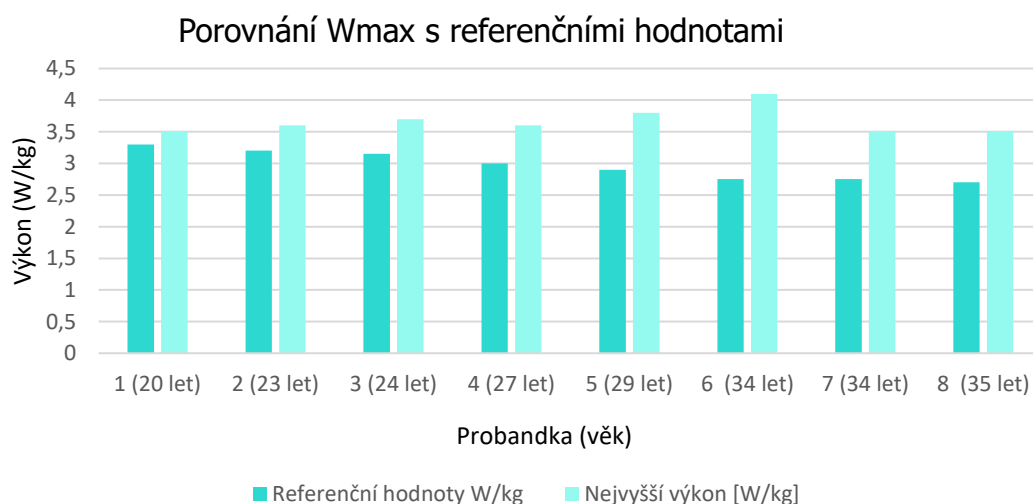
Jako druhý parametr pro hodnocení tělesné zdatnosti uvádíme  $W_{max/kg}$  v porovnání s referenčními hodnotami  $W_{max/kg}$  pro daný věk (Graf 9). Probandky mají průměrně vyšší výkon v porovnání s normami pro běžnou populaci (průměrně o 0,7

W/kg, průměrná SD normovaných dat je 0,53 W/kg). (Selinger et al. 1975).

**Graf 8 - Porovnání VO2 peak s referenčními hodnotami**



**Graf 9 - W/kg porovnání s referenčními hodnotami**



**Hypotéza H2:** *Probantky se při soutěžní zátěži pohybují většinu času v intenzitě nad anaerobním prahem.*

V tabulce 9 je uvedena celková délka soutěžní pole dance sestavy, celková doba nad ANP (resp. nad  $TF_{ANP}$ ) a procentuální podíl času stráveného nad ANP z celkové délky sestavy. Průměrně se probantky pohybovaly 67 % času nad ANP (rozmezí hodnot

35-89 %), tj. více než polovinu času ( $p = 0,019$ ), viz tabulka 10.

**Tabulka 9 - Intenzita zátěže při soutěžní pole dance sestavě ve vztahu k ANP**

Intenzita zátěže při soutěžní pole dance sestavě ve vztahu k ANP						
	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum	N
<b>Délka sestavy (min)</b>	3:12	3:16	0:10	3:00	3:30	8
<b>Doba nad ANP (min)</b>	2:09	2:25	0:31	1:11	2:41	8
<b>Podíl sestavy nad ANP</b>	67%	72%	17%	35%	89%	8

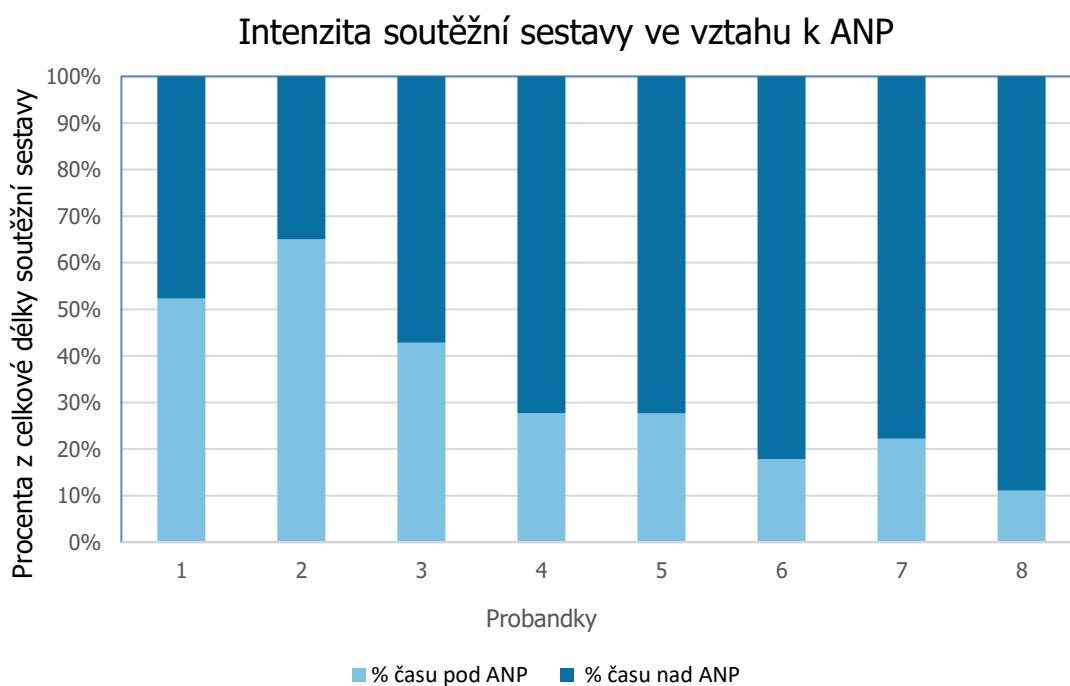
**Tabulka 10 - Jednovýběrový jednostranný t-test (statistická významnost H<sub>2</sub>)**

Jednovýběrový jednostranný t-test (statistická významnost H <sub>2</sub> )							
		Statistika	df	p	Rozdíl průměrů	Shapiro-Wilk test (p)	Shapiro-Wilk test (W)
<b>Nad ANP %</b>	<b>Studentův t-test</b>	2.56	7.00	0.019	0.166	0,598	0,939

Poznámka: za platnosti hypotézy H<sub>2</sub> platí, že průměrná doba strávená nad ANP ( $\mu$ ) je  $\mu > 0.5$

V grafu 10 je zobrazeno, kolik % času strávily jednotlivé probandky při soutěžní sestavě na tyči nad ANP.

**Graf 10 - Intenzita soutěžní sestavy ve vztahu k ANP**



**Hypotéza H3:** Při soutěžní zátěži na tyči, která vyžaduje izometrické výdrže včetně bránice a pomocných nádechových svalů, bude z důvodu zadržování dechu maximální dechová frekvence nižší než maximální dechová frekvence naměřená při spiroergometrickém testu do maxima.

Porovnání maximálních dechových frekvencí naměřených při laboratorním a terénním testu je v tabulce 11. Průměrná hodnota  $DF_{max}$  naměřená při terénním zátěžovém testu byla vyšší než při laboratorním testu (60 vs. 50 bpm) a nepotvrzuje tedy hypotézu H3 ( $p = 0,001$ ), viz tabulka 10. V tabulce 12 je párový t-test pro hypotézu H3.

*Tabulka 11 - Porovnání maximální dechové frekvence mezi laboratorním a terénním zátěžovým vyšetřením*

**Porovnání maximální dechové frekvence mezi laboratorním a terénním zátěžovým vyšetřením**

	Typ zátěžového vyšetření	Průměr	Medián	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilkův test (p)	N
<b>DF max (bpm)</b>	Laboratorní	50	48	8	37	61	0,65	8
	Terénní	60	60	6	51	68	0,907	8

*Tabulka 12 - Párový t-test (statistická významnost H3)*

**Párový oboustranný t-test (statistická významnost H3)**

		Statistika	df	p	Rozdíl průměrů	Směrodatná chyba průměru	Shapiro-Wilk test (p)	Shapiro-Wilk test (W)	
DF max laboratoř (bpm)	DF max terén (bpm)	<b>Studentův t-test</b>	-5.20	7	0.001	-9.93	1.91	0,938	0,593

## 5 DISKUZE

### 5.1 DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI

Pole dance je disciplínou vzdušné akrobacie, která kombinuje prvky tance a akrobacie na vertikální tyči. (Naczka, Kowalewska a Naczka, 2020). V České republice se pole dance věnuje přes šest tisíc aktivních sportovců, přibližně čtvrtina z nich na výkonnostní úrovni (European pole dance federation, 2021). Oficiální status sportu získal *pole sport* roku 2017 (International Pole Sports Federation, 2017). Teprve v té době se objevil první článek, který by popisoval fyziologické nároky zátěže při pole dance (Ruscello et al., 2017). Nutno dodat, že první IPSF mistrovství světa v *pole sport* se konalo už v roce 2012; v roce 2017 se jej účastnilo 229 soutěžících, kteří se kvalifikovali z národních kol z celkem 36 států (International Pole Sports Federation, 2017).

Autoři Ruscello et al. (2017) měřili fyzické a fyziologické nároky soutěžní pole dance sestavy u jedné výkonnostní pole dance tanečnice. Výsledky jejich měření poukazují na intenzivní kardiovaskulární nároky po celou dobu trvání sestavy (průměrná TF byla 93 %  $TF_{max}$ , nejvyšší dosažená TF byla 96 %  $TF_{max}$ ). Podobné parametry zátěže byly naměřeny např. u gymnastek (Sartor et al., 2013; Marina a Rodríguez, 2014; Ruscello et al., 2017). Naopak hodnoty krevního laktátu (10,2-9,3 mmol/l) v 1-12 minutě po konci zátěže byly zjištěny vyšší než u gymnastek nebo tanečnic (Manchester, 2011; Marina a Rodríguez, 2014). Tyto hodnoty poukazují na anaerobní povahu zátěže (Dallas, Zacharogiannis a Paradisis, 2013). Autorky Manos, Grigore a Popescu (2012), které zkoumaly metabolické nároky u rytmických gymnastek, popisují, že vyčerpání anaerobního systému může být zdrojem technických chyb a ovlivnit tělesnou koordinaci a emociální rovnováhu během soutěžního vystoupení.

Zmíněná studie Ruscella et al. hodnotí intenzitu zátěže při pole dance soutěžní sestavě, nikoli však intenzitu zátěže při pole dance tréninku. Pole dance se nejčastěji vyučuje formou skupinových lekcí (Griffiths, 2015). Intenzita zátěže při pole dance skupinové lekci je závislá na několika různých proměnných (taneční styl, zaměření lekce, pokročilost skupiny, délka lekce, metodika vedení lekce a další) a není snadné ji tak přesně definovat (Jensen, 2015). Přesto jsou však velice cenné výsledky výzkumu autorky Nicholas et al. (2019), která zkoumala fyziologické a metabolické nároky 60minutové pole dance lekce (Nicholas et al., 2019).

