

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**



**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
KATEDRA SPORTŮ V PŘÍRODĚ**



**ANTROPOMETRICKÉ A FYZIOLOGICKÉ  
CHARAKTERISTIKY ELITNÍHO  
SPORTOVNÍHO LEZCE**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:**  
Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.

**ZPRACOVAL:**  
Svatopluk Šenk

# ABSTRAKT

## Název práce:

Antropometrické a fyziologické charakteristiky elitního sportovního lezce.

## Cíl práce:

Cílem práce je analyzovat faktory obecné a specifické tělesné zdatnosti u lezce světového významu.

## Metoda:

Při práci bylo použito laboratorního i terénního měření a testování pro dosažení stanovených cílů. Jednotlivé faktory tělesné zdatnosti byly zjišťovány pomocí testů aerobní zdatnosti (stupňovaný test do vita maxima), testů specifických silových schopností (ruční dynamometrie, výdrž ve shybu, vis na liště a další), dále testy flexibility a fyzioterapeutické vyšetření držení těla.

## Výsledky:

Elitní lezec (tělesná hmotnost - 59,3 kg; tělesná výška - 181,9 cm; tělesný tuk - 4,3 %), jeho výsledky dosažené při testování silových schopností (výdrž ve shybu - 100,0 s; vis na liště 2,5 cm - 116,6 s; relativní síla dominantní horní končetiny, vztažená k hmotnosti, testovaná ruční dynamometrií - 0,91). Dále charakteristiky aerobní zdatnosti vyjádřené hodnotou maximálního příjmu kyslíku ( $VO_{2max}$  - 3,28 l.min<sup>-1</sup>;  $VO_{2max}$  - 55,4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), charakteristiky flexibility a držení těla.

## Závěry práce:

Testovaný elitní sportovní lezec v příslušných charakteristikách odpovídá nebo dokonce přesahuje předpoklady špičkového lezce. Lezec je poměrně vysoké postavy s nízkou tělesnou hmotností a nízkým procentem tělesného tuku. V testech silových předpokladů signifikantně převyšuje průměry dosažené elitními lezci. Taktéž v testech flexibility dosahuje nadprůměrných hodnot. Aerobní zdatnost tohoto lezce odpovídá průměrným hodnotám populace jeho věku. Byl konstatován nepříliš pozitivní vliv vrcholového sportovního lezení na celkovou stavbu a držení těla.

## Klíčová slova:

lezec, sportovní lezení, tělesná zdatnost, motorické testy, případová studie

# ABSTRACT

**Title:**

Anthropometric and physiologic characteristics of the elite sport climber.

**Work objective:**

The work objective is analysing factors of general and specific physical fitness by the world knowing climber. Individual factors of physical fitness were examined by tests of aerobic fitness, tests specific force abilities (handgrip dynamometry, bent arm hang), tests flexibility and physiotherapy examination posture.

**Method:**

The laboratory and field measuring were used for aiming determined objectives.

**Results:**

The elite climber (body mass - 59,3 kg; body height - 181,9 cm, body fat - 4,3 %), his results reached at testing force abilities (bent arm hang - 100,0 s; finger hang on 2,5 cm ledge - 116,6 s; relative force of dominant upper limb reached at mass, tested by handgrip dynamometry - 0,91). Characteristics of aerobic fitness are formulated by maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$  - 3,28 l.min<sup>-1</sup>;  $VO_{2max}$  - 55,4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), flexibility characteristics and posture.

**Conclusions:**

The tested elite sport climber has top climber conditions in appropriate characteristics or even overtops climber conditions. The climber is rather tall person with the low body mass and the low fat body ratio. He significantly overtops averages attained by elite climbers in the power condition tests. He also reaches above-average values in the flexibility tests. Aerobic fitness of this climber is comparable to average values of his age population. Not very positive influence of the top sport climbing was found for the overall structure and posture.

**Key words:**

climber, sport climbing, physical fitness, motor tests, case study

Tímto bych chtěl poděkovat Mgr. Jiřímu Balášovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, připomínky a poskytnutí odborné literatury k vypracování této práce. Dále Ing. Jaroslavu Žerdíkovi a celému pracovnímu kolektivu za podporu a trpělivost v profesním prostředí.

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Zároveň prosím, aby zde byla vedena přesná evidence všech vypůjčovatелů, kteří jsou povinni pramen převzaté literatury řádně citovat.

<b>datum vypůjčení</b>	<b>jméno a příjmení</b>

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a použil jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace.

V Kopřivnici, dne 10. července 2010

---

Svatopluk Šenk

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	9
<b>2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	11
2.1 Horolezectví a sportovní lezení .....	11
2.1.1 Dělení lezeckých disciplín .....	11
2.1.1.1 Soutěžní lezení.....	12
2.1.1.2 Nesoutěžní lezení.....	13
2.1.2 Styly přelezů ve volném lezení.....	14
2.1.3 Klasifikační stupně obtížnosti ve sportovním lezení .....	15
2.2 Obecná tělesná zdatnost.....	17
2.2.1 Faktory strukturální (antropometrická charakteristika).....	18
2.2.1.1 Antropometrická charakteristika lezců .....	21
2.2.2 Faktory funkční.....	23
2.2.2.1 Aerobní zdatnost.....	23
2.2.2.2 Fyziologické charakteristiky lezecké aktivity.....	30
2.2.2.3 Svalová zdatnost .....	32
2.3.1.1 Obecné a specifické silové schopnosti lezců .....	34
2.2.2.4 Flexibilita.....	36
2.2.2.5 Flexibilita lezců.....	38
2.2.3 Držení těla.....	40
2.2.3.1 Držení těla lezců .....	42
<b>3. CÍLE PRÁCE</b> .....	43
<b>4. ÚKOLY PRÁCE</b> .....	43
<b>5. METODIKA</b> .....	44
5.1 Soubor.....	44
5.2 Realizace výzkumu .....	45
5.3 Testy a zjišťování tělesné zdatnosti .....	45
5.3.1 Faktory strukturální (antropometrické údaje).....	45
5.3.2 Faktory funkční.....	46
5.3.3 Držení těla.....	50
<b>6. VÝSLEDKY</b> .....	51
<b>7. DISKUZE</b> .....	54

<b>8. ZÁVĚR</b> .....	70
<b>9. POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	72



# 1. ÚVOD

Význam slov „horolezectví a horolezec“ má v dnešní době již značně více podob než tomu bývalo v nedávných dobách. Základ slov HORO a LEZENÍ označovalo zdolávání hory a dosažení jejího vrcholu zarostlými podivíny, kteří mnohdy v krutých podmínkách zimy, větru, sněhu, deště a padajícího kamení, ale i krásného počasí a výhledů, dávali všanc svoje zdraví a životy. A to jen proto, že měli nepřekonatelnou touhu pokořit horu a zažít dobrodružství.

Dnes je již všechno jinak. Horolezectví se rozštěpilo na mnoho samostatných disciplín a ty si již samy hledají své místo mezi ostatními sporty. Z těchto disciplín jsou to např. soutěžní lezení na obtížnost, lezení na umělých stěnách, rychlostní lezení, bouldering a další.

Jak již bylo napsáno v úvodech mnoha prací, zabývajících se touto problematikou, veškeré tyto disciplíny vzešlé z původního horolezectví se v posledních dvou desetiletích stávají velmi populární mezi veřejností každého věku, pohlaví či profesního zaměření. Jedním z pozitivních dopadů této popularizace je větší příliv dětí a mládeže, která se zde může realizovat.

A nemnohdy se stává, že se mezi touto mládeží najde enormně nadaný jedinec, který posune hranice tohoto sportu o kus dále. Z tohoto jedince se stává elitní lezec a on naopak svou popularitou a hlavně svými výkony přitahuje další a další potencionální zájemce o tento sport.

Celá lezecká komunita se zájmem sleduje vývoj takového lezce a lezení v jeho podání se stává atraktivní i pro pasivní pozorovatele a nelezce. A zde se pak objevují dotazy typu: „Jak je možné, že mu to tak leze?“, „Je to talentem nebo tréninkem?“, „Že by to bylo tím, že je o 20 kilogramů lehčí než já?“, „Má větší sílu než já?“. Tyto a další otázky si položilo již mnoho lezců, ale málokdo z nich si dokázal plnohodnotně odpovědět.

