

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Energetická náročnost cvičení na stabilních a nestabilních  
plochách**

Vedoucí diplomové práce:  
**PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.**

Vypracovala:  
**Bc. Zuzana Muniová**

Diplomová práce

Praha, 2022

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

V Praze, dne

podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu PhDr. Radimovi Jebavému Ph.D. za cenné rady, připomínky a trpělivost během konzultací. Dále bych chtěla poděkovat PhDr. Matoušovi Jindrovi Ph.D., jakožto konzultantovi práce a všem probandům, kteří se účastnili mého výzkumu. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu při studiu.

## **Evidenční list**

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta/katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

## **Abstrakt**

**Název:** Energetická náročnost cvičení na stabilních a nestabilních plochách

**Cíl:** Cílem práce bylo zjistit rozdíl cvičení na nestabilních plochách proti cvičení na stabilních plochách vzhledem k energetickému výdeji organismu.

**Metody:** Studie se zúčastnilo 10 trénovaných mužů ve věku  $27,4 \pm 2,67$  let, současných studentů či absolventů tělovýchovného směru na UK FTVS. Jednalo se o vnitroskupinový randomizovaný experiment. Energetický výdej (EV) organismu byl zjišťován pomocí spiroergometrie na základě nadechovaného  $O_2$  a vydechovaného  $CO_2$ . K měření respiračních parametrů byl použit metabolický analyzátor MetaMax 3B. Naměřená data byla analyzována prostřednictvím základních statistických operací.

**Výsledky:** U dynamických cvičení na nestabilních plochách byl naměřen nejvyšší průměrný EV 252,6 kJ. U dynamických cvičení na stabilních plochách byla hodnota průměrného EV 225,7 kJ. Následoval EV statického cvičení na nestabilních plochách, kde průměrná hodnota byla 205,4 kJ. Nejnižší EV vykazovali probandi při statickém cvičení na stabilních plochách, jehož průměrná hodnota činila 177,5 kJ. Průměrný rozdíl statického cvičení na nestabilních plochách proti statickému cvičení na stabilních plochách činil 15,9 %. U dynamického cvičení na nestabilních plochách proti dynamickému cvičení na stabilních plochách činil rozdíl 12,3 %.

**Závěr:** Nejvyšších průměrných hodnot energetického výdeje dosahovali probandi při dynamických cvičeních na nestabilních plochách. Zjistili jsme, že cvičení na nestabilních plochách je proti cvičení na stabilních plochách energeticky náročnější.

**Klíčová slova:** energetická náročnost, stabilní plochy, nestabilní plochy, cvičení, balanční pomůcky, spiroergometrie

## **Abstract**

**Title:** Energy expenditure of exercise on stable and unstable surfaces

**Objectives:** The aim of this study was to investigate the difference between energy expenditure of exercise on stable and unstable surfaces.

**Methods:** Ten athletes (aged  $27.4 \pm 2.67$ ), current students or graduates from Faculty of physical education and sport at Charles University, took part in this study. The study was an intragroup randomized experiment. Energy expenditure was determined by spiroergometry based on inhaled O<sub>2</sub> and exhaled CO<sub>2</sub>. The metabolic analyzer MetaMax 3B was used to determine respiratory parameters. The measured data were analyzed through basic statistical operations.

**Results:** The highest average energy expenditure of 252,6 kJ was measured for dynamic exercises on unstable surfaces. The value for the average energy expenditure on stable surfaces was 225,7 kJ. This was followed by energy expenditure of static exercise on unstable surfaces, where the average value was 205,4 kJ. Proband showed the lowest energy expenditure during static exercise on stable surfaces, where the average value was 177,5 kJ. The average difference between static exercise on unstable surfaces and static exercise on stable surfaces was 15,9 %. The difference between dynamic exercise on unstable surfaces and dynamic exercise on stable surfaces was 12,3 %.

**Conclusion:** Proband achieved the highest average values of energy expenditure during dynamic exercises on unstable surfaces. We found out that the energy expenditure of exercise on unstable surfaces is higher than exercise on stable surfaces.

**Key words:** energy expenditure, stable surfaces, unstable surfaces, exercise, balance aids, spiroergometry

Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I. TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	<b>10</b>
1. REŠERŠE DOSTUPNÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	10
<b>2. CHARAKTERISTIKA CVIČENÍ NA NESTABILNÍCH PLOCHÁCH</b> .....	<b>13</b>
2.1 BALANČNÍ POMŮCKY .....	15
2.2. BEZPEČNOST CVIČENÍ NA BALANČNÍCH POMŮCKÁCH .....	22
<b>3. SILOVÉ SCHOPNOSTI</b> .....	<b>24</b>
3.1 DĚLENÍ SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ .....	25
3.2 METODY STIMULACE SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ .....	27
3.3 STIMULACE SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ NA NESTABILNÍCH PLOCHÁCH .....	31
<b>4. ANATOMIE A FYZIOLOGIE SVALU</b> .....	<b>33</b>
4.1 TYPOLOGIE SVALOVÝCH VLÁKEN .....	33
<b>5. FYZIOLOGIE POHYBOVÉ ZÁTĚŽE CVIČENÍ NA NESTABILNÍCH PLOCHÁCH</b> .....	<b>35</b>
5.1 ENERGETICKÉ SYSTÉMY .....	35
5.2 MECHANISMY UVOLNĚNÍ ENERGIE .....	39
5.3 UKAZATELE ZATÍŽENÍ .....	40
<b>6. FUNKČNÍ ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA</b> .....	<b>44</b>
6.1 SPIROERGOMETRIE .....	45
<b>7. ENERGETICKÝ VÝDEJ PŘI ZATÍŽENÍ</b> .....	<b>46</b>
<b>8. BORGOVA ŠKÁLA VNÍMANÉHO ÚSILÍ</b> .....	<b>52</b>
<b>II. VÝZKUMNÁ ČÁST</b> .....	<b>53</b>
<b>9. CÍLE PRÁCE, ÚKOLY A HYPOTÉZY</b> .....	<b>53</b>
9.1 CÍLE PRÁCE .....	53
9.2 ÚKOLY PRÁCE .....	53
9.3 HYPOTÉZY .....	53
<b>10. METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>54</b>
10.1 POPIS VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	54
10.2 POUŽITÉ ZAŘÍZENÍ .....	55
10.3 DESIGN A REALIZACE VÝZKUMU .....	56
10.4 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ .....	59
<b>11. VÝSLEDKY</b> .....	<b>61</b>
<b>12. DISKUSE</b> .....	<b>65</b>
<b>13. ZÁVĚR</b> .....	<b>69</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>71</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK</b> .....	<b>79</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ</b> .....	<b>80</b>

<b>SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....</b>	<b>81</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SCHÉMAT .....</b>	<b>83</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>84</b>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADP – adenosindifosfát

ATP – adenosintrifosfát

CP – kreatin fosfát

DF – dechová frekvence

EE<sub>O2</sub> – energetický ekvivalent pro kyslík

EKG – elektrokardiografie

ES – experimentální skupina

EV – energetický výdej

HSS – hluboký stabilizační systém

kcal – kilokalorie

kJ – kilojoul

La – laktát

MET – metabolický ekvivalent

RPE – (Borg's ratings of perceived exertion), Borgova škála subjektivně vnímané námahy

RQ – respirační kvocient

SF – srdeční frekvence

SF max – maximální srdeční frekvence

TF – tepová frekvence

TRX – total body resistance exercise

TUT – time under tension

V – dechový objem

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

VE – minutová ventilace

VO<sub>2</sub> max – maximální spotřeba kyslíku

WHO – world health organization (světová zdravotnická organizace)

## Úvod

Cvičení na nestabilních plochách a využívání balančních pomůcek se v dnešní době stále více popularizuje. Nestabilní plochy se dříve využívaly pouze jako prostředek pro rehabilitaci a pro zdravotní účely. Dnes vidíme jejich výhody nejen v rámci rehabilitačních cvičení, ale využívají se hojně jako prostředek ke zvýšení fyzické kondice. Cvičení na nestabilních plochách se dá využívat buď jako alternativa klasického posilování nebo jako doplněk k zefektivnění či zvýšení obtížnosti již známých cvičení. Cvičení na nestabilních plochách je vhodné jako doplněk v přípravě každého sportovce, ale zároveň je cvičení s balančními pomůckami populární v komerční sféře, neboť pozitivně působí na rozvoj silových schopností, zlepšuje rovnováhu, funkci hlubokého stabilizačního systému a v neposlední řadě nepřímo přispívá k vyšší výkonnosti.

Tato diplomová práce se zabývá tématem „Energetická náročnost cvičení na stabilních a nestabilních plochách“. Toto téma mě již při výběru velice zaujalo. Již od útlého dětství jsem se věnovala sportu, nejprve sportovní gymnastice, kde cvičení na nestabilních plochách bylo součástí každého tréninku, ať již v rámci rozvoje rovnováhy či posilování. Později jsem přešla na dráhu atletickou, konkrétně ke skoku o tyči, kde pro mě byla gymnastická příprava velkým bonusem. Atletické tréninky byly pochopitelně sestavené zcela jinak než ty gymnastické, co ale zůstávalo bylo zařazování cvičení nestabilních plochách. Již tehdy jsem si uvědomovala, že tato cvičení mají na organismus pozitivní vliv.

Téma diplomové práce jsem si zvolila proto, protože mě zajímalo, jaký je rozdíl v energetické náročnosti cvičení na stabilních a nestabilních plochách. Zda se vyplatí do tréninku takové cvičení zařazovat a v jaké míře.

Na základě získaných výsledků by tato práce mohla být nápomocná trenérům napříč téměř všem sportovními odvětvími, kteří by tak do tréninku mohli zapojit více pohybových aktivit právě na nestabilních plochách a tím pozitivně ovlivnit a rozvíjet fyzickou kondici svých svěřenců, ale zároveň také jedincům s kladným vztahem ke sportu, kteří dbají o své zdraví a chtějí pracovat na své výkonnosti.

# I. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

## 1. Rešerše dostupných informačních zdrojů

Energetická náročnost je multidisciplinární termín. V této diplomové práci rozšíříme tento termín na energetickou náročnost cvičení na stabilních a nestabilních plochách a stane se z něj již velmi specifické téma. K rešerši zdrojů byly použity tyto databáze: Web of Science, Scopus, SPORTDiscus, EBSCOhost. Při vyhledávání byla využita klíčová slova, bylo nutné využití anglických výrazů.

Základní klíčová slova vyhledávaná pro cvičení na stabilních a nestabilních plochách byla: *exercise, stable surfaces, unstable surfaces, balance exercise, balance aids, balance equipment*. Pro potřeby tohoto výzkumu bylo nalezeno nejvíce článků u *exercise on unstable surfaces*. Při hledání souvislostí cvičení na stabilních a nestabilních plochách s energetickou náročností byly použity tyto výrazy: *energy cost, energy expenditure, energy demand, energy consumption, energy intensity, energy output*. Pro vyhledávání článků souvisejících s fyziologickým zatížením organismu byla volena tato slova: *organism load, body load, physiological stress, physiological load, physiological workload*.

Téma energetické náročnosti cvičení na stabilních a nestabilních plochách je velmi úzké, proto bylo nezbytné k němu přidávat podobné studie z jiných sportů. V dostupných databázích jsem vyhledala 8 velmi podobných studií, které se zabývají energetickou náročností cvičení na stabilních a nestabilních plochách.

Panza a kol. (2014) uvedl studii s názvem „Energetická náročnost, počet maximálních opakování a hodnocení vnímané námahy při odporových cvičeních na stabilních a nestabilních platformách“. Účelem této studie bylo porovnat náklady na energii, hodnocení vnímané námahy a maximální počet opakování cvičení bench press na stabilních a nestabilních plochách. Nestabilní plochu v tomto případě zajišťoval míč. Studie se zúčastnilo 10 trénovaných mužů ( $23 \pm 2,16$  let). Během této studie nebyly zjištěny žádné významné rozdíly mezi hodnocením vnímané námahy nebo počtem opakování. Přestože se počet opakování mezi cvičením na stabilních a nestabilních plochách nelišil, energetický výdej byl vyšší při nestabilním bench pressu na míči. Na základě hodnot zjištěných v této studii můžeme říct, že cvičení prováděná na nestabilní ploše při stejném procentu zatížení jako na stabilní ploše vedou k většímu výdeji energie.

Maramatsu a kol. (2005) ve svém výzkumu komparoval energetickou náročnost odrazu na stabilní ploše a nestabilní ploše, kde nestabilní plochou byl písek. Výzkumu se zúčastnilo 8 probandů, univerzitních hráčů volejbalu. Závěrem jeho studie bylo, že energetická náročnost odrazu v písku, tedy na ploše nestabilní je vyšší než na ploše stabilní.

Podobné studie týkající se pohybu, konkrétně běhu či chůze na stabilních a nestabilních plochách, kde nestabilní plochu zajišťoval písek uvedli Gaudino a kol. (2013), Davies a Mackinnon (2006) nebo Pinnington a Dawson (2010). Ve všech výše zmíněných studiích došli autoři k závěru, že energetický výdej běhu nebo chůze v písku, tedy na nestabilní ploše je vyšší než stejný pohyb na ploše stabilní.

Rutkowski a kol. (2022) uvedli studii, ve které bylo cílem zhodnotit energetický výdej během tréninku na slackline a analyzovat změny parametrů dynamické a statické rovnováhy po řízených trénincích na slackline. Do studie bylo zařazeno 28 probandů, 14 mužů a 14 žen ve věku 21–25 let. Úroveň energetického výdeje byla primárním výsledkem a byla hodnocena pomocí náramku SenseWear Armband. Autoři předpokládali, že patnáctiminutový trénink na slackline bude mít příznivý dopad na celkové zdraví díky intenzivnímu výdeji energie, jak doporučuje WHO. Výsledky ukázaly, že průměrný energetický výdej během tréninku na slackline byl 6,0 ( $\pm 0,7$ ) MET. Můžeme tedy říct, že získané výsledky jsou na prahu intenzivní úrovně. Energetickou náročností chůze na slackline se ve své diplomové práci zabýval i Klaus (2021). Cílem jeho výzkumu bylo posoudit energetickou náročnost balancování a chůze na slackline. Chůzi na slackline lze podle naměřených hodnot energetického výdeje považovat za aktivitu střední až vysoké intenzity.

V rámci komparace cvičení na stabilních a nestabilních plochách jsme vycházeli z následujících studií.

Jebavý, Perič a Baláš (2015) se v jejich výzkumu zabývali ověřením účinnosti didaktického programu cvičení na nestabilních plochách pro stimulaci silových schopností v porovnání s obdobným didaktickým programem realizovaným na stabilních plochách. Silový program měl vliv na zvýšení vytrvalostní síly u dynamických i statických cvičení. U silového programu na nestabilních plochách byla tendence vyššího přírůstku počtu opakování oproti intervenci na stabilní ploše u cvičeních dynamických. Podobně Granacher a kol. (2014) dokazují, že využití nestabilních ploch během základního silového tréninku může vést k nárůstu výkonnosti. Imai (2010) se ve svém výzkumu zabýval aktivitou svalů trupu během stabilizačních cvičení beder

na stabilních a nestabilních plochách, na základě výsledků, tato studie dokazuje, že cviky na nestabilní ploše zvýšily činnost svalů trupu. Silovým cvičením na stabilních a nestabilních plochách se zabývá také Zemková (2017). Její zjištění naznačují, že trénink na nestabilních plochách může usnadnit nervovou adaptaci svalů, které stabilizují trup, což vede ke zlepšení stability středu těla.

## 2. Charakteristika cvičení na nestabilních plochách

Cvičení na nestabilních plochách je cvičení, při kterém se aktivují rovnovážné reakce právě na plochu, která není stabilní. Výsledkem těchto uměle vyvolaných aktivit je nejenom využití minimálně zapojovaných nervosvalových propojení, ale také zlepšení rovnováhy, či celkové zpevnění a prohloubení bráničního dýchání (Malátová a kol., 2017).

Kolář (2006) uvádí, že při cvičení na nestabilních plochách je nutné si pohyby více uvědomovat. Při cvičení na nestabilní ploše se cvičenec musí na vykonávaný pohyb více soustředit a větší mírou zapojuje centrální nervovou soustavu. Tím dochází ke zlepšení nejen rovnovážných schopností, ale také ke zlepšení svalové koordinace pohybů a funkce posturálních svalů. Při cvičení na nestabilních plochách věnujeme pozornost především postavení pánve.

Dle Slavíka (2006) využíváme při cvičení na nestabilních plochách sílu, kterou jedinec získal běžným posilováním, současně ale při tomto cvičení umocňujeme jeho kvalitu tím, že je na jednotlivce vyvíjena síla, která přichází z mnoha stran a neustále mění svou intenzitu. Tímto cvičením cíleně zaměstnáváme svaly agonisticko-antagonistické, zároveň se snažíme navodit centrální program stabilizace, s ovlivněním opěrného bodu neboli punctum fixum, který je nezbytný pro vertikalizaci či lokomoci. Pokoušíme se tedy co nejdříve připodobnit situaci, do které se jedinec může dostat při herní situaci ve sportu či v běžném životě (Slavík, 2006).

Barnaciková a kol. (2013) o cvičení na nestabilních plochách uvádí, že je to takové cvičení, při kterém dochází k aktivaci nejhluběji uložených systémů hlubokých svalů zádoových a řídicích mechanismů, jenž zajišťují posturální stabilitu ve ztížených podmínkách, které představuje právě nestabilní plocha. Tato cvičení by měla vést k upevnění správných pohybových vzorců včetně dýchání.

Bursová (2005) ve své publikaci uvádí, že samotné cvičení na nestabilních plochách spočívá v tom, že udržujeme zvolenou nestabilní polohu, jež záměrně volíme tak, aby udržení této polohy bylo podstatně náročnější než samotný vzpřímený stoj. Autorka doporučuje jednotlivé cviky volit individuálně pro každého cvičence dle jeho aktuálních fyzických možností.

Hlavní cíle cvičení na nestabilních plochách dle Bernacikové a kol. (2013):

- Zlepšení svalové koordinace
- Zrychlení nástupu svalové kontrakce pomocí aktivace proprioreceptorů vyvolané změnou postavení v kloubu
- Trénink a úprava poruch rovnováhy
- Začlenění nových pohybových programů do sportovního tréninku či běžných denních aktivit

Jak uvádí Večeřová a kol., (2014) podstatou cvičení na nestabilních plochách je udržet statickou či dynamickou rovnováhu na specifických balančních pomůckách. Těmito cvičeními můžeme kladně působit na rozvoj svalové síly. Tím, že se jedinec snaží o udržení stabilní polohy těla, zřetelně stimuluje stabilizační systém kloubů, pánve, páteře apod. Efekt cvičení na nestabilních plochách spočívá v posílení svalů jádra tzv. core training. Tedy posílení bedro-kyčlo-pánevního komplexu a hrudní a krční páteře.

Při stožení je těžiště těla umístěno v jádru a zahajují se v něm všechny pohyby. Svaly, které spadají do oblasti jádra mají celou řadu praktických funkcí, např.:

1. Schopnost člověka vzpřímeně stát a chodit
2. Pohybovat se požadovaným směrem, tj. kontrolovat pohyby
3. Přesouvat tělesnou hmotu
4. Absorbovat doskoky a dopady
5. Chránit páteř a vnitřní orgány

Core trainingem se rozumí posilování tělesného jádra. Za tělesné jádro je považována oblast, kde se v klidném postoji nachází těžiště. Principem core trainingu je zpevnění určitých svalů, které vede ke stabilitě axiálního systému (Jebavý a Zumr, 2014).

Cvičení pro rozvoj rovnováhy, mezi které cvičení na nestabilních plochách bezpochyby patří, zahrnuje polohy těla ve stožení, v ležení, v sedě, v pohybu, ve stožení na jedné noze či při poskocích a přemísťování. Cvičením na nestabilních plochách ovlivňujeme dva typy motorických schopností, a to statickou a dynamickou rovnováhu. Statická rovnováha zajišťuje držení těla ve vratké poloze bez lokomoce a dynamickou rovnováhou myslíme pohyb ve vratké poloze.

Funkce rovnováhy je zajištěna pomocí analyzátorů. Další schopností, kterou ovlivňujeme při cvičení na nestabilních plochách je schopnost balancování neboli vyvažování (Skopová a Zítko, 2006).

Rovnováha je udržení těla či jeho částí ve stabilní poloze v určitých polohách a situacích (Hájková a kol., 2006).

Rovnováhu můžeme dělit na statickou, dynamickou a balancování předmětu. Statická rovnováha je schopnost jedince udržet tělo ve vratké poloze. O statické rovnováze hovoříme tehdy, pokud je tělo v klidu a nedochází k pohybu. Dynamická rovnováha je schopnost udržení rovnováhy při pohybu těla. Balancování předmětu je schopnost kdy nejen, že udržujeme v rovnováze vlastní tělo, ale také vnější předmět. Máme-li tuto schopnost na vysoké úrovni, nemusíme daný předmět kontrolovat pohledem (Měkota a Novosad, 2005).

Principem balančních technik a navození stavu balancování je zmenšení plochy opory, které způsobuje koordinované zapojení svalových smyček a lze dosáhnout nemaximální silou cílených poloh a zůstat v labilní poloze. Balancování můžeme také vnímat jako posilování s vlastní vahou těla (Křištofič, 2004).

Jak uvádí Thurgood a Paternoster (2013) nejúčinnějším způsobem zvyšování náročnosti cvičení nespočívá v přidávání zátěže, nýbrž ve zvyšování úrovně nestability.

## **2.1 Balanční pomůcky**

Ke zprostředkování výše zmíněných nestabilních ploch jsme při našem výzkumu využili nejrůznější balanční pomůcky.

Balanční pomůcky jsou cvičební pomůckou, která slouží převážně pro posílení a protažení velkých svalových skupin celého těla. Využívají se jak v rehabilitaci, tak i ve funkčním tréninku a ve fitness. Balanční pomůcky mají nejčastěji podobu plastové či dřevěné desky nebo nafukovací čochy, míče či pūlmíče (domaci-fitness.cz, 2022).