Dle výsledků této studie, které se zúčastnilo 14 pokročilých pole dance tanečnic,



je průměrný profil lekce následující:  $VO_2$  16.0 ml/kg/min, TF 131 bpm, EC 281,6 kcal (4.7 kcal/min), 4,6 MET, RPE 6,3/10,  $Bla$  3,1 mM. Dle guidelines ACSM by tak 60minutová lekce pole dance pro pokročilé mohla být klasifikována jako kardiorespirační zátěž střední intenzity. (Garber et al., 2011). Autorka však upozorňuje, že přestože hodnota MET 4,6 odpovídá kardiorespirační zátěže střední intenzity, lekci má spíše charakter odporového tréninku (cviky byly provedeny v sériích s určitým počtem opakování) (American College of Sports Medicine, 2009; Garber et al., 2011; Nicholas et al., 2019).

Izometrické výdrže jsou pro pole dance typické (Ruscello et al., 2017). V kódu prvků IPSF je uvedeno, že „držení a kontrolování silového prvku déle než 2 vteřiny poukazuje na vyšší úroveň náročnosti“. V případě, že tanečník/ tanečnice neudrží finální pozici alespoň 2 vteřiny, nebude mu povinný prvek uznán (International Pole Sports Federation, 2021).

Je obecně známým faktem, že izometrické kontrakce podporují růst svalové hmoty a svalové síly (Oranchuk et al., 2019). Autoři Nackz, Kowaleska a Nackz (2020) zjistili, že pole dance tanečnice mají oproti kontrolní skupině vyšší sílu stisku (průměrně o 19 % na pravé a 13 % na levé horní končetině). Sílu stisku u pole dance tanečnic měřila i autorka Nawrocka et al. (2017), která zjistila, že síla stisku se s pokročilostí v pole dance zvyšuje. (Nawrocka et al., 2017; Nacz, Kowalewska a Nacz, 2020)

Vyšší podíl svalové hmoty a nižší podíl tukové hmoty v oblasti horních končetin popisuje i autorka Ballarin et al. (2021), která též porovnávala pole dance tanečnice s kontrolní skupinou. Nárůst svalové hmoty popisují i autoři Coelho, F. Brasilino a Morales (2017). V rámci longitudinální studie popisují změny v tělesném složení u 11 žen, které se věnují pole dance 2krát týdně 60 minut. Po 6 měsících bylo se zvýšila svalová hmota z  $23,6 \pm 3,5$  kg na  $26,4 \pm 3,2$  kg, naopak % tělesného tuku se snížilo z  $21,5 \pm 3,4$  % na  $16,2 \pm 2,9$  %. Autoři v textu neuvádí, jestli se studie účastnily začátečnice nebo pokročilé. (Coelho, F. Brasilino a Morales, 2017; Ballarin et al., 2021)

Kromě prostého nárůstu svalové síly má pole dance má pozitivní vliv i na posturální stabilitu. Autorka Nawrocka et al. měřila u pole dance tanečnic různé pokročilosti míru vychýlení COP. Nejnižší výchylky COP byly naměřeny u nejpokročilejších pole dance tanečnic (Nawrocka et al., 2017). Autorka Nicholas et al. (2019) popisuje, že trénink stability, koordinace a obratnosti je běžnou součástí pole dance lekce. (Nicholas et al., 2019)

Další důležitou pohybovou složkou pole dance je flexibilita. Flexibilita je

u estetických sportů (moderní a sportovní gymnastika, pole dance, krasobruslení, tanec apod.) základním předpokladem pro správné provedení prvků. (Manos, Grigore a Popescu, 2012). Dle kódu prvků IPSF je během pole sport soutěže hodnocena flexibilita dolních končetin, páteře a ramen. Pokud jsou prvky provedeny v plném rozsahu, jsou hodnoceny vyšším skórem (International Pole Sports Federation, 2021).

Flexibilitu u pole dance tanečnice zkoumali autoři Nackz, Kowalewska a Nackz (2020) pomocí Sit and Reach Testu, který hodnotí flexibilitu hamstringů a bederní páteře. Vyšetřovaný provádí vsedě s nataženými dolními končetinami maximální flexi v kyčelních kloubech a páteři s cílem dosáhnout dlaněmi co nejdále. Skupina pole dance tanečnic průměrně dosáhla  $17.38 \pm 8.41$  cm za úroveň chodidel, kontrolní skupina výrazně méně ( $4.25 \pm 8.02$  cm). Ve stejném testu dosáhly elitní juniorské rytmické gymnastky  $22,16 \pm 3,53$  cm (Douda et al., 2008).

Přestože je hypermobilita vnímána v estetických sportech jako výhoda, v některých případech může zvyšovat riziko zranění (d'Hemecourt a Luke, 2012). Při rozvoji a udržování flexibility (zejména u hypermobilních jedinců) je velmi důležité kromě strečinku zařadit do tréninkového plánu též rozvoj svalové síly a koordinace. Pro prevenci zranění je zcela zásadní, aby byla zajištěna stabilita kloubu v celém rozsahu pohybu (Clanton a Coupe, 1998; Kurz, 1998; Cupisti et al., 2004; Koutedakis, Stavropoulos-Kalinoglou a Metsios, 2005).

Právě koordinace pohybu a kvalita vnímání a zpracování proprioceptivních vjemů jsou dalšími důležitými aspekty estetických sportů. Předchozí studie prokázaly vyšší kvalitu vnímání propriocepce u tanečníků a gymnastů (Lephart et al., 1996; Danion, Boyadjian a Marin, 2000; Vuillerme, Teasdale a Nougier, 2001).

V oblasti pole dance nebyly žádné podobné studie provedeny, nicméně z empirického zjištění je možné konstatovat, že pole dance kombinuje mnoho specifických výzev pro kontrolu těla v prostoru. Patří mezi ně např. pohyb ve výšce (typicky až 4 m), vyvíjení síly proti působení gravitačního pole, tolerance rotací, držení těla na tyči pomocí atypických kontaktních ploch, pozice hlavou dolů a další.

Velmi častou komplikací je též pocení rukou, které snižuje kvalitu úchopu a může být potenciálně nebezpečné. Všechny výše zmíněné aspekty jsou hodnoceny porotci během soutěže. Kontrola těla v pohybu musí být tak samozřejmá, aby umožňovala pole dance tanečnici soustředit se i na uměleckou složku soutěžního vystoupení – plynulost pohybu, interpretaci hudby, charisma a další. Autorka Tait (2020) popisuje cirkusové akrobatické dovednosti, které jsou kombinovány s hudebním podkresem a uměleckým

ztvárněním, jako vrchol tělesné koordinace a obratnosti.

Držení těla na tyči je zprostředkováno pomocí kontaktních ploch na kůži. Třecí síly v místě kontaktu často způsobují bolest nebo drobné hematomy. Autoři Szopa et al. (2022) a Nacz, Kowalewska a Nacz (2022) zjistili, že mírnou bolest pole dance tanečnice pravděpodobně ignorují, případně se vyhybají pohybům, které ji způsobují.

Je možné, že mají pole dance tanečnice podobně jako cirkusoví umělci vyšší práh bolesti a tendenci k bagatelizaci zranění (Long, Ambegaonkar a Fahringer, 2011). Výsledky dotazníkového šetření autorů Szopa et al. však ukazují alarmující výsledky. Z 320 dotazovaných pole dance tanečnic bylo během tréninku zraněno 85 % z nich. Některé byly zraněny opakovaně, celkový počet zranění na 276 tanečnic byl 1050. Navíc pouze 16 % ze zraněných tanečnic vyhledalo při prvním zranění odbornou pomoc. (Szopa et al., 2022). Mezi pole dance zranění patří méně závažné pohmožděninny měkkých tkání až závažné vysokoenergetické úrazy páteře, kraniocerebrální poranění, zlomeniny a další. Při tréninku je vždy třeba zajistit vhodnou metodiku výuky nových dovedností, bezpečnostní pomůcky a kvalitní techniku jištění (Mitrousias et al., 2017; Soini a Laine, 2018; Dittrich et al., 2020; Nacz, Kowalewska a Nacz, 2020; Szopa et al., 2022).

U estetických sportů je riziko zranění vysoké i z důvodu častější prevalence RED-S syndromu (Armento a Sweeney, 2020). Studie autorů Nacz, Kowalewska a Nacz z roku 2020 nasvědčuje tomu, že do této skupiny patří i pole dance (Nacz, Kowalewska a Nacz, 2020). Autoři popisují, že skupina pole dance tanečnic měla častější poruchy menstruačního cyklu a akutních zranění oproti kontrolní skupině (Nacz, Kowalewska a Nacz, 2020).

Tělesné zatížení akrobatů je velice specifické a přináší i specifické požadavky pro zdravotní péči. Cirkusoví umělci mají z různých důvodů tendence podhodnocovat význam zranění (Long, Ambegaonkar a Fahringer, 2011; Wolfenden a Angioi, 2017). Jedním z nich je dle autorky Cayrol et al. nedůvěra ve zdravotnictví (Cayrol et al., 2019). Autorky Huberman, Scales a Vallabhajosula (2020) popisují, že zátěž cirkusových umělců je natolik specifická, že ji nemusí odborná veřejnost adekvátně reflektovat a poskytnout péči, která by byla účinná (Huberman, Scales a Vallabhajosula, 2020). Péče by měla být komplexní a zahrnovat veškeré oblasti (sociologické, psychologické, spirituální, finanční apod.), které ovlivňují fyzické a mentální zdraví akrobatů (Dick et al., 2013; Faltus a Richard, 2022).

Pole dance se v praktických ohledech v mnohém od cirkusu liší. Nevznikají školy, které by připravovaly akrobaty na profesionální dráhu umělce (Tait, 2005), pole

dance není ani profesionálním sportem (tj. sportovní výkony nejsou finančně ohodnoceny). Nicméně i jako výkonnostní sport přináší významné zdravotní důsledky, které by měly samy pole dance tanečnice i zdravotnická veřejnost zohledňovat.

## 5.2 DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cílem praktické části práce bylo hodnocení zdatnosti výkonnostních pole dance tanečnic. První mistrovství České republiky se pořádalo v roce 2012, od té doby zde vzniklo několik dalších desítek pole dance soutěží. Soutěžení se věnuje stále více dětí, juniorů a dospělých a s každým rokem raketově stoupá úroveň soutěžících. Cílem našeho výzkumu bylo zhodnotit, jaké kardiovaskulární a fyziologické nároky přináší soutěžní pole dance sestava.