Česká lezecká obec má to štěstí, že v jejím středu se nachází takovýto fenomenální lezec. Své kvality již prokazoval v dětství a teď v raném mládí se zařadil na čelní příčku světového lezení. Bylo by chybou nepokusit se zjistit a popsat, v čem spočívá výjimečnost a vysoká lezecká výkonnost tohoto jedince, a tím alespoň částečně odpovědět na výše uvedené dotazy.

Soutěžní lezení na obtížnost je sportovní disciplína, která je velmi náročná jak ze strany fyzické, psychické, tak i ze strany techniky. Všechny tyto složky lezeckého výkonu je potřeba sloučit, aby mohlo být dosaženo špičkového výkonu.

V této práci jsem se zaměřil na stránku fyzickou, přesně na úroveň obecné a specifické tělesné zdatnosti se všemi jejími faktory tohoto světového lezce. Výzkum, který byl realizován v rámci laboratoří fakulty FTVS a sportovního centra SC Palmovka nám ukázal, nakolik se antropometrické a fyziologické charakteristiky tohoto jedince liší od charakteristik ostatních vrcholových a rekreačních lezců, běžně udávaných ve studiích, zabývajících se touto problematikou. Z těchto výsledků se dá usuzovat mnohé, od úvah, kterým směrem by se měl ubírat trénink lezců, až po ukazatele důležité pro výběr talentů tohoto sportovního odvětví.

## 2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V této části práce jsou rozebrány termíny a pojmy objevující se v oblasti lezení a jeho základní charakteristiky v podobě lezeckých disciplín, typu přeletu a stanovení obtížnosti lezeckých cest. Na tento základ, důležitý pro uvědomění si úrovně výkonu sledovaného jedince, navazuje uvedení teoretických východisek z pohledu charakteristiky výkonnostních i rekreačních lezců v oblastech obecné i specifické tělesné zdatnosti a motorických testů sledujících silové schopnosti těchto jedinců.

### 2.1 Horolezectví a sportovní lezení

Asi největší rozdíl, který dělí tyto dvě disciplíny, lze spatřit v terénu, ve kterém horolezec či lezec provozuje svoji činnost. Horolezec se pohybuje ve většině případů v horolezeckém terénu (horách, velehorách), které jsou charakteristické dlouhými nástupy k vytypované horolezecké cestě, vícedélkovým lezením, objektivním nebezpečím ve formě počasí atd. Lezec je člověk, který svůj pohyb realizuje na skalách, skalkách, budovách, umělých stěnách či větších kamenech. Úroveň dosažených znalostí a dovedností důležitých pro dosažení vrcholu je v horolezectví oproti lezení značně vyšší, což je dalším podstatným rozdílem těchto dvou disciplín.

#### 2.1.1 Dělení lezeckých disciplín

Dle Vomáčka (2008) se s ohledem na přístup k pohybu po skále dělí lezení na dva způsoby:

- **Sportovní lezení** – při tomto způsobu lezení je kladen důraz na pohyb a ostatní složky lezení jsou potlačeny do pozadí. Výrazně zde převládají fyzické problémy nad psychickými, čímž se umožnilo lezení i méně psychicky zdatným jedincům. Snížení psychické zátěže bylo dosaženo vpravením množství fixních postupových jisticích prostředků do lezeckého terénu, což umožňuje zbavit se strachu z případného dlouhého pádu. Sportovní způsob lezení přiblížil tento sport širší veřejnosti.

- **Tradiční způsob lezení** – někdy také nazýváno „klasické lezení“, které také obsahuje etické hledisko. Člověk by měl skálu překonávat pouze svými schopnostmi bez využití technologických vymožeností. Základním principem tradičního horolezectví je požadavek, aby přirozený terén zůstal i po výstupu lezce v té podobě jako před výstupem. V praxi to znamená, že lezec si po celou dobu výstupu zakládá pouze své postupové jištění, které posléze druholezec při lezení odstraňuje. Při tomto způsobu lezení je nutné být fyzicky, technicky a hlavně psychicky velmi dobře připraven. V mnoha případech zde není důležitým bodem motivace lezce nejvyšší lezecká obtížnost.

### 2.1.1.1 Soutěžní lezení

Jednou ze součástí sportovního lezení je i soutěžní lezení. Cílem soutěžního lezení je porovnání výkonu lezců na lezeckých cestách, které jsou předem dány a které jsou postaveny na umělých lezeckých stěnách, čímž se vyřazují vnější vlivy přírody ovlivňující lezce. Soutěžní lezení se dále dělí na tyto disciplíny:

- **Soutěžní lezení na obtížnost** – při tomto způsobu závodění je cílem lezce vylézt v neznámé cestě co nejvýše. Závodníci mají šanci prohlédnout si cestu společně před začátkem závodu během 6ti minut. Poté odcházejí do izolace, kde čekají na svůj pokus, jehož pořadí je dáno losováním. Těsně před absolvováním cesty má závodník ještě 40 sekund na opětovnou prohlídku, poté musí bezpodmínečně lézt. Soutěž probíhá tříkolově – kvalifikace; semifinále; finále. Dalším způsobem je přelez předem známé cesty, kterou si závodník mohl před závodem vyzkoušet popřípadě nacvičit. Tento způsob se využívá především v exhibičních závodech nebo v kombinaci s předešlým způsobem.
- **Lezení na rychlost** – při tomto způsobu lezení je již z názvu patrné, že jde o co nejrychlejší zdolání dané cesty. Obtížnosti cest jsou poměrně lehčí než u lezení na obtížnost. Soutěž probíhá vyřazovacím systémem. Výsledky časů v kvalifikaci rozhodují o nasazení v dalším kole.

- **Soutěžní bouldering** - (z anglického „boulder“ – balvan) – při tomto soutěžení je cílem závodníka zdolat daný počet bouldrových problémů (sekvence lezeckých kroků) co nejmenším počtem pokusů. Na každý boulder má lezec 3 až 6 minut a stejně dlouhou přestávku mezi nástupem na další problém. Vítěz má vylezeno nejvíce bouldrových problémů s nejmenším počtem pokusů. Soutěží se dvoukolově.
- **Dry tooling** – podobný systém soutěže jako lezení na obtížnost. Rozdílem je používání speciálních cepínů k postupu v lezecké cestě.

### 2.1.1.2 Nesoutěžní lezení

Pro doplnění informací o lezeckých disciplínách krátce uvádím i nesoutěžní disciplíny podle Vomáčka (2008):

- **Bouldering** – lezení po umělé stěně či přírodním materiálu, bez lana a jištění, převážně do 4 m nad zemí, někdy i výše. Úkolem je překonání krátkého lezeckého problému.
- **Pískovcové skalní lezení** – tato disciplína je tradiční v českých zemích a Sasku. K postupovému jištění se při lezení používají fixní železné kruhy, mezi nimiž bývají značné vzdálenosti (i 15 m). Mezi kruhy se používá vlastní jištění. Tato disciplína vyžaduje značnou dávku psychických sil, odvahy a rozhodnosti.
- **Lezení na nepískovcových skalách** – tedy lezení na jiných materiálech (vápenec, žula atd.). Na těchto druzích skal se máme možnost potkat s oběma základními druhy lezení jak tradičním, tak sportovním.
- **Lezení vícedélkových cest** – tento druh lezení je jakoby spojovacím článkem mezi lezením a horolezectvím. Je zde požadavek na dokonalou znalost práce se zakládáním vlastního postupového jištění a budováním jistících

stanovišť. Lezcova schopnost číst linii jednotlivých lanových délek je kromě jiného taktéž velmi důležitá k dosažení vrcholu.

- **Volné lezení** – lezec při výstupu využívá pouze přírodních chytů a stupů a vlastních schopností. Volné lezení je při sportovním lezení jedinou variantou postupu.
- **Technické lezení** – lezec při tomto postupu používá umělých pomůcek jakými jsou nýty, skoby, žebříky a jiné.

### 2.1.2 Styly přelezů ve volném lezení

Při popisování lezeckého výkonu jednotlivých lezců je důležitým údajem kromě stupně obtížnosti také styl, jakým bylo dosaženo vrcholu cesty. Dále uvedené styly jsou seřazeny dle nejhodnotnějšího po sportovně nejméně hodnotný dle Vomáčka (2008).