Balanční pomůcky mohou mít několik podob, v praxi se primárně využívají v rehabilitaci, fitness nebo ke stimulaci silových schopností v tréninku. K realizaci cvičení využíváme řadu různých balančních pomůcek. Těmito pomůckami jsou: nafukovací akupresurní balanční



čočky, dřevěné a plastové úseče různých velikostí, pevné (vodorovné i šikmé) kladiny, překlápěcí i volné závěsné lávky, plné míče, velké nafukovací míče, malé měkké nafukovací míče, masážní míčky, vodní válce, pěnové válce, podložky, malé trampolíny, vaky plněné vodou, aerobary, malé balanční polokoule, balanční kulové úseče, balanční válcové úseče, vzduchové úseče, balanční polokoule, lanové závěsné systémy, gymstick, gumové expandery či thera bandy. Všechny tyto pomůcky můžeme také využívat v kombinaci s klasickými osami nebo jednoručními činkami (Jebavý a Zumr, 2014).

Balanční pomůcky rozvíjejí svalovou koordinaci, eliminují svalovou nerovnováhu, podporují uvědomění si polohy těla a mimo to jsou také využívány ke zpestření a zkvalitnění posilování v tréninku (Jebavý a Zumr, 2009).

S balančními pomůckami neposilujeme pouze hluboký stabilizační systém. Tímto cvičením zajišťujeme správnou funkčnost kloubních struktur, a to hlavně páteře a kyčlí, pomáháme k optimálnímu držení těla, k rozvoji rovnováhy, k cílené centraci kloubů či odstranění svalové dysbalance. Využívání balančních pomůcek je vhodné pro cílené ovlivňování správné funkce pohybového aparátu středu těla (Muchová a Tománková, 2009).

Jak je již uvedeno výše, balančních pomůcek je na trhu celá řada. V následujícím výčtu uvádím hlavní typy balančních pomůcek, a především ty pomůcky, které jsme použili v našem výzkumu.

### ***Vzduchové úseče (podložky)***

Disc pillow neboli podložky kruhového či oválného tvaru, jenž vidíme na obr. 1 jsou naplněny vzduchem, čímž se zvyšuje jejich nestabilita ve všech směrech. Jsou vyrobeny z měkkého plastového materiálu různé tuhosti a na povrchu jsou opatřeny protiskluzovým povrchem pro senzomotorickou stimulaci. Vzduchové úseče disponují ventilkem pro regulaci vzduchu, který nám umožňuje větším či menším nahuštěním balanční pomůcky stanovit obtížnost cvičení.

Další vzduchové podložky fungují na principu spojených nádob. Zpravidla se jedná o dvě rozdělené vzduchové podložky, které jsou spojené stabilizační deskou. Mají na sobě přepouštěcí ventilek, který, je-li uzavřený vytvoří z podložek dvě nestabilní plochy. Jsou vhodné pro rozvoj rovnováhy, koordinace a posilování dolních končetin.

V poslední době jsou mezi balančními pomůckami velmi populární balanční polokoule (známé také jako „bosu“), které můžeme vidět na obr. 2. Jedná se o polokouli z měkkého plastu, která je uzavřená rovnou plochou z tvrdého materiálu. Může být použita oběma stranami nahoru i dolů. Je-li postavena na rovnou základnu, může se na něm cvičit podobně jako na overballu. Pokud je naopak převrácena kulatou stranou dolů stane se z něj plocha nestabilní a vratká, jenž se využívá jako jiné kulové úseče (Jebavý a Zumr, 2009).

Číž (2010) popisuje bosu jako cvičební náradí „na obě strany“, můžeme ho na zem položit plochou anebo jej využít jako balanční disk. Je možné jej také obrátit pružnou plogumou na zem a použít bosu jako balanční stupínek. Bosu je vhodným prostředkem pro cvičení rovnováhy, stabilizace, a optimálního držení těla.



Obr.1 Vzduchové podložky (vifito.cz, 2013)



Obr.2 Bosu (Fyzioklinika.cz, 2011)

### ***Velké nafukovací míče***

Gymnastický míč, jenž nám ukazuje obr. 3 můžeme znát pod názvy gymball, švýcarský míč, fitball, stabilizační nebo rezistenční balon se objevil poprvé v roce 1960 jako hračka pro děti. Netrvalo dlouho a velký nafukovací míč se dostal mezi fyzioterapeuty, kteří jej začali využívat při rekonvalescenci pacientů po úrazech (Gallagher-Mundy, 2007).

Gallagher-Mundy (2007) popisuje cviky na velkých nafukovacích míčích jako vysoce efektivní převážně díky tomu, že míč slouží jako nestabilní základna. Cvičení na velkých míčích vyžaduje rovnováhu při každém pohybu, z toho plyne, že tento druh cvičení zaměstnává mnohem větší množství svalů než cvičení na jakékoliv stabilní podložce. Pokud na míči sedíme či ležíme, nebo položíme-li si na něj nohy, musíme zapojit svaly středu těla, tj. břišní přímé i šikmé, zádové a hýžd'ové, abychom udrželi tělo i míč na místě.



Obr. 3 velký nafukovací míč (fyzioklinika.cz, 2011)

### ***Malé nafukovací míče***

Malé nafukovací míče, na obr. 4, můžeme také znát pod názvem overbally. Malý měkký nafukovací míč je v průměru velký 25–35 cm a při zatížení má nosnost až 180 kg, to znamená, že na něm lze sedět i ležet.

Malé nafukovací míče se dají využívat různě. Hojně se využívají při nápravných cvičeních a také jako rovnovážný prostředek při posilování. Cvičení s overbally zapojuje hluboký stabilizační svalový systém (dno pánevní, šjíjové svalstvo, hluboké ohybače krku a hluboké svaly zádové, které společně se svaly břišními fixují páteř. Jako nestabilní plochu můžeme využít více malých nafukovacích míčů.

Malé nafukovací míče můžeme využívat jako dynamickou i statickou balanční pomůcku. Dynamická pomůcka funguje tak, že se snažíme udržet rovnováhu pomocí jeho pokládání pod různé části těla a balancovat na něm, tím se aktivují hluboké, reflexně řízené svalové vrstvy. Jako statická podložka pro vyplnění prostoru při polohách, kdy je potřeba dodržet správné postavení těla, pánve nebo končetin se využívají overbally k rehabilitačním účelům.

Míče nafukujeme podle toho, na co je chceme využívat. Při balancování je míč nafouknutý tak, aby byl při sepnutí dlaněmi před prsy stlačen cca na 15–20 cm. U nafukování míčů platí pravidlo, že čím více je míč nafouknutý, tím je provedení cviku obtížnější. Tato balanční pomůcka je vhodná jako ztížení opory při všech modifikacích kliku, při posilování nebo zpevňování břišních a zádových svalů (Jebavý a Zumr, 2009).

Vysušilová (2003) uvádí, že malé nafukovací míče můžeme použít i při provádění izometrických posilovacích cvičeníh.



Obr. 4 malé nafukovací míče – overbally (fyzioklinika.cz, 2011)

## *Medicinbaly*

Poprvé byly medicinbaly zmíněny již 3000 let před naším letopočtem v Persii. Jednalo se o prostředek k výcviku vojáků. Nebyly to medicinbaly jako je známe dnes, byly to zvířecí kůže naplněné pískem, jež používal i Hippokrates pro rehabilitační účely (Todd, 1995).

Wood (2007) uvádí, že termín „medicinbal“ byl poprvé přidán do slovníku jako výraz pro plný míč potažený kůží, který byl určen ke cvičení. Medicinbaly, které používáme i dnes, se staly populární ve 20. století, kdy lékaři předepisovali cvičení s nimi pro lidi se snahou zlepšit svou úroveň tělesné kondice.

Medicinbaly se jinak také nazývají plné míče. Vyrábějí se v různých velikostech a hmotnostech. Dříve byly převážně kožené, ty můžeme vidět na obr. 5. Jejich výhodou byla mírná tvarová deformace při jejich zatížení, která nám umožňovala například na míči stát. Nyní se plné míče vyrábí převážně gumové a k výše zmíněné deformaci již nedochází. Gumové medicinbaly nám ukazuje obr. 6. Předností gumových míčů oproti míčům koženým je jejich pružnost, míč je tedy možné odbít od podložky a opět chytat do rukou (Křištofič, 2007).

Medicinbaly jsou těžké míče, které jsou vyplněny závažím, nejčastěji pískem, na povrchu jsou pokryty gumou nebo kůží. Vyrábí se v různých velikostech a hmotnostech. Jsou vhodné pro téměř všechny věkové kategorie. Důležité je správně zvolit hmotnost medicinbalu, která se pohybuje od necelého kilogramu po deseti kilogramové míče. Cvičení s medicinbaly výrazně zvyšuje fyzickou kondici. Držíme-li medicinbal, naše svaly musí stabilizovat pánev, boky, páteř a celé tělo. Výhodou je jeho kulatý tvar, který se sice hůře drží, ale více připomíná reálné věci, na rozdíl třeba od činky, která je utvořena tak, aby se sní mohlo co nejlépe manipulovat a aby se mohla držet co nejjednodušeji a nejlépe. Medicinbal je vhodný pro cvičení různých rotačních pohybů a odhodů, popřípadě k odhodům s následným chycením k většímu rozvoji silových schopností, především dynamického charakteru. Cvičení s medicinbalem je klasickým tréninkovým prostředkem pro zlepšení kondice sportovců ve všech sportovních odvětvích. Cvičení se může uplatnit celoročně, a to od úplných základů až po výkonnostní trénink (Jebavý a Doubravský, 2011).



Obr. 5 kožené medicinbaly (domaci-fitness.cz, 2022)



Obr. 6 gumový medicinbal(domaci-fitness.cz, 2022)

### ***Lanové závěsné systémy***

Lanový závěsný systém neboli TRX je poměrně nová posilovací pomůcka. Tato pomůcka byla vyvinuta pro speciální americké vojenské jednotky. Zkratka TRX znamená „total body resistance exercise“ Z názvu pomůcky je již téměř jasné, že se jedná o cviky pro zatížení celého těla. Závěsné systémy se skládají ze dvou popruhů, na jejichž konci jsou madla pro ruce nebo nohy. TRX je univerzální pomůckou pro všechny druhy postav s různou výškou či hmotností. Na TRX se cvičí tak, že jedna část těla je na tvrdé nebo nestabilní podložce a druhá část těla je zavěšena právě na závěsném systému. Převážně cvičíme s vlastní vahou těla, ale můžeme cvičit

i s větším odporem, například se zátěžovou vestou nebo s využitím jiného cvičence, jenž nám zvyšuje odpor třeba tlačící rukou. Tato nestabilní pomůcka se stala velmi oblíbenou po celém světě, ať už u profesionálních sportovců, vojenských či policejních složek nebo amatérů. TRX v dnešní době nalezneme ve většině posiloven a sportovních center, kde často probíhají skupinové posilovací lekce s TRX (Jebavý a Zumr, 2014).

Lanový závěsný systém TRX je znázorněn na obr. 7.



Obr. 7 Lanový závěsný systém TRX (trxsystem.cz, 2010)

## 2.2. Bezpečnost cvičení na balančních pomůckách

Při cvičení na nestabilních plochách za využití balančních pomůcek je třeba dbát jak na svou bezpečnost, tak na bezpečnost lidí cvičících v okolí. Dodržování základních bezpečnostních pravidel slouží jako prevence proti zranění.

Všechny balanční pomůcky vždy využíváme dle návodu od výrobce. Je-li to možné cvičíme s dopomocí či kontrolou další osoby. Nejprve se s danou pomůckou seznámíme a vždy bychom měli začít cvičit od jednodušších cviků, abychom získali pocit jistoty při balancování. Poté můžeme zkoušet a přidávat obtížnější cvičení. Povrch balančních pomůcek vždy udržujeme suchý a čistý a před použitím ji umístíme na povrch, který není kluzký. Před každým cvičením je

důležité zkontrolovat, zda pomůcka není nijak poškozená. Na některých balančních pomůckách je vhodnější cvičit naboso, to ale děláme pouze v případě, je-li pomůcka naše. Z hygienického hlediska je doporučeno cvičit na erárních pomůckách v kvalitní, pevné obuvi. Při balancování upřeme zrak na jeden nepohyblivý bod. Cvičíme v otevřeném prostoru z dosahu předmětů, na které bychom mohli upadnout a způsobit si o ně zranění. V průběhu cvičení se snažíme udržovat kontrolu nad cvičením a správnou technikou. Začneme-li se během cvičení cítit nejistě nebo nepříjemně, cvičení přeručíme. Balanční pomůcku při cvičení využíváme samostatně, další cvičenec nám ale může dávat dopomoc a kontrolovat provedení, vždy ale stojí vedle balanční podložky. Pro cvičení volíme vhodné oblečení, které nám dovoluje plný rozsah pohybu. Během cvičení se zaměříme na správné dýchání (Jebavý a Zumr, 2009).

Číz (2010) také uvádí bezpečnostní pravidla cvičení na nestabilních plochách. Okolo balanční pomůcky musíme mít vždy dostatečný prostor. Povrch balančních pomůcek musíme udržovat čistý a ihned po ukončení cvičení setřít z povrchu pot. Všechny pohyby, jenž na nestabilních plochách provádíme musí být plně kontrolované a plynulé. Pohyby vykonáváme v plném rozsahu, jaký je cvičenec schopen udělat. Dýchání přizpůsobujeme rytmu cvičení. Dbáme na správnou techniku cvičení, jež je u pohybu důležitější než, počet opakování. Počet opakování volíme s ohledem na individuální kondici a schopnost jedince.



### 3. Silové schopnosti

Síla je komplex pohybových schopností, které nám umožňují překonávat, udržovat nebo brzdit určitý odpor (Dovalil a kol. 2009).

Dle Dovalila a kol. (2009) silovými schopnostmi překonáváme nebo udržujeme vnější odpor svalovou kontrakcí. Jde tedy o činnosti, kdy svalovou kontrakcí překonáváme odpor, jenž je vyšší než určitá norma běžné pohybové činnosti.

Silové schopnosti jsou dle Měkoty a Novosada (2005), stejně tak jako Barnese a kol. (2006) či Siffa (2003) ty schopnosti, jenž jedinci umožňují překonávat vnější odpor svalovým úsilím.

Měkota a Blahuš (1983) tvrdí, že silové schopnosti člověku umožňují překonávat odpor nebo proti odporu působit prostřednictvím svalového napětí.

Měkota a Novosad (2005) dále uvádí, že pro účinnost silového tréninku je za potřebí vycházet z hlubších znalostí svalové činnosti, a především jejího nervového řízení. Podstatou silových schopností je způsobilost kosterního svalstva vyvíjet sílu. Toto je nezbytnou podmínkou pro pohyb celého těla či jeho částí.

Sílu využíváme v pohybové činnosti, kdy je hodnota vynaložené síly minimálně okolo 30 % individuálního maxima. Většinou se nejedná pouze o sílu jako takovou, ale zároveň o rychlost jejího vyvinutí či opakované vyvíjení. (Lenhert a kol., 2010).

Silové schopnosti jsou takové schopnosti, které nám umožňují překonávat nebo udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí. Rozvíjíme-li silové schopnosti, měli bychom zohlednit všechny kvalitativní stránky pohybového projevu síly. Břemeno bychom měli nejen zvednout zkrácením svalu a pokládat pomalým brzdivým pohybem, ale také udržet silou statickou. Výhodou síly je, že ji můžeme pozitivně rozvíjet v každém věku (Muchová a Tománková 2009).

Sílu jako schopnost prostřednictvím svalového úsilí překonávat vnější odpory nebo s nimi spolupůsobit popisují Zatsiorsky a Kraemer (2006).

### 3.1 Dělení silových schopností

Silové schopnosti se elementárně rozdělují dle typu kontrakce začleněných svalových skupin. Rozlišujeme dva typy svalové kontrakce, a to izometrickou (statickou) a izotonickou (dynamickou). Izometrická je taková, při níž zvyšuje napětí, ale délka svalu se nemění. Izotonická je charakterizována měnící se délkou svalu, přičemž napětí zůstává stejné. Dynamická síla se dále rozděluje na koncentrickou a excentrickou. Koncentrická kontrakce je kontrakce, při které dochází ke zkracování svalu. Při excentrické kontrakci se sval naopak prodlužuje (Perič a Dovalil, 2010).

Při pohybové činnosti se často setkáváme s kontrakcí excentricko-koncentrickou, při níž se svalová vlákna nejprve prodlužují a hned poté zkracují (Jebavý, Hojka a Kaplan, 2017).

Typ svalové kontrakce je východiskem pro rozdělení druhů silových schopností. Klasifikace silových schopností je založena na vnějším projevu, typu svalové kontrakce a na požadavcích jejich rozvoje. Silové schopnosti tedy dělíme na statickou a dynamickou sílu. Statickou sílu charakterizuje izometrická kontrakce, úsilí se neprojevuje pohybem, zpravidla se jedná o udržení těla, či částí těla nebo břemene v určité poloze. Dynamická síla je charakteristická izotonickou kontrakcí a projevuje se pohybem hybného systému (Perič a Dovalil, 2010).

Jebavý a Zumr (2009) ve své publikaci stejně tak jako Perič a Dovalil (2010) rozdělují silové schopnosti na:

- Maximální sílu
- Rychlou sílu
- Startovní sílu
- Explozivní sílu
- Reaktivní sílu
- Vytrvalostní sílu

*Maximální sílu* popisují autoři jako největší sílu, kterou je nervosvalový systém schopen vyvinout při maximální kontrakci. *Rychlá síla* je schopnost nervosvalového systému dosáhnout co největšího silového impulsu v časovém intervalu, ve kterém musí být pohyb zrealizován.

*Startovní síla* je charakterizována jako schopnost dosáhnout vysoké úrovně síly již na začátku kontrakce v co nejkratším čase, tj. velikost síly, která byla dosažena do 50 milisekund od zahájení kontrakce. *Explozivní síla* je popsána jako schopnost dosáhnout maximálního zrychlení v závěrečné fázi pohybu. *Reaktivní síla* umožňuje svalový výkon, při kterém dochází k protažení a následnému zkrácení svalu, jenž vyvolá zvýšení silového impulzu.

*Vytrvalostní síla* je charakterizována dlouhodobě vyvíjenou svalovou kontrakcí, jedná se tedy o schopnost uplatňovat svalovou sílu opakovaně po delší dobu bez výrazného snížení její úrovně.

Autoři Zatsiorsky a Kraemer (2006) dělí silové schopnosti na statickou sílu, dynamickou sílu a amortizační sílu.

Dovalil a kol. (2008) silové schopnosti rozděluje následovně:

- Absolutní síla
- Rychlá a výbušná síla
- Vytrvalostní síla

*Absolutní sílu* chápeme jako schopnost, která je spojena s nejvyšším možným odporem. *Rychlá a výbušná síla* je schopnost spojená s překonáváním nemaximálního odporu a velmi vysokou rychlostí. *Vytrvalostní síla* je schopnost překonávat nemaximální odpor opakovaním pohybu či dlouhodobě odpor udržovat.

V našem výzkumu jsme pracovali převážně se silovou vytrvalostí.

Dle Siffa (2003) je vytrvalostní síla specifickým projevem síly, jenž se objevuje při aktivitách, které jsou charakteristické delším svalovým napětím. Lehnert a kol. (2010) popisují vytrvalost jako schopnost odolávat únavě organismu při dlouhotrvající silové činnosti. Perič a Dovalil (2010) uvádí, že silová vytrvalost je předpokladem pro provádění činnosti nižší intenzitou než maximální, a to po nezbytně dlouhou dobu.

### 3.2 Metody stimulace silových schopností

Jak je již zmíněno výše, v našem výzkumu jsme se převážně setkali se silovou vytrvalostí. V následujícím textu budou zmíněny metody stimulace různých silových schopností, avšak na silovou vytrvalost se podíváme blíže. Metody stimulace silových schopností nejsou kategorizovány jednotně, ani pro ně není využíváno stejné názvosloví. Tyto metody jsou označovány dle délky silového podnětu, druhu svalové činnosti, podle účinku na jednotlivé silové schopnosti, velikosti odporu a délky a charakteru zotavení.

Dle Jebavého (2017) se metody stimulace silových schopností nejčastěji dělí dle druhu svalové činnosti a dle účinku. Spojením metodotvorných činitelů tzn. velikostí odporu, počtem opakování, rychlostí provedení pohybu, či dobou výdrže, intervalu odpočinku a způsobem odpočinku lze získat různé metody pro rozvoj silových schopností. Různí autoři uvádějí různé metody stimulace silových schopností. K metodotvorným činitelům bezpochyby také patří pojem TUT neboli „time under tension“, což znamená „čas pod napětím“. TUT označuje dobu, po kterou je sval držen pod napětím během cvičení. TUT tedy určuje tempo, tedy dobu trvání jednoho opakování (Maszczyk a kol., 2020).

Autoři Zatsiorsky a Kraemer (2006) uvádějí tyto metody rozvoje silových schopností:

1. Zvedání maximálního zatížení – metoda maximálního úsilí
2. Zvedání nemaximálního zatížení – metoda opakovaného úsilí
3. Zvedání nemaximálního zatížení s maximální dosaženou rychlostí – metoda dynamického úsilí

Bompa (1999) charakterizuje metody rozvoje silových schopností, dávkování a jejich využitelnost v následující tabulce 1.