Jediná studie, která v minulosti zkoumala intenzitu při soutěžní pole dance sestavě, byla kazuistika autora Ruscello et al. (2017). Jeho měření bylo podobné našemu výzkumu, probandka by splňovala inkluzivní kritéria pro naši studii (22 let, výkonnostní pole dance tanečnice na profesionální/elitní úrovni, pole dance se věnuje v době výzkumu 4 roky, trénuje 4krát týdně 120 minut).

### 5.2.1 Diskuze k charakteristice souboru

Našeho výzkumu se zúčastnilo celkem 8 výkonnostních pole dance tanečnic. Očekávaný počet probandek byl vyšší (10-20), v tomto roce se mistrovství republiky v pole sport v kategorii profesionál/elite zúčastnilo cca 40 žen ve věku 18-45 let. Pouze část jich však byla ochotna zúčastnit se dvoudenního měření v Praze. Část probandek se též nemohla měření zúčastnit z důvodu zranění. Naším cílem je však pokračovat v měření a navýšit do budoucna počet probandek pro vyšší výpočetní hodnotu a možnou publikaci výsledků.

Autorka Nicholas et al. (2019) popsala, že 60minutová lekce pole dance měla průměrnou hodnotu metabolického ekvivalentu 4,7 MET. Naše probandky se věnují pole dance v průměru 7 let, průměrně čtyřikrát týdně v délce 106 minut, což by týdně odpovídalo 2200 MET minutám týdně. Většina probandek se navíc věnuje ještě nějaké další aktivitě (jóga, fitness, plavání, tanec, HIIT) a vyučuje pole dance lekce.

Doporučené množství pohybové aktivity dle ACSM z roku 2011 je minimálně 500-1000 MET týdně pro snížení rizika kardiovaskulárních chorob (Garber et al., 2011). Současně se však ukazuje, že z hlediska snížení riziku mortality by měl být doporučován mnohem větší objem pohybové aktivity – více než 5000 MET týdně (Blond et al., 2020).

Průměrný věk probandek byl  $28 \pm 6$  let, výška  $168 \pm 5$  cm, hmotnost  $60,6 \pm 8,4$  kg a BMI  $21,4 \pm 2,1$  kg/m<sup>2</sup>, což odpovídá normální váze (WHO, 2010). Dle dotazníku LEAF-Q však polovina probandek získala skóre  $\geq 8$ , což označuje zvýšené riziko

syndromu RED-S. Riziko RED-S je u estetických sportů vysoké (Armento a Sweeney, 2020). Častější poruchy menstruačního cyklu a souvislost s vyšší incidencí akutních zranění u pole dance tanečnic prokázali například autoři Nackz, Kowalewska a Nackz (2020).

## 5.2.2 Diskuze k výsledkům laboratorního zátěžového vyšetření

V rámci první části výzkumné práce bylo provedeno laboratorní měření zdatnosti probandek. V zátěžovém testu do maxima jsme naměřili hodnoty  $46,1 \pm 5,3$   $VO_{2peak}$  ml/min/kg. Tyto hodnoty jsou porovnatelné s výsledky dosaženými profesionálními tanečnicemi jiných stylů, viz tabulka 13.

*Tabulka 13 - Srovnání  $VO_{2peak}$  s jinými tanečními styly*

Srovnání $VO_{2peak}$ s jinými tanečními styly				
Taneční styl/ sport	Typ testu	$VO_{2peak} \pm SD$ (ml/kg/min)	Věk probandek $\pm SD$	Autor
<b>Pole dance</b>	ergometr	46,1±5,3	28±6	Trnková, 2022
<b>Tanec (více druhů)</b>	ergometr	46±11	24±2	Dahlström, 1997
<b>New style (hiphop)</b>	treadmill	45.9±5.39	20±6	Wyon et al., 2018
<b>Moderní gymnastika</b>	není uvedeno	52,7±2.29	15-17	Manos, Grigore a Popescu, 2012
<b>Contemporary</b>	treadmill	47.51±6.44	22.00±3.24	Liiv et al., 2013
<b>Balet</b>	treadmill	43.69±5.13	21.07±4.48	Liiv et al., 2013
<b>Taneční sport</b>	treadmill	51.53±6.00	21.99±6.36	Liiv et al., 2013

*Vysvětlivky:  $VO_{2peak}$  = nejvyšší příjem kyslíku*

Hodnoty  $VO_{2peak}$  jsme naměřili překvapivě vysoké vzhledem k tomu, že povaha pole dance má převážně charakter odporového tréninku (Nicholas et al., 2019b). Proto jsme z grafu stanovili též úroveň VT1 a VT2, které by blíže charakterizovaly charakter zdatnosti pole dance tanečnic.

Průměrná hodnota TF při VT1 byla  $68 \pm 4$  %  $TF_{max}$ , u elitních běžců je VT1 výše (77-81 %  $TF_{max}$ ). Naopak VT2 byl u našich probandek srovnatelně vysoko v porovnání s běžci ( $90 \pm 3$ % vs. 91-93 %  $TF_{max}$ ). (Cerezuela-Espejo et al., 2018)

Relativně nižší úroveň VT1 a srovnatelně vysoká úroveň VT2 by odpovídala charakteru tréninku v přípravě na soutěž v pole sport – intervaly o vysoké intenzitě v krátkém čase. Naopak trénink pod úrovní VT1 (tzv. zóna 1 dle ACE – American

Council on Exercise), který by vedl ke zvýšení úrovně VT1, není typický pro pole dance trénink. (Bryant, Newton-Merrill a Green, 2014; Nicholas et al., 2019)

V rámci práce jsme stanovili hypotézu, že probandky budou zdatnější než běžná populace. Naměřené hodnoty  $VO_{2peak}$  a  $W_{peak}$  jsme porovnali s referenčními hodnotami pro daný věk. Hodnoty  $VO_{2peak}$  jsou v průměru vyšší o 2,1 SD od průměrné populační hodnoty (minimum 1,03 a maximum 3,56 SD vzdálené od průměrné hodnoty), viz Tabulka 8 a Graf 8 v kapitole 4.5 Výsledky k hypotézám.

Referenční hodnoty pro  $VO_{2peak}$  a  $W_{peak}$  vychází z měření autora Selinger et al. Metody pro jejich stanovení však nebyly shodné s naším měřením (Selinger et al., 1975). Proto jsme hodnoty srovnali ještě s normou Cooper Institute, která rozděluje hodnoty  $VO_{2peak}$  do šesti kategorií (very poor, poor, fair, good, excellent, superior), přičemž 7/8 probandek dosáhlo vzhledem ke svému věku hodnot „superior“, jedna probandka hodnoty „excellent“, viz tabulka 14 (Cooper Institute, 1998).

**Tabulka 14 - Porovnání  $VO_{2peak}$  s referenčními hodnotami Cooper Institute**

**Porovnání  $VO_{2peak}$  s referenčními hodnotami Cooper Institute**

Probandka	Věk	Věková kategorie	Excellent	Superior	$VO_{2peak}$ laboratoř
1	20	20-29	37.0-41.0	> 41.0	<b>42,9</b>
2	27	20-29	37.0-41.1	> 41.1	<b>48,8</b>
3	34	30-39	35.7-40.0	> 40	<b>52,9</b>
4	29	20-29	37.0-41.0	> 41.0	<b>50,8</b>
5	35	30-39	35.7-40.0	> 40	<b>37,7</b>
6	24	20-29	37.0-41.0	> 41.0	<b>43</b>
7	23	20-29	37.0-41.0	> 41.0	<b>42,6</b>
8	34	30-39	35.7-40.0	> 40	<b>50,4</b>

*Zdroj: The Physical Fitness Specialist Certification Manual, The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas TX, revised 1997 printed in Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription, 3rd Edition, Vivian H. Heyward, 1998.p48*

Běžné spiroergometrické vyšetření v laboratoři využívá analyzátory  $VO_2$  i  $VCO_2$ . V rámci naší studie bylo kvůli vzájemné porovnatelnosti testů během obou zátěžových vyšetření využito přenosného metabolického analyzátoru  $VO_2$  Master Pro, který monitoruje pouze  $VO_2$ , což komplikovalo přesné určení ventilačních prahů.

Výrobce uvádí přesnost měření  $VO_2$  Master Pro  $\pm 3\%$ . Autor Toulouse et al. (2022) naopak uvádí, že  $VO_2$  Master Pro výrazně podhodnocuje hodnoty  $VO_2$  (až o 40%) oproti dříve validovanému metabolickému analyzátoru Cosmed K5. Naše výsledky

jsou však naopak vyšší, než jsme předpokládali. Autoři Montoye, Vondrasek a Hancock 2nd však prokázali akceptovatelnou validitu a test-retest variabilitu VO<sub>2</sub> Master Pro (Montoye, Vondrasek a Hancock 2nd, 2020).

Porovnání jsme provedli i pro hodnoty  $W_{peak}$  v nejvyšším dosaženém výkonu na ergometru. Všechny probandky dosáhly vyšších hodnot W/kg než je stanovené pro daný věk, viz Graf 9.

Předchozí studie popisují, že pro tanečnice je při zátěžovém testu výhodnější treadmill než ergometr (Liiv et al., 2013; Wyon et al., 2018). Je pravda, že během měření téměř každá z probandek reagovala slovy „na kole jsem neseděla posledních 10 let“. I když v tom byla pravděpodobně lehká nadsázka, kolo není pro pole dance tanečnice nejtypičtějším zatížením. Většina z nich též končila v zátěži kvůli „nesnestitelné bolesti dolních končetin“, nikoli kvůli dechové tísní. I z toho důvodu byla zátěž na ergometru hodnocena v průměru jako 8,3/10 dle škály CR10. Hodnota byla vyšší než u terénního testu, pravděpodobně z důvodu hůře tolerované zátěže pouze dolních končetin, která není pro pole dance tanečnice běžná (typicky zapojují během tréninku zejména oblast trupu a horních končetin). Na druhou stranu ani běh není pro pole dance typický a ergometr je z hlediska bezpečnosti výhodnější (Máček a Radvanský, 2011).

Autor Ruscello et al. (2017) popisuje, že pole dance obsahuje mnoho izometrických kontrakcí a může mít tak negativní vliv na zvýšení krevního tlaku. U všech probandek byly naměřené hodnoty krevního tlaku v normě v klidu i v zátěži a nepoukazují na klidovou hypertenzi ani na hypertenzní reakci na dynamickou zátěž (Máček a Radvanský, 2011).

### 5.2.3 Diskuze k výsledkům terénního měření

Cílem terénního zátěžového vyšetření bylo zjistit, v jaké intenzitě zátěže se pole dance tanečnice pohybují během soutěžní sestavy.