- **On Sight (OS)** – vylezení neznámé cesty na první pokus bez pádu a znalostí klíčových míst, lezec nesmí vidět v cestě nikoho lézt
- **On Sight beta (OS beta)** – informace o lezecké cestě získané od lezce, který cestu přelezl, možnost použití dalekohledu při prohlídce cesty, cesta vylezená na první pokus bez pádu, nutnost zapínání postupového jištění
- **On Sight flash (OS flash)** – lezec viděl lézt v cestě jiného lezce, který již cestu přelezl, nutnost zapínání postupového jištění
- **Rot Punkt (RP)** – vylezení cesty bez pádu a odpočinku v postupovém jištění, všechna postupová jištění jsou umístěna během lezení, lezec již cestu mohl nacvičovat, po pádu je nutné odstranit všechna postupová jištění
- **Pink Point (PP)** – výstup stylem RP s předem připraveným postupovým jištěním, lezec vyleze cestu bez pádu a odpočívání v postupovém jištění
- **All Frei (AF)** – přelezení cesty s odpočíváním v postupovém jištění
- **Top Rope (TR)** – přelezení cesty s jištěním lanem shora

### 2.1.3 Klasifikační stupně obtížnosti ve sportovním lezení

Tak jako v jiných sportech i lezecký sport potřebuje své hodnocení obtížnosti jednotlivých cest a přelezů, aby lezci mohli mezi sebou porovnávat svou výkonnost. Podle Franka, Kubaláka a kol. (2007) je lezecký výkon třeba hodnotit ze dvou stran. Jednak náročnost fyzická a psychická a na druhou stranu obtížnost překonávané překážky.

Základním nástrojem hodnocení jsou klasifikační stupnice obtížnosti, kterých je celá řada a které se s rozvojem tohoto sportu v různých oblastech vyvíjely odděleně. Tento údaj o obtížnosti cesty spolu se stylem přeletu dohromady dávají poměrně přesný obraz o schopnostech lezce. Proces hodnocení obtížnosti nové vylezené cesty je velmi subjektivní proces. Stupeň obtížnosti stanovuje prvovýstupce a další lezci po zdolání této cesty tento verdikt potvrdí respektive upraví dle svého názoru, pokud s hodnocením nesouhlasí.

V Evropě se převážně setkáváme se dvěma klasifikačními stupnicemi obtížnosti pro zdolávání cest sportovním lezením, Francouzskou a stupnicí UIAA. Z důvodů porovnávání našich výsledků s výsledky studií provedených v USA, používajících stupnici užívanou v USA, uvádím zde též tuto klasifikační stupnici.

- **Francouzská stupnice** – značí se arabskými číslicemi a má devět stupňů. Je to stupnice s otevřeným koncem. Do stupně 5 se udává bez jemnějšího rozlišení. Od stupně 6 se používají upřesňující písmena 6a, 6b, 6c a dále znaménka 6a+ (těžší). V dnešní době stupnice končí označením 9b. Viz tab.1.
- **UIAA stupnice** – tuto stupnici vydala organizace UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme), organizace sdružující národní horolezecké svazy. Tato stupnice se používá převážně v německy mluvících zemích. Označuje se římskými číslicemi III až XI. Od stupně V se pro jemnější rozlišení obtížnosti používají znaménka + a -, těžší respektive lehčí cesta. Viz tab.1.

- **stupnice USA** – je koncipována jako otevřená stupnice, kde tento systém rozděluje terén dle technické a psychické obtížnosti. Od stupně 5.10 je pro jemnější rozčlenění používáno písmen a, b, c, d. Viz tab.1.

Tabulka č.1: Srovnání stupnice UIAA, Francouzské stupnice a stupnice USA (Frank a kol., 2007).

Stupnice UIAA	Francouzská stupnice	Stupnice v USA	Popis
III	3	5.4	Středně těžké: Na exponovaných místech je již doporučeno mezijištění.
IV	4	5.5	Těžké: Jsou nezbytné jisté lezecké zkušenosti, úseky tohoto stupně již obvykle vyžadují více mezijištění.
V- V V+	5	5.6 5.7 5.7/5.8	Velmi těžké: Lezení již klade nároky na trénovanost a techniku lezce.
VI- VI VI+	5+ 6a 6a/6a+	5.8/5.9 5.9 5.10a	Neobyčejně těžké: Nezbytná je dobrá technika lezce a spolehlivé jištění.
VII- VII VII+	6a+/6b 6b+ 6c	5.10b 5.10c/5.10d 5.10d/5.11a	Mimořádně těžké: Velká expozice, stupeň obtížnosti, na který lze dosáhnout pouze pravidelným tréninkem.
VIII- VIII VIII+	6c+/7a 7a/7a+ 7b/7b+	5.11b 5.11c/5.11d 5.12a/5.12b	Stupňování předchozích obtíží, zdolání těchto cest pouze s pravidelným speciálním tréninkem.
IX- IX IX+	7b+/7c 7c/7c+ 8a	5.12b/5.12c 5.12d/5.13a 5.13a/5.13b	Přeazy jsou uskutečnitelné pouze po dlouhodobých pravidelných speciálních trénincích a nácviku pohybových sekvencí.
X- X X+	8a+/8b 8b/8b+ 8b+/8c	5.13c/5.13d 5.13d/5.14a 5.14a/5.14b	Zvyšování obtížnosti oproti předchozímu stupni.
XI- XI XI+	8c/8c+ 9a 9a+/9b	5.14b/5.14c 5.14c/5.14d 5.14d/5.15a	Současná hranice lezeckých možností. Naprosto nezbytný speciální dlouhodobý lezecký trénink. Nácviky pohybových sekvencí daných pro konkrétní cestu. K překonání jsou nezbytné ideální podmínky, vyladění formy a soustředění na výkon. Cesty bývají předem osazeny jištěním (express).



## 2.2 Obecná tělesná zdatnost

Existuje mnoho definicí, kterými různí autoři popisovali tělesnou zdatnost. Většina z nich se přiklání k názoru, že tělesná zdatnost je schopnost lidského organismu reagovat a přizpůsobovat se tělesné zátěži a udržovat tak v organismu rovnovážný stav. Podle světové zdravotnické organizace WHO je tělesná zdatnost schopnost optimální odpovědi organismu na podněty zevního prostředí.

Podle Bunce (1998) je tělesná zdatnost výsledkem dlouhodobého procesu postupné adaptace na zátěž z pohybové činnosti. Toto postupné přizpůsobování organismu probíhá podle fyziologických zákonitostí.

Podle Křištofiče (2007) je tělesná zdatnost komplexem pohybových funkcí ve vztahu k základním pohybovým schopnostem, kterými jsou vytrvalost, síla, rychlost, koordinace a kloubní pohyblivost. Cílem je dosáhnout jejich vyvážené úrovně.

Obecnou tělesnou zdatnost je možno rozdělit na výkonově orientovanou zdatnost, což je kategorie odrážející výkon a na zdravotně orientovanou zdatnost, která je definována jako zdatnost ovlivňující zdravotní stav, jež působí preventivně na zdravotní problémy, spojené s hypokinetickým způsobem života.

Dle Skopové a Zítka (2006) má úroveň zdravotně orientované zdatnosti tři základní skupiny faktorů:

- **Strukturální** (antropometrická charakteristika) - výška, hmotnost, složení těla
- **Funkční**
  - aerobní zdatnost (kardiorespirační zdatnost)
  - svalová zdatnost
  - flexibilita (pohyblivost v kloubně svalových jednotkách)
- **Držení těla** - v základních posturálních polohách a kvalita základních pohybových stereotypů

## **2.2.1 Faktory strukturální (antropometrická charakteristika)**

Ze sportovní praxe je známo, že pouze určité tělesné typy jsou morfologickým předpokladem úspěšnosti v daném určitém druhu sportu či tělesném cvičení. Nejinak je tomu i v obecné a specifické tělesné výkonnosti. Toto tvrzení ovšem neznamena, že by jedinec s vhodnými předpoklady byl vždy výkonný, avšak vrcholový sportovec ve většině případů tyto somatické předpoklady splňuje. Míra odezvy každého tělesného typu na tělesnou zátěž je jiná a každý typ cvičení nebo tréninku na něj jinak působí (Čelikovský, 1979).

Bez odpovídající stavby a složení těla se nemůže sportující jedinec zařadit v mnoha druzích sportu mezi výkonnostně nejlepší (Dovalil, 2002).

### **Tělesná výška**

Tělesná výška člověka je jeden z faktorů, který se nedá ovlivnit, je dán geneticky.

### **Tělesná hmotnost a složení těla**

Další dva faktory, a to tělesná hmotnost a složení těla jsou do určité míry ovlivnitelné. Člověk má možnost regulovat svou hmotnost a složení těla správně vyváženou stravou, tělesným pohybem atd. Proporční poměr tělesné výšky a hmotnosti by měl být vyvážený.