Procenta maximální síly	Počet opakování v sérii	Rychlost provedení	Doba odpočinku	Počet sérií	Použitelnost
100-85 %	1-5	Střední	2-5 min	Začátečníci 3-5 Pokročilí 5-8	Zlepšení maximální síly u acyklických činností
85-70 %	5-10	Střední až pomalá	2-4 min	3-5	Zlepšení maximální síly (základní metoda pro cyklické sporty požadující maximální sílu)

50-30 %	6-10 maximální rychlostí	Explosivní	2-5 min	4-6	Zlepšení rychlé síly
75 %	6-10	Velmi rychlá	2-5 min	4-6	Zlepšení rychlostního výkonu a maximální síly
60-40 %	20-30 (50-70 % maximálního počtu opakování)	Rychlá až střední	30-45 sekund	3-5	Zlepšení svalové vytrvalosti (formou kruhového tréninku)
40-25 %	25-50% maximálního počtu opakování	Střední až rychlá	Optimální	4-6	Jako předchozí, jen v menší kvalitě

Tabulka 1 – využití metod rozvoje silových schopností (Bompa, 1999)

Dle Dovalila a Periče (2010) rozlišujeme osm základních metod rozvoje silových schopností:

1. Metoda maximálního úsilí (metoda těžkoatletická, krátkodobých napětí)
2. Metoda opakovaných úsilí (metoda kulturistická)
3. Metoda rychlostní (metoda dynamických úsilí)
4. Metoda vytrvalostní (opakovaných úsilí)
5. Metoda plyometrická (metoda rázová)
6. Metoda izometrická (metoda statická)
7. Metoda izokinetická
8. Metoda intermediární

Obdobně popisují metody rozvoje silových schopností i autoři Rushall a Pyke (1991), ti charakterizují metody silových schopností následovně:

1. Metoda maximálních úsilí
2. Metoda opakovaných úsilí
3. Metoda rychlostní
4. Metoda kontrastní
5. Metoda izometrická
6. Metoda intermediární
7. Metoda brzdivá
8. Metoda izokinetická
9. Metoda plyometrická

10. Metoda silově-vytrvalostní

11. Metoda kruhová

12. Metoda elektrostimulace

Na přesnější popis jednotlivých metod se můžeme podívat v tabulce 2.

Metoda	Charakteristika
Maximálních úsilí	Překonávání nejvyšších odporů (95 - 100 %), rychlost pohybu malá, opakování 1 - 3x, hypertrofie svalu.
Opakovaných úsilí	Překonávání nemaximální zátěže (60 - 85 %), nemaximální rychlost, opakování 8 - 15x, největší hypertrofie ze všech metod.
Rychlostní	Střední velikost odporu (30 - 60 %), vysoká rychlost pohybu, opakování 6 - 12, rozvoj rychlé síly, explozivní silová schopnost.
Kontrastní	Kombinace dvou předchozích metod, střídání různých odporů umožňuje různé rychlosti provedení pohybu, působením kontrastů (těžko-lehko, pomalu-rychle) se zlepšuje nitrosvalová a mezisvalová koordinace, odpor 30 - 80 %, opakování 5
Izometrická	Svalová činnost zaměřená proti pevné opoře po dobu 5 - 12 s, opakování 3x, úsilí má být postupně zvyšováno, vhodné využití 4 - 5 různých cvičení, chybí nervosvalová koordinace.
Intermediární	Kombinace statické a dynamické práce ( izotonická a izometrická kontrakce ), pohyb začíná dynamickým cvičením, pak následuje výdrž v dané poloze (asi na 5 sekund) a dokončení pohybu, chybí nervosvalová koordinace.
Brzdivá	Překonávání nadhraničních odporů (120 - 150 %), jde pouze o excentrickou práci s nutnou dopomocí, chybí nervosvalová koordinace.
Izokinetická	Klade stejné nároky na svalové úsilí ve všech bodech pohybu, vynalezena zařízení na principu setrvačnicku, hydraulického odporu, která zajišťují maximální úsilí po celou dobu provádění pohybu, maximální napětí svalů konstantní rychlosti pohybu.
Plyometrická	Snaha po dosažení maximálně rychlé (výbušné) kontrakce, tonizace svalu (předpětí) předchází vlastnímu aktivnímu pohybu, dvě možnosti navození předpětí. a) kinetickou energií břemene: pád břemene - brzdivá kontrakce, protahovací reflex následná aktivní práce (metoda rázová ) b) izometrické úsilí s následným snížením odporu: speciální zařízení s uvolněním odporu - ještě rychlejší zrychlení pohybu
Silové vytrvalostní	Velikost odporu 30 - 40 % maxima, opakování 20 - 50x (až do vyčerpání), rozdělujeme na aerobní silové zatížení: nad 90 sekund, nižší rychlost i zátěž, interval odpočinku 1:1 a anaerobní silové zatížení: do 90 sekund, vyšší rychlost i zátěž, interval odpočinku 1: 2-4.
Kruhová	6-12 cviků se střídajícím se zaměřením, 1-4 okruhy, pravidla stejná jako pro předchozí metodu.
Elektrostimulace	Vyloučena volní složka a kontrakce podněcována prostřednictvím impulsů z elektrod, je nutná kvalifikovaná osoba, dochází k hypertrofii, zlepšení silových schopností, ale hlavně k rychlejší regeneraci svalové tkáně.

Tabulka 2 – metody rozvoje silových schopností (Rushall a Pyke, 1991)

Metody rozvoje silových schopností dle Siffa (2003) nám zobrazuje tabulka 3.

Proměnné	Tréninkový cíl			
	Maximální síla	Max. svalový výkon	Svalová hypertrofie	Silová vytrvalost
Zatížení (% 1 opakovacího maxima)	80-100	70-100	60-80	40-60
Počet opakování v sérii	1-5	1-5	8-15	25-60
Počet sérií na jedno cvičení	4-7	3-5	4-8	2-4
Odpočinek mezi sériemi (minuty)	2-6	2-6	2-5	1-2
Doba trvání (sekund za jednu sérii)	5-10	4-8	20-60	80-150
Rychlost opakování (% maxima)	60-100	90-100	60-90	60-80
Počet tréninkových jednotek týdně	3-6	3-6	5-7	8-14

Tabulka 3 – metody rozvoje silových schopností (Siff, 2003)

Jak již vyplívá z názvu, pro rozvoj vytrvalostní síly se využívá metoda vytrvalostní. Tato cvičení nejsou pouze významná pro rozvoj síly, ale zároveň dochází ke stimulaci srdečního oběhového systému. Metoda silově-vytrvalostní se vyznačuje velkým množstvím opakování. Jako organizační forma v tréninkovém procesu se při aplikaci této metody nejvíce využívá kruhový trénink. Mezi jednotlivými cviky kruhového tréninku je zařazen minimální odpočinek a cviky jsou za sebou seřazeny ideálně tak, aby se střídaly protilehlé svalové partie. Tréninková jednotka je složena ze 2-3 kol. Velikost zatížení v kruhovém tréninku je následující: PO>20(25), I=30(40)-60% max, IZ>30s, IO>15s. Při takovém cvičení se propojuje rozvoj silových a vytrvalostních schopností (Perič a Dovalil, 2010).

Jako tréninkové prostředky, které využíváme ke stimulaci silové vytrvalosti jsou využívána cvičení s volnými činkami, cvičení na posilovacích strojích či cvičení s vlastní vahou těla. Poslední dobou se začíná hojně prosazovat stimulace silových schopností a aktivace HSS pomocí cvičení na nestabilních plochách (Potvin & Benson, 2009).

Silová vytrvalost lze rozvíjet i jiným způsobem, např. již zmíněný kruhový trénink je jednou z variant, jak můžeme stimulovat silovou vytrvalost. Cacek a kol., (2007) uvádí, že kruhový trénink je složen z několika vybraných cvičení, jež jsou uspořádané jedno za druhým. Cvičební programy sestavujeme s využitím posilovacích strojů, činek, expandérů, překážek, pomůcek, hmotností vlastního těla atd. V originální formě kruhového tréninku je 6-12 stanovišť, na kterých se střídají cvičení zaměřené na různé svalové partie. Velikost odporu, se kterou jsou cviky vykonávány je zpravidla mezi 30–70 % OM.

Právě forma kruhového tréninku byla využita během našeho výzkumu, protože je velmi vhodná pro testování energetické náročnosti vzhledem k jejímu zátěžovému charakteru a možnosti vykonávat vhodně zvolené úsilí poměrně dlouhou dobu.

### **3.3 Stimulace silových schopností na nestabilních plochách**

V dnešní době řadíme nestabilní plochy mezi často používané tréninkové prostředky. Tyto prostředky se hojně využívají ke zlepšení posturální stability s ohledem na nově vzniklé adaptační a kompenzační mechanismy (Kolářová a kol., 2011).

Nestabilní plochy se začaly nejprve využívat v preventivní a léčebné rehabilitaci, toto zůstává i do dnes, ale nyní jsou nestabilní plochy a balanční pomůcky často využívány ve sportovním tréninku, a to hlavně proto, že jsou vhodným prostředkem ke zvýšení rovnováhy a trupové stability (Jebavý, 2017).

Jako tréninkový prostředek pro stimulaci silových schopností zahrnujeme i využití nestabilních ploch, jež se využívají ke zlepšení posturální stability s ohledem na nově vzniklé adaptační a kompenzační mechanismy (Kolářová a kol., 2011).

Kolář a Lewit (2005) kladou důraz na to, že nestabilní plochy vedou při cvičení na rozdíl od stabilních ploch ke zvýšené činnosti HSS a zároveň k vyšší koncentraci pro provedení cviku.



Stimulací silových schopností na nestabilních plochách se ve svém výzkumu zabývali Jebavý, Perič a Baláš (2015). Výsledky studie dokazují, že silový program na nestabilních plochách se pozitivně projevil v efektivitě stimulace silových schopností, došlo ke zvýšení vytrvalostní síly a také k přírůstku počtu opakování. Granacher a kol. (2014) dokazují, že zahrnutí cvičení na nestabilních plochách vede ke zvýšení aktivity svalů trupu, a tak poskytuje další potenciální tréninkové stimuly pro zvýšení výkonu. Využití nestabilních ploch během základního silového tréninku může dokonce vést k nárůstu výkonnosti. Stimulaci silových schopností na nestabilních plochách, doporučuje také Zemková (2017), která uvádí, že taková cvičení mohou usnadnit nervovou adaptaci svalů stabilizujících trup, což vede ke zlepšení stability středu těla.

## 4. Anatomie a fyziologie svalu

Příčně pruhované svaly a kostra společně tvoří funkční celek, tj. pohybové ústrojí. Právě proto se také nazývají svaly kosterní. Tyto svaly člověku umožňují se pohybovat a vykonávat automatizované i volní pohyby (Machová, 2016). Čihák (2011) doplňuje, že svaly tvoří asi 45 % hmotnosti průměrného člověka. V lidském těle se nachází celkem 600 svalů, z nichž většina je párová.

Kosterní svalstvo má několik velmi důležitých funkcí, umožňuje pohyb, tvoří oporu ve vzpřímeném postoji, společně se šlachami stabilizují klouby a generují teplo, což napomáhá k udržení tělesné teploty (Jarmey a Sharkey, 2019).

### 4.1 Typologie svalových vláken

V lidském těle rozeznáváme tři typy svalových vláken. Kosterní svalstvo, které je ovládáno vlastní vůlí, hladké svalstvo, které je ovládané centrální nervovou soustavou a svalstvo srdeční, které je řízeno zcela autonomně. Z toho tedy vyplývá, že cíleně silovým tréninkem můžeme působit pouze na svalstvo kosterní. Základní stavební jednotkou svalu je svalová buňka neboli myofibrila. Na základě spojení těchto myofibril vzniká svalové vlákno, které vytváří svalové snopce.

Grasgruber a Cacek (2008) uvádějí tyto typy svalových vláken:

- Typ I = pomalá oxidativní vlákna jsou určena pro dlouhodobou, vytrvalostní a méně intenzivní práci za velkého přísunu kyslíku. Tato svalová vlákna mají malý průřez, dlouhé sarkomery, málo glykogenu, nicméně mají velký obsah oxidativních enzymů. Vysoké množství myoglobinu slouží k transportu kyslíku do mitochondrií. Pro tato svalová vlákna je typická pomalá rychlost stahu 70-140 ms.
- Typ II = rychlá vlákna se dělí na typ II a neboli vlákna oxidativně glykolytická a typ II b tedy glykolytická. Svalová vlákna typu II a tvoří přechod mezi typy I a II b. Mají velký průřez, kratší sarkomery, střední obsah myoglobinu a velké zásoby glykogenu i kreatinfosfátu. Je pro ně typická střední rychlost stahu 50-100 ms. Svalová vlákna II b jsou charakteristické velkou

dynamickou silou. Mají malý obsah myoglobinu, ale velké zásoby kreatinfosfátu a glykogenu a vysoce aktivní glykolytické enzymy. Tato svalová vlákna mají největší rychlost stahu a to 20-50 ms (Grasgruber a Cacek, 2008).

Typologie svalových vláken se u některých autorů může částečně lišit, avšak podstata zůstává stejná. Watkins (1999) dělí svalová vlákna podle rychlosti reakce, kontrakce a odolnosti vůči únavě. Rozděluje je na tři základní typy a to: pomalá vlákna, rychlá vlákna odolná vůči únavě a rychlá unavitelná vlákna.

## 5. Fyziologie pohybové zátěže cvičení na nestabilních plochách

Cvičení na nestabilních plochách se v dnešní době velmi popularizuje, nejedná se již pouze o rehabilitační pomůcku, ale lze jej využít jako prostředek ke zlepšení fyzické kondice či jako součást tréninku sportovců. Pokud se činnost opakuje, tak nejen, že dochází k utužování zdraví, ale také ke zlepšování fyzické kondice, která se může navenek projevit např. úbytkem hmotnosti. Tento projev však nenastupuje okamžitě, je důležité tedy dbát na pravidelnost a přiměřenost zatížení, které by mělo přímo úměrně stoupat s kondicí a současně s ní poté i náš sportovní výkon.

Přiměřené zatížení dle Velého (2006) je takzvané střední pohybové zatížení, díky němuž se pohybový systém udržuje ve funkci i struktuře a jeho výkon se tréninkem postupně zlepšuje. Takové zatížení má mimo jiné i kladné účinky na metabolické funkce a způsobuje pocit stoupajícího zdraví a vnitřní pohody, hlavně pokud pohyb vychází z vlastní iniciativy a potřeby.

Pohybová zátěž z hlediska adaptace působí nestejnou měrou na organismus ve formě stresu. Stres je příčinou určitých fyziologických změn vnitřního prostředí organismu (Perič a Dovalil, 2010). Dle Choutky a Dovalila (1991) je toto nestejně působení stresu na organismus způsobeno mírou intenzity volního úsilí sportovce, které z hlediska časového průběhu vyvolává určitou aktivizaci systému energetického metabolismu. To znamená, že změna intenzity volního úsilí sportovce při pohybové činnosti vyvolává i odpovídající změny v úrovních energetického výdeje. V závislosti na intenzitě zatížení zařazujeme pohybové aktivity do čtyř zón metabolického krytí. Při každé úrovni intenzity zatížení organismus čerpá energii z různých zdrojů.

### 5.1 Energetické systémy

Všechny pohybové aktivity mohou být prováděny různou intenzitou zatížení. Intenzita zatížení se může projevovat jako rychlost pohybu, velikost překonávaného odporu, frekvence pohybu nebo překonaná vzdálenost např. u skoku do dálky nebo skoku do výšky.

Každý pohyb souvisí s energetickým výdejem, který se mění v závislosti na intenzitě zatížení. Obecně můžeme říct, že čím je intenzita cvičení vyšší, tím vyšší je i energetický výdej. Energetický výdej můžeme charakterizovat jako množství energie vykonané za jednotku času. Označujeme jej J (joul), často je vyjadřován v kJ (kilojoul) (Jindra, 2012).

Následující členění jistě nemůže být zcela universální, ale je přijatelné pro řadu sportovních odvětví (Dovalil, 2009). Není pravidlem zapojení pouze jednoho energetického systému. Energetické systémy na sebe postupně navazují a překrývají se. Jeden má ale jistě převahu nad ostatními. Energetické krytí v průběhu tělesné práce znázorňuje graf 1.

### ***Anaerobní alaktátová zóna***

V rámci této zóny je čerpána energie pomocí tzv. ATP-CP systému, který zajišťuje energetické zásobení pohybové činnosti o maximální intenzitě po dobu 10-20 s (Choutka a Dovalil, 1991). Havlíčková (2008) potvrzuje, že se jedná o svalovou činnost s trváním do 10-20 s uvolňováním energie z pohotových zásob makroergních fosfátů ve svalové tkáni ATP-CP. Podkladem pohybové činnosti v alaktátové zóně je aktivita rychlých glykolických vláken kosterního svalu, která například u sprinterů převažují, zabezpečují vysokou intenzitu svalu, ale zároveň se velmi rychle unaví. Bartůňková (2007) uvádí, že ke zpětnému doplnění zásob při úplném vyčerpání dojde za 2-3 min.

### ***Anaerobní laktátová zóna***

Havlíčková (2008) uvádí, že při pohybových aktivitách v anaerobní laktátové zóně, tedy se submaximální intenzitou s trváním 45-90 s převažuje hrazení energie pomocí anaerobního systému, pro který je charakteristický vzestup kyseliny mléčné v krvi. Kyselina mléčná je důsledkem anaerobní glykolýzy, neoxidativního odbourávání svalového glykogenu, eventuálně glukózy. Bartůňková (2007) doplňuje dobu zotavení, kterou při mírném cvičení a aktivním odpočinku stanovuje na 30-80 min, kdežto při pasivním odpočinku v klidu na 60-120 min. Anaerobní laktátový systém se zapojuje při aktivitách jako je např. běh na 400 a 800 m.

### ***Anaerobně-aerobní zóna***

Jak již vyplývá z názvu, energie je v této zóně získávána jak pomocí anaerobní glykolýzy, tak i aerobně. Tento způsob energetického krytí se týká krátkodobé činnosti o střední intenzitě (Bartůňková, 2013).

Dle Havlíčkové (2008) se jedná o přechod mezi aerobní a anaerobní zónou, tento přechod nazýváme také anaerobním prahem. Anaerobní práh poznáme tak, že začne prudce narůstat

podíl neoxidativní úhrady energie. Anaerobní práh vyjadřuje okamžik nelineárního nárůstu kyseliny mléčné v krvi. Tento projev záleží na intenzitě dané aktivity. Velikost aerobního prahu je charakteristická hodnotu kyseliny mléčné v krvi. Hodnota kyseliny mléčné neboli laktátu v krvi je přibližně kolem  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . U trénovaných osob a zejména u těch vytrvalostně zaměřených se může anaerobní práh pohybovat v oblasti koncentrace laktátu  $2\text{--}3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ .

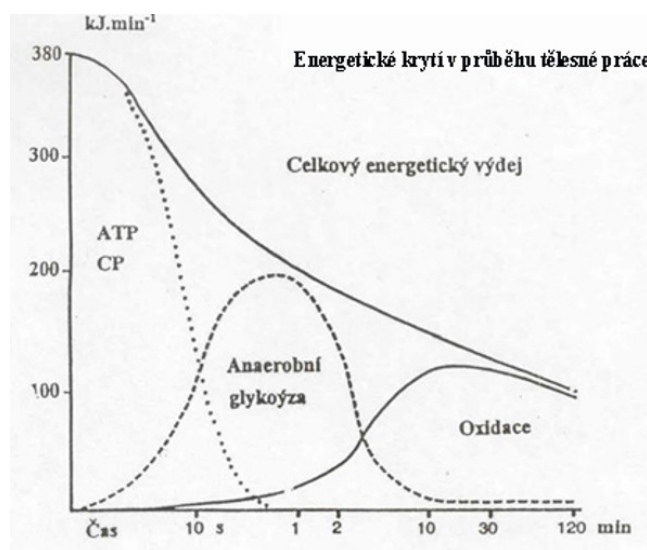
### ***Aerobní zóna***

Aerobní zóna obnovuje množství vydané energie oxidativním štěpením cukrů a tuků. Za předpokladu nízké intenzity pohybové zátěže zásobuje organismus energií déle než 2-3 min (i několik hod) a stává se hlavním energetickým systémem (Choutka a Dovalil, 1991).

Fox (1996) uvádí že, v aerobní zóně se energie získává z postupného hroucení glukózy a dalších molekul. Určitá část této energie se také využívá k výrobě ATP. Za přítomnosti kyslíku a spálení glukózy je možné vyprodukovat velké množství ATP. Nepřítomnost kyslíku naopak vede k produkci kyseliny mléčné, která proces produkce ATP velmi zpomaluje.

Havlíčková (2008) doplňuje že, celkovému objemu uvolněné energie aerobně můžeme rozumět jako kapacitě aerobní zóny. Energie uvolněná tímto způsobem se využívá při pohybových činnostech malé až střední intenzity s dobou trvání 90 s a déle.

Právě aerobní systém byl nejvíce zapojen ve výzkumu. Probandi vykonávali přiměřenou zátěž poměrně dlouhou dobu.



Graf 1 – Energetické krytí v průběhu tělesné práce (Havlíčková, 2008)

Tabulka 4 znázorňuje vliv doby trvání a intenzity pohybové činnosti na zapojení energetických systémů. Z této tabulky dokážeme vyčíst, že čím vyšší je intenzita činnosti, tím více kyslíku potřebují svaly, pro to, aby v nich mohly probíhat oxidativní procesy štěpení a resyntézy ATP. Tato potřeba má za důsledek zvýšení dechové a srdeční frekvence (Zahradník a Korvas, 2012).

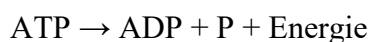
<b>Délka trvání činnosti</b>	<b>Intenzita činnosti</b>	<b>Primární energetický systém (systémy)</b>
0-6 sekund	Extrémně velká	Fosfagenový
<b>6-30 sekund</b>	Velmi velká	Fosfagenový a rychlá glykolýza
<b>30 sekund až 2 minuty</b>	Velká	Rychlá glykolýza
<b>2-3 minuty</b>	Střední	Rychlá glykolýza a oxidační systém
<b>&gt;3 minuty</b>	Malá	Oxidační systém

Tabulka 4 - Vliv doby trvání a intenzity pohybové činnosti na zapojení energetických systémů (Zahradník a Korvas, 2012).

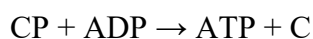
## 5.2 Mechanismy uvolnění energie

Energie je v organismu uložena v podobě chemických vazeb makroergních neboli vysokoenergetických sloučenin. Štěpením těchto sloučenin se uvolňuje chemická energie, která se ve svalu přeměňuje na energii mechanickou pro svalovou kontrakci, na energii tepelnou pro regulaci tělesné teploty a na energii elektrickou pro mozek a nervovou aktivitu (Matarese, 1997; Kosečková, 2018).