Během pole dance soutěžní sestavy byla průměrná hodnota  $TF_{peak}$   $178 \pm 6$  bpm, což odpovídá 98 %  $TF_{max}$ . Průměrná hodnota TF během sestavy byla  $158 \pm 14$  bpm, což odpovídá 88 %  $TF_{max}$ .

Podobné výsledky publikoval autor Ruscello et al ( $\%TF_{max}$  96.05%, průměrná hodnota TF vyjádřená v  $\%TF_{max}$   $92.85 \pm 3.15\%$ ). Podobné intenzity byly během soutěžních tanečních sestav naměřeny u moderních gymnastek 95 %  $TF_{max}$  a tanečnice stylu „new style“ 99.2 %  $TF_{max}$ ).

Je tedy zřejmé, že tanečníci se běžně během soutěžní taneční sestavy pohybují



v intenzitách blízkých maximu (Ruscello et al., 2017). Při vysokých intenzitách zátěže nejvíce převažuje anaerobní úhrada energie, která dle autorek Manos, Grigore a Popescu, (2012) může být u estetických sportů nežádoucí, protože vede k technickým chybám, horšímu uměleckému projevu, poruchám koordinace a emočnímu vypětí. Autorky popisují, že by bylo u moderních gymnastek vhodné zvýšit aerobní potenciál, aby k vyčerpání aerobního způsobu získávání energie došlo později a aby se zvýšil jejich potenciál regenerace. Toto je v souladu i s naším zjištěním, kdy je aerobní práh u našich probandek níže a trénink v odpovídající intenzitě chybí. (Manos, Grigore a Popescu, 2012)

V rámci práce jsme stanovili hypotézu, že se tanečnice pohybují většinu času zátěže nad úrovní anaerobního prahu (VT<sub>2</sub>). Přestože byla úroveň VT<sub>2</sub> stanovena relativně vysoko ( $90 \pm 3\%$  TF<sub>max</sub>), přesto se probandky pohybovaly průměrně 67 % času (minimum 35 % a maximum 89 %). V rámci pole dance soutěží se hodnotí nejen technická náročnost prvků, ale též kvalita provedení prvků (propnuté špičky, kolena atd.) a intenzita blízká vyčerpání může výrazně ovlivňovat tyto schopnosti. (Manos, Grigore a Popescu, 2012)

Sedm z osmi probandek dosáhlo vyšších hodnot VO<sub>2peak</sub> při zátěži na tyči než při maximální zátěži na ergometru ( $50,6 \pm 3,2$  vs.  $46,1 \pm 3,2$  ml/kg/min). Při zátěži na tyči se zapojí větší množství svalových skupin oproti zátěži na ergometru. Podobná situace je při porovnání hodnocení VO<sub>2peak</sub> na treadmillu vs. na ergometru, kde též vycházejí ze stejného důvodu vyšší hodnoty na treadmillu. (Várnay et al., 2020)

Jako třetí hypotézu této práce jsme stanovili, že maximální dechová frekvence naměřená na tyči bude nižší než DF<sub>max</sub> na ergometru. Tato hypotéza vycházela z faktu, že při zátěži na tyči dochází k častým izometrickým kontrakcím a zádržím dechu. (Ruscello et al., 2017; Nicholas et al., 2019). Tato hypotéza se však nepotvrdila, naopak, vyšší maximální dechová frekvence byla na tyči ( $60 \pm 6$  vs  $50 \pm 8$  bpm,  $p = 0,001$ ).

Při zátěži na tyči byl též menší průměrný TV<sub>max</sub> ( $2,4 \pm 0,7$  vs  $2,6 \pm 0,5$  l), v hodnotách vitální kapacity vyjádřeno jako ( $53 \pm 8\%$  FVC vs  $53 \pm 5\%$  FVC). Při zátěži na tyči dochází k izometrickým výdržím bránice a pomocných nádechových svalů, nelze proto více zvětšit dechový objem a ventilace je zvyšována více dechovou frekvencí.

Velmi důležitým aspektem je též napětí a psychické rozpoložení při vystoupení. Toto popisuje i autor Mitchell et al., který tvrdí, že kardiovaskulární nároky mohou být vlivem adrenalinu při soutěži vyšší a mohou přesahovat naměřené hodnoty (Mitchell et al., 2005). Nutno zmínit, že zátěžové terénní vyšetření neprobíhalo v totožných

podmínkách jako při soutěži (nebyla zde porota, diváci, další soutěžící atd.), a proto lze při opravdové soutěži očekávat ještě vyšší hodnoty. Probandky navíc byly instruovány, aby upravily svou soutěžní sestavu s ohledem na obličejovou masku  $VO_2$  master (omezit přímý kontakt obličeje se zemí nebo tyčí, vynechat prvky, během kterých by se maska mohla poničit). Lze tedy očekávat, že výsledná sestava by byla těžší než ta, která byla měřena. Na druhou stranu i mírný dyskomfort při nošení masky mohl ovlivnit výsledné metabolické hodnoty.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo vytvořit ucelený náhled na problematiku zátěže při pole dance. Teoretická část práce obsahuje stručný úvod do historie, organizace a metodiky výuky pole dance a popis této sportovní aktivity z hlediska typu a intenzity zátěže. Dále je zde popsán vliv pole dance tréninku na organismus – na změny v oblasti svalové síly, flexibility, neuromuskulární koordinace, posturální stability, aerobní kapacity, tělesného složení a další. V neposlední řadě dochází ke změnám v oblasti psychiky s pozitivním i negativním vlivem.

Praktická část práce přináší poznatky o kardiorespirační zdatnosti pole dance tanečnic. Při zátěžovém testu do maxima bylo zjištěno, že výkonnostní pole dance tanečnice jsou zdatnější než běžná populace. Při simulované pole dance soutěži bylo zjištěno, že se pole dance tanečnice pohybují v intenzitách blízkých maximu.

Pole sport má významné energetické a metabolické nároky a nabízí mnohé benefity. Na druhou stranu přináší i zdravotní rizika ve formě méně i více závažných zranění nebo RED-S syndromu. Tato práce je jednou z prvních prací, které by se pole dance z hlediska jeho zdravotního vlivu na organismus věnovaly. Jistě by bylo prospěšné se dalším souvisejícím tématům věnovat podrobněji. Tím spíše, že se tomuto sportu věnují zejména mladé dívky, u kterých mohou být zdravotní rizika s ohledem na růst a vývoj mnohem zásadnější než u dospělých. Popularita tohoto sportu neustále stoupá a věříme, že lepší informovanost o jeho benefitech a rizicích by byla užitečná mezi sportovci i odbornou veřejností.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- Akreditace programu Instruktor Pole Dance, 2020. Rekvalifikační kurzy [online]. [cit. 2022-07-15]. Dostupné z: <https://rekvalifikačníkurzy.cz/akreditace/instruktor-pole-dance>
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 41(3), 687-708 [cit. 2022-07-19]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
- ARMENTO, Aubrey a Emily SWEENEY, 2020. Medical Illness in Gymnasts. In: SWEENEY, Emily, ed., Emily SWEENEY. *Gymnastics Medicine* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 101-118 [cit. 2022-07-12]. ISBN 978-3-030-26287-7. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-26288-4\_6
- BALLARIN, Giada et al., 2021. Body Composition and Bioelectrical-Impedance-Analysis-Derived Raw Variables in Pole Dancers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 18(23) [cit. 2022-03-21]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph182312638
- BALTER, Susan et al., 2004. Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neuroscience Letters* [online]. 366(1), 71-75 [cit. 2022-07-13]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulet.2004.05.015
- BARLOW, Rachel, 2018. Proprioception in dance: a comparative review of understandings and approaches to research. *Research in Dance Education* [online]. 19(1), 39-56 [cit. 2022-07-15]. ISSN 1464-7893. Dostupné z: doi:10.1080/14647893.2017.1354837
- BATISTA, Amanda, Rui GARGANTA a Lurdes ÁVILA-CARVALHO, 2019. Flexibility and Functional Asymmetry in Rhythmic Gymnastics. *ATHENS JOURNAL OF SPORTS* [online]. 6(2), 77-94 [cit. 2022-04-04]. ISSN 22417915. Dostupné z: doi:10.30958/ajspo.6-2-2
- BLOND, Kim et al., 2020. Association of high amounts of physical activity with mortality risk: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 54(20), 1195-1201 [cit. 2022-08-04]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2018-100393
- BORG, GUNNAR A.V., 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 14(5) [cit. 2022-07-19]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/00005768-198205000-00012
- BORG, Gunnar, 1998. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*. ISBN 9780880116237.
- BRYANT, Cedric X., Sabrena NEWTON-MERRILL a Daniel J. GREEN, [2014]. ACE personal trainer manual. Fifth edition. San Diego, Calif.: American Council on Exercise. ISBN 189072050X.
- BURTT, Jon, 2010. *Mallakhamb: An investigation into the Indian physical practice of rope and pole Mallakhamb*. Thesis. Edith Cowan University.
- CARRICK, Frederick et al., 2009. Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disability and Rehabilitation* [online]. 29(24), 1881-1889 [cit. 2022-07-13]. ISSN 0963-8288. Dostupné z: doi:10.1080/09638280601141335