Podle Havlíčkové a kol. (2006) je složení těla a tělesná hmotnost kromě jiného také odrazem stravovacích návyků jedince. Optimální tělesná hmotnost je z pohledu zdraví a výkonu určena individuálně a je ovlivněna věkem, pohlavím, tělesnou aktivitou, dědičností, somatotypem a dalšími faktory. Zdravotní rizika s sebou přináší tělesná hmotnost, která je o 20 % vyšší než optimum. Zdravotní rizika se zvyšují především, zvyšuje-li se procento tělesného tuku. Obecně lze říci, že odpovídající rozsah množství tuku v těle u normální populace je 15 – 18 % u mužů a 20 – 25 % u žen.

Dle Havlíčkové a kol. (2006) je množství tělesného tuku ve složení těla pro většinu sportovců důležitou hodnotou. Nízké zastoupení tělesného tuku může být v některých sportech výhodou z hlediska fyzikálního, mechanického či estetického (vytrvalostní běhy, skoky do vody atd.). Naopak odpovídající množství vhodně rozloženého tuku je výhodou v ragby, hokeji a jiných kontaktních sportech. U dálkových plavců dochází

k zvýhodnění jedinců s vyšší hodnotou tělesného tuku, který se u nich stává izolačním a nadnášejícím materiálem.

Hlavní součástí vnitřního prostředí organismu je voda, jejíž množství závisí na věku, hmotnosti a pohlaví jedince. Množství vody v těle individuálně kolísá především podle příjmu a výdeje tekutin. U dospělého jedince se pohybuje množství vody mezi 50 % u žen až 60 % u mužů, přičemž s věkem procentuální zastoupení vody v těle postupně klesá.

Voda je v těle uložena jako intracelulární tekutina ITC, to je uvnitř buněk a extracelulární tekutina ECT vně buněk, která se dělí na mezibuněčnou tekutinu (tkáňový mok) a tekutina v cévách (krev a míza) (Kohlíková, 2004).

### Určení složení těla

Dle Havlíčkové a kol. (2006) dělí dvousložkový chemický model tělo na tělesný tuk a tukuprostou hmotu.

Tabulka č. 2 Rozdělení různých technik pro stanovení složení těla (Havlíčková a kol. 2006).

Úrovně	Techniky
I. úroveň - přímá	pitva
II. úroveň – nepřímá založena na kvantitativních předpokladech	značený draslík, denzitometrie, celková tělesná voda
III. úroveň – dvakrát nepřímá, založena na druhé úrovni	antropometrie, impedance elektrická vodivost

Tabulka č. 3 Hodnoty procenta tělesného tuku (Havličková, 2006)

<b>klasifikace</b>	<b>ženy (%tuku)</b>	<b>muži (%tuku)</b>
doporučené normy	14-18	6-8
základní tuk	10-12	2-4
vytrvalci	14-16	6-8
vrcholoví sportovci	17-20	10-13
trénovaní jedinci	21-24	14-17
univerzitní jedinci	20-27	12-17
sportující jedinci středního věku	20-25	15-20
nesportující jedinci středního věku	25-35	20-25
hraniční hodnoty tuku	25-29	18-22
obézní jedinci	více jak 30%	více jak 23%

Tabulka č. 4 Procenta tělesného tuku různých sportovních odvětví (Houtkooper, 1994 in Havličková, 2006 – upraveno)

<b>% tuku</b>	<b>muži / sport</b>
5-8	maratón, kulturistika
5-12	cyklistika, gymnastika, orientační běh, atletika – běhy, triatlon, lyžování, vzpírání
5-16	zápas
6-13	basketbal, kanoistika, rychlostní kanoistika, dostihy, plavání
6-15	raketové sporty, veslování, kopaná, tenis
6-18	rugby, americký fotbal
8-14	baseball, softball, šerm
8-19	lední hokej, pozemní hokej, atletika – vrhy
8-15	lyžování, skoky na lyžích, odbíjená
10-15	golf

Antropometrickými i jinými charakteristikami se zabýval Seliger a kol. (1977) v rozsáhlé studii o tělesné zdatnosti průměrné populace obyvatelstva ČSSR ve věku 12 – 55 r. Výsledky této studie umožnily stanovit populační normy. Novější výsledky antropometrických měření dětí a mládeže publikuje Bláha a kol. (2005) v pravidelném, v tomto případě již 6. celostátním antropologickém výzkumu dětí a mládeže, provedeném v roce 2001. Viz tab.č.5.

Tabulka č.5 Základní antropometrické charakteristiky průměrné populace vybraných věkových skupin podle Seligera a kol. (1977) a Bláhy a kol. (2005) – upraveno. V tabulce jsou uváděny průměrné výsledky.

Autor	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	% Tělesného tuku (kaliperace)
(Seliger a kol. 1977)	15	169,7	57,0	14,5
(Bláha a kol. 2005)	15	174,0	59,6	
(Seliger a kol. 1977)	16	172,4	61,2	14,1
(Bláha a kol. 2005)	16	177,6	64,3	
(Seliger a kol. 1977)	17	174,1	64,6	13,8
(Bláha a kol. 2005)	17	179,5	67,8	
(Seliger a kol. 1977)	18	175,3	67,3	13,6
(Bláha a kol. 2005)	18	180,1	70,5	

### 2.2.1.1 Antropometrická charakteristika lezců

Antropometrickou charakteristikou mladých sportovních lezců se zabýval Watts et al. (2003). Watts et al. shledali u 90 mladých sportovních lezců podobné somatické charakteristiky jako u dospělých soutěžních lezců. Je to poměrně malá výška, nízká tělesná hmotnost, nízké procento tělesného tuku a malý součet kožních řas. Současně tyto mladé lezce srovnával se svými stejně starými vrstevníky, kteří se pravidelně účastnili jiných sportovních aktivit. Výsledkem bylo zjištění, že horolezci mají poměrně méně tělesného tuku než „nelezci“ a horolezecké postavy se jeví jako více lineární vyznačující se úzkými rameny oproti bokům.

K podobným výsledkům dospěl i Baláš a kol. (2008), Baláš (2009), Watts (2004), když potvrdili, že výkonnostní lezci jsou vzrůstem menší s nižší tělesnou hmotností a mají menší procento tuku než rekreační lezci. U lezkyň byl tento rozdíl daleko markantnější.

Baláš (2009) i Watts (2004) docházejí k těmto závěrům v pracích, ve kterých porovnávají několik studií, zabývajících se charakteristickou fyziologií lezců.

Naproti tomu Grant a kol. (1996) porovnávali elitní lezce, rekreační lezce a nelezce (ovšem aktivní sportovce) se zjištěním, že rozdíly v procentním zastoupení tuku v těle se u těchto skupin nijak signifikantně neliší. Ovšem všechny tři skupiny se vyznačovaly nižším procentem tukových zásob na úrovni vrcholových respektive velmi trénovaných jedinců podle Havlíčkové (2006).

Tabulka č.6 Základní somatické charakteristiky lezců z vybraných studií. V tabulce jsou uvedeny průměrné výsledky. Studie jsou seřazeny podle lezené obtížnosti účastníků.

Autor	Pohlaví (M/Ž) a počet sledovaných	Lezecká výkonnost RP UIAA	Tělesná výška (m)	Tělesná hmotnost (kg)	Tělesný tuk (%)	Technika měření
(Watts et al., 1993)	M/7	10+/11-	1,79	62,4	4,8	kaliperace
(Watts et al., 1993)	M/21	10	1,78	66,6	4,7	kaliperace
(Baláš et al., 2008)	M/12	7/9	1,83	74,0	12,7	BIA
(Watts et al., 2003)*	M/52	8	1,62	51,5	4,4	kaliperace
(Grant et al., 1996)	M/10	>6+	1,79	74,5	14,0	kaliperace
(Baláš et al., 2008)	M/33	3/6	1,81	77,6	15,3	BIA
Watts et al., 2003)*	M,Ž/45	nelezci	1.67	54,1	11,3	kaliperace

\* výzkumný soubor se skládal z mladých sportovních lezců s průměrným věkem 13,5 let

Z tabulky je patrné, že měření složení těla respektive použití rovnic pro výpočet množství tělesného tuku se provádělo v různých studiích různými metodami. Podle Havlíčkové (2006) je potřeba počítat při měření s jistou chybou měření, která se pohybuje v rozsahu 3 – 4 %. Obecně se uvádí, že měření kaliperem výsledky měření podhodnocují, zatímco měření tělesného složení bioelektrickou impedancí výsledky měření nadhodnocuje. Z toho důvodu je nutné brát srovnání výsledků z výše uvedených studií s určitým odstupem a opatrností.