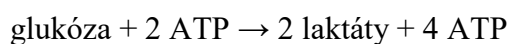
Dle Trefného (1993) je všechen pohyb lidského těla spojen s výdejem energie, jenž nazýváme energetickou spotřebou. I když je organismus v naprostém klidu, tělo spotřebovává energii, kterou nemůžeme nijak ovlivnit. Tato základní energetická spotřeba se nazývá bazální metabolismus. Bazální metabolismus energeticky pokrývá všechny životní funkce člověka. Bartůňková (2013) uvádí, že bazální metabolismus u žen se pohybuje okolo 5000 kJ a u mužů kolem 6000 kJ. Trefný (1993) navazuje, že dále se v těle odehrává klidový metabolismus, který je při tělesném klidu 110–120 % bazálního metabolismu a pracovní metabolismus, jenž představuje úroveň fyzické zátěže 130 % a více bazálního metabolismu. Ke všem metabolickým reakcím v lidském těle je potřeba energeticky bohatých molekul adenosintrifosfátu, zkráceně ATP, jenž umožňuje svalový pohyb na základě reakce:



Tímto způsobem vzniklá energie umožňuje kontrakci svalových vláken pouze do 15 s. Aby mohl organismus realizovat déletrvající pohyb musí mobilizovat vysoko energetické molekuly, glycidy, lipidy a proteiny. Aby se ATP mohlo obnovovat, využívá se kreatinfosfát (CP), jeho hydrolýza je katalyzována enzymem kretinkinázou a nastává reakce:

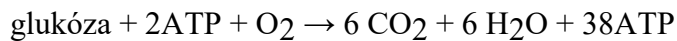


Tato reakce, nazývaná Lohmanova je nezbytná na počátku veškerých výkonů, převážně u výkonů s maximální a vysoce submaximální intenzitou. K uskutečnění této reakce není zapotřebí kyslík. Další reakcí, která poskytuje ATP bez přítomnosti kyslíku, je štěpení sacharidů. Tu můžeme znázornit tímto způsobem:





Dalším mechanismem, který je důležitý pro resyntézu ATP jsou chemické procesy, jenž uvolňují energii oxidativně tj. za přístupu kyslíku. Jedná se především o aerobní glykolýzu a aerobní štěpení tuků či bílkovin. Výkon umožňuje mírný až středně submaximální. Reakci schematicky můžeme znázornit následovně:



Vzhledem k tomu, kolik je za potřebí molekul kyslíku, aby došlo k uvolnění ATP, je spíše efektivní štěpení sacharidů nežli štěpení tuků. To je důvodem, proč při dlouhotrvajících sportovních činnostech, kde dochází k převaze štěpení tuků, začne klesat výkon (Trefný, 1993).

### 5.3 Ukazatele zatížení

#### *Srdeční frekvence*

SF Matoušková (2007) charakterizuje jako hodnotu, která vyjadřuje všechny stahy srdce za minutu a přesně odpovídá aktuálním zatížením organismu a je jedním z nejjednodušejí měřitelných a relativně objektivních stavových veličin.

Vilikus (2004) uvádí možnosti sledování SF. SF můžeme sledovat na kardi tachometru nebo na monitoru EKG či monitoru analyzátoru plynů. SF je možné sledovat i palpačně či poslechově, v tomto případě je ale riziko chyby, které stoupá se zátěží. Čím vyšší je zátěž, tím více mohou zvuky či pohyby jedince rušit jak palpační, tak poslechové měření.

SF je dle Bartůňkové (2007) u zdravého člověka dána aktivitou sinusového uzlíku a činí asi 70 cyklů za minutu. SF je nejpřístupnějším, a proto nejměřenějším parametrem existuje řada faktorů, které ji ovlivňují. Těmito faktory jsou: genetické dispozice, trénovanost, teplota tělesného jádra, poloha těla, klimatické podmínky, intenzita a typ fyzické zátěže, psychická zátěž, trávení, únava či látkové vlivy jako např. kofein nebo adrenalin. Ve své další publikaci Bartůňková (2013) uvádí, že SF je ukazatelem, který stoupá velice rychle, hodnoty blízko maxima se objevují již během prvních deseti sekund, tedy při maximální intenzitě zatížení, kdežto u ostatních kardiorepiračních ukazatelů jsou pozorovány až při intenzitách submaximálních. Pro výpočty maximální a tréninkové hodnoty SF využíváme orientační matematické vztahy.

SF tréninková = 170 – věk

SF max = 220 – věk

SF max je dle Mourka (2005) velmi individuální a se stoupajícím věkem klesá. SF max je někdy označována za kritickou, kdy zkrácení diastoly je tak veliké, že se komory nestihnou naplnit krví dostatečně a srdce selhává. Při maximální a submaximální intenzitě se zvyšuje SF až na hodnoty mezi 180 a 205 tepy za minutu.

### *Spotřeba kyslíku*

Přísun kyslíku ke tkáním může být limitován na několika úrovních. Je to ventilace (omezené dýchání při některých sportovních výkonech), alveolokapilární difuze (nízká alveolární ventilace, nízká vitální kapacita nebo povrchové dýchání), vazba kyslíku na hemoglobin (okolní hypoxie, např. ve vysokohorském prostředí), transport oběhovým systémem (nízká srdeční výkonnost), tkáňová difuze (nedostatečná kapilarizace) a buněčná oxidace (menší zastoupení pomalých vláken, nízká aktivita aerobních enzymů). Spotřeba kyslíku ( $VO_2$ ) patří k nejčastěji sledovaným respiračním parametrům, schopnost organismu zužít kyslík v co nejvyšším množství a zajistit tak vysoký stupeň aerobních pochodů, tím myšleno vytrvalostní výkon, je dána maximálním aerobním výkonem, tj. nejvyšší dosaženou hodnotou spotřeby kyslíku  $VO_{2max}$  (Bartůňková (2013)).

### *Dechový objem*

Dechový objem (V) (Bartůňková, 2013) charakterizuje jako určité množství vzduchu, který se dostane do plic na jeden nádech. Velikost dechového objemu je do určité míry závislá na dechové frekvenci. Při velmi vysoké dechové frekvenci se V zvýší pouze málo či vůbec, to je dáno tím, že se jedinec nestačí dostatečně nadechnout. Klidový dechový objem činí 0,5 – 0,7 l, kdežto při těžké fyzické aktivitě může vystoupat až na 2,5 – 3 l.

Dechový objem se při nižších intenzitách zatížení zvyšuje zejména díky inspiračnímu rezervnímu objemu, při vyšších intenzitách zatížení se naopak zvyšuje díky expiračnímu rezervnímu objemu. Dechový objem při maximální zátěži činí zhruba 50-60 % vitální kapacity plic, v klidu je to pouze asi 15 %. Zdaleka se tedy nevyužívá celá vitální kapacita plic, to je dáno tím, že pokud se dýchací svaly dostanou do krajních poloh, jsou velmi namáhány, neboť musí překonat změnu nitrohrudního tlaku, a přitom změna objemu plic je malá. Na druhou stranu vysoká dechová frekvence také není efektivní, protože jedinec významně zvyšuje

ventilaci mrtvého prostoru v poměru k ventilaci alveolární. Nejvýhodnější je určitý střed mezi oběma případy, kdy maximální dechový objem dosahuje asi 50–60 % vitální kapacity plic a dechová frekvence je cca 50 dechů za minutu (Vilikus, 2004).

### *Minutová ventilace*

Minutová ventilace (VE) uvádí objem vzduchu, jenž vydýcháme za 1 minutu. Klidové hodnoty minutové ventilace se dosahují 7–10 l/min, při fyzické aktivitě může stoupnout až na 80–100 l/min. Přizpůsobuje se jednak potřebě zvýšení koncentrace O<sub>2</sub> a zároveň také potřebě organismu vyloučit z těla CO<sub>2</sub> (Bartůňková, 2013).

### *Výdej oxidu uhličitého*

Výdej oxidu uhličitého (V<sub>CO<sub>2</sub></sub>) představuje množství oxidu uhličitého vydechovaného z plic do vnějšího prostředí v litrech za minutu. Je podstatným ukazatelem při posuzování reakce a adaptace na tělesná cvičení (Bartůňková, 2013).

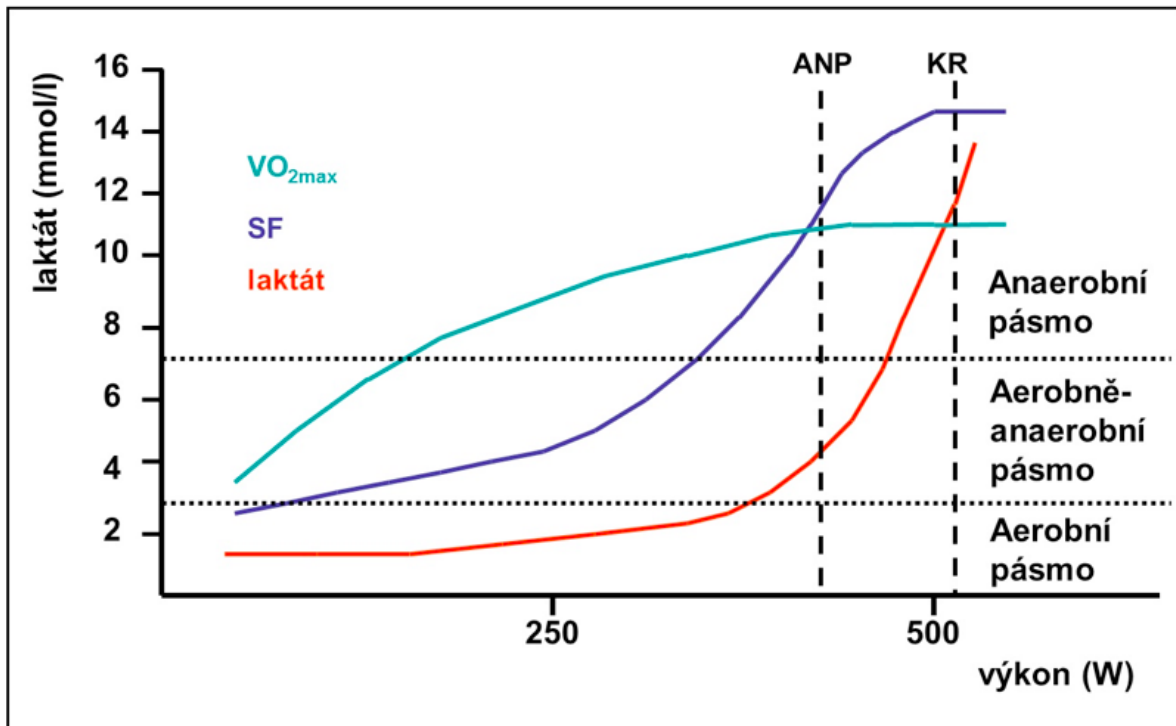
### *Respirační kvocient (RQ)*

Vilikus (2004) charakterizuje respirační kvocient RQ jako poměr vyloučeného CO<sub>2</sub> ke spotřebovanému O<sub>2</sub>. Za klidových podmínek závidí hodnota R na složení stravy, a to hlavně na trojpoměru živin. Skládala-li by se naše strava převážně ze sacharidů, hodnota R by byla cca 1, pokud pouze z tuků, hodnota R by byla cca 0,7 a pokud by strava byla pouze bílkovinová, hodnota R bude cca 0,8. Protože ale většinou přijímáme stravu smíšenou, ne pouze jednu z uvedených živin, tím pádem se hodnota R pohybuje v průměru od 0,8-0,85.

### *Laktát (La)*

V souvislosti s pohybovou činností vzniká v těle kyselina mléčná. Laktát vzniká v organismu při spalování cukrů za nepřítomnosti kyslíku např. při nadměrné námaze (Vokurka, Hugo, 2015). Normální hodnoty laktátu v krvi a hodnoty při aerobním zatížení se pohybují okolo 1-2 mmol/l. Hodnoty nad 4mmol/l vznikají při činnostech o vysoké intenzitě. U trénovaných jedinců dochází k menšímu a pozdějšímu nárůstu laktátu v krvi (Silbernagl a Despopoulos, 2004). Při fyzicky náročných aktivitách, zejména rychlostních a silových, může hladina laktátu v krvi stoupnout až na 16mmol/l (Bartůňková a kol., 2013).

Ukazatelé zatížení jsou velmi senzitivní na změnu intenzity zatížení. Dynamiku ukazatelů zatížení můžeme vidět na grafu 2.



Graf 2 – Dynamika ukazatelů zatížení v průběhu zatížení (Zahradník a Korvas, 2012)

## 6. Funkční zátěžová diagnostika

V oblasti sportu se funkční zátěžová diagnostika týká primárně vyšetřování zdatnosti a výkonnosti jedince. Zdatnost zahrnuje soubor předpokladů optimálně reagovat na různé podněty prostředí, např. podněty teplotní, akustické, hypoxické, vibrační nebo psychické nebo pohybové zatížení. Fyzická zdatnost představuje schopnost řešit dané úkoly spojené s pohybovým výkonem bez zjevné únavy. Můžeme ji také charakterizovat jako optimalizaci funkcí spojené s pohybovým výkonem a způsobilostí odolávat vnějšímu stresu (Beunen, 2001). Heller (2018) charakterizuje fyzickou zdatnost jako schopnost přiměřeně reagovat na vlivy zevního prostředí jako je fyzická zátěž a teplotní vlivy.

Výkonnost je schopnost podávat objektivně měřitelný výkon v určité pohybové oblasti nebo sportovním odvětví. Výkonnost značí dispozice podávat určitý výkon opakovaně na poměrně stabilní úrovni (Heller, 2018).

K hodnocení zdatnosti a výkonnosti se využívají různé postupy. Pro posuzování míry zdatnosti se využívají především laboratorní zátěžové testy, které v laboratoři stanovují přímo úroveň maximální spotřeby kyslíku- $VO_{2max}$  (maximální test na bicyklovém ergometru nebo na běhacím koberci) nebo nepřímo (step test, test W170, Křížův test) nebo méně přesnými terénními testy odhadu  $VO_{2max}$  (Cooperův test, Balkeho 15 min test, testy chůze na 2 km nebo 1600 m, resp. testy založenými na stupňování rychlosti pohybu jako je Légerův test člunkového běhu nebo Boucherd-Légerův test na atletickém ovále).

Měkota a Blahuš (1983) rozlišují kvalitativní a kvantitativní přístup k hodnocení zdatnosti. Udávají, že tyto dva přístupy by se měly vzájemně doplňovat. Do kvalitativní diagnostiky zahrnujeme například testování motorických schopností a dovedností, jako jsou testy obratnostních schopností, testy rychlostní, rytmické apod. Kvantitativní způsob diagnostiky vychází z diagnostických dat, které vyjadřují numericky přesnější vyhodnocování, aby bylo možné zjistit vztahy a účinky mezi nimi.

Z hlediska prostředí rozdělujeme zátěžovou diagnostiku na terénní a laboratorní. Výhody terénního testování patří přímá viditelnost výsledků, větší dostupnost a možnost realizace u velkých skupin probandů, dále i to, že některé tréninkové metody mohou být použity rovnou jako diagnostické. Nevýhodou terénní diagnostiky je závislost na povětrnostních podmínkách a často i spolehlivost výsledků. Výhodou laboratorní diagnostiky jsou standardní podmínky,

dále snímání velkého množství fyziologických hodnot ve stálém prostředí. Nevýhodou je vyšší cena, omezená kapacita a problém s přenosem získaných informací do tréninkového procesu (Suchý a Bunc, 2008).

## 6.1 Spiroergometrie

Sekera (2008) uvádí, že spiroergometrie je jeden ze zátěžových testů, jehož cílem je diagnostikovat dýchací systém organismu a analyzovat plicní ventilaci a výměnu dýchacích plynů ( $O_2$  a  $CO_2$ ). Tato metoda nám pomáhá analyzovat výměny plynů a snadno stanovit energetický výdej sportovce.

Spirometrie je funkční laboratorní vyšetření, které při standartním způsobu zatěžování sleduje a zaznamenává metabolické a kardiopulmonální změny, které probíhají v organismu. Při diagnostice zdatnosti a výkonnosti spiroergometrickým vyšetřením, je hlavním výstupem maximální aerobní kapacita (Heller, 2018).

Spiroergometrie je dle Vilkuse (2004) metoda stanovení aerobní kardiopulmonální zdatnosti analýzou vydechovaného vzduchu během maximálního fyzického zatížení organismu. Jedná se zejména o laboratorní metodu. Spiroergometrie je ze všech zátěžových testů nejkomplexnější a zároveň je nejlépe vypracovanou formou vyšetření transportního systému pro kyslík. Spiroergometrie je vhodným prostředkem pro určování funkčnosti transportního systému kyslíku. Využívaná je zejména pro vytrvalostní sporty, při kterých je primárním faktorem pro úspěch co nejrychlejší transport kyslíku tkáněmi. Hlavní úkol spiroergometrie je u zdravých sportovců zajišťování reakcí organismu na fyzickou zátěž. Rozpoznává, kde se zapojuje, jaký energetický systém, stanovuje hranici anaerobního prahu a další důležité ukazatele jako jsou maximální tepová frekvence a  $VO_{2\ max}$ . Tato metoda však neslouží pouze k určování výkonnosti, ale pro začínající sportovce může být nápomocná k výběru vhodného sportu, kterému by se v budoucnu měli věnovat. Některé fyziologické parametry jsou geneticky podmíněné. Nelze však hodnoty získat bez provedení zátěžového vyšetření. Pro dosahování kvalitních vytrvalostních výkonů je předpoklad velmi velké aerobní kapacity. Tyto dispozice se mohou do určité míry dědit. Geneticky vrozená složka aerobní zdatnosti tvoří asi 30 %, zatímco složka získaná, tedy tréninkem ovlivnitelná, tvoří přibližně 70 %.

## 7. Energetický výdej při zatížení

Za klidových podmínek je energetický výdej výrazně nižší než během pohybové aktivity, při které organismus spotřebovává energii podle intenzity a doby trvání dané aktivity. Ke zjišťování energetického výdeje nám slouží několik metod (Jindra, 2012).

Dle Bartůňkové (2013) se v laboratorních podmínkách k určení energetického výdeje v klidu a při zátěži využívá stanovení množství spotřebovaného kyslíku. K porovnání hodnot energetické spotřeby, jak klidových, tak zátěžových se používá hodnota MET neboli metabolický ekvivalent. Jako 1 MET byla stanovena hodnota klidové spotřeby kyslíku v klidu v sedě. Hodnoty se pohybují v rozmezí od 0,9 MET – 18,4 MET. Pro představu nejnižší hodnota 0,9 MET je při spaní a 18,4 MET např. při maratonu.

Pro orientační hodnoty můžeme využít tabulky a nomogramy s uvedenými údaji energetického zatížení při různých sportovních aktivitách za daný čas. Placheta a kol. (1999) uvádí, že nomogramy nám umožňují odhad energetického výdeje buď z výkonu  $W$ , či z  $VO_2$ . Oba tyto postupy nevykazují naprosto přesné výsledky, nicméně nejsou náročné na technické vybavení a jsou vhodné především pro běžnou činnost a terénní praxi.

Měřením spotřeby kyslíku a analýzou vydechovaných plynů zjišťujeme na základě nadechovaného kyslíku a vydechovaného oxidu uhličitého poměr obou těchto parametrů, což je respirační kvocient RQ. Z respiračního kvocientu RQ můžeme určit podíl zapojených energetických systémů, jenž jsou v organismu využívány při určitém stupni zatížení (Kuhn a kol., 2005).

Energie je měřena v kaloriích (cal) a joulech (J) Vztah mezi kaloriemi a jouly je  $1 \text{ cal} = 4,185 \text{ J}$  ( $1 \text{ kcal} = 4,185 \text{ kJ}$ ). V praxi se často používají tisícinásobky (kilojouly, megajouly, gigajouly a terajouly), proto, že 1 J je velmi malé množství energie. V oblasti sportovních studií a fyziologie člověka se nejvíce využívá jednotka kJ, tedy kilojoul.

Následující tabulka 5 znázorňuje respirační kvocient a energetický ekvivalent kyslíku v závislosti na způsobu čerpání energie.

R	EE <sub>O<sub>2</sub></sub> [kJ]	Energie uvolněná	
		z tuků [%]	ze sacharidů [%]
0,71	19,6	100	0
0,75	19,8	85	15
0,80	20,1	68	32
0,90	20,6	34	66
0,95	20,9	17	83
1,00	21,1	0	100

Tabulka 5 – Respirační kvocient a energetický ekvivalent kyslíku v závislosti na způsobu čerpání energie (Bartůňková, 2007)

Bartůňková (2013) popisuje další metody stanovení energetického výdeje. K určení energetického výdeje při pohybových činnostech se využívá nepřímá energometrie nebo nepřímá kalorimetrie. Nepřímá kalorimetrie je založená na měření spotřeby kyslíku a jejího přepočtu na energetický výdej pomocí energetického ekvivalentu pro kyslík EE<sub>O<sub>2</sub></sub>. Jednodušší metody stanovení pracovního metabolismu a výdeje energie využívají funkční parametry. Těmito parametry jsou např. srdeční frekvence nebo plicní ventilace. Tyto parametry vykazují při zatížení těsnou závislost na spotřebě kyslíku. U netrénovaných osob rostou strměji, zatímco u trénovaných jedinců srdeční frekvence i minutová plicní ventilace v závislosti na spotřebě kyslíku rostou pomaleji. Je zde ale velká intraindividuální variabilita, proto je doporučeno k přepočtu hodnot srdeční frekvence na spotřebu kyslíku na energetický výdej využívat individuální křivky závislosti SF na VO<sub>2</sub>. Přibližná hodnota spotřeby kyslíku se následně převádí na výdej energie pomocí energetického ekvivalentu pro kyslík EE<sub>O<sub>2</sub></sub>. Další možností, jak stanovit energetický výdej je použití tabulkových či dotazníkových metod, které jsou založeny na průměrných hodnotách zvýšení metabolismu (% náležitého bazálního metabolismu) nebo průměrných hodnotách relativního výdeje energie při činnostech různého typu.