- CAYROL, Timothée et al., 2019. Exploring Professional Circus Artists' Experience of Performance-Related Injury and Management: A Qualitative Study. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. **34**(1), 14-24 [cit. 2022-08-01]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2019.1004
- CEREZUELA-ESPEJO, Víctor et al., 2018. The Relationship Between Lactate and Ventilatory Thresholds in Runners: Validity and Reliability of Exercise Test Performance Parameters. *Frontiers in Physiology* [online]. **9** [cit. 2022-08-04]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.01320
- CINTI, Daniele Temis Roma, Johann Caldas TEIXEIRA, Janice Sula SANTOS a Rafael MOCARZEL, 2022. Revisão sistemática sobre o Pole Dance. Research, Society and Development [online]. **11**(3) [cit. 2022-07-16]. ISSN 2525-3409. Dostupné z: doi:10.33448/rsd-v11i3.26470
- CLANTON, Thomas O. a Kevin J. COUPE, 1998. Hamstring Strains in Athletes: Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [online]. **6**(4), 237-248 [cit. 2022-08-03]. ISSN 1067-151X. Dostupné z: doi:10.5435/00124635-199807000-00005
- COELHO, Digmar, Fabrício F. BRASILINO a Pedro MORALES, 2017. ANALYSIS OF THE BODY COMPOSITION OF POLE DANCE WOMEN. *Fiep Bulletin- Online* [online]. **87**(), 395-398 [cit. 2022-03-17]. ISSN 02566419. Dostupné z: doi:10.16887/87.a1.100
- CUPISTI, A., D'Alessandro C., Evangelisti I., Piazza M., Galetta F. a Morelli E., 2004. Low back pain in competitive rhythmic gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. **44**(1), 49-53.
- DAHLSTRÖM, Monica, 1997. Physical Effort During Dance Training A Comparison Between Teachers and Students. *Journal of Dance Medicine & Science*. **1**(4), 143-148.
- DALE, Joshua Paul, 2013. The future of pole dance. *Australasian Journal of Popular Culture* [online]. **2**(3), 381-396 [cit. 2022-02-21]. ISSN 20455852. Dostupné z: doi:10.1386/ajpc.2.3.381\_1
- DALLAS, George, Elias ZACHAROGIANNIS a George PARADISIS, 2013. Physiological profile of elite Greek gymnasts. *Journal of Physical Education and Sport*. **13**(1), 27-32. ISSN 2247 - 806X.
- DANION, F., A. BOYADJIAN a L. MARIN, 2000. Control of locomotion in expert gymnasts in the absence of vision. *Journal of Sports Sciences* [online]. **18**(10), 809-814 [cit. 2022-07-15]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/026404100419865
- DICK, Randall W., Jacqueline R. BERNING, William DAWSON, Richard D. GINSBURG, Clay MILLER a George T. SHYBUT, 2013. Athletes and the Arts — The Role of Sports Medicine in the Performing Arts. *Current Sports Medicine Reports* [online]. **12**(6), 397-403 [cit. 2022-07-13]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0000000000000009
- DIMLER, Ariel J., 2015. Pole Fitness and Positive Body Image: An Interpretative Phenomenological Analysis [online]. [cit. 2022-03-17]. Thesis.

- DITTRICH, Florian, Sascha BECK, Manuel BURGGRAF, Andre BUSCH, Marcel DUDDA, Marcus JÄGER a Max Daniel KAUTHER, 2020. A small series of pole sport injuries. *Orthopedic Reviews* [online]. 12(3) [cit. 2022-03-05]. ISSN 2035-8164. Dostupné z: doi:10.4081/or.2020.8308
- D'HEMECOURT, Pierre a Anthony LUKE, 2012. Sport-Specific Biomechanics of Spinal Injuries in Aesthetic Athletes (Dancers, Gymnasts, and Figure Skaters). *Clinics in Sports Medicine* [online]. 31(3), 397-408 [cit. 2022-08-03]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/j.csm.2012.03.010
- DOBŠÁK, Petr, 2020. Transportní systém a fyziologická odezva organismu na zatížení. In: VÁRNAY, František, Pavel HOMOLKA, Leona MÍFKOVÁ a Petr DOBŠÁK. *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně*. Praha: Grada Publishing, s. 19-23. ISBN isbn978-80-271-2552-4.
- DONAGHUE, Ngaire, Tim KURZ a Kally WHITEHEAD, 2011. Spinning the pole: A discursive analysis of the websites of recreational pole dancing studios. *Feminism & Psychology* [online]. 21(4), 443-457 [cit. 2022-07-16]. ISSN 0959-3535. Dostupné z: doi:10.1177/0959353511424367
- DOUDA, Helen et al., 2008. Physiological and Anthropometric Determinants of Rhythmic Gymnastics Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 3(1), 41-54 [cit. 2021-03-24]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: doi:10.1123/ijsp.3.1.41
- European pole dance federation [online], 2021. [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.epdf.eu>
- FALTUS, John a Veronique RICHARD, 2022. Considerations for the Medical Management of the Circus Performance Artist and Acrobat. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 17(2) [cit. 2022-08-01]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: doi:10.26603/001c.31645
- FENNELL, Dana, 2018. Pole studios as spaces between the adult entertainment, art, fitness and sporting fields. *Sport in Society* [online]. 21(12), 1957-1973 [cit. 2022-02-21]. ISSN 1743-0437. Dostupné z: doi:10.1080/17430437.2018.1445995
- FENNELL, Dana, 2022. Pole Sports: Considering Stigma. *Sport, Ethics and Philosophy* [online]. 16(1), 96-110 [cit. 2022-02-21]. ISSN 1751-1321. Dostupné z: doi:10.1080/17511321.2020.1856914
- GARBER, Carol et al., 2011. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 43(7), 1334-1359 [cit. 2022-07-19]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb
- Global Association of International Sports Federation [online], 2017. [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://gaisf.sport/about/observers/>
- Good calculators [online], 2022. [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: <https://goodcalculators.com/student-t-value-calculator>
- GRIFFITHS, Kerry, 2015. *Femininity, Feminism and Recreational Pole Dancing* [online]. Routledge [cit. 2022-03-21]. ISBN 9781317649182. Dostupné z: doi:10.4324/978131762739

- GUAZZI, Marco, Volker ADAMS, Viviane CONRAADS, et al., 2012. Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation* [online]. 126(18), 2261-2274 [cit. 2022-07-21]. ISSN 0009-7322. Dostupné z: doi:10.1161/CIR.0b013e31826fb946
- GUAZZI, Marco, Ross ARENA, Martin HALLE, Massimo F PIEPOLI, Jonathan MYERS a Carl J LAVIE, 2018. 2016 focused update: clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *European Heart Journal* [online]. 39(14), 1144-1161 [cit. 2022-07-21]. ISSN 0195-668X. Dostupné z: doi:10.1093/eurheartj/ehw180
- GÜRER, Burak a Mehmet YILDIZ, 2015. Investigation of Sport Rock Climbers' Handgrip Strength. *Biology of exercise* [online]. 11(2), 55-71 [cit. 2022-08-05]. ISSN 1791325X. Dostupné z: doi:10.4127/jbe.2015.0092
- HAN, Jia, Gordon WADDINGTON, Judith ANSON a Roger ADAMS, 2015. Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 18(1), 77-81 [cit. 2022-08-09]. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2013.11.013
- HELLER, Jan, 2013. Vyšetřovací metody sportujícího jedince. In: BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Univerzita Karlova, s. 196-213.
- HOFFMAN, Jay, 2006. *Norms for fitness, performance, and health*. [1st ed.]. Champaign: Human Kinetics. ISBN 0-7360-5483-9.
- HOLLAND, Samantha, 2010. *Pole Dancing, Empowerment and Embodiment* [online]. London: Palgrave Macmillan UK [cit. 2022-03-21]. ISBN 978-1-349-30299-4. Dostupné z: doi:10.1057/9780230290433
- HOMOLKA, Pavel, 2020. Praktické provedení spiroergometrického vyšetření. In: VÁRNAY, František et al. *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, s. 25-29. ISBN isbn978-80-271-2552-4.
- HUBERMAN, Carlie, Melissa SCALES a Srikant VALLABHAJOSULA, 2020. Shoulder Range of Motion and Strength Characteristics in Circus Acrobats. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 35(3), 145-152 [cit. 2022-08-03]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2020.3025
- CHALOUPECKÝ, Václav, Oleg REICH, Jan JANOUŠEK, Helena BARTÁKOVÁ, Jiří RADVANSKÝ, Kryštof SLABÝ, Zuzana URBANOVÁ a Jan ŠKOVŘÁNEK, 2011. Pohybová a sportovní aktivita u dětí a mladistvých s kardiovaskulárním onemocněním. *Cor et Vasa*. 53(1), 86-103.
- INTERNATIONAL POLE SPORTS FEDERATION, 2021. *Code of Points 2021-2022*.
- JENSEN, Andorra, 2015. The practice of pole dance as a leisure activity in Denmark. *Vertical Exploration : Journal of Pole and Aerial Movement Studies* [online]. 1(1), 26-42 [cit. 2022-03-05].
- KIEFER, Adam W., Michael A. RILEY, Kevin SHOCKLEY, Candace A. SITTON, Timothy E. HEWETT, Sarah CUMMINS-SEBREE a Jacqui G. HAAS, 2013. Lower-limb Proprioceptive Awareness in Professional Ballet Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science* [online]. 17(3), 126-132 [cit. 2022-07-15]. ISSN 1089313X. Dostupné z: doi:10.12678/1089-313X.17.3.126

- KOUTEDAKIS, Yiannis, Antonis STAVROPOULOS-KALINOGLU a Giorgos METSIOS, 2005. The Significance of Muscular Strength in Dance. *Journal of Dance Medicine & Science*. 9(1), 29-34.
- KURZ, Thomas, 1998. *Stretching Scientifically: A Guide to Flexibility Training*. U.S.: Stadion Publishing Co. ISBN 9780940149304.
- LELES, Marília a Robson CAMARGO, 2022. The Circus and Aerial Performances: simulation of risk and concealment of pain. *Revista Brasileira de Estudos da Presença* [online]. 12(3) [cit. 2022-07-16]. ISSN 2237-2660. Dostupné z: doi:10.1590/2237-2660112568vs
- LEPHART, S. M., J. L. GIRALDO, P. A. BORSA a F. H. FU, 1996. Knee joint proprioception: A comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 4(2), 121-124 [cit. 2022-07-16]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/BF01477265
- LIIV, Helena, Matthew A WYON, Toivo JÜRIMÄE, Meeli SAAR, Jarek MÄESTU a Jaak JÜRIMÄE, 2013. Anthropometry, Somatotypes, and Aerobic Power in Ballet, Contemporary Dance, and DanceSport. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 28(4), 207-211 [cit. 2022-08-04]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2013.4041
- LONG, Ashley, Jatin AMBEGAONKAR a Patty FAHRINGER, 2011. Injury Reporting Rates and Injury Concealment Patterns Differ Between High-school Cirque Performers and Basketball Players. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 26(4), 200-205 [cit. 2022-08-03]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2011.4032
- LUO, Lin a Xianzhong SUN, 2017. Research on artistic gymnastics training guidance model. In: *AIP Conference Proceedings* [online]. 2017 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: doi:10.1063/1.4979760
- MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ, 2011. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN 9788072626953.
- MÁČEK, Miloš a Jan VÁVRA, 1988. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. 2. vyd. Praha: Avicenum.
- MANCHESTER, Ralph A, 2011. Energy Expenditure in the Performing Arts. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 26(4), 183-184 [cit. 2022-07-19]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2011.4029
- MANOS, Mihaela, Vasilica GRIGORE a Lavinia POPESCU, 2012. Study about the energy expenditure assessment in rhythmic gymnastics. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport* [online]. 12(2) [cit. 2021-03-24].
- MARINA, Michel a Ferran RODRÍGUEZ, 2014. PHYSIOLOGICAL DEMANDS OF YOUNG WOMEN'S COMPETITIVE GYMNASTIC ROUTINES. *Biology of Sport* [online]. 31(3), 217-222 [cit. 2022-01-06]. ISSN 0860-021X. Dostupné z: doi:10.5604/20831862.1111849
- MELIN, Anna, Åsa B TORNBERG, Sven SKOUBY, Jens FABER, Christian RITZ, Anders SJÖDIN a Jorunn SUNDGOT-BORGEN, 2014. The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 48(7), 540-545 [cit. 2022-07-12]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2013-093240