## 2.2.2 Faktory funkční

Mezi faktory funkční patří, jak bylo uvedeno výše, aerobní zdatnost, svalová zdatnost a flexibilita. Pod těmito faktory, které nazýváme funkční, se skrývají motorické schopnosti a jejich určitá měřitelná úroveň. Podle Čelíkovského (1979) se motorickou schopností neboli pohybovou schopností rozumí dynamický komplex vybraných vlastností organismu člověka, integrovaných podle třídy pohybového úkolu a zajišťující jeho plnění. Měkota a kol. (2005) uvádí motorické schopnosti a jejich úroveň jako obecné kapacity jednotlivce, které se projevují ve výsledcích pohybové činnosti. Dá se říct, že tyto obecné kapacity v určitém ohledu limitují výkonové možnosti sportujícího jedince a vytvářejí určitý pomyslný strop, který nelze překročit.

Funkční faktory tělesné zdatnosti v sobě skrývají určitou potencialitu a možnosti, nikoli jistoty. Například vysoká úroveň rychlostních schopností získána geneticky vytváří předpoklady svému nositeli stát se vynikajícím sprinterem, ovšem nikterak to nezaručuje, že se jím opravdu stane.

Podle Měkoty (2005) jsou motorické schopnosti a zejména pak silové a vytrvalostní schopnosti nosnými pilíři celkové fyzické zdatnosti. Indikátory těchto schopností jsou hlavními ukazateli v testech zkonstruovaných pro diagnostiku úrovně zdravotně orientované zdatnosti.

Určitá úroveň motorických schopností a na nich navázaných dovedností je potřebným základem, z něhož vyrůstá sportovní výkon. Různá úroveň motorických schopností a dovedností, získaná geneticky či učením, může predikovat úspěšnost v různých odvětvích sportu. Tento předpoklad se stává jedním z výsledků motorických testů, které jsou prováděny pro získání informací o výkonově a zdravotně orientované zdatnosti jedinců různých věkově, profesně či jinak zaměřených skupin.

### 2.2.2.1 Aerobní zdatnost

Aerobní zdatnost je komplexem dispozic, které se v literatuře, zabývající se touto problematikou, nazývají též kardiorespirační nebo kardiovaskulární zdatnost či obecná pohybová vytrvalost. Tento komplex vytrvalostních schopností představuje základní kameny fyzické kondice a jsou významnou komponentou zdravotně orientované zdatnosti.

Podle Čelikovského a kol. (1979) patří vytrvalost k základním pohybovým schopnostem, které se výrazným způsobem podílejí na úrovni základní nebo speciální motorické výkonnosti a stavu tělesné připravenosti.

Dovalil a kol. (2002, s. 29) charakterizuje vytrvalost jako „*Komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase*“.

Měkota a kol. (2005, s. 143) uvádí, že „*Nejčastěji uváděnými znaky, které definují vytrvalost, je dlouhodobé provádění pohybové činnosti a charakteristika vytrvalosti jako schopnosti překonávat únavu.*“

Význam vytrvalosti jako základní kondiční schopnosti vidíme ve většině činností člověka. Její význam je rozhodující pro tělesnou zdatnost a zdraví. Mnoho sportovních odvětví vychází z vytrvalostního základu, vysoká úroveň vytrvalosti umožňuje vyšší tréninkové i závodní zatížení, úroveň vytrvalosti souvisí se zkracováním zotavné fáze po výkonu a urychlením obnovy energetických zdrojů a v rámci zdravotního tréninku pomáhá a umožňuje lepší zvládnutí stresových situací, má prevenční charakter srdečně cévních onemocnění.

Výkony, které mají vytrvalostní charakter, jsou závislé na určitých činitelích, a to především na způsobu krytí energetických potřeb, na schopnosti příjmu O<sub>2</sub>, na optimální tělesné hmotnosti, kvalitě techniky prováděného pohybu, na rozvoji vytrvalosti pro daný druh pohybu atd. Měkota a kol. (2005).

Vytrvalostní schopnosti se mohou prezentovat několika ukazateli: trváním a intenzitou činnosti, srdeční frekvencí, maximální spotřebou kyslíku VO<sub>2max</sub>, množstvím krevního laktátu v krvi, spotřebou a přeměnou energie atd. Jednotlivé ukazatele u vytrvalostního pohybu různých délek trvání jsou zobrazeny v tab.č.7.



## Dělení vytrvalostních schopností dle kritérií Měkoty (2005):

### Podle zaměření cílového rozvoje:

- **základní vytrvalost** – schopnost provádět dlouhotrvající činnost v aerobní zóně energetického krytí
- **speciální vytrvalost** – je předpokladem pro dosažení úrovně vytrvalosti potřebné pro maximální výkon ve zvolené sportovní specializaci

### Podle způsobu energetického krytí:

- **aerobní vytrvalost** – energie je dodávána štěpením energetických rezerv za přístupu kyslíku (aerobní glykolýza a lipolýza)
- **anaerobní vytrvalost** – energie je uvolňována štěpením adenosintrifosfátu a jeho resyntézou za nepřístupu kyslíku. Tento způsob může probíhat v alaktátové formě, kdy se netvoří kyselina mléčná a v laktátové formě za vzniku kyseliny mléčné a tím urychlení nástupu únavy.

### Podle délky pohybového zatížení:

- **rychlostní vytrvalost** – 7 až 35 sekund, sprintérská, udržení maximální rychlosti
- **krátkodobá vytrvalost** – 35 s. až 2 minuty
- **střednědobá vytrvalost** – 2 až 10 minut
- **dlouhodobá vytrvalost** – 10 min. až hodiny

### Podle procentuálního množství zapojení svalstva:

- **globální vytrvalost** – při činnosti se zapojují velké svalové skupiny těla
- **lokální vytrvalost** – činnost je prováděna pouze určitou částí těla, je zapojena méně než  $\frac{1}{4}$  svalstva těla

### Podle režimu svalové práce:

- **statická vytrvalost** – schopnost překonávat po delší dobu vnější odpor při drži ve stanovené poloze, izometrická svalová činnost
- **dynamická vytrvalost** – vytrvalostní cvičení, kde svaly pracují v izotonickém režimu

Tabulka č.7 Vymezení vytrvalostních schopností, členění dle trvání pohybové zátěže dle Grossera&Zintla (1994, s.122) in Měkota a kol. (2005). Číselné údaje jsou průměrné hodnoty odvozené z různých sportů, mají jen orientační charakter.

Charakteristika	Vytrvalostní schopnost		Vytrvalostní schopnost dlouhodobá			
	krátkodobá	střednědobá	I	II	III	IV
<b>Trvání činnosti</b>	35 s – 2 min	2 – 10 min	10 – 35 min	35 – 90 min	90 – 360 min	> 360 min
<b>Intenzita činnosti</b>	maximální	maximální	submaximální	submaximální	střední	mírná
<b>Srdeční frekvence (tepů/min)</b>	185 - 195	190 - 200	180	170	160	140 (120 - 160)
<b>% VO2max</b>	100	100 - 95	95 - 90	90 - 80	80 - 60	60 - 50
<b>Laktát (mmol/l)</b>	10 - 18	20 - 12	14 - 10	8 - 6	5 - 4	< 3
<b>Spotřeba energie (kJ/min)</b>	250	190	120	105	80	75
<b>Přeměna energie</b>	dominantně anaerobně	anaerobně / aerobně	dominantně aerobně až čistě aerobně			
<b>% aerobně</b>	25 - 30	40 - 60	70 - 80	90	95	99
<b>% anaerobně</b>	80 - 65	60 - 40	30 - 20	10	5	1
<b>Hlavní substrát dodávající energii</b>	glykogen, fosfáty	glykogen (svalový)	glykogen (svalový a jaterní)	glykogen (svalový, jaterní) + tuky	tuky, glykogen	tuky, bílkoviny

## Vybrané fyziologické charakteristiky pohybové činnosti

### Energetické krytí vytrvalostní činnosti

Dle Havlíčkové (2006) jsou hlavním energetickým zdrojem makroergní substráty a to laicky řečeno cukry, tuky a bílkoviny. Tyto živiny se štěpí nebo eventuálně transformují za vzniku adenosintrifosfátu (dále ATP), který je bezprostředním energetickým zdrojem. Zásoba ATP v těle člověka postačuje pouze na několik sekund činnosti maximální intenzity, poté se doplňuje štěpením substrátů.