Dle Trefného (1993) existují dva hlavní způsoby, jak se dá změřit energetický výdej: těmito způsoby jsou přímá a nepřímá kalorimetrie.

**Přímá kalorimetrie** se v praxi příliš nevyužívá. Tato metoda je finančně a technicky velmi náročná. Rydlo (1995) uvádí, že se v lidském těle při fyziologických procesech uvolňuje teplo, v případě, že by se toto teplo neuvolňovalo, tělo by se začalo přehřívat. Tělo se tím pádem ochlazuje pomocí kůže, která většinu tepla propustí do okolí. Metodou přímé kalorimetrie



měříme právě toto teplo a spotřebu kyslíku. Na základě těchto údajů vyhodnocujeme energetický výdej. Jde o nejpřesnější, ale současně velice nákladné a technicky vysoce náročné vyšetření. Sedláčková (2011) doplňuje, že právě kvůli své náročnosti se metoda přímé kalorimetrie používá pouze výjimečně.

Heller (2011) uvádí, že zatímco je přímá kalorimetrie prováděna v kalorimetrických komorách, tak naopak *nepřímá kalorimetrie* může být měřena jak v laboratoři, tak i v terénu. Tím se nepřímá kalorimetrie stává výhodnější, protože měření v laboratořích není u některých sportů kvůli jejich podmínkám a charakteru možné. Metoda nepřímé kalorimetrie byla využita i v rámci našeho výzkumu.

Placheta a kol. (1999) popisuje nepřímou kalorimetrii jako zjednodušení metody přímé kalorimetrie. Jde o neinvazivní a objektivní metodu měření energetického výdeje. Dle Hellera (2011) spočívá nepřímá kalorimetrie ve stanovení spotřeby kyslíku, který se přepočte na hodnoty EV [kJ]. Tento přepočet se provádí pomocí energetického ekvivalentu pro kyslík (EEO<sub>2</sub>), který nám udává, kolik množství energie bylo uvolněno z jednoho litru kyslíku.

Respirační kvocient RQ nám udává poměr mezi vydechovaným CO<sub>2</sub> a spotřebovaným O<sub>2</sub>. Respirační kvocient se může dle různých podmínek měnit. Ke změně dochází například při hyperventilaci, kdy výrazně stoupá, protože vydechujeme CO<sub>2</sub> ve zvýšeném množství. Respirační kvocient RQ se zvyšuje také při fyzické námaze, a to v závislosti na kyselině mléčné, která vzniká právě v důsledku fyzické námahy a potom se mění na CO<sub>2</sub>, který je nakonec vydechován. Během velmi náročné fyzické aktivity může být hodnota RQ vyšší než 1, což je způsobeno již zmíněnou kyselinou mléčnou (Placheta a kol., 1999).

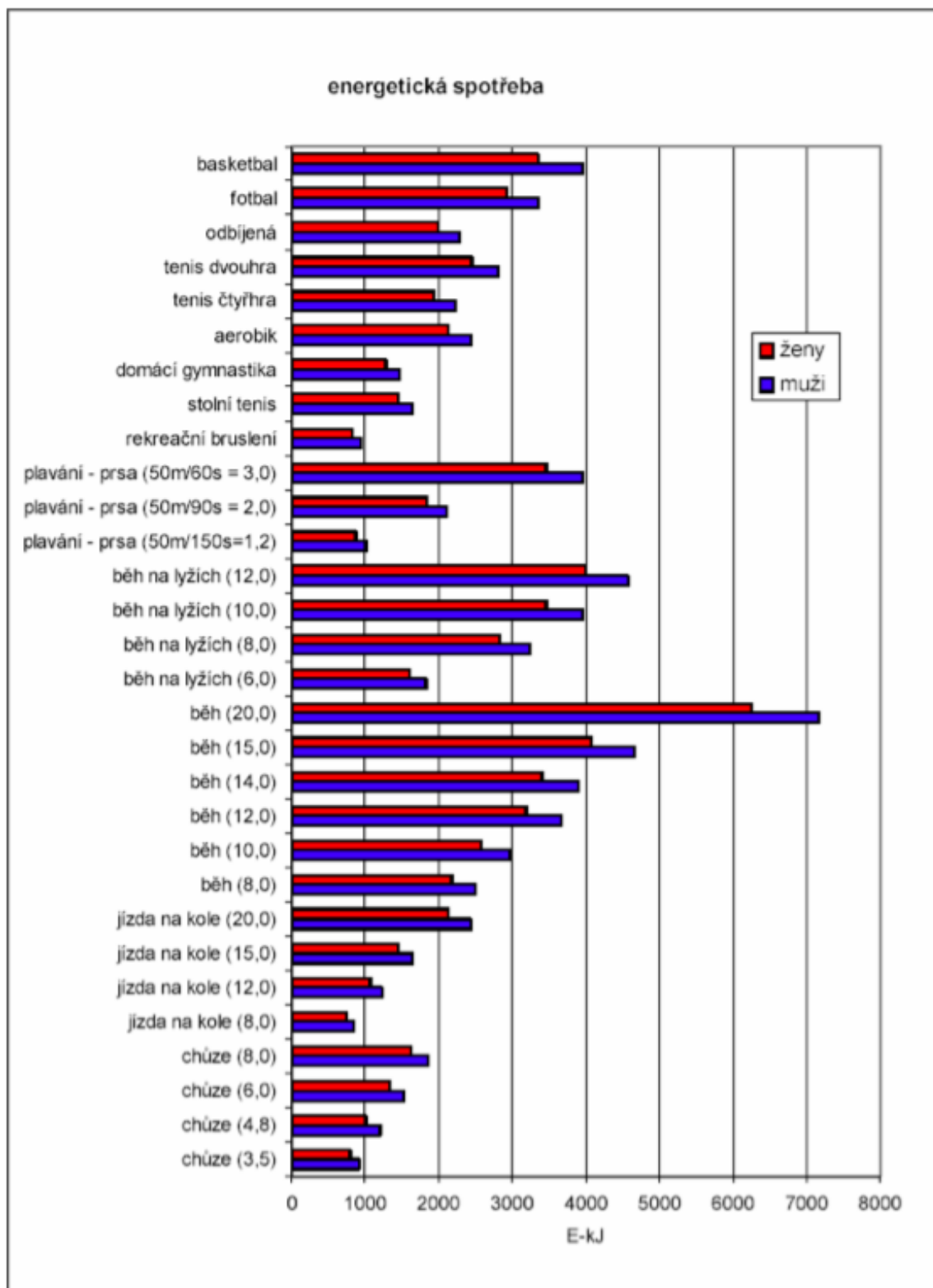
Abychom mohli přesně zjistit spotřebu tzv. „čistého“ kyslíku musíme spotřebu kyslíku změřit před, během i po zátěži. Pomocí toho můžeme srovnat spotřebu čistého zátěžového a po zátěžového kyslíku a určit podíl aerobního a anaerobního krytí. Díky moderním technologiím dnešní doby není měření během zátěže nic obtížného. Měření probíhá přenosnými analyzátory, které umožňují průběžné sledování změn dýchacích plynů v předem stanovených intervalech metodou „dech od dechu“. Heller (2011) vidí výhodu těchto přenosných analyzátorů v jejich lehkosti, dají se jednoduše přemísťovat a více využívat.

Principem výše zmíněných přenosných analyzátorů je zachycování vydechovaného vzduchu v mísící komoře tzv. mixing chambre. V této komoře dochází k vyrovnávání koncentrace

plynů. Než se vydechovaný vzduch dostane do mísící komory, projde skrz vrtulku, která podle vyvinutých otáček slouží ke změření plicní ventilace. Z mísící komory vedou dva vývody. Jedním vývodem je odebírán vzorek vzduchu do analyzátoru O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> a druhým v zbyvajícím plynu uniká do atmosféry (Vilikus, 2004).

Na následujícím grafu 3 a tabulce 6 můžeme vidět energetickou náročnost vybraných pohybových aktivit u 25letého muže a ženy. Ze znázorněných hodnot můžeme vyčíst, že nejméně energeticky náročné pohybové aktivity jsou pomalá chůze, jízda na kole, rekreační bruslení, či rekreační plavání. Naopak vysoce energeticky náročné pohybové aktivity jsou rychlý běh, běh na lyžích či rychlé plavání, basketbal nebo fotbal. Pohybové aktivity jako je například aerobik, domácí gymnastika nebo stolní tenis, tenis či volejbal jsou energeticky středně náročné. Energetický výdej na nestabilních plochách se dle výzkumu Panzy a kol. (2014) jeví tak, že by cvičení na nestabilních plochách mělo být energeticky náročnější, ovšem výzkum byl prováděn pouze s jedním cvičením a na malém vzorku, tudíž si žádá znovu ověření u větší škály cvičení na nestabilních plochách, což ověřujeme v našem výzkumu. Maramatsu a kol. (2005) ve své studii, kde komparovali energetickou náročnost odrazů na stabilní ploše a v písku, který reprezentoval plochu nestabilní. Na základě výsledků výzkumu došel k závěru, že energeticky náročnější se jeví odrazy na ploše nestabilní, tedy v písku. Energetickou náročností pohybu v písku a na stabilní ploše se zabývali také autoři Gaudino a kol. (2013), Davies a Mackinnon (2006) či Pinnington a Dawson (2010). I jejich studie dokázaly, že energetický výdej pohybu na nestabilní ploše, v tomto případě v písku, je vyšší než energetický výdej pohybu na ploše stabilní. Rutkowski a kol. (2022) se ve svém výzkumu zabývali energetickou náročností tréninků na slackline. Ve výzkumu zjistili, že energetický výdej cvičení na slackline jakožto nestabilní ploše odpovídá prahu intenzivní úrovně. Energetickou náročností chůze na slackline se ve své diplomové práci zabýval i Klaus (2021). Cílem jeho výzkumu bylo posoudit energetickou náročnost balancování a chůze na slackline. Chůzi na slackline lze podle naměřených hodnot energetického výdeje považovat za aktivitu střední až vysoké intenzity.

Výsledky, které zobrazuje graf 3 a tabulka 6 byly měřeny přístroji, existuje však také škála, která hodnotí subjektivní náročnost jednotlivých cvičení, o této škále se dále zmiňuji v kapitole 8.



Graf 3 – energetická náročnost vybraných pohybových aktivit (Bunc, 2006)

Energetický výdej v KJ/hod. při některých pohybových aktivitách u 25 letého muže a ženy vážící 70 kg		
činnost a rychlost (km/hod)	energetický výdej v kJ/hod	
	muži	ženy
chůze (3,5)	915	798
chůze (4,8)	1200	1011
chůze (6,0)	1525	1330
chůze (8,0)	1861	1623
jízda na kole (8,0)	854	745
jízda na kole (12,0)	1220	1064
jízda na kole (15,0)	1647	1436
jízda na kole (20,0)	2440	2128
běh (8,0)	2501	2181
běh (10,0)	2959	2580
běh (12,0)	3660	3192
běh (14,0)	3904	3409
běh (15,0)	4667	4070
běh (20,0)	7168	6251
běh na lyžích (6,0)	1830	1596
běh na lyžích (8,0)	3233	2820
běh na lyžích (10,0)	3965	3458
běh na lyžích (12,0)	4575	3990
plavání - prsa (50m/150s=1,2)	1007	878
plavání - prsa (50m/90s = 2,0)	2105	1835
plavání - prsa (50m/60s = 3,0)	3965	3458
rekreační bruslení	946	825
stolní tenis	1647	1436
domácí gymnastika	1464	1277
aerobik	2440	2128
tenis čtyřhra	2227	1942
tenis dvouhra	2806	2447
odbíjená	2288	1995
fotbal	3355	2926
basketbal	3965	3350

Tabulka 6 – energetická náročnost vybraných pohybových aktivit (Bunc, 2006)

## 8. Borgova škála vnímaného úsilí

Jednou z nejznámějších škál pro subjektivní vnímání tělesné zátěže patří Borgova škála RPE (Rating of Perceived Exertion), která je znázorněna v tabulce 7. V případě relativního vyjádření objektivně měřitelných parametrů intenzity zátěže má Borgova škála vnímaného úsilí vysokou korelaci (Noble a Robertson, 1996; Borg, 1998).

Borgova škála je stupnice od 6 do 20, která je určena k odhadu subjektivní námahy a úsilí. Tato škála je nápomocna při subjektivním určení intenzity zatížení při vykonávání určité pohybové aktivity. Pro přesnost odhadu je číselná škála doplněna slovním popisem jednotlivých stupňů. Výhodou této škály je spojení všech prožitků tělesného stresu, úsilí a únavy. Pomocí Borgovy škály vnímáme fyziologické parametry jako intenzitu srdeční frekvence, pocení, dechovou frekvenci a svalovou únavu jako společného jmenovatele pro stanovení odhadu náročnosti pohybové aktivity. Borgova škála subjektivního vnímání (RPE) byla vytvořena jako stupnice od 6 do 20, kdy úroveň 6 odpovídá asi 60 tepům za minutu. Představuje tedy klidové hodnoty srdeční frekvence. Úroveň 20 znamená maximální námahu (Čechovská a Dobrý, 2008).

<b>6</b>	<b>14</b>
<b>7</b> zcela nepatrná zátěž	<b>15</b> velká zátěž
<b>8</b>	<b>16</b>
<b>9</b> velmi lehká zátěž	<b>17</b> velmi velká zátěž
<b>10</b>	<b>18</b>
<b>11</b> lehká zátěž	<b>19</b> extrémně velká zátěž
<b>12</b>	<b>20</b>
<b>13</b> středně velká zátěž	

Tabulka 7 – Borgova škála vnímaného úsilí (Borg, 1998)

## II. VÝZKUMNÁ ČÁST

### 9. Cíle práce, úkoly a hypotézy

#### 9.1 Cíle práce

1. Zjistit rozdíl cvičení na nestabilních plochách proti cvičení na stabilních plochách vzhledem k energetickému výdeji organismu.
2. Zjistit rozdíl energetického výdeje u dynamických a statických cvičení na nestabilních plochách i dynamických a statických cvičení na stabilních plochách.

#### 9.2 Úkoly práce

1. Rešerše dostupné literatury
2. Stanovení hypotéz
3. Příprava protokolu měření
4. Tvorba cvičebního intervenčního programu
5. Kritéria výběru výzkumného souboru
6. Kritéria výběru přístrojů
7. Sběr antropometrických dat výzkumného souboru
8. Realizace měření
9. Zpracování a vyhodnocení výsledků

#### 9.3 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že významně větší energetický výdej bude u statických cvičení na nestabilních plochách než statických cvičení na stabilních plochách.

H2: Předpokládáme, že významně větší energetický výdej bude u dynamických cvičení na nestabilních plochách než dynamických cvičení na stabilních plochách.

## 10. Metodika práce

Tento výzkum je typem kvantitativním. Jedná se o experimentální výzkum, tudíž využíváme metodu experimentu (Walker, 2013). Výzkum v této práci má empirický charakter. Výzkum je souborem pozorování určité skupiny, na jehož základě můžeme potvrdit nebo vyvrátit hypotézu. Při experimentu je manipulováno s podmínkami, ve kterých probíhá (Hendl, 2012). Pro nás bude manipulováno se stabilními a nestabilními plochami. Dle Průchy (1995) je experiment metodou systematického ověřování vědeckých hypotéz. Experiment je základním prostředkem ke zjištění chování probandů při zavedení nějaké řízené změny (intervenční program).

Tato práce je empirickým výzkumem. Je složená z jednoduchého vnitroskupinového experimentu. Výzkum je zaměřen na měření energetické náročnosti cvičení na stabilních a nestabilních plochách a rozdíly mezi nimi. Na základě počtu proměnných jsme se rozhodli stanovit 2 hypotézy a to: na základě stabilních a nestabilních ploch a na základě druhu cvičení.

### 10.1 Popis výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 10 mužů ve věku  $27,4 \pm 2,67$  let o tělesné výšce  $182,5 \pm 5,08$  a tělesné hmotnosti  $79,8 \pm 7,37$ . Antropometrické údaje probandů shrnuje tabulka 8. Jednalo se o současné studenty či absolventy tělovýchovného směru na UK FTVS. Kritérium výběru bylo probandů ze sportovních her rychlostně silového zaměření. Probandi vykazovali známky homogenity. Žádný z probandů neměl silovou přípravu jako cílový sport. Všichni probandů měli předchozí zkušenosti se cvičením na nestabilních plochách. Svému sportu se věnovali minimálně 10 let a pravidelně zařazovali cvičení na nestabilních plochách do tréninku. Žádný z probandů nevedl skutečnost, která by jakýmkoliv způsobem mohla ovlivnit průběh měření. Nikdo z probandů nebyl kontraindikován pro aplikaci fyzické zátěže, spirometrické a spiroergometrické měření.

Výzkum byl schválen etickou komisí UK FTVS a všichni probandů byli informováni o průběhu testování a svým podpisem dali souhlas k měření. Souhlas etické komise a vzor informovaného souhlasu je součástí příloh viz příloha 1, 2.

Proband	Věk	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
1	25	184	86
2	30	182	70
3	25	188	89
4	25	190	92
5	28	183	80
6	29	181	76
7	27	171	82
8	25	184	72
9	27	180	74
10	33	182	77
průměr	27,4 ± 2,67	182,5 ± 5,08	79,8 ± 7,37

Tabulka 8 – antropometrické údaje probandů

## 10.2 Použité zařízení

Každý z probandů byl měřen stejným přístrojem. K našemu měření jsme využívali přístroj MetaMax 3B, jenž vidíme na obr. 8. Jedná se o přístroj, který je uzpůsoben k terénnímu měření, umožňuje obousměrný bezdrátový přenos dat do vzdálenosti až 1000 m. Přístroj je velmi lehký, jeho hmotnost je 570g včetně baterie a bezpečně se upevňuje k tělu pomocí vesty, má dlouhou životnost baterie a je odolný vůči extrémním podmínkám, tyto parametry ho činí použitelným pro většinu sportů. MetaMax 3B pracuje na principu průběžné analýzy dýchacích plynů systémem dech po dechu. V rámci reliability výrobce uvádí možnou odchylku v řádech 2 % (Compek medical services, 2019).

Přístroj MetaMax 3B zaznamenával hodnoty pro ventilaci kyslíku ( $VO_2$ ), ventilaci oxidu uhličitého ( $VCO_2$ ), minutovou ventilaci (V) a dechovou frekvenci (DF).

Na hrudi měli všichni probandi připnutý sporttester, kterým byla po celou dobu snímána tepová frekvence (TF). Pro záznam tepové frekvence jsme využili náramkový sporttester s hrudním pásem Polar S610i. Sporttester byl využit pouze pro účel odečtení aktuální tepové frekvence testovaného.



S naměřenými hodnotami se dále pracovalo v softwarovém programu MetaSoft studio, jenž je součástí přístroje a dále v programu Microsoft Excel.



Obr. 8 Přístroj MetaMax 3B (Compek medical services, 2017).

### 10.3 Design a realizace výzkumu

Před samotnou realizací výzkumu byla provedena pilotní studie na 2 probandech. Cílem této pilotní studie bylo ověření navržených postupů. V tomto případě nám nešlo o výsledky, pouze o vyzkoušení všech cvičení a průběhu výzkumu. Po pilotní studii došlo k úpravě jednoho cvičení. Výzkum obsahoval cvičení na stabilních a nestabilních plochách, a to specificky statické a dynamické cvičení na stabilních plochách a statické a dynamické cvičení na nestabilních plochách. Studie tedy obsahovala 2x2 série se stejnými cviky, ovšem druhá série byla provedena výhradně na nestabilních plochách. Všechny cviky na nestabilních plochách splňovaly podmínku, že žádný segment nebyl na stabilní podložce. Bezprostředně po každé sérii ohodnotili probandi obtížnost cvičení dle Borgovy škály. Cviky byly zaměřené na různé segmenty těla. Cviky byly zaměřené na dolní končetiny, horní končetiny a střed těla. Jednalo se technicky nenáročná cvičení, které byli probandi schopni provádět bez nácvičku.

TUT pro každý cvik bylo následující. Tempo cvičení bylo určeno pomocí metronomu, který byl stanoven na 5 s, tempo cvičení jsme uvedly 2-1-2, tímto byla hlídána rychlost provedení v jednotlivých svalových kontrakcích, vždy byla kontrakce stejně dlouhá. TUT každého cviku bylo tedy 2,5 s flexe a 2,5 s extenze.

Každá série cvičení probíhala po dobu 6 min a 45 s, kdy doba cvičení tvořila 5 min a 15 s. Po uklidnění organismu, tedy poté co SF klesla pod 100 tepů za min, následovala další série cvičení. Frekvence cvičení byla určena pomocí metronomu a byla stanovena na 5 s, tímto byla hlídána rychlost provedení v jednotlivých svalových kontrakcích, vždy byla kontrakce stejně dlouhá. Každé cvičení probíhalo po dobu 45 s, po něm následoval 15 s interval odpočinku a přesun k dalšímu stanovišti.

Probandům bylo vše nejprve vysvětleno a ukázáno, všechny cviky si nejprve vyzkoušeli. Poté následovalo nasazení přístroje, změření klidové SF a započalo měření. Energetický výdej byl měřen po celou dobu jeho cvičení.