- MITCHELL, Jere et al., 2005. Task Force 8: Classification of sports. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. **45**(8), 1364-1367 [cit. 2022-07-24]. ISSN 07351097. Dostupné z: doi:10.1016/j.jacc.2005.02.015
- MITROUSIAS, Vasileios, Georgios HALATSIS, Ioannis BAMPIS, Antonios KOUTALOS, Georgios PSAREAS a Athanasios SAKKAS, 2017. EPIDEMIOLOGY OF INJURIES IN POLE SPORTS: EMERGING CHALLENGES IN A NEW TREND. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **51**(4), 363.2-363 [cit. 2022-03-05]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2016-097372.201
- MONTOYE, Alexander, Joseph VONDRASEK a James HANCOCK 2ND, 2020. Validity and Reliability of the VO2 Master Pro for Oxygen Consumption and Ventilation Assessment. *Int J Exerc Sci* [online]. **13**(4), 1382–1401 [cit. 2022-07-12].
- NACZK, Mariusz, Agnieszka KOWALEWSKA a Alicja NACZK, 2020. The risk of injuries and physiological benefits of pole dancing. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. **60**(6) [cit. 2022-02-21]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.20.10379-7
- NAWROCKA, Agnieszka et al., 2017. 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]. **57**(9) [cit. 2022-02-21]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.16.06510-5
- NICHOLAS, Joanna, 2019. *The psychological, physiological, and injury-related characteristics of pole dancing as a recreational activity*. The University of Western Australia.
- NICHOLAS, Joanna et al., 2019a. Pole Dancing for Fitness: The Physiological and Metabolic Demand of a 60-Minute Class. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **33**(10), 2704-2710 [cit. 2022-02-21]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002889
- OMORCZYK, Jarosław, Przemysław BUJAS, Ewa PUSZCZAŁOWSKA-LIZIS a Leon BISKUP, 2018. Balance in handstand and postural stability in standing position in athletes practicing gymnastics. *Acta of bioengineering and biomechanics*. Wrocław University of Technology, **20**(2), 139-147. Dostupné z: doi:10.5277/ABB-01110-2018-02
- ORANCHUK, Dustin et al., 2019. Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. **29**(4), 484-503 [cit. 2022-08-03]. ISSN 09057188. Dostupné z: doi:10.1111/sms.13375
- PLACHETA, Zdeněk, 1999. *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. Praha: Grada. ISBN isbn80-7169-271-9.
- POLE SPORTS, 2017. [cit. 2022-08-03]. Dostupné z: <http://www.polesports.org/>
- RAMSAY, Jill RE a M Jane RIDDOCH, 2001. Position-matching in the upper limb: professional ballet dancers perform with outstanding accuracy. *Clinical Rehabilitation* [online]. **15**(3), 324-330 [cit. 2022-07-16]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1191/026921501666288152

- ROGERS, Margot A., Michael K. DREW, Renee APPANEAL, et al., 2021. The Utility of the Low Energy Availability in Females Questionnaire to Detect Markers Consistent With Low Energy Availability-Related Conditions in a Mixed-Sport Cohort. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* [online]. 31(5), 427-437 [cit. 2022-07-12]. ISSN 1526-484X. Dostupné z: doi:10.1123/ijnsnem.2020-0233
- RUSCELLO, Bruno et al., 2017. Physical and physiological demands in women pole dance: a single case study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 57(4) [cit. 2022-02-21]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.16.06081-3
- SARTOR, Francesco, Emanuele VAILATI, Viola VALSECCHI, Fulvio VAILATI a Antonio LA TORRE, 2013. Heart Rate Variability Reflects Training Load and Psychophysiological Status in Young Elite Gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 27(10), 2782-2790 [cit. 2022-07-19]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e31828783cc
- SELINGER, Václav, 1975. *Metody z výsledky celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva: III. Grafické vyjádření výsledků*. Praha: Karlova Univerzita.
- SOINI, Jerry a Iida LAINE, 2018. *Sports injuries in pole dancing: a quantitative survey*. Thesis for Bachelor's degree. Turku University of Applied Sciences.
- STATUTA, Siobhan, Irfan ASIF a Jonathan DREZNER, 2017. Relative energy deficiency in sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine* [online]. 51(21), 1570-1571 [cit. 2022-07-12]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2017-097700
- SZOPA, Andrzej et al., 2022. Factors associated with injury and re-injury occurrence in female pole dancers. *Scientific Reports* [online]. 12(1) [cit. 2022-07-13]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-04000-5
- T distribution Table* [online], b.r. [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: <https://www.tdistributiontable.com>
- TAIT, Peta, 2005. *Circus Bodies* [online]. Routledge [cit. 2022-07-16]. ISBN 9780203391303. Dostupné z: doi:10.4324/9780203391303
- TERJUNG, Ronald, ed., 2011. *Comprehensive Physiology* [online]. Wiley [cit. 2022-07-18]. ISBN 9780470650714. Dostupné z: doi:10.1002/cphy
- The Physical Fitness Specialist Certification Manual, The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas TX, revised 1997 printed in *Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription*, 3rd Edition, Vivian H. Heyward, 1998.p48
- TOULOUSE, Alex, Dustin JOUBERT, Gary ODEN a Patrick R. DAVIS, 2022. Comparison of the VO<sub>2</sub> Master Pro and Cosmed K5 During Walking, Jogging, and Running. *Journal of Science in Sport and Exercise* [online]. 4(2), 119-127 [cit. 2022-07-11]. ISSN 2096-6709. Dostupné z: doi:10.1007/s42978-021-00146-w
- VANČURA, Vlastimil a Jiří RADVANSKÝ, 2007. Fyziologie tělesné zátěže. *Kardiolog rev* [online]. 9, 5-9 [cit. 2022-07-26]. Dostupné z: <https://www.kardiologickarevue.cz/casopisy/kardiologicka-revue/2007-mimoradne/fyziologie-telesne-zateze-31798/download?hl=cs>
- VÁRNAY, František et al., 2020. *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-2552-4.

- VÁRNAY, František a Leona MÍFKOVÁ, 2020. Základní parametry sledované při spiroergometrii. In: VÁRNAY, František et al. *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, s. 31-190. ISBN isbn978-80-271-2552-4.
- VO2 master [online], 2022. In: . [cit. 2022-07-12]. Dostupné z: <https://vo2master.com/>
- VUILLERME, N, N TEASDALE a V NOUGIER, 2001. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters* [online]. 311(2), 73-76 [cit. 2022-07-16]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3940(01)02147-4
- WHO: A healthy lifestyle - WHO recommendations [online], 2010. [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>
- WASSERMAN, Karlman, c2012. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 9781609138998.
- WHIPP, Brian J., 2010. The peak versus maximum oxygen uptake issue. Institute of Membrane and Systems Biology University of Leeds, Leeds, UK.
- WIDIMSKÝ, Jiří a Kateřina LEFFLEROVÁ, 2003. Zátěžové EKG testy v kardiologii. Vyd. 2. Praha: Triton. ISBN isbn:80-7254-373-3.
- WOLFENDEN, HEG a M ANGIOI, 2017. Musculoskeletal Injury Profile of Circus Artists: A Systematic Review of the Literature. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 32(1), 51-59 [cit. 2022-08-03]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2017.1008
- WYON, Matthew A, Julie HARRIS, Faye ADAMS, Ross CLOAK, Francis A CLARKE a Janine BRYANT, 2018. Cardiorespiratory Profile and Performance Demands of Elite Hip-Hop Dancers: Breaking and New Style. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 33(3), 198-204 [cit. 2022-08-05]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2018.3028
- ZEMKOVÁ, Erika a Ludmila ZAPLETALOVÁ, 2022. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology* [online]. 13 [cit. 2022-07-13]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2022.796097

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> - Pozice ruky na tyči .....	15
<b>Obrázek 2</b> - Silové pole sport prvky .....	16
<b>Obrázek 3</b> - Flexibilní pole sport prvky .....	17
<b>Obrázek 4</b> - Atypické kontaktní plochy u vybraných pole sport prvků .....	20
<b>Obrázek 5</b> - Spirometrické vyšetření .....	37
<b>Obrázek 6</b> - Spiroergometrické vyšetření .....	39
<b>Obrázek 7</b> - Monitorace pomocí VO2 master .....	39
<b>Obrázek 8</b> - Obličejová maska VO2 master .....	40

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b> - Rozdělení závodních sportů podle typu a intenzity .....	27
<b>Tabulka 2</b> - Charakteristika souboru .....	43
<b>Tabulka 3</b> - Vyhodnocení dotazníku LEAF-Q .....	43
<b>Tabulka 4</b> - Laboratorní zátěžové vyšetření .....	44
<b>Tabulka 5</b> - Spirometrie a dechový objem v zátěži .....	45
<b>Tabulka 6</b> - Terénní zátěžové vyšetření.....	46
<b>Tabulka 7</b> - Porovnání parametrů mezi laboratorním a terénním zátěžovým vyšetřením	47
<b>Tabulka 8</b> - Porovnání VO <sub>2peak</sub> s normativními hodnotami, vyjádřeno v SD .....	52
<b>Tabulka 9</b> - Intenzita zátěže při soutěžní pole dance sestavě ve vztahu k ANP.....	54
<b>Tabulka 10</b> - Jednovýběrový jednostranný t-test (statistická významnost H <sub>2</sub> ).....	54
<b>Tabulka 11</b> - Porovnání maximální dechové frekvence mezi laboratorním a terénním zátěžovým vyšetřením .....	55
<b>Tabulka 12</b> - Párový t-test (statistická významnost H <sub>3</sub> ) .....	55
<b>Tabulka 13</b> - Srovnání VO <sub>2peak</sub> s jinými tanečními styly.....	62
<b>Tabulka 14</b> - Porovnání VO <sub>2peak</sub> s referenčními hodnotami Cooper Institute .....	63

## SEZNAM GRAFŮ

<b>Graf 1</b> - Maximální tepová frekvence (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření) .....	48
<b>Graf 2</b> - Peak příjmu kyslíku (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření) .....	48
<b>Graf 3</b> - Maximální ventilace (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření) .....	49
<b>Graf 4</b> - Maximální dechová frekvence (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření)....	49
<b>Graf 5</b> - Maximální dechový objem (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření) .....	50
<b>Graf 6</b> - Hodnocení subjektivní intenzity zátěže (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření) .....	50
<b>Graf 7</b> - Maximální dechový objem – podíl z maximální vitální kapacity (laboratorní vs. terénní zátěžové vyšetření).....	51
<b>Graf 8</b> - Porovnání VO <sub>2</sub> peak s referenčními hodnotami .....	53
<b>Graf 9</b> - W/kg porovnání s referenčními hodnotami.....	53
<b>Graf 10</b> - Intenzita soutěžní sestavy ve vztahu k ANP .....	54

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha č. 1</b> - Informovaný souhlas.....	80
<b>Příloha č. 2</b> - Dotazník – pole dance.....	82
<b>Příloha č. 3</b> - Schválení projektu Etickou komisí FN Motol.....	83
<b>Příloha č. 4</b> - Ukázka reportu z laboratorního zátěžového vyšetření.....	84
<b>Příloha č. 5</b> - Ukázka reportu z terénního zátěžového vyšetření.....	87
<b>Příloha č. 6</b> - Ukázka reportu ze spirometrického vyšetření.....	90

## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1 – Informovaný souhlas

#### INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážená paní,

žádáme Vás tímto o účast ve studii probíhající v rámci diplomové práce prováděné na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Cílem studie je měření kardiorespirační zdatnosti výkonnostních pole dance tanečnic a hodnocení pole dance z hlediska intenzity a charakteristiky zátěže. Měření bude probíhat v Centru sportovní medicíny a v tanečním studiu PolPole v Praze.