### Příjem kyslíku

**Příjem kyslíku ( $VO_2$ )** - dle Plachety a kol. (1999) je množství  $O_2$  extrahované z vdechnutého plynu za časovou jednotku (1 min.). Tato hodnota je ukazatelem aerometabolických schopností organismu a výkonnosti transportního systému. Je třeba dát pozor a neplést tuto hodnotu s hodnotami spotřeby kyslíku v tkáních. Příjem kyslíku se vyjadřuje v jednotkách  $ml \cdot min^{-1}$  nebo při dávkování zátěží a interpretaci výsledků se velmi často používají hodnoty v  $ml \cdot kg^{-1}$ , zohledňující individuální rozdíly v hmotnosti těla měřeného jedince.

**Maximální příjem kyslíku ( $VO_{2max}$ ,  $VO_{2max} \cdot kg^{-1}$ )** - udává kapacitu transportního systému a vyjadřuje se hodnotou maximálního příjmu  $O_2$ , stanovenou z minutového srdečního výdeje a arteriovenozního rozdílu. Maximální příjem kyslíku patří k nejdůležitějším funkčním ukazatelům zátěžového vyšetření.

**Relativní hodnota  $VO_{2max}$  ( $\%VO_{2max}$ )** - vyjadřuje relativní zatížení aerobního metabolismu, je kritériem pro:

- posouzení oxidačního podílu energetického metabolismu
- srovnání rozdílů ve funkční zdatnosti a výkonnosti různých jedinců
- určování některých limitů významných pro diagnostiku i ordinaci pohybové aktivity

**Minutová ventilace ( $V$ )** - je dle Havlíčkové a kol. (2006) výslednicí hloubky a počtu dechů. Je závislá na intenzitě konané práce. Minutová ventilace se přizpůsobuje nejen

potřebám zvýšeného přísunu kyslíku, ale především zvýšené koncentraci oxidu uhličitého a jeho potřebě vyloučení z organismu.

**Maximální minutová ventilace ( $V_{max}$ )** - se udává v jednotkách  $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$  a pozitivně koreluje s maximálním příjmem kyslíku. Maximální minutová ventilace se může měřit jako volní nebo pracovní. Podle Havlíčkové a kol. (2006) je volní  $V_{max}$  u mužů 100 – 150  $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ . Pracovní  $V_{max}$  dosahuje asi 80 % volní  $V_{max}$ .

### **Srdeční frekvence**

**Srdeční frekvence (SF)** - podle Plachety (1999) patří k hlavním kardiovaskulárním funkčním ukazatelům. Při pohybové činnosti SF stoupá se vzrůstajícím zatížením lineárně, až do oblasti submaximálních intenzit. Od úrovně 75 – 85% maxima dochází k pozvolnému zpomalení vzestupu až na úroveň maximální SF –  $SF_{max}$ . Na této úrovni může sportovec setrvat pouze několik minut. Vzestup SF je provázen taktéž vzestupem příjmu kyslíku a minutového srdečního výdeje.

Podle Dovalila (2002) zvýšení SF charakterizuje intenzitu zatížení a k výchozím hodnotám se vrací až v době uklidnění. Čím rychlejší je návrat SF do výchozích hodnot, tím je jedinec zdatnější. Klidové hodnoty SF se podle Havlíčkové a kol. (2006) pohybují kolem 70 tepů za minutu. Vlivem tréninku a to zejména tréninku vytrvalostních schopností se klidové hodnoty SF snižují a vzniká zde rozdíl mezi trénovanými a netrénovanými jedinci. Maximální tepová frekvence při zatížení je individuální a nebyly zjištěny podstatné změny. Maximální SF může dosahovat 200 i více tepů za minutu.

### **Anaerobní práh a krevní laktát**

**Anaerobní práh (ANP)** - popisuje Havlíčková a kol. (2006, s. 6) jako „*Předěl mezi oxidativním krytím energetických potřeb při pohybové činnosti a smíšeným krytím aerobně-anaerobním, ve kterém prudce narůstá podíl neoxidativní úhrady energetických potřeb.*“

K termínu anaerobní práh se vztahuje i termín **krevní laktát (LA)**, což je látka, která se tvoří ve svalech při odbourávání kyseliny mléčné při nedostatečném přísunu  $\text{O}_2$  tzv.

anaerobní glykolýze. Hodnota anaerobního prahu vyjadřuje okamžik nelineárního nárůstu kumulování laktátu v krvi v závislosti na intenzitě zatížení. Tato hodnota je individuální a pohybuje se kolem  $4 \text{ mmol.l}^{-1}$  laktátu u běžné populace. Při překročení této hranice, což je dáno zvýšením intenzity zatížení, která je individuální, produkce krevního laktátu převyšuje jeho odbourávání a dochází k jeho hromadění ve svalech a krvi. Tím dochází k poklesu pH svalů a krve a snížení enzymové aktivity svalových buněk. V tomto režimu dokáže sportovec pracovat pouze omezenou dobu. Obecné klidové hodnoty LA v krvi jsou  $0,5 - 1,8 \text{ mmol.l}^{-1}$ , při maximálním zatížení mohou být až  $25 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

Tabulka č.8 Hodnoty vybraných ventilačně-respiračních charakteristik podle Havlíčkové (2006, s. 36) - upraveno

	<b>maximální minutová ventilace <math>V_{\max} (\text{l.min}^{-1})</math></b>	<b>maximální příjem kyslíku <math>VO_{2\max} (\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1})</math></b>
pravidelně trénující jedinec	150 – 200	60 – 80
netrénující jedinec	100 - 150	43*

\*určeno pro 25 letého netrénovaného muže

Aerobní zdatností u běžné průměrné zdravé populace se zabýval Seliger a kol. (1977) ve svém měření tělesné zdatnosti obyvatelstva. Z těchto měření byly určeny populační normy, které dovolují porovnávat úroveň daných schopností u měřeného jedince ve vztahu k průměrné populaci. Seliger a kol. (1977) prováděl měření kardio-respirační zdatnosti na bicyklovém ergometru, což může být pro porovnání hodnot s našim měřením provedeném na pohyblivém páse „běhátku“ poněkud problematické, jelikož Placheta a kol. (1999) konstatuje, že bicyklový ergometr vyhodnocuje maximální srdeční frekvenci  $SF_{\max}$  a maximální příjem kyslíku  $VO_{2\max}$  asi o 10 % nižší.

Tabulka č.9 Kardio-respirační hodnoty průměrné zdravé populace rozdělené dle věku podle Seligera a kol. (1977) - upraveno.

Věk (roky)	$VO_{2max}^1$ ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )	$VO_{2max}^1$ ( $l.min^{-1}$ )	$SF_{max}^2$ ( $tep.min^{-1}$ )	$V_{max}^3$ ( $l.min^{-1}$ )
16	47,6	3,01	194,6	93,7
17	47,1	3,13	194,2	98,1

<sup>1</sup> maximální příjem kyslíku

<sup>2</sup> maximální srdeční frekvence

<sup>3</sup> maximální minutová ventilace

### 2.2.2.2 Fyziologické charakteristiky lezecké aktivity

Z hlediska fyziologie můžeme lezení zařadit mezi sporty, kde se převážně uplatňují silově vytrvalostní schopnosti a vyznačují se intervalovým charakterem zátěže. Jsou zde kladeny vysoké nároky na lokální svalovou vytrvalost, CNS, flexibilitu a koordinační schopnosti (Rotman in Heller, 1996).

O energetickém krytí pohybu těla při lezecké aktivitě se zmiňuje Billatová et al. (1995) následujícím způsobem: v prvních sekundách lezeckého pohybu se zabezpečuje energie pomocí štěpení adenosintrifosfátu a kreatinfosfátu. Energetický výdej je kryt anaerobní glykolýzou. V krvi stoupá hladina kyseliny mléčné a jejích solí. Tato hladina, potažmo rychlost jejího odbourávání, je závislá na trénovanosti lezce respektive na obtížnosti cesty. Při lezení cest lehčího stupně obtížnosti či nízkou intenzitou se po určité době nastartuje aerobní způsob získávání energie.

#### Srdeční frekvence

U lezců se zvyšuje hodnota tepové frekvence se zvyšující se obtížností lezení či se zvyšující se rychlostí lezení. Naměřené hodnoty během lezení dosahují rozdílných hodnot, což je dáno rozdílnou úrovní lezců ve směru stupňů obtížnosti a trénovanosti. Tato hodnota je velmi individuální jak již bylo psáno výše.