Pomocí randomizovaného výběru byli probandi rozděleni do 2 skupin. Skupiny byly rozděleny na ES1 a ES2, každá skupina prováděla jednotlivé série v opačném pořadí, abychom zamezili zkreslení výsledků únavou. U skupiny ES1 probíhalo měření v tomto pořadí: dynamické cvičení na nestabilních plochách, dynamické cvičení na stabilních plochách, statické cvičení na nestabilních plochách, statické cvičení na stabilních plochách. U skupiny ES2 bylo pořadí cvičení opačné, tedy: statické cvičení na stabilních plochách, statické cvičení na nestabilních plochách, dynamické cvičení na stabilních plochách a dynamické cvičení na nestabilních plochách. Randomizace probíhala rozdělením probandů do 2 skupin po 5 lidech. Probandům jsme přiřadili hodnoty pomocí tabulky náhodných čísel tak, aby každé číslo mělo stejnou pravděpodobnost zařazení. Tato náhodná čísla v dalším kroku dostala přiřazená pořadí, která odpovídala jejich velikosti. Následně z pořadí vyloučíme jednoduché pravidlo pro zařazení do skupin: probandi s pořadím 1-5 byli zařazení do ES1 a probandi a pořadím 6-10 do ES2 viz následující tabulka 9.

<b>probandi</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>náhodná č.</b>	50	4	44	30	21	42	13	25	8	31
<b>pořadí</b>	10	1	9	6	4	8	3	5	2	7
<b>skupiny</b>	II	I	II	II	I	II	I	I	I	II

Tabulka 9 – randomizace do skupin

Celková doba sledování byla cca 60 min. Jednalo se o 4 série, kdy každá trvala 6 min a 45 s. Do celkového času počítáme i seznámení s cvičeními, rozcvičení a intervaly odpočinku mezi

sériemi. Veškeré testování bylo prováděno v prostorách posilovny UK FTVS, kde byly zajištěné adekvátní podmínky prostředí. Bezpečnost a dozor při testování byl vždy zajištěna přítomností řešitelky a vedoucího práce, kteří vždy dohlédli nad řádným rozcvičením. Probandům bylo vše nejprve názorně ukázáno a vysvětleno. Stanoviště byla zajištěna tak, aby se minimalizovala možnost zranění.

Následující pracovní schéma nám zobrazuje pořadí jednotlivých kroků výzkumu.

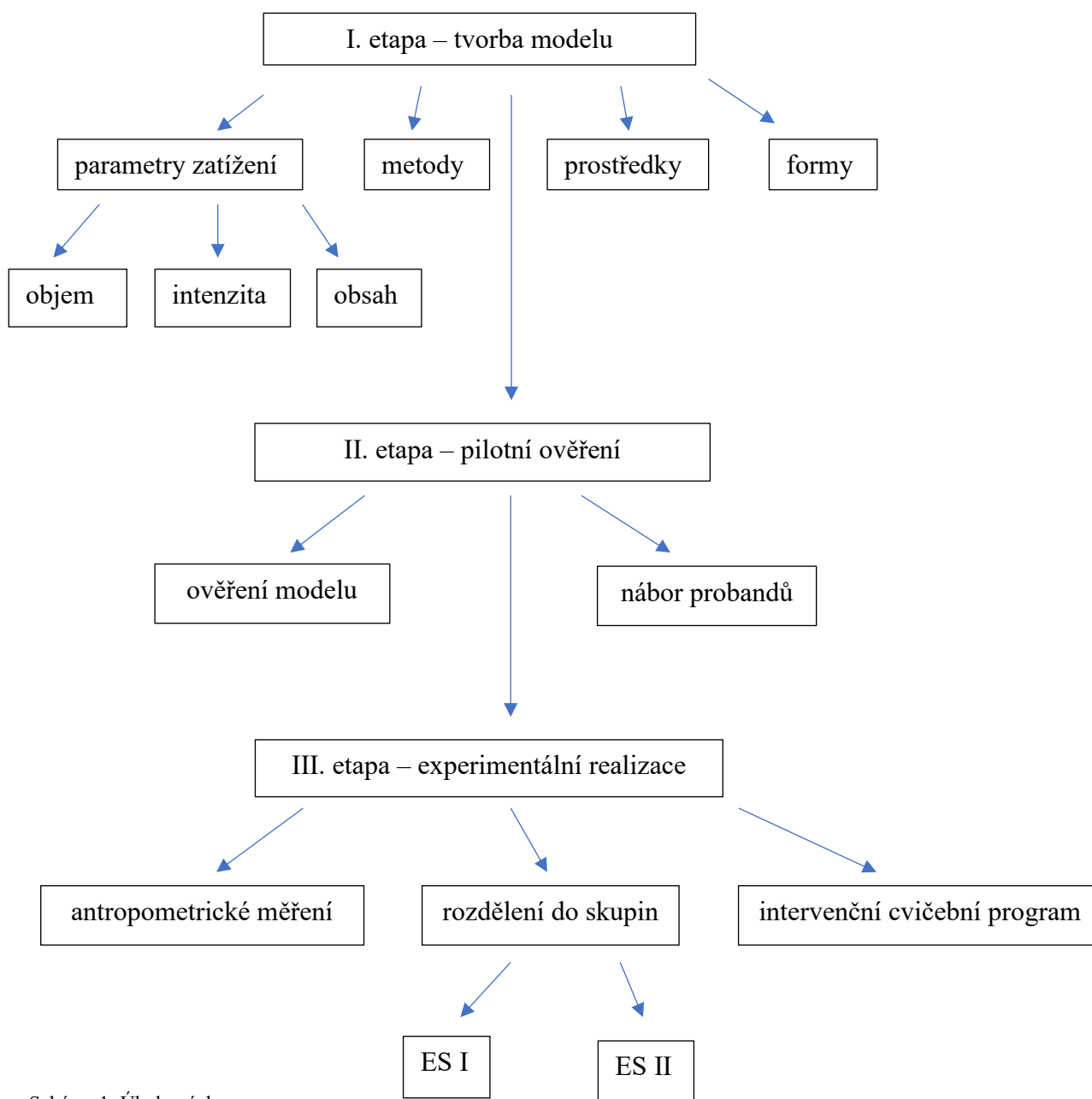


Schéma 1: Úkoly výzkumu

## 10.4 Zpracování výsledků

Cílem této práce bylo vyhodnocení výsledků získaných z empirického výzkumu. K měření energetického výdeje jsme využili nepřímou kalorimetrii. Nepřímá kalorimetrie je analýza spotřebovaného kyslíku a jeho přepočtu na energetický výdej za pomoci  $EEO_2$ . Určením poměru hodnot  $VCO_2$  a  $VO_2$  získáme respirační kvocient (RQ). Dle hodnoty R se z tabulek přiřadí konečná hodnota  $EEO_2$  (Bartůňková, 2013).

Konkrétně při naměřených hodnotách probanda č.10:

$$VO_2 = 1,01 \text{ L/min}$$

$$R = 0,95$$

$$\text{Pro } R=0,95 \text{ náleží } EEO_2=20,9$$

$$EV = VO_2 \times EEO_2 = 1,01 \times 20,9 \times 6,75 = 142 \text{ kJ}$$

Výsledky měření mohly být ovlivněny několika faktory. Jedním z faktorů je technická chyba metabolického analyzátoru MetaMax 3B při snímání plynů. Výrobce uvádí možnou odchylku v řádech 2 %. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výsledky je lidský faktor. Probandi se během měření mohli dopustit chyby v podobě zadržování dechu, hyperventilace či nedodržení rytmu metronomu udávající frekvenci cvičení.

Hodnoty, které jsme získali měřením byly zaznamenány do tabulek pomocí počítačového programu Microsoft Excel 2016. Tyto hodnoty byly použity pro statistické porovnání. Hodnoty byly analyzovány prostřednictvím základních statistických funkcí.

Pro potvrzení hypotéz jsme využili Mann-Whitneyův U test. Tento test testuje hypotézu na základě porovnání dvou souborů dat. Hladina významnosti  $\alpha$  byla stanovena na hranici 0,05.

- Nejprve jsme seřadili rozdíly porovnávaných testů vzestupně v jeden celek a přiřadili jsme jim odpovídající pořadí.
- Dalším krokem je sečtení pořadí jednotlivých testů.
- Poté vypočítáme hodnoty  $U_1$  a  $U_2$  pomocí následujících vzorců:

$$U_1 = R_1 - \frac{n_1(n_1 + 1)}{2}$$

$$U_2 = R_2 - \frac{n_2(n_2 + 1)}{2}$$

- Vybrali jsme  $\min U$  a porovnali ho s kritickou hodnotou testu z tabulky.
- Je-li  $\min U$  vyšší než kritická hodnota, nulová hypotéza se přijímá. V opačném případě se nulová hypotéza zamítá a přijímá se alternativní hypotéza.

## 10.5 Rozsah platnosti

### *Vymezení výzkumu*

Získané výsledky jsou platné pro skupinu probandů. Získané výsledky by se daly zobecnit za předpokladu, že se studie budou účastnit stejně staří sportovci na stejné výkonnostní úrovni. Zobecnění po jinou věkovou či výkonnostní skupinu není možné.

### *Omezení výzkumu*

Výzkum se odehrál v laboratorním prostředí, nebyl tedy ovlivněn vnějšími vlivy a podmínkami, jakou jsou klimatické podmínky např. déšť, vlhkost, teplota vzduchu, povětrnostní podmínky atd. V jiném, než laboratorním prostředí by výsledky studie mohly dosahovat jiných hodnot.

## 11. Výsledky

proband	EV statického cvičení na nestabilních plochách (kJ)	EV statického cvičení na stabilních plochách (kJ)	Rozdíl hodnot	Rozdíl v %
1	240,2	218,9	21,3	9,7
2	204,7	162,4	42,3	26,0
3	229,8	196,5	33,3	16,9
4	240,4	205,3	35,1	17,1
5	192,7	174,3	18,4	10,6
6	195,9	171,7	24,2	14,1
7	192,9	149,9	43,0	28,7
8	213,5	182,8	30,7	16,8
9	189,1	171,0	18,1	10,6
10	154,5	142,0	12,5	8,8
Směrodatná odchylka	26,6	24,1		
<b>r</b>	<b>205,4</b>	<b>177,5</b>	<b>27,9</b>	<b>15,9 %</b>

Tabulka 10 – Výsledky energetického výdeje statických cvičení

Tabulka 10 nám ukazuje hodnoty energetického výdeje statických cvičení. V tabulce jsou zaznamenány hodnoty energetického výdeje statického cvičení na nestabilních plochách a statického cvičení na plochách stabilních. Hodnoty jsou udávány v kJ. V tabulce můžeme nalézt rozdíly obou hodnot a směrodatnou odchylku.

Průměrný energetický výdej statického cvičení na nestabilních plochách pro celou skupinu probandů činil 205,4 kJ, průměrný energetický výdej statického cvičení na stabilních plochách dosahoval hodnoty 177,5 kJ. Procentuální rozdíl těchto dvou měřených hodnot činil 15,9 %. Výsledky energetického výdeje statického cvičení na nestabilních plochách dosahují vyšších hodnot než výsledky energetického výdeje statického cvičení na stabilních plochách. Tudíž bylo statické cvičení na nestabilních plochách energeticky náročnější. Největší rozdíl v EV zaznamenal proband 7, jehož rozdíl v EV statického cvičení na nestabilních a stabilních

plochách činil 28,7 %. Tento rozdíl je v tabulce označen žlutě. Naopak nejmenší rozdíl v EV zaznamenal proband 10, u kterého byl tento rozdíl pouze 8,8 %. V tabulce je označen zeleně.

proband	EV dynamického cvičení na nestabilních plochách (kJ)	EV dynamického cvičení na stabilních plochách (kJ)	Rozdíl hodnot	Rozdíl v %
1	268,2	259,0	9,2	3,6
2	240,9	204,7	36,2	17,7
3	293,5	240,5	53,0	22
4	299,1	279,1	20,0	7,2
5	237,9	204,2	33,7	16,5
6	248,5	220,3	28,2	12,8
7	245,2	220,8	24,4	11,1
8	247,9	234,5	13,4	5,7
9	225,3	197,0	28,3	14,4
10	219,5	196,5	23,0	11,7
Směrodatná odchylka	26,6	27,7		
<b>r</b>	<b>252,6</b>	<b>225,7</b>	<b>27</b>	<b>12,3 %</b>

Tabulka 11 – Výsledky energetického výdeje dynamických cvičení

Tabulka 11 zobrazuje výsledky energetického výdeje dynamických cvičení. Do tabulky byly zaznamenány hodnoty energetického výdeje dynamického cvičení na nestabilních plochách a dynamického cvičení na plochách stabilních. Hodnoty energetického výdeje jsou udávány v kJ. Dále je v tabulce zobrazena směrodatná odchylka a rozdíl hodnot energetického výdeje.

Průměrný energetický výdej dynamického cvičení na nestabilních plochách pro celou skupinu probandů činil 252,6 kJ, průměrný energetický výdej dynamického cvičení na stabilních plochách dosahoval hodnoty 225,7 kJ. Procentuální rozdíl těchto dvou měřených hodnot činil 12,3 %.

Na základě těchto výsledků můžeme říct, že dynamické cvičení na nestabilních plochách je energeticky náročnější než dynamické cvičení na stabilních plochách. Největší rozdíl v EV

zaznamenal proband 3, jehož rozdíl v EV statického cvičení na nestabilních a stabilních plochách činil 22 %. Tento rozdíl je v tabulce označen žlutě. Naopak nejmenší rozdíl v EV zaznamenal proband 1, u kterého byl tento rozdíl pouhých 3,6 %. V tabulce je označen zeleně.

proband	EV dynamického cvičení na nestabilních plochách (kJ)	EV dynamického cvičení na stabilních plochách (kJ)	EV statického cvičení na nestabilních plochách (kJ)	EV statického cvičení na stabilních plochách (kJ)
1	268,2	259,0	240,2	218,9
2	240,9	204,7	204,7	162,4
3	293,5	240,5	229,8	196,5
4	299,1	279,1	240,4	205,3
5	237,9	204,2	192,7	174,3
6	248,5	220,3	195,9	171,7
7	245,2	220,8	192,9	149,9
8	247,9	234,5	213,5	182,8
9	225,3	197,0	189,1	171,0
10	219,5	196,5	154,5	142,0
Směrodatná odchylka	26,6	27,7	26,6	24,1
<b>r</b>	<b>252,6</b>	<b>225,7</b>	<b>205,4</b>	<b>177,5</b>

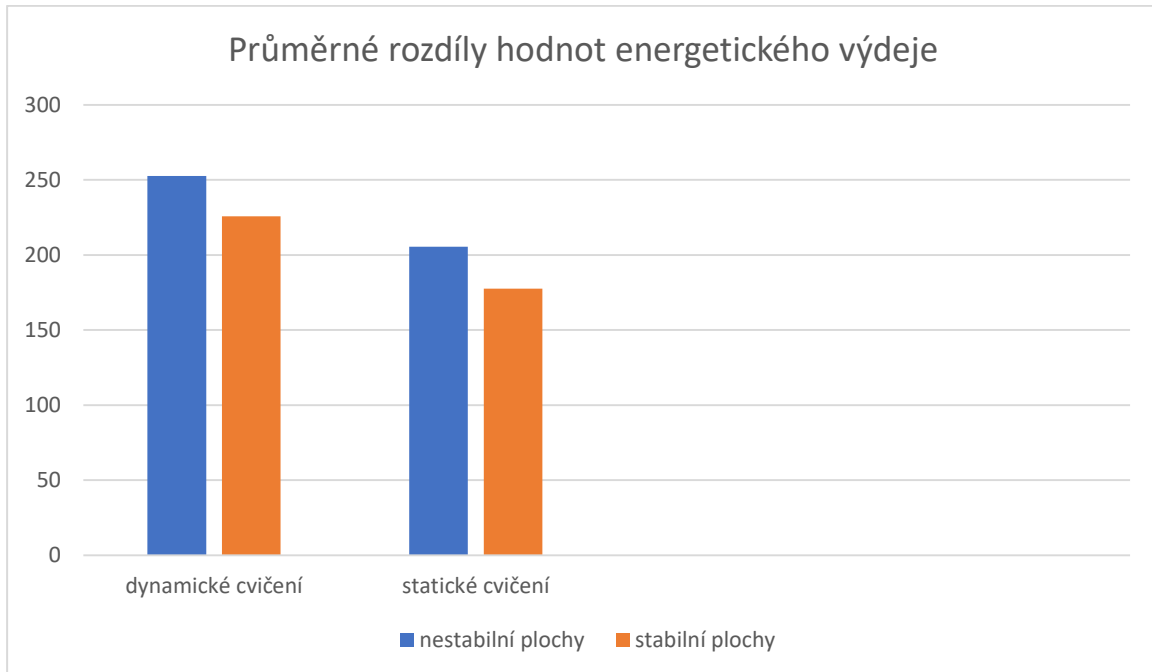
Tabulka 12 - souhrnné výsledky energetického výdeje

V tabulce 12 můžeme vidět souhrnné výsledky energetického výdeje jednotlivých cvičení. Tabulka zobrazuje EV dynamického cvičení na nestabilních plochách, EV dynamického cvičení na stabilních plochách, EV statického cvičení na nestabilních plochách a EV statického cvičení na stabilních plochách, jak pro jednotlivé probandy, tak i průměrnou hodnotu EV jednotlivých cvičení pro celou skupinu a směrodatnou odchylku, která nám ukazuje, jak moc jsou jednotlivé naměřené hodnoty odchýleny od průměru hodnot. Hodnoty výsledků energetického výdeje jsou zaznamenávány v kJ.

Z tabulky vyplývá, že největší EV vykazovali probandi při dynamickém cvičení na nestabilních plochách, jeho průměrná hodnota činila 252,6 kJ. Druhý nejvyšší EV vykazovali probandi při dynamickém cvičení na stabilních plochách, jehož průměrná hodnota činila 225,7 kJ.



Následoval EV statického cvičení na nestabilních plochách, kde průměrná hodnota byla 205,4 kJ. Nejnižší EV vykazovali probandi při statickém cvičení na stabilních plochách, jehož průměrná hodnota činila 177,5 kJ. Můžeme tedy říct, že dynamické cvičení na nestabilních plochách bylo oproti ostatním cvičením energeticky náročnější. Nejméně energeticky náročné bylo statické cvičení na stabilních plochách.



Graf 4 – rozdíly hodnot energetického výdeje

V grafu 4 můžeme vidět souhrnné rozdíly průměrných hodnot energetického výdeje jednotlivých cvičení. Z grafu dokážeme vyčíst, že největší energetický výdej vykazovali probandi při dynamickém cvičení na nestabilních plochách, jehož hodnota činila 252,6 kJ. Dále následovalo dynamické cvičení na stabilních plochách s hodnotou 225,7 kJ. Poté s hodnotou 205,4 kJ následovalo statické cvičení na nestabilních plochách a nejmenší hodnoty energetického výdeje vykazovali probandi při statických cvičeních na stabilních plochách, kde hodnota energetického výdeje činila 177,5 kJ.

## 12. Diskuse

Cílem práce bylo zjistit rozdíl cvičení na nestabilních plochách proti cvičení na stabilních plochách vzhledem k energetickému výdeji organismu a zároveň bylo dílčím cílem zjistit rozdíl energetického výdeje u dynamických a statických cvičení na nestabilních plochách i dynamických a statických cvičení na stabilních plochách. Protokoly byly voleny tak, aby pokryly velké množství cvičení zaměřené na různé segmenty těla.

Experimentu se zúčastnilo 10 probandů, kteří pravidelně provozovali širokou škálu pohybových aktivit, všichni probandi měli zkušenosti se cvičením na nestabilních plochách. Abychom zachovali denní biorytmus, měření bylo prováděno vždy v dopoledních hodinách. Žádný z probandů nevykazoval známky onemocnění či zranění, které by mohlo vést ke změnám výsledků. Probandi byly randomizací rozděleni do dvou skupin, kdy každá skupina prováděla cvičení v opačném pořadí tak, aby nemohlo dojít ke zkreslení výsledků únavou. Z důvodu časové náročnosti nebylo možné provést měření celého souboru jako celku, proto bylo měření organizováno v několika dnech. Během testování se v prostorách, kde byl výzkum prováděn nevyskytovaly jiné osoby, které by na jedince mohly jakýmkoliv způsobem negativně působit. Nemohli jsme ovlivnit aktuální dispoziční stav probanda. Neuvažujeme tedy možný vliv psychologických jevů v průběhu měření. Motivaci ani psychologickou stránku naše studie neobsáhla.

Přesnost měření spiroergometrie byla ovlivněna dvěma faktory, a to technickou a lidskou chybou. Technická chyba přístroje MetaMax 3B, který byl využit v rámci výzkumu je na standartní úrovni. V rámci reliability výrobce uvádí možnou odchylku v řádech 2 %. Lidská chyba může být způsobena probandy v podobě zadržování dechu, hyperventilace či nedodržení rytmu metronomu udávající frekvenci cvičení. I přes výše uvedené nedostatky se výzkumem podařilo získat relevantní data, se kterými můžeme dále pracovat.

Na základě rešerše dostupných studií jsme vytvořili 2 hypotézy. A to H1: Předpokládáme, že významně větší energetický výdej bude u statických cvičení na nestabilních plochách než statických cvičení na stabilních plochách a H2: Předpokládáme, že významně větší energetický výdej bude u dynamických cvičení na nestabilních plochách než dynamických cvičení na stabilních plochách. Pomocí výpočtu Mann-Whitneyova U testu jsme vypočítali statistickou významnost a na základě tohoto výsledku přijali hypotézu H1: Předpokládáme, že významně

větší energetický výdej bude u statických cvičení na nestabilních plochách než statických cvičení na stabilních plochách. Dále jsme pomocí výpočtu Mann-Whitneyova U testu přijali hypotézu H2: Předpokládáme, že významně větší energetický výdej bude u dynamických cvičení na nestabilních plochách než dynamických cvičení na stabilních plochách. Rozdíly hodnot EV statických cvičení na nestabilních plochách a statických cvičení na plochách stabilních stejně tak, jako rozdíly dynamických cvičení na nestabilních plochách oproti stejným cvičení na stabilních plochách, byly statisticky významné.