Pro účely této studie budou získána data o Vaší zdravotní anamnéze, tréninkovém plánu a kardiorespirační zdatnosti. Provedena budou dvě měření. Prvním měřením bude provedení spiroergometrie v laboratoři za pomoci analyzátoru VO2 master. Monitorovány budou parametry pro stanovení Vaší kardiorespirační zdatnosti (ventilační prahy, VO2 max, tepová frekvence, ventilace), EKG, krevní tlak, spirometrie a subjektivní hodnocení intenzity zátěže.

Druhé měření bude zkoumat intenzitu zátěže při pole dance zátěži (individuální soutěžní sestavě). Pomocí analyzátoru VO2 master budou monitorovány obdobné parametry jako při měření v zátěžové laboratoři. Bude pořízen videozáznam Vašeho tanečního vystoupení.

Popsané techniky a metody měření jsou standardně užívány při vyšetřování kardiorespirační zdatnosti u sportující populace v Centru sportovní medicíny. Jejich náročnost a rizika jsou srovnatelné s běžnou tréninkovou zátěží. Nejsou nám známa žádná přídatná rizika plynoucí z měření kromě mírného diskomfortu způsobeného nošením masky monitorující VO2 (VO2 master).

Této studii se můžete zúčastnit, pokud:

- a) jste žena a je Vám mezi 18 a 45 lety
- b) se věnujete pole dance minimálně 2 roky, trénujete minimálně 3krát týdně a pravidelně se účastníte pole dance soutěží na profesionální/ elitní úrovni
- c) nejste těhotná
- d) máte dobrý zdravotní stav (nemáte akutní onemocnění (zejména hořčnaté), závažné srdeční/ plicní onemocnění, hypertenzi, dekompenzované chronické onemocnění, nejste po akutním úrazu).



Získaná data budou anonymizována a statisticky zpracována. Výsledky studie budou použity k přednáškám na odborných fórech, publikaci odborné studie ve vědeckém časopise a k diplomové práci Bc. Jiřiny Trnkové. Publikované výstupy budou mít formu statistických údajů a nebudou mít zřejmou návaznost na Vaši osobu. Informace o Vaší osobě budou shromažďovány a zpracovány výhradně v souvislosti výzkumem v rámci diplomové práce a jsou považovány za přísně důvěrné. Zajištění ochrany dat vyšetřované osoby je v souladu se zákonem.

Prosím Vás tímto o souhlas s měřením a použitím dat dle výše stanovených podmínek. Vaše účast ve studii je dobrovolná a můžete ji kdykoliv přerušit.

Děkujeme.

Bc. Jiřina Trnková (trnkovaj@seznam.cz)

MUDr. Barbora Kalendová (barborakalendova211@gmail.com)

## **PROHLÁŠENÍ**

Souhlasím s poskytnutím informací Bc. Jiřině Trnkové a MUDr. Barboře Kalendové pro účely výše popsaného projektu. Souhlasím s použitím získaných údajů pro účely diplomové práce a s jejich anonymním publikováním. Souhlasím taktéž s pořízením obrazového materiálu během měření. Jsem informována, mám možnost spolupráci kdykoliv ukončit.

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

Jméno .....

Podpis .....

## **Příloha č. 2** – Specifický dotazník vytvořený pro účely práce

### **DOTAZNÍK – POLE DANCE**

- 1) Jak dlouho se věnujete pole dance? (měsíce – roky)
- 2) Kolik tréninků pole dance máte během týdne? (číslo)
- 3) Jak dlouho průměrná trvá váš pole dance trénink? (minuty)
- 4) Věnujete se pravidelně nějaké jiné sportovní aktivitě, pokud ano, jaké? (vypsat další sportovní aktivity, které provozuje alespoň 1x týdně)
- 5) Co častěji limituje Váš výkon – „už nemám sílu“ nebo „už to nemůžu udýchat“? (výběr z možností)
- 6) Byla byste ochotna zařadit vytrvalostní trénink/ kompenzační cvičení do Vašeho tréninkového týdne, kdybyste věděla, že to může zlepšit Váš výkon v pole dance? (ano/ne)
- 7) Chodíte pravidelně (alespoň 1x měsíčně) na fyzioterapii? (ano/ne)

**Příloha č. 3 – Schválení projektu Etickou komisí FN Motol**

FN MOTOL

ETICKÁ KOMISE PRO MULTICENTRICKÁ KLINICKÁ HODNOCENÍ  
FAKULTNÍ NEMOCNICE V MOTOLE A 2. LÉKAŘSKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY  
V PRAZE

Ethics Committee for Multi-Centric Clinical Trials of the University Hospital Motol and  
2<sup>nd</sup> Faculty of Medicine, Charles University in Prague

✉ V úvalu 84, 150 06 Praha 5 ☎ 224 431 195 📠 224 431 196 📧 [etickakomise@fnmotol.cz](mailto:etickakomise@fnmotol.cz)  
[www.fnmotol.cz](http://www.fnmotol.cz)

**STANOVISKO ETICKÉ KOMISE K VÝZKUMNÉMU PROJEKTU**  
**OPINION OF THE ETHICS COMMITTEE ON RESEARCH PROJECT**

Název projektu / Full Title of the Project :

**Kardiorespirační zdatnost výkonnostních pole dance tanečnic /**  
**Cardiorespiratory fitness in professional pole dancers**

Diplomová práce

Zadavatel / Sponsor: **2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze**

Žadatel a hlavní řešitel / Applicant and Principal Investigator:

**Bc. Jiřina Trnková, studentka 2. ročníku nMgr. Fyzioterapie 2. LF UK Praha**

Vedoucí práce / Supervisor:

**MUDr. Barbora Kalendová, Centrum sportovní medicíny a.s.**

Odborný konzultant / Consultant:

**Mgr. Jakub Novák, Klinika rehabilitace a sportovního lékařství 2. LF UK a FN Motol,  
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5**

**EK vydává / EC issues**

**souhlasné stanovisko / favourable opinion**

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje podle jednacího řádu v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými předpisy / The Ethics committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with Good Clinical Practice and valid legal regulations.

Datum přijetí / Date of Submission: **1. 6. 2022** Jednací č. / Reference No.: **EK - 630/22**

Datum jednání EK / Date of EC Session: **8. 6. 2022**

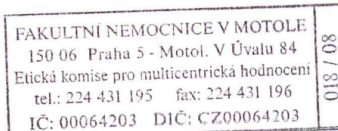
**8. 6. 2022**

**MUDr. Vratislav Šmelhaus**

Datum / Date

předseda / Chairman

podpis předsedy EK / Signature of Chairman



## Příloha č. 4 – Ukázka reportu z laboratorního zátěžového vyšetření



## Test Report

Rf  
[bpm]

Max

60,8

Min

21,0

Average

36,1

Tv

[L]

Max

1,8

Min

0,5

Average

1,3

Ve

[L/min]

Max

93,0

Min

10,1

Average

48,2

HR

[bpm]

Max

173

Min

88

Average

141

VO2

[mL/kg/min]

Max

49,0

Min

9,4

Average

32,7

RPM

[rpm]

Max

0

Min

0

Average

0

Speed

[km/h]

Max

0,0

Min

0,0

Average

0,0

Power

[W]

Max

0

Min

0

Average

0

FeO2

[%]

Max

18,1

Min

14,8

Average

16,7

Pressure

[hPa]

Max

987,6

Min

986,9

Average

987,4

Temp

[C]

Max

26,0

Min

25,9

Average

25,9

HUM

[%RH]