Většina studií, ve kterých byla měřena srdeční frekvence (dále SF) se zaměřovala na měření hodnot přímo při lezecké aktivitě v cestách různých obtížností, sklonů i délek. Jedna z mála studií, ve které se prováděly standardní testy na „běhátku“ pro zjištění kardiorespiračních hodnot provedla Billatová et al. (1995). V této studii bylo provedeno

měření se zjištěním maximální SF (dále  $SF_{max}$ ) a dalších kardiopulsačních hodnot na „běhátku“ a srovnáváno s naměřenými hodnotami při testu zvedání závaží přes kladku, kdy pracovaly pouze horní končetiny. Měření bylo ovšem provedeno pouze u čtyřech probandů. Hodnoty viz tab.č.10.

### **Příjem kyslíku**

Otázkou příjmu kyslíku (dále  $VO_2$ ) během lezecké činnosti se zabývalo několik studií. Většina z nich opět pouze při samotném lezení nikoliv na standardním „běhátku“. Tímto standardním testováním, i když znovu pro srovnávací účely s  $VO_2$  při lezení, se zabývala např. Billatová et al. (1995) a Wilkins et al. (1996) a Watts&Drobish (1998). Watts (2004) ve své práci výsledky těchto studií srovnal a ohledně  $VO_2$  upozorňuje, že lezci se v těchto hodnotách pohybují na stejné úrovni jako hráči týmových her či gymnasti. Jejich ukazatel vytrvalosti, maximální  $VO_2$  ukazuje, že patří do skupiny „vynikající“ z úhlu pohledu všeobecné tělesné zdatnosti. Viz tab.č.10.

Booth et al. (1999) in Watts (2004) prováděl měření u rychlostního lezení, kde se do výkonu ve větší míře zapojovaly i dolní končetiny a docházel k hodnotám 80 % vzhledem k hodnotám na lezeckém trenažéru. Není známo, jak tyto hodnoty korespondují s hodnotami na „běhátku“ či bicyklovém ergometru. Booth et al. (1999) in Watts (2004) uvádí, že tyto hodnoty jsou na úrovni požadavku rychlého zotavení po intenzivním výkonu, vzhledem k aerobní výkonnosti.

### **Krevní laktát**

Krevní laktát (dále LA) byl měřen v několika studiích převážně opět přímo při lezecké aktivitě. Giles et al. (2006) popisuje nižší hladinu LA při lezecké aktivitě než při běhu, což může být způsobeno následkem nižšího procentuálního zapojení aktivní svalové hmoty během lezení.

Měřením maximální hladiny krevního laktátu (dále  $LA_{max}$ ) na „běhátku“ při zátěžovém testu se pro porovnávací účely zabývala Billatová et al. (1995). Lezci při zátěžovém testu dosáhli průměrné hodnoty maximální LA 10,9 mmol.l<sup>-1</sup>.

Tabulka č.10 Vybrané fyziologické charakteristiky lezců při zátěžových testech na pohyblivém páse „běhátku“. V tabulce jsou uvedeny průměrné výsledky. Studie jsou seřazeny dle stupně obtížnosti lezení účastníky.

Autor	Pohlaví M/Ž / počet sledovaných	Lezecká výkonnost RP UIAA	typ testu	Maximální srdeční frekvence SFmax (tep/min)	Maximální příjem O <sub>2</sub> , VO <sub>2</sub> max (ml.kg- 1.min-1)	Maximální hladina krevního laktátu L <sub>A</sub> max (mmol.l-1)
(Billatová et al. 1995)	M/4	8+	pohyblivý pás „běhátko“	205	54,8	10,9
(Wilkins et al. 1996)		8+	pohyblivý pás „běhátko“		55,2	
(Watts&Drobish 1998)	M/9 Ž/7	6-/8-	pohyblivý pás „běhátko“		50,5	

### 2.2.2.3 Svalová zdatnost

#### Silové schopnosti

*„V antropomotorice je tato schopnost vymezena jako schopnost překonávat vnější odpor nebo síly podle zadaného pohybového úkolu.“* (Čelíkovský a kol. 1979, s. 83).

*„Síla jako pohybová schopnost jedince je souhrnem vnitřních předpokladů pro vyvinutí síly ve smyslu fyzikálním, je spjata s činností svalů (velikostí svalového stahu), kterou lze označit jako svalovou sílu.“* (Měkota a kol. 2005, s. 113).

Podle Měkoty a kol. (2005) tvoří silové schopnosti, které můžeme označit termínem síla, významnou komponentu fyzické zdatnosti. I když ve sportovní disciplíně převládá a je důležitá jiná motorická schopnost, rozvoj síly je vždy podstatnou částí kondičního tréninku. Svalová síla je základním předpokladem pro rozvoj ostatních motorických schopností. Pokud, ovlivnění tímto hlediskem, využijeme pohybové činnosti pro základní rozvoj silových schopností, cílem této činnosti bude zlepšení inervačních schopností svalového aparátu intramuskulární a intermuskulární koordinace, zvětšení energetického potenciálu hypertrofií svalových struktur a zvětšení přísunu dostatečných energetických zásob do svalového aparátu.



## Dělení silových schopností

Dle Čelíkovského (1979) se dělí svalové schopnosti na dva druhy, z nich každá má své formy:

### *Statické silové schopnosti:*

- ***jednorázová forma*** – schopnost způsobit deformaci části těla nebo různých objektů, podle zadaného pohybového úkolu
- ***vytrvalostní forma*** – schopnost udržet tělo, jeho části nebo různé objekty v určité poloze

U statickosilových schopností Čelíkovský (1979) uvádí pro maximální dosažené hodnoty termín tzv. absolutní síla. V případě, že naměřenou hodnotu vztahujeme k tělesné hmotnosti či k jinému parametru, používá termín relativní síla.

### *Dynamické silové schopnosti*

- ***explozivně silová forma*** – schopnost udělit tělu, jeho částem nebo různým předmětům zrychlení podle zadaného pohybového úkolu, schopnost vyvinout rychlé svalové úsilí v počátečním okamžiku motorické činnosti
- ***rychlostně silová forma*** – schopnost překonávat odpor s vysokou rychlostí nebo frekvencí pohybu
- ***vytrvalostně silová forma*** – schopnost udržet intenzitu motorické činnosti při silové činnosti po určitý čas

## Faktory schopnosti vyvinout sílu

To, že sportovec dokáže využít své silové schopnosti v určité míře, je podmíněno určitými faktory. Velikost svalového stahu podle Měkoty a kol. (2005) závisí především na dvou základních faktorech:

- na počtu zapojených motorických jednotek
- na velikosti frekvence dráždících impulsů za 1 sekundu

Platí zde přímá úměra: „*Čím více je zapojeno motorických jednotek, tím větší je svalové napětí a tím větší je frekvence probíhající impulzace.*“ (Měkota a kol. 2005, s. 115).

## Druhy svalové činnosti

Pro vznik svalové síly je hlavním předpokladem svalová kontrakce. Ta může probíhat několika způsoby vzhledem k délce a napětí svalu. Svalová vlákna mají schopnost se zkracovat a protahovat při určitém napětí, podle čehož je možno charakterizovat režimy svalové činnosti, které jsou podle Měkoty a kol. (2005):

- **izometrická činnost** – vzrůstající vnitřní napětí svalu, aniž by docházelo k jeho zkrácení či natahování
- **koncentrická činnost** – napětí ve svalu vzrůstá a sval se při činnosti zkracuje
- **excentrická činnost** – v tomto případě se jedná o excentrickou kontrakci, kdy se sval natahuje a svalové napětí se zvyšuje

### 2.3.1.1 Obecné a specifické silové schopnosti lezců

Podle Baláše (2009) je sportovní lezení činností, při níž se zapojují téměř všechny velké svalové skupiny. Ovšem největší úsilí musí vyvinout svaly předloktí, pletence ramenního a dolních končetin. Při lezení, které probíhá v převislých profilech se daleko výrazněji zapojují svaly trupu.

Dle názoru Tefelnera (1999) potřebuje sportovní lezec sílu v prstech a ve svalech horní části těla, význam síly dolních končetin odsouvá do pozadí. V prstech potřebuje sílu statickou a kontaktní a ve svalech horní části těla sílu statickou, maximální a výbušnou.