Výsledky korespondují se studií zabývajících se energetickou náročností cvičení bench press na míči a lavici, kde bylo rovněž dosaženo kladného statisticky významného rozdílu u nestabilní plochy (Panza a kol. 2014). Podobným závěrů dochází i studie zaměřená na energetickou náročnost odrazu z místa do výšky, kde byly zaznamenány významné rozdíly v odrazech z nestabilní plochy (Maramatsu a kol., 2005). Stejně tak jako v našem výzkumu se tyto studie zabývaly cvičením s počtem opakování. Energetický výdej na nestabilních plochách lze ale také měřit při lokomoci, čímž se zabývají autoři Pinnington a Dawson (2010), kteří ve své studii porovnávali energetickou náročnost běhu na trávě a měkkém suchém plážovém písku. Výsledky jejich měření dokazují signifikantní rozdíl u nestabilního povrchu, kterým byl právě písek. K velmi podobným závěrům dochází i studie zabývajících se energetickou náročností sprintů v písku, na přírodní trávě a umělé trávě. Srovnání mezi hodnotami zaznamenanými na písku s hodnotami zaznamenanými na přírodní nebo umělé trávě poukázalo na významný pokles rychlosti, zrychlení, délky kroku, či letové fáze, avšak energetická náročnost byla na nestabilním povrchu vyšší (Gaudino a kol. (2013). Obdobné výsledky vykazuje i studie Daviese a Mackinnona (2006) zabývajících se energetickou náročností chůze na stabilním a nestabilním povrchu. Výsledky této studie naznačují, že došlo k významnému zvýšení ve všech naměřených fyziologických ukazatelích indikujících energetický výdej při chůzi v písku, ve srovnání s chůzí v trávě. Nestabilní plochy nemusejí nutně znamenat pouze balanční pomůcky, takovou plochu může reprezentovat např. výše zmíněný písek nebo také slackline. Studie zaměřená na energetickou náročnost chůze na slackline vykazuje závěry, že chůze na slackline je energeticky náročnější než pomalá chůze na stabilním povrchu (Rutowski, 2022). Klaus (2021) doplnil výsledky studie o rozdíly hodnot energetické náročnosti statického cvičení, stoje na jedné noze na slackline a na stabilní podložce. Výsledky ukazují, že při stoje na jedné noze na slackline je energetická náročnost vyšší. Výsledky se shodují s naším výzkumem. Nestabilní plocha může být taktéž zajištěna ergonómickou nestabilní obuví, kterou ve svém výzkumu využívá

Maffioletti a kol. (2012). Z výsledků této studie vyplývá, že energetická náročnost chůze v nestabilní obuvi je vyšší.

Dílčím cílem naší práce bylo zjistit a porovnat rozdíly energetické náročnosti statických a dynamických cvičení. Předpokládali jsme, že dynamické cvičení bude vzhledem k energetickému výdeji náročnější. Z výsledků jsme toto tvrzení dokázali potvrdit, jedná se ale o obecné tvrzení, je tedy zřejmé, že dynamické cvičení je energeticky náročnější než statické cvičení, rozdíl jsme tedy hledali spíše v podkladu. Nestabilní podklad se jeví jako rozhodující v počtu zapojených svalů do lokomoce, a to se také výzkumem potvrdilo.

Po každém jednotlivém cvičení měli probandi subjektivně ohodnotit vynaloženou námahu na Borgově škále subjektivního úsilí na stupnici od 6-20. Záměrem bylo zjistit, na jaké úrovni maximálního úsilí vyvolalo aplikované zatížení subjektivní změny. Předpokládalo se, že by probandi neměli mít problémy s technikou pohybu, protože byla cvičení ve výzkumu navržena tak, aby byla jednoduchá a bez větších nároků na obratnost (Máček a Vávra, 1988). Avšak u fyzicky náročnějších cvičení by se mohla projevit hyperventilace a ta by mohla nepříznivě ovlivnit analyzovaná data.

Po posouzení 4 různých cvičení jsme shledali nejmenší rozdíl u cvičení statického na stabilních plochách, které shodně probandi označili na stupni subjektivně vnímané námahy  $9 \pm 1$ . Největší rozdíl v subjektivně vnímané námaze byl u dynamických cvičení na nestabilních plochách  $14 \pm 3$ . V tomto ohledu se naše výsledky částečně shodují s výsledky studie zabývající se energetickou náročností cvičení bench press na míči a lavici (Panza a kol., 2014), kde nebyl zjištěn žádný významný rozdíl mezi hodnocením vnímané námahy.

Důležité je ale zmínit, že naši studie se účastnili velmi trénovaní probandi mužského pohlaví, zvyklí na náročnou pohybovou aktivitu. Jak uvádí Mocková a Radvanský (2003) netrénovaní jedinci, obecná populace či ženy mohou subjektivní stupeň námahy vnímat odlišně, proto je naše studie omezena na specifickou část populace.

V rámci naší studie a využití jejích výsledků do praxe jsme mohli využít informace z výzkumů, které se zabývají cvičením na stabilních a nestabilních plochách, avšak jejich primárním cílem není měření energetické náročnosti, nýbrž stimulace silových schopností. Jebavý, Perič a Baláš (2015) porovnávali účinnost programu cvičení na nestabilních plochách pro stimulaci silových schopností v porovnání s programem realizovaným na stabilních plochách. Silový program měl

vliv na zvýšení vytrvalostní síly u dynamických i statických cvičení. U silového programu na nestabilních plochách byla tendence vyššího přírůstku počtu opakování oproti intervenci na stabilní ploše u dynamických cvičení. Podobně Granacher a kol. (2014) dokazují, že využití nestabilních ploch během základního silového tréninku může vést k nárůstu výkonnosti. Obdobných výsledků dosáhl i Imai (2010), který ve své práci ověřil, že cvičení na nestabilní ploše zvýšilo činnost svalů trupu. Zemková (2017) svou studií naznačila, že trénink na nestabilních plochách může usnadnit nervovou adaptaci svalů, které stabilizují trup, což vede ke zlepšení stability středu těla. Lago-Fuentes (2018) přidal doporučení do praxe, autor sledává cvičení na nestabilních plochách v rámci silového tréninku jako vhodný doplněk k primárnímu tréninku daného sportu, nejen, že jsou dle výsledků efektivním prostředkem pro zlepšení výkonnosti, ale také je jejich výhodou, že integrují cvičení, která se běžně používají jako prevence zranění.

### 13. Závěr

V tomto výzkumu jsme měřili energetickou náročnost statického a dynamického cvičení na stabilních a nestabilních plochách. Výsledné hodnoty jsme komparovali mezi sebou, abychom získali výsledné rozdíly a mohli tak zjistit, které cvičení je vzhledem k energetickému výdeji náročnější.

K měření energetického výdeje jsme využili nepřímou kalorimetrii. Analyzovali jsme spotřebovaný kyslík a přepočítali jeho hodnotu na energetický výdej pomocí  $\text{EEO}_2$ . Poměrem hodnot  $\text{VCO}_2$  a  $\text{VO}_2$  jsme získali R. Dle hodnoty R jsme z tabulek přiřadili konečnou hodnotu  $\text{EEO}_2$  v kJ. Na základě naměřených hodnot jsme došli k těmto výsledkům: EV dynamického cvičení na nestabilních plochách byl nejvyšší, jeho hodnota dosahovala v průměru 252,6 kJ. Průměrná hodnota EV dynamického cvičení na stabilních plochách činila 225,7 kJ. Následoval EV statického cvičení na nestabilních plochách, kde průměrná hodnota byla 205,4 kJ. Nejnižší EV vykazovali probandi při statickém cvičení na stabilních plochách, jehož průměrná hodnota činila 177,5 kJ. Pomocí výpočtu Mann-Whitneyova U testu jsme vypočítali statistickou významnost a na základě tohoto výsledku přijali obě hypotézy H1 a H2. Rozdíly jednotlivých cvičení na stabilních a nestabilních plochách byly statisticky významné.

Každý z probandů ohodnotil bezprostředně po cvičení subjektivní pocit úsilí každého cvičení na Borgově škále. Mezi hodnocením probandů nebyl shledán žádný významný rozdíl. Jako nejméně obtížné cvičení shledali probandi statické cvičení na stabilních plochách, které na škále hodnotili  $9 \pm 1$ . Statické cvičení na nestabilních plochách ohodnotili probandi hodnotou  $11 \pm 2$ . Dynamické cvičení na stabilních plochách  $13 \pm 2$ . Největší rozdíl v subjektivně vnímané námaze byl u dynamických cvičení na nestabilních plochách  $14 \pm 3$ .

Podle našich naměřených dat, můžeme uvést doporučení do praxe. Tyto výsledky by mohly být nápomocny trenérům, při sestavování tréninkových plánů. Je více než žádoucí zařazovat cvičení na nestabilních plochách do tréninku. Z výsledků vidíme, že při využití nestabilních ploch se EV zvyšuje, a to jak při statickém, tak i dynamickém cvičení. Dynamická cvičení na nestabilních plochách jsou energeticky náročnější než ostatní cvičení, které byly předmětem studie, při zvyšujícím se EV dochází k zapojení více svalů, dochází k adaptaci svalů stabilizující trup, což pozitivně přispívá ke zlepšení stability středu těla a zvyšuje se výkonnost,

zároveň spalujeme více kcal, proto je velmi vhodné využití nestabilních ploch v redukčních programech za předpokladu dodržení správné techniky cvičení.

## Seznam použité literatury

BARNES, MJ et al. (2006). *Strenght training*. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-073-6060-59-2.

BARTŮŇKOVÁ, Staša. 2013. *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. ISBN 978-80-87647-06-6.

BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum 2007. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-1171-6.

BERNACIKOVÁ, Martina. *Regenerace a výživa ve sportu*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6253-5.

BEUNEN, Gaston P., et al. *Adolescent physical performance and adult physical activity in Flemish males*. American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association, 2001, 13.2: 173-179.

BOMPA, Tudor. *Periodization: Theory and methodology of training*. 4 Sub edition. Human Kinetics, 1999. 413 s. ISBN 0880118512.

BUNC, Václav. *Energetická náročnost pohybových aktivit a její využití pro ovlivňování tělesné hmotnosti*. In VOBR, R. (ed.). *Disportare 2006*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2006.

BURSOVÁ, Marta. *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada, 2005. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0948-1.

CACEK, Jan, Petr LAJKEB a Josef MICHÁLEK. *Trénink síly v atletice (metoda plyometrická)*. *Atletika*. Praha 4: Česká atletika s.r.o., 2007, roč. 59, č. 3, s. 17-20. ISSN 0323-1364.

*Compek medical services* [online]. Computerpress, 2019 [cit 2022-04-20]. Dostupné z: <http://www.compek.cz/cortex-metamax-3br2.htm>



ČECHOVSKÁ, Irena a Lubomír DOBRÝ. *Borgova škála subjektivně vnímané námahy a její využití*. Tělesná výchova a sport mládeže. Praha: Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, 2008, 74(3), 37-45. ISSN 12107689.

ČÍŽ, Ilja. *Ako na bosu*. 1.vyd. Bratislava: Športujeme s.r.o., 2010. ISBN 978-80-970-523-5-5.

DAVIES, Simeon a Scott MACKINNON. *The energetics of walking on sand and grass at various speeds*. Ergonomics, 2006.

*Domáci fitness*, [online], domaci-fitness.cz, 2022 [cit.2022-03-27], Dostupné z: <https://www.domaci-fitness.cz/medicinbal-synteticka-kuze-tunturi>

*Domáci fitness*, [online], domaci-fitness.cz, 2022 [cit.2022-03-27], Dostupné z: <https://www.domaci-fitness.cz/medicinball-deluxe>

DOVALIL, Josef. *Lexikon sportovního tréninku*. 2., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5.

DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. 3., vyd. Praha: Olympica a.s., 2009. ISBN 978-80-7376-130-1.

FOX, Stuart. *Human physiology*. Boston: Mc Grow-Hill. 1996.

*FYZIOklinika*, [online], fyzioklinika.cz, 2011 [cit.2022-03-27], Dostupné z: <https://www.fyzioklinika.cz/navody-na-cviceni-vse/cviceni-podle-pomucek/bosu/bosu-jednodussi-cviky>

*FYZIOklinika*, [online], fyzioklinika.cz, 2011 [cit.2022-03-27], Dostupné z: <https://www.fyzioklinika.cz/poradna/navody-na-cviceni/cvicebni-pomucky/overball>

*FYZIOklinika*, [online], fyzioklinika.cz, 2011 [cit.2022-03-27], Dostupné z: <https://www.fyzioklinika.cz/poradna/navody-na-cviceni/cvicebni-pomucky/gymball>

GALLAGHER-MUNDY, Chrissie. *Domáci cvičení s balonem*. Překl. I. Charvátová z anglického originálu „*Exercise ball at home*“. První vydání. Praha: Euromedia Group, k.s.-lkar, 2007. 96 s. ISBN 978-80-249-0858-8.

GAUDINO, Paolo, et al. *Biomechanics and predicted energetics of sprinting on sand: hints for soccer training*. Journal of Science and Medicine in Sport, 2013.

GRANACHER, Urs, et al. *Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial*. BMC sports science, medicine and rehabilitation, 2014.

GRASGRUBER, Pavel a Jan CACEK. *Sportovní geny* [online]. Brno: Computer Press, 2008 [cit. 2022-04-15]. ISBN 978-80-251-1873-3.

HÁJKOVÁ, Jana. *Aerobik-soutěžní formy: kompletní průvodce tréninkem*. Praha: Grada, 2006. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-1311-X.

HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část* [online]. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1999 [cit. 2022-03-15]. ISBN 80-7184-875-1. Dostupné z: <http://krameriusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:bd840d60-8693-11e4-9d8c-005056827e51>

HELLER, Jan. *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3359-6.

HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 3. vyd. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0219-6.

CHOUTKA, Miroslav a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. 2., rozšíř.vyd. Praha: Olympia, 1991. Věda pro praxi (Olympia). ISBN 80-7033-099-6.

IMAI, Atsushi, et al. *Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface*. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 2010.

JARMEY, Chris a John SHARKEY. *Atlas svalů-anatomie*. 3. vydání. Brno: CPress, 2019. ISBN 978-80-264-2503-8.

JEBAVÝ, Radim, Vladimír HOJKA a Aleš KAPLAN. *Kondiční trénink ve sportovních hrách*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-4072-0.

JEBAVÝ, Radim, Tomáš PERIČ a Jiří BALÁŠ. *Effectiveness of Stimulation of Strength Abilities through a Didactic Programme of Exercise on Unstable Surfaces*. AUC KINANTHROPOLOGICA, 2015.

JEBAVÝ, Radim a Tomáš ZUMR. *Posilování s balančními pomůckami*. Grada, 2009. ISBN 978-80-247-6609-6.

JEBAVÝ, Radim a Tomáš ZUMR. *Posilování s balančními pomůckami*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5130-6.

JEBAVÝ, Radim; DOUBRAVSKÝ, Petr. *Posilování s medicinbaly*. Praha: Grada publishing, 2011. 144 s. ISBN 978-80-247-3364-7.

JINDRA, Matouš. *Energetická náročnost skialpinismu*. Praha, 2012. Dizertační práce na UK FTVS. Vedoucí disertační práce Jan Heller

KLAUS, Jan. *Energetická náročnost chůze na slackline*. 2021. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Jiří Baláš

KOLÁŘ, Pavel. *Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů-diagnostika*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2006, 13(4), 155-170. ISSN 1211-2658.

KOLÁŘ, Pavel a Karel LEWIT. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*. 2005, 6(5), 270-275. ISSN 1213-1814.

KOLÁŘOVÁ, Barbora, et al. *Strategie posturální kontroly u jedinců po amputaci dolní končetiny a možnost jejího terapeutického ovlivnění*. *Rehabilitácia*, 48(2), 80-86. 2011.

KOSEČKOVÁ, Pavlína. *Energie a pohyb*. Brno: Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, 2018.

KRIŠTOFIČ, Jaroslav. *Gymnastická příprava sportovce: 238 cvičení pro všestranný rozvoj pohybových dovedností* [online]. Praha: Grada Publishing, 2004 [cit. 2022-05-15]. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-1006-4.

LAGO-FUENTES, Carlos, et al. *Effects of Core Strength Training Using Stable and Unstable Surfaces on Physical Fitness and Functional Performance in Professional Female Futsal Players*. Journal of Human Kinetics, 2018.

LEHNERT, Michal. *Trénink kondice ve sportu* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010 [cit. 2022-05-15]. Monografie. ISBN 978-80-244-2614-3. Dostupné z: <http://krameriusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:85729f90-67ea-11e8-8470-005056827e52>

MACHOVÁ, Jitka. *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum, 2016. ISBN 978-80-2463-357-2.

MÁČEK, Miloš a VÁVRA, Jan. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Avicenum, 1988.

MAFFIULETTI, Nicola A., et al. *Unstable shoes increase energy expenditure of obese patients*. The American journal of medicine, 2012.

MALÁTOVÁ, Renata et al. *Didaktika zdravotní tělesné výchovy, oslabení pohybové soustavy*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy a sportu, 2017. 130 s. ISBN 978-80-7394-651-7.

MASZCYK, Adam. et al. *The effects of resistance training experience on movement characteristics in the bench press exercise*. *Biology of sport*, [online]. 2020 [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: <https://doi.org/10.5114/biolport.2019.83008>

MATARESE, Laura. *Indirect Calorimetry* [online]. Journal of the American Dietetic Association, 1997. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/s0002-8223\(97\)00754-2](https://doi.org/10.1016/s0002-8223(97)00754-2)

MĚKOTA, Karel a Petr BLAHUŠ. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983.

MĚKOTA, Karel a Jiří NOVOSAD. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-X.

MOCKOVÁ, Klára a Jiří RADVANSKÝ. *Rating of perceived exertion, physiological parameters and extraversion in patients treated with beta-blockers*. European Bulletin of Adapted Physical Activity, 2003.

MOUREK, Jindřich. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3918-2.

MUCHOVÁ, Marta a Karla TOMÁNKOVÁ. *Cvičení na balanční plošině*. Praha: Grada, 2009. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2948-0.

MURAMATSU, Shigeru, et al. *Energy expenditure in maximal jumps on sand*. Journal of physiological anthropology, 2006.

NOBLE, Bruce a Robert ROBERTSON. *Perceived exertion*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996, xv, 320 p. ISBN 08-801-1508-4.

PANZA, Patricia, et al. *Energy Cost, Number of Maximum Repetitions, and Rating of Perceived Exertion in Resistance Exercise with Stable and Unstable Platforms*. Journal of Exercise Physiology, 2014.

PINNINGTON, Hugh a Brian DAWSON. *The energy cost of running on grass compared to soft dry beach sand*. Journal of Science and Medicine in Sport, 2001.

PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.

PLACHETA, Zdeněk, Jarmila SIEGELOVÁ a Miloš ŠTEJFA. *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-271-9.

POTVIN, Andre a Chad BENSON. *The Great Balance + Stability Handbook*. Blaine: Prudictive Fitness Produkt Inc., 2009. ISBN 9780973126204.

PRŮCHA, Jan. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 1995. ISBN 80-717-8029-4.

RUSHALL, Brent a Frank PYKE. *Training for sports and fitness*. Macmillan Co of Australia, 1991. 350 s. ISBN 0732901898.

RUTKOWSKI, Sebastian, et al. *Effects of a Short-Term Slackline Training Program on Energy Expenditure and Balance in Healthy Young Adults: A Preliminary Report of a Randomized Controlled Trial*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022.

RYDLO, Martin. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže 1*. Ostrava: Ostravská univerzita, 1995. ISBN 80-7042-093-6.

SEDLÁČKOVÁ, Eva. *Porovnání klidového metabolismu u sportující a nespportující populace*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita – fakulta sportovních studií. 2011.

SEKERA, Jiří a Ondřej VOJTĚCHOVSKÝ. *Cyklistika: průvodce tréninkem*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2911-4.

SELIGER, Václav a Richard VINAŘICKÝ. *Přehled fyziologie člověka*. 4. vyd. Praha: Avicenum, 1970.

SIFF, Mel. *Supertraining*. 6th edition. Supertraining Institute, 2003. 498 s. ISBN 1874856656.

SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání*. 4. české vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4271-7.

SLAVÍK, Milan. *Cvičení s pružnou tyčí v kondičním tréninku a léčebné terapii*, bakalářská práce, Masarykova univerzita, 2007.

SUCHÝ, Jiří a Václav BUNC. *Skripta pro trenéry triatlonu III. třídy*. 3. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-94-6.

THURGOOD, Glen a Mary PATERNOSTER. *Core trénink*. V Praze: Slovart, 2014. ISBN 978-80-7391-851-4.

TODD, Terence. *The history o resistance exercise and its role in United States education*. Phd. diss., University of Texas, 1966.

TREFNÝ, Zdeněk Martin TREFNÝ. *Fyziologie člověka II*, Praha: Karolinum, 1993, ISBN 80-7066-725-7.

*TRX systém*, [online], [trxsystem.cz](http://trxsystem.cz), 2010 [cit.2022-03-29], Dostupné z: <https://www.trxsystem.cz/co-je-trx-system/>

VEČEŘOVÁ, Věra. *Balanční cvičení* [online]. Brno: Masarykova Univerzita, 2014. Citace [2022-03-28]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/sdetmivpohode/kurzy/micovesporty/balance.php#cviceni>

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

*Vifito* [online], vifito.cz, 2013 [cit.2022-03-29], Dostupné z: <https://www.vifito.cz/vzduchova-balančni-podložka-tunturi-s-pumpickou>

VILIKUS, Zdeněk. *Tělovýchovné lékařství* [online]. Praha: Karolinum, 2004 [cit. 2022-05-15]. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0821-9.

VOKURKA, Martin a Jan HUGO. *Velký lékařský slovník*. 10. aktualizované vydání. Praha: Maxdorf, 2015. ISBN 978-80-7345-456-2.

VYSUŠILOVÁ, Helena. *Pilates-balanční cvičení*. 2. vydání. Praha: ARSCI, 2003. ISBN 80-86078-32-9.

WALKER, Ian. *Výzkumné metody a statistika*. Praha: Grada, 2013. Z pohledu psychologie. ISBN 978-80-247-3920-5.

WATKINS, James. *Structure and function of the musculoskeletal system*. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1999.