Max

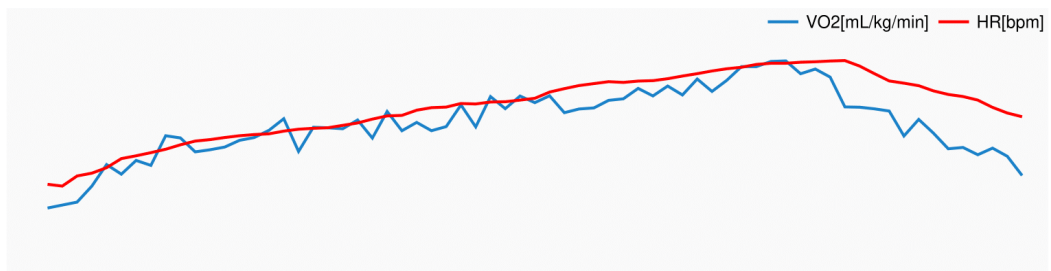
46

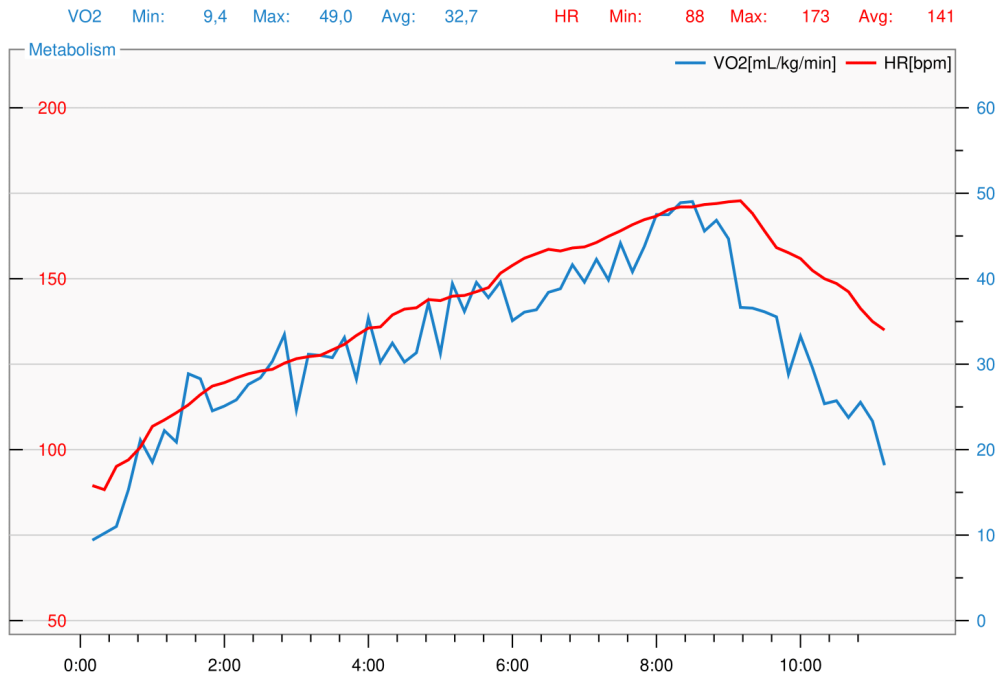
Min

40

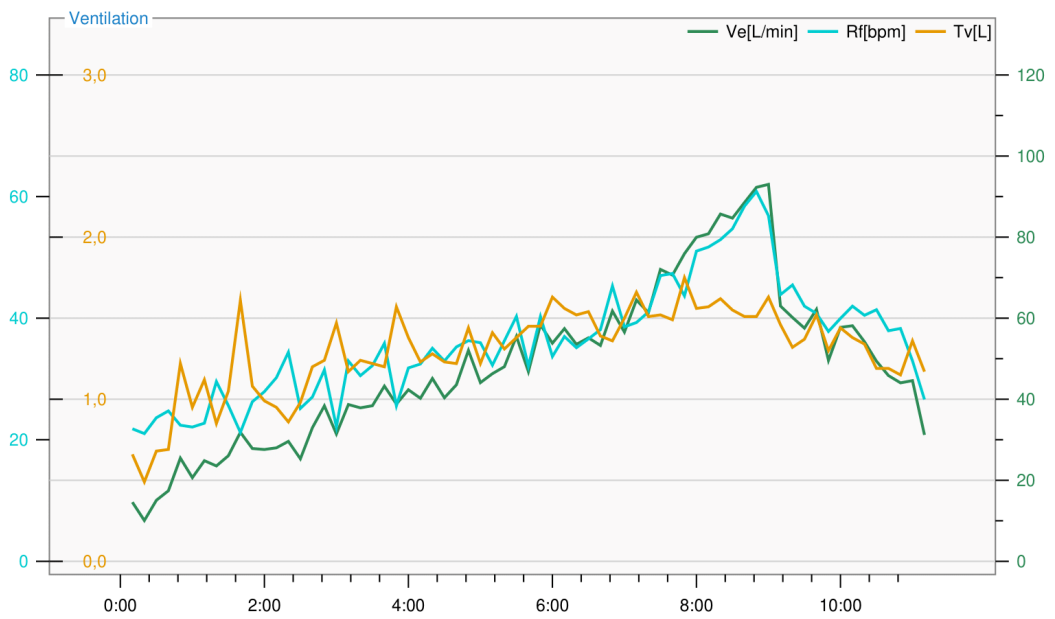
Average

42





Tv Min: 0,5 Max: 1,8 Avg: 1,3 Rf Min: 21,0 Max: 60,8 Avg: 36,1  
Ve Min: 10,1 Max: 93,0 Avg: 48,2



www.vo2master.com

2 of 3



#### Device Information

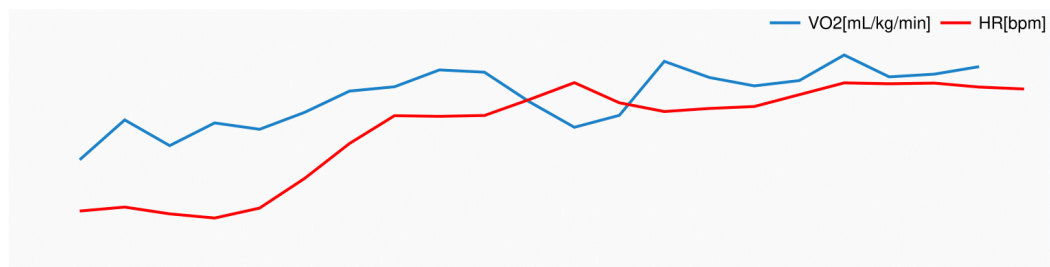
Name	Measurement Types	Description
Polar Sense 92482E2B (INW4J 2E4892FEFF1A9EA0 Polar Electro Oy )	HR	
VO2 Master 799 (1.5.3 1F03000000043EEE VO2 Master Health Sensors Inc.)	Rf, Tv, Ve, VO2, FeO2, VO2, Pressure, Temp, HUM, Ve/VO2	

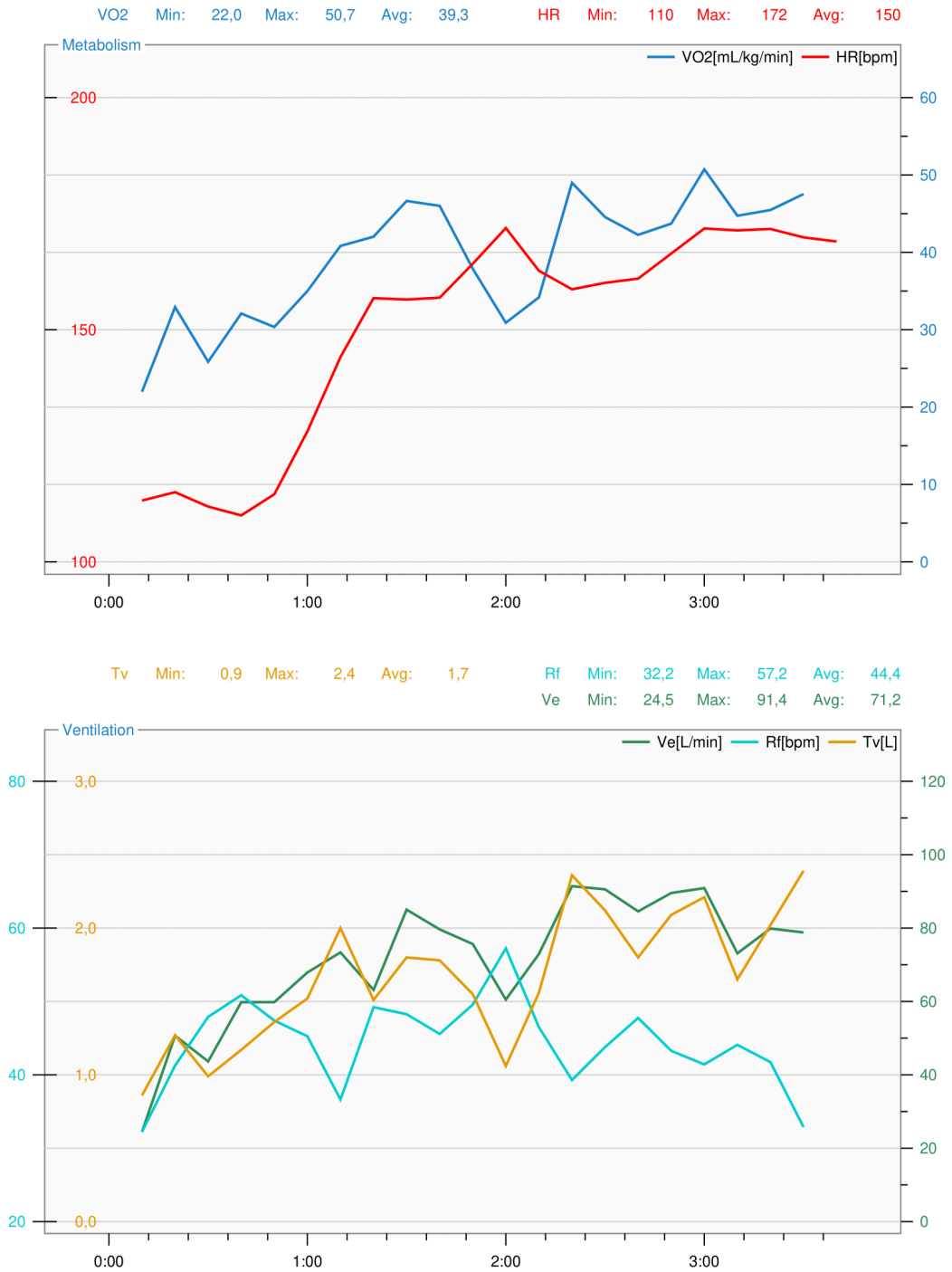
## Příloha č. 5 - Ukázka reportu z terénního zátěžového vyšetření



## Test Report

<b>Rf</b> [bpm]	<b>Tv</b> [L]	<b>Ve</b> [L/min]	<b>HR</b> [bpm]
Max	Max	Max	Max
57,2	2,4	91,4	172
Min	Min	Min	Min
32,2	0,9	24,5	110
Average	Average	Average	Average
44,4	1,7	71,2	150
<b>VO2</b> [mL/kg/min]	<b>RPM</b> [rpm]	<b>Speed</b> [km/h]	<b>Power</b> [W]
Max	Max	Max	Max
50,7	0	0,0	0
Min	Min	Min	Min
22,0	0	0,0	0
Average	Average	Average	Average
39,3	0	0,0	0
<b>FeO2</b> [%]	<b>Ve/VO2</b> []	<b>Pressure</b> [hPa]	<b>Temp</b> [C]
Max	Max	Max	Max
17,3	36,81	984,5	23,5
Min	Min	Min	Min
15,7	27,46	983,7	23,4
Average	Average	Average	Average
16,7	32,28	984,0	23,5





www.vo2master.com

2 of 3





#### Device Information

Name	Measurement Types	Description
Polar Sense 92482E2B (INW4J 2E4892FEFF1A9EA0 Polar Electro Oy )	HR	
VO2 Master 799 (1.5.3 1F03000000043EEE VO2 Master Health Sensors Inc.)	Rf, Tv, Ve, VO2, FeO2, VO2, Ve/VO2, Pressure, Temp, HUM	

**Příloha č. 6 - Ukázka reportu ze spirometrického vyšetření**