WOOD, J. *Everlast Classic Leather Medicine Balls* [online]. Old Time Strongman .com, 2007 [cit. 2022-02-20]. Dostupné z: [http://www.oldtimestrongman.com/medicine\\_balls.html](http://www.oldtimestrongman.com/medicine_balls.html)

ZAHRADNÍK, David a Pavel KORVAS. *Základy sportovního tréninku*. [online]. Masarykova univerzita, Brno, 2012 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/~tvodicka/data/reader/book-5/Impresum.html>

ZATSIORSKY, Vladimir a KRAEMER, William. *Science and Practice of Strength Training, Second Edition (2nd Edition)*. Human Kinetics. 2006. ISBN 978 0 7360 5628 1.

## **Seznam použitých tabulek**

Tabulka 1 – metody rozvoje silových schopností (Rushall a Pyke, 1991)

Tabulka 2 – využití metod rozvoje silových schopností (Bompa, 1999)

Tabulka 3 – metody rozvoje silových schopností (Siff, 2003)

Tabulka 4 - Vliv doby trvání a intenzity pohybové činnosti na zapojení energetických systémů (Zahradník a Korvas, 2012)

Tabulka 5 – Respirační kvocient a energetický ekvivalent kyslíku v závislosti na způsobu čerpání energie (Bartůňková, 2007)

Tabulka 6 – energetická náročnost vybraných pohybových aktivit (Bunc, 2006)

Tabulka 7 – Borgova škála vnímaného úsilí (Borg, 1998)

Tabulka 8 – antropometrické údaje probandů

Tabulka 9 – Randomizace do skupin

Tabulka 10 - Výsledky energetického výdeje statických cvičení

Tabulka 11 – Výsledky energetického výdeje dynamických cvičení

Tabulka 12 – Souhrnné výsledky energetického výdeje



## **Seznam použitých grafů**

Graf 1 – Energetické krytí v průběhu tělesné práce (Havlíčková, 2008)

Graf 2 – Dynamika ukazatelů zatížení v průběhu zatížení (Zahradník a Korvas, 2012)

Graf 3 – energetická náročnost vybraných pohybových aktivit (Bunc, 2006)

Graf 4 – rozdíly hodnot energetického výdeje

## Seznam použitých obrázků

Obr.1 Vzduchové podložky (vifito.cz, 2013)

Obr.2 Bosu (Fyzioklinika.cz, 2011)

Obr. 3 velký nafukovací míč (fyzioklinika.cz, 2011)

Obr. 4 malé nafukovací míče – overbally (fyzioklinika.cz, 2011)

Obr. 5 kožené medicinbaly (domaci-fitness.cz, 2022)

Obr. 6 gumový medicinbal(domaci-fitness.cz, 2022)

Obr. 7 Lanový závěsný systém TRX (trxsystem.cz, 2010)

Obr. 8 Přístroj MetaMax 3B(Compek medical services, 2017)

Obr. 9 cvik č. 1

Obr. 10 cvik č. 2

Obr. 11 cvik č. 3

Obr. 12 cvik č. 4

Obr. 13 cvik č. 5

Obr. 14 cvik č. 6

Obr. 15 cvik č. 7

Obr. 16 cvik č. 8

Obr. 17 cvik č. 9

Obr. 18 cvik č. 10

Obr. 19 cvik č. 11

Obr. 20 cvik č. 12

Obr 21 cvik č. 13

Obr. 22 cvik č. 14

Obr. 23 cvik č. 15

Obr. 24 cvik č. 16

Obr. 25 cvik č. 17

Obr. 26 cvik č. 18

Obr. 27 cvik č. 19

Obr. 28 cvik č. 20

Obr. 29 cvik č. 21

Obr. 30 cvik č. 22

Obr. 31 cvik č. 23

Obr. 32 cvik č. 24

Obr. 33 cvik č. 25

Obr. 34 cvik č. 26

Obr. 35 cvik č. 27

Obr. 36 cvik č. 28

## **Seznam použitých schémat**

Schéma 1 – Úkoly výzkumu

## **Přílohy**

Příloha č. 1: Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2: Vzor informovaného souhlasu

Příloha č. 3: Soupis použitých cviků včetně fotodokumentace

## Příloha č. 1: Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

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

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Energetická náročnost cvičení na stabilních a nestabilních plochách

**Forma projektu:** výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** únor 2021 - březen 2021

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

**Předkladatel:** Bc. Zuzana Muniová

**Hlavní řešitel:** Bc. Zuzana Muniová

**Místo výzkumu (pracoviště):** posilovna UK FTVS

**Spoluřešitel(ě):**

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** PhDr. Matouš Jindra, Ph.D.

**Finanční podpora:**

**Popis projektu:** Studie zkoumá vliv cvičení na nestabilních plochách na energetický výdej organismu. Energetický výdej bude měřen pomocí přenosného analyzátoru vydechovaných a vdechovaných plynů Meta Max 3B. Tento přístroj se používá pro získání požadovaných hodnot, hlavně pro ventilaci kyslíku (VO<sub>2</sub>), ventilaci oxidu uhličitého (VCO<sub>2</sub>), minutovou ventilaci (VE) a dechovou frekvenci (DF). Srdeční frekvence (SF) je měřena sporttestrem. S těmito hodnotami se bude následně pracovat v softwarovém programu MetaSoft studio, který je součástí přístroje a programu Microsoft Excel. Studie bude obsahovat cvičení na stabilních a nestabilních plochách. Cvičení s počtem opakování na stabilních plochách bude probíhat po dobu 6 minut a 45 sekund, kdy doba zátěže – statická zátěž na stabilních a nestabilních plochách, a zátěž s počtem opakování na stabilních a nestabilních plochách, tvoří 5 minut a 15 sekund. Po uklidnění bude následovat stejné cvičení, ovšem na plochách nestabilních. Frekvence cvičení bude určena pomocí metronomu a bude stanovena na 5 vteřin. Každé cvičení bude probíhat po dobu 45 vteřin, po něm následuje 15ti vteřinová pauza na přesun k dalšímu stanovišti. Poté bude probíhat statické cvičení na stabilních plochách a po zklidnění tepové frekvence proběhne stejné statické cvičení na plochách nestabilních. Statická cvičení budou probíhat též 45 vteřin s 15ti vteřinovou pauzou mezi cvičeními. Studie bude tedy obsahovat 2x2 série se stejnými cviky, ovšem druhá série je provedena výhradně na nestabilních plochách. Všechny cviky patří do II. nebo III. kategorie obtížnosti (žádný segment není na stabilní podložce). Bezprostředně po každé sérii ohodnotí obtížnost dle Borgovy škály. Probandi budou rozděleni do 2 skupin, každá bude provádět jednotlivé série v opačném pořadí, abychom zamezili zkreslení výsledků únavou. Cílem práce je zjistit a porovnat rozdíly v energetickém výdeji cvičení na stabilních a nestabilních plochách. Cílem je zjistit, zda je cvičení na nestabilních plochách pro organismus náročnější vzhledem k energetickému výdeji organismu, popřípadě o jak moc velký rozdíl se jedná.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Rychlostně a vytrvalostně zaměřeni sportovci bez silového zaměření. 10 sportovců, současných či bývalých studentů FTVS, kteří mají platnou zdravotní prohlídku. Aktivní sportovci - muži ve věku od 20 do 35 let. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění či akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním či s jiným chronickým onemocněním, v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Do výzkumu bude probandy vybírat diplomantka spolu s vedoucím práce.

**Zajištění bezpečnosti:** Jedná se o neinvazivní metodu. Veškeré testování bude prováděno v prostorách posilovny UK FTVS. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí.

Bezpečnost a dozor při testování bude vždy zajištěna přítomností řešitelkou a vedoucího práce PhDr. Matoušem Jindrou, Ph.D., kteří vždy dohlédnou nad řádným rozvečením účastníků výzkumu. Dále s ním projde veškerá stanoviště, která si vyzkouší, a vše mu bude nejprve názorně ukázáno a vysvětleno. Stanoviště budou zajištěna tak, aby se minimalizovala možnost zranění, budou použity žíněnky atd.. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

**Etické aspekty výzkumu:** Účastníci nepatří do žádné vulnerabilní skupiny.

**Potenciální střet zájmů:** Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Výzkum bude sloužit ke zpracování diplomové práce. Já ani nikdo z výzkumného týmu nemáme soukromý zájem na výsledku výzkumu, výzkum nevede k mému osobnímu prospěchu ani k prospěchu žádného účastníka výzkumu.

**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: datum narození (datum narození je potřeba zadat do programu MetaSoft), výška, váha, data naměřená na základě výše uvedených metod - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

**Pofizování fotografií účastníků:** Budou - li během výzkumu pořízeny fotografie, anonymizace osob na fotografiích bude provedena, začerněním/rozmazáním obličejů, částí těla, znakům, které by mohly vést k identifikaci jedince. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze diplomantka a vedoucí práce, jejich uchování bude zabezpečeno tak, že fotografie budou uloženy v heslem zajištěném počítači v heslem zabezpečené složce. Smazány budou do jednoho týdne po ukončení výzkumu. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

**Pofizování videí/audieo nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.

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

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

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

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

V Praze dne: 29. 1. 2021

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

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

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 204/2020


dne: ..... 3. 2. 2021

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

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

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

- 20 -

  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane,

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

Projekt bude probíhat v období: únor 2021 - březen 2021

Cílem výzkumného projektu je zjistit a porovnat rozdíly v energetickém výdeji cvičení na stabilních a nestabilních plochách. Dále zjistit, zda je cvičení na nestabilních plochách pro organismus náročnější vzhledem k energetickému výdeji organismu, popřípadě o jak moc velký rozdíl se jedná.

Tím zjistíme, zda má význam zařazovat cvičení na nestabilních plochách do tréninku. Dalším z cílů je zjistit, zda organismus vykazuje větší energetický výdej při dynamických či statických cvičení.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Budete se účastnit pohybového program, který zkoumá vliv cvičení na nestabilních plochách na energetický výdej organismu. – program sestavil vedoucí diplomové práce. Energetický výdej bude měřen pomocí přenosného analyzátoru vydechovaných a vdechovaných plynů Meta Max 3B. Tento přístroj se používá pro získání požadovaných hodnot, hlavně pro ventilaci kyslíku (VO<sub>2</sub>), ventilaci oxidu uhličitého (VCO<sub>2</sub>), minutovou ventilaci (VE) a dechovou frekvenci (DF). Srdeční frekvence (SF) je měřena sporttestrem. S těmito hodnotami se bude následně pracovat v softwarovém programu MetaSoft studio, který je součástí přístroje a programu Microsoft Excel. Studie bude obsahovat cvičení na stabilních a nestabilních plochách. – Cviky jsou následující – statické cvičení na stabilních plochách: výdrž ve dřepu, výdrž v podřepu na jedné noze, výdrž v přitahu na hrazdě, výdrž ve vzporu, výdrž ve sklapovačce, výdrž ve vzporu na jedné noze, vzpor na předloktí. Statické cvičení na nestabilních plochách: výdrž ve dřepu na velkém gymnastickém míči, výdrž v přitahu na TRX nohy na bossu, výdrž v podřepu na jedné noze na bossu s oporou druhé o gymnastický míč, výdrž ve vzporu nohy zavěšené v TRX paže na bossu, výdrž ve sklapovačce na bossu, balancování ve vzporu na jedné noze – paže na medicinbalu, noha na bossu, podpor na předloktí na bossu.

Cvičení s počtem opakování na stabilních plochách bude probíhat po dobu 6 min a 45 s, kdy doba cvičení – tvoří 5 min a 15 s. Po uklidnění bude následovat stejné cvičení, ovšem na plochách nestabilních. Frekvence cvičení bude určena pomocí metronomu a bude stanovena na 5 vteřin. Každé cvičení bude probíhat po dobu 45 vteřin, po něm následuje 15ti s pauza na přesun k dalšímu stanovišti. Poté bude probíhat statické cvičení na stabilních plochách – výdrž ve dřepu na velkém gymnastickém míči, výdrž v přitahu, výdrž v podřepu na jedné noze s oporou druhé o gymnastický míč, výdrž ve vzporu nohy zavěšené v TRX, výdrž ve sklapovačce, balancování ve vzporu na jedné noze – paže na medicinbalu, noha na bossu, podpor na předloktí na bossu – a po zklidnění tepové frekvence proběhne stejné statické cvičení na plochách nestabilních. Statická cvičení budou probíhat též 45 s 15ti s pauzou mezi cvičeními. Popis cvičení: Dynamické cvičení na stabilních plochách: dřepy, podřepy na jedné se stabilní oporou druhé nohy, přitahy, přitahování kolen pod sebe ve vzporu, sklapovačky, zanožování ve vzporu, rotace trupu v podporu na předloktí. Dynamické cvičení na nestabilních plochách: dřepy na velkém gymnastickém míči, podřepy na jedné noze na bossu s oporou druhé o gymnastický míč, přitahy na TRX, přitahování kolen pod sebe s nohama zavěšenými v TRX, sklapovačky na bossu, zanožování ve vzporu s oporou paží o medicinbal a nohama na bossu, rotace trupu v podporu na předloktí paže i nohy na bossu.



Probandovi bude vše nejprve vysvětleno a ukázáno, všechny cviky si nejprve vyzkouší. Poté se mu nasadí přístroj, změří klidová TF a začne se měřit. Energetický výdej bude měřen po celou dobu jeho cvičení.

Studie bude tedy obsahovat 2x2 série se stejnými cviky, ovšem druhá série je provedena výhradně na nestabilních plochách. Všechny cviky patří do II. nebo III. kategorie obtížnosti (žádný segment není na stabilní podložce). Bezprostředně po každé sérii ohodnotí obtížnost dle Borgovy škály. Probandi budou rozděleni do 2 skupin, každá bude provádět jednotlivé série v opačném pořadí, abychom zamezili zkreslení výsledků únavou.

Časová náročnost projektu: Studie bude obsahovat 2x2 série cvičení. Celková doba sledování bude cca 60 minut. Jedná se o 4 série, kdy každá trvá 6 min a 45 s. Do celkového času počítáme i seznámení s cvičeními, rozcvičení a pauzy mezi sériemi.

Veškeré testování bude prováděno v prostorách posilovny UK FTVS, kde budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí.

Bezpečnost a dozor při testování bude vždy zajištěna přítomností řešitelkou a vedoucího práce PhDr. Matoušem Jindrou, Ph.D., kteří vždy dohlédnou nad řádným vaším rozcvičením a protažením. Dále s ním projdete veškerá stanoviště, která si vyzkoušíte a vše Vám bude nejprve názorně ukázáno a vysvětleno. Stanoviště budou zajištěna tak, aby se minimalizovala možnost zranění, budou použity žíněnky atd. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Do projektu nemůžete být zařazen, pokud bude mít zranění či akutní zejména infekční onemocnění nebo jakékoliv onemocnění či omezení pohybového aparátu ani s kardiovaskulární onemocnění či jiné chronické onemocnění a nebudete v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude zjištění Vašeho energetického výdeje při cvičení na stabilních a nestabilních plochách.

Účastníci za účast ve výzkumu nebudou odměněni.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese: [zuzana.muniova@gmail.com](mailto:zuzana.muniova@gmail.com)

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: datum narození, výška, váha, data naměřená na základě výše uvedených metod, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby, budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

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

Pořizování fotografií účastníků: Budou-li během výzkumu pořizovány fotografie, anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů, částí těla, znakům, které by mohly vést k identifikaci jedince. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze diplomantka a vedoucí práce, jejich uchování bude zabezpečeno tak, že fotografie budou uloženy v heslem zajištěném počítači v heslem zabezpečené složce, smazány budou do jednoho týdne po ukončení výzkumu. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

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

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Zuzana Muniová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Zuzana Muniová Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem

dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum .....

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

### Příloha 3: Soupis použitých cviků včetně fotodokumentace

#### *Dynamické cvičení na nestabilních plochách*

##### **Cvik č. 1**

**Výchozí poloha:** stoj na velkém nafukovacím míči

**Úkol:** provádět dřepy



Obr. 9 – cvik č. 1

##### **Cvik č. 2**

**Výchozí poloha:** svis stojmo na TRX, nohy na balanční polokouli

**Úkol:** přitahy ve svisu stojmo



Obr. 10 – cvik č. 2

### Cvik č. 3

**Výchozí poloha:** podřep zánožný pravou (levou). Přední noha spočívá na balanční polokouli, zadní noha je opřena o holeň na velkém nafukovacím míči

**Úkol:** provádět dřepy ve výpadu



Obr. 11 – cvik č. 3

### Cvik č. 4

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo, paže jsou na balanční polokouli, nohy zaháknuty do úchytů TRX

**Úkol:** přednožovat skrčmo střídavě pravou a levou



Obr. 12 – cvik č. 4

### **Cvik č. 5**

**Výchozí poloha:** sed na balanční polokouli, nohy pokrčit, předpažit

**Úkol:** pokládat tělo a nohy těsně nad zem a zpět do výchozí polohy



Obr. 13 – cvik č. 5

### **Cvik č. 6**

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo s nohama na balanční polokouli, paže se opírají o malý medicinbal položený na balanční polokouli

**Úkol:** střídatě zanožovat pravou a levou



Obr. 14 – cvik č. 6

### **Cvik č. 7**

**Výchozí poloha:** podpor ležmo na pravé (levé) paži, která je položena na balanční polokouli, druhá paže v upažení, nohy opřené o balanční polokouli

**Úkol:** rotace trupu, volná paže pod tělo



Obr. 15 – cvik č. 7

*Dynamické cvičení na stabilních plochách*

**Cvik č. 8**

**Výchozí poloha:** stoj na zemi

**Úkol:** provádět dřepy



Obr. 16 – cvik č. 8

**Cvik č. 9**

**Výchozí poloha:** svis stojmo na hrazně

**Úkol:** provádět přitahy ve svisu stojmo



Obr. 17 – cvik č. 9

### **Cvik č. 10**

**Výchozí poloha:** podřep zánožný pravou (levou). Přední noha spočívá na nižší podložce, zadní noha je opřena o špičku na vyšší podložce

**Úkol:** provádět dřepy ve výpadu



Obr. 18 – cvik č. 10

### **Cvik č. 11**

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo, nohy opřené o vyvýšenou podložku v podobě švédské bedny, paže na nižší podložce

**Úkol:** přednožovat skrčmo střídavě pravou a levou



Obr. 19- cvik č. 11



## Cvik č. 12

**Výchozí poloha:** sed, nohy pokrčit, předpažit

**Úkol:** pokládat tělo a nohy těsně nad zem a zpět do výchozí polohy



Obr. 20 – cvik č. 12

## Cvik č. 13

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo, paže se opírají o vyvýšenou podložku

**Úkol:** střídavě zanožovat pravou a levou



Obr. 21 – cvik č. 13

### **Cvik č. 14**

**Výchozí poloha:** podpor ležmo na pravé (levé) paži, druhá paže v upažení

**Úkol:** rotace trupu, volná paže pod tělo



Obr. 22 – cvik č. 14

*Statické cvičení na nestabilních plochách*

**Cvik č. 15**

**Výchozí poloha:** stoj na velkém nafukovacím míči

**Úkol:** výdrž ve dřepu



Obr. 23 – cvik č. 15

**Cvik č. 16**

**Výchozí poloha:** svis stojmo na TRX, nohy na balanční polokouli

**Úkol:** výdrž v přitahu ve svisu stojmo



Obr. 24 – cvik č. 16

### **Cvik č. 17**

**Výchozí poloha:** podřep zánožný pravou (levou). Přední noha spočívá na balanční polokouli, zadní noha je opřena o holeň na velkém nafukovacím míči

**Úkol:** výdrž ve dřepu ve výpadu



Obr. 25 – cvik č. 17 -dřepy na jedné noze

### **Cvik č. 18**

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo, paže jsou na balanční polokouli, nohy zaháknuty do úchytů TRX

**Úkol:** výdrž ve vzporu ležmo, přednožit skrčmo pravou/levou



Obr. 26 – cvik č. 18

### **Cvik č. 19**

**Výchozí poloha:** sed na balanční polokouli, nohy pokrčit, předpažit

**Úkol:** výdrž



Obr. 27 – cvik č. 19

### **Cvik č. 20**

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo s nohama na balanční polokouli, paže se opírají o malý medicinbal položený na balanční polokouli

**Úkol:** výdrž ve vzporu ležmo zanožit pravou (levou)



Obr. 28 – cvik č. 20

### **Cvik č. 21**

**Výchozí poloha:** podpor ležmo na pravé (levé) paži, která je položena na balanční polokouli, druhá paže v upažení, nohy opřené o balanční polokouli

**Úkol:** výdrž



Obr. 29 – cvik č. 21

*Statické cvičení na stabilních plochách*

**Cvik č. 22**

**Výchozí poloha:** stoj na zemi

**Úkol:** dřep, výdrž ve dřepu



Obr. 30 – cvik č. 22

**Cvik č. 23**

**Výchozí poloha:** svis stojmo na hrazdě

**Úkol:** výdrž v přitahu ve svisu stojmo



Obr. 31 – cvik č. 23

### Cvik č. 24

**Výchozí poloha:** podřep zánožný pravou (levou). Přední noha spočívá na nižší podložce, zadní noha je opřena o špičku na vyšší podložce

**Úkol:** výdrž ve dřepu ve výpadu



Obr. 32 – cvik č. 24

### Cvik č. 25

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo, nohy opřené o vyvýšenou podložku v podobě švédské bedny, paže na nižší podložce

**Úkol:** výdrž ve vzporu ležmo, přednožit skrčmo pravou/levou



Obr. 33- cvik č. 25



### **Cvik č. 26**

**Výchozí poloha:** sed, nohy pokrčit, předpažit

**Úkol:** výdrž



Obr. 34 – cvik č. 26

### **Cvik č. 27**

**Výchozí poloha:** vzpor ležmo, paže se opírají o vyvýšenou podložku

**Úkol:** výdrž ve vzporu ležmo, zanožit pravou (levou)



Obr. 35 – cvik č. 27

## Cvik č. 28

**Výchozí poloha:** podpor ležmo na pravé (levé) paži, druhá paže v upažení

**Úkol:** výdrž



Obr. 36 – cvik č. 28