Tefelner (1999) dělí sílu lezců na:

- **statická síla prstů** - statická síla svalů předloktí, je to nejvyšší možné napětí, které jsou tyto svaly schopny vyvinout. Statickou sílu lezec potřebuje na udržení chytu
- **kontaktní síla prstů** - je „nadstavba“ statické síly prstů, pomáhá při udržení chytu, na který lezec dynamicky skáče velkou rychlostí

- **maximální síla svalů horní části těla** - je jednorázově nejvyšší napětí, které dokáže sval nebo skupina svalů vyvinout při pomalém pohybu, je jí potřeba při pohybu mezi chyty pomalým a kontrolovaným způsobem.
- **statická síla svalů horní části těla** - je potřeba v případě, kdy se svaly napínají, ale nemění svou délku, je potřeba na udržení těla ve statických polohách
- **výbušná síla** - je schopnost svalu se co nejrychleji stáhnout, tato síla je potřebna při vykonávání silového kroku dynamickým pohybem

Mnoho studií (Watts, 2003; Baláš, 2008; Grant, 1996, 2001), které se zabývaly silovými schopnostmi sportovních lezců, se zaměřilo především na sílu svalů předloktí a prstů, která byla měřena pomocí ručního dynamometru, kdy je měřena velikost kontrakce prstů proti palci a základně ruky. Ukázalo se, že elitní sportovní lezci dosahovali v testech zkoumajících maximální sílu v těchto částech těla lepších výsledků, než rekreační lezci a sportující „nelezci“. Ovšem rozdíly nebyly nikterak zásadní. Výrazného rozdílu bylo zjištěno v případě, že byly tyto výsledky vztaženy k tělesné hmotnosti jednotlivých lezců a byla zjištěna relativní síla. Výsledky výkonnostních lezců byly v úhlu tohoto pohledu velmi vysoké v porovnání s rekreačními lezci a „nelezci“.

Kromě relativní síly prstů a předloktí, které jsou pro lezecký výkon důležitější než absolutní síla, se řada výzkumníků zabývala i svalovou vytrvalostí (Grant, 1996, 2001; Baláš, 2008; Šefl, 2009). Tato součást silových schopností se určuje a hodnotí různými testy. Běžně využívané jsou standardizované testy výdrži ve shybu a maximálním počtem provedených shybů na hrazdě. U některých studií (Baláš a kol, 2009; Šefl, 2009) byly tyto testy modifikovány a visy se prováděly na liště, čímž se úchop přiblížil lezecké realitě. Všechny studie poukázaly na velký rozdíl ve výdržích ve visu jak na hrazdě, tak na liště i v počtu shybů mezi elitními lezci a druhou skupinou zastoupenou rekreačními lezci a „nelezci“.

Baláš a kol. (2008) ve své studii poukazuje, že svalová vytrvalost měřená výdrží ve shybu, může být spolu s relativní úrovní stisku ruky jedním z velmi důležitých prediktorů lezeckého výkonu.

Tabulka č.11 Úroveň síly rukou, výdrž ve shybu, počet provedených shybů a výdrž ve visu na liště v různých studiích. Uvedeny jsou průměrné výsledky. Výsledky jsou seřazeny podle lezené obtížnosti.

Autor	Pohlaví a počet sledovaných	Lezecká výkonnost RP UIAA	Ruční dynamometrie	Relativní úroveň stisku	Výdrž ve shybu (s)	Vis na liště 2,5 cm (s)	Vis na jedné ruce (s) L/P <sup>4</sup>	Shyby (počet)
(Baláš et al. 2009)	M/10	9-/10	555 N	0,76	77,8	71,7		
(Šefl, 2009)	M/12	7/10	51,21 kg	0,70	64,87	22,50		18,66
(Baláš et al. 2008)	M/12	7/9	53,2 kg	0,72	58,0			
(Baláš et al. 2009)	M/23	7+/8+	511 N	0,73	53,8	50,1		
(Watts et al. 2003) <sup>1</sup>	M/52	8	36,5 kg	0,70				
(Baláš et al. 2009)	M/44	6/7	515 N	0,68	45,1	32,2		
(Grant et al. 1996) <sup>2</sup>	M/10	>6+	532 N		53,1			16,2
(Vomáčko 2008)	M,Ž/30	3/9			45,9	67,7 <sup>3</sup>	24,7 / 24,0	11,2
(Baláš et al. 2008)	M/33	3/6	45,3 kg	0,58	34,9			
(Baláš et al. 2009)	M/23	3/5	449 N	0,59	25,4	10,8		
(Grant et al. 1996) <sup>2</sup>	M/10	4	472 N		31,4			3,0
(Grant et al. 1996) <sup>2</sup>	M/10	„nelezci“	478 N		32,6			3,9
(Watts et al. 2003)	M,Ž/45	„nelezci“	30,7 kg	0,55				

<sup>1</sup> soubor se skládal z mladých sportovních lezců s průměrným věkem 13,5 let

<sup>2</sup> použití specifického dynamometru

<sup>3</sup> lišta o šířce 5cm

<sup>4</sup> umělý chyt délka 9 cm, šířka 2 cm, hloubka 3 cm

#### 2.2.2.4 Flexibilita

Dle Měkoty a kol. (1979) se flexibilita vztahuje k rozsahu pohybu prováděných v jednotlivých kloubech nebo v kloubních systémech. Flexibilita, též nazývaná pohyblivost, je schopnost člověka provádět pohyby v náležitém rozsahu, o plné amplitudě, lehce a požadovanou rychlostí. Biologickým základem, který určuje stupeň pohyblivosti jsou morfologické a funkční vlastnosti oporně pohybového systému a jeho článků. Rozsah pohybů je závislý především na tvaru kloubních ploch, na elasticitě svalstva, vazů a šlach, které kloub obklopují.

Podle Měkoty a kol. (2005) lze flexibilitu rozlišit na:

- **statickou** - která je charakteristická rozsahem pohybu v kloubu realizovaným pozvolným pomalým pohybem
- **dynamickou** - kde se pohyb provádí normálním nebo rychlým pohybem

Dalším dělením zvláště důležitým pro testování je rozlišení na flexibilitu:

- **aktivní** - kdy se krajních poloh dosahuje pouze silou vlastních příslušných svalů
- **pasivní** - kdy je použito vnější síly např. účasti terapeuta, partnera atd.

Z obecného hlediska lze říci, že ženy vykazují větší flexibilitu než muži, což je dáno anatomickou a fyziologickou diferenciací mezi pohlavími. Týká se to především pánevní oblasti.

Věk jedince je také důležitým faktorem v úrovni flexibility. Obecně od adolescence flexibilita s věkem mírně klesá. K výraznému poklesu dochází po 65 roce života. Nejsenzitivnějším obdobím pro rozvoj flexibility je věk 7 až 11 let podle Měkoty a kol. (2005).

U některých jedinců se můžeme setkat se sníženou nebo naopak zvýšenou pohyblivostí v jednotlivých kloubech nebo i kloubních celcích.

Tyto stavy se nazývají:

- **hypomobilita** – dočasné nebo trvalé snížení pohyblivosti nebo omezení pohybového rozsahu, což se může týkat jednotlivých kloubů nebo mnoha kloubů současně
- **hypermobilita** – která je charakteristická nadměrným rozsahem kloubní pohyblivosti, klouby jsou nadměrně uvolněné a rozsah pohybu velmi přesahuje akceptovanou normu v mnoha kloubech, tento stav je stejně jako hypomobilita nežádoucí

## **Flexibilita sportovců**

Pro daný sport jak uvádí Měkota a kol. (2005) je důležitá optimální úroveň flexibility, která umožňuje provádět pohyb v náležitém rozsahu, danou rychlostí a snadno. V řadě sportů je určitá úroveň flexibility jedním z požadavků, který je podmínkou pro realizaci a osvojení si správné techniky pro dosažení preciznosti daného sportovního pohybu.

Pro příklad zde můžu uvést několik případů jak je uvádí Schnabel a kol. (2003): U atletů překážkářů zvýšená pohyblivost v kyčelním a kolenním kloubu, u skokanů na lyžích zvýšená dorzální flexe v kotníku, u zápasníků větší ohebnost páteře, u plavců zvýšená flexibilita kotníků a ramenních kloubů. Tanečnice, moderní a sportovní gymnastky mají ve většině případů rozvinutou celkovou hypermobilitu z důvodů správného a zejména estetického projevu při cvičení.

Měkota a kol. (2005), také upozorňuje na vliv specializovaného tréninku a soutěží, kdy dochází k přerozdělení flexibility (např. u gymnastů ke zpevnění v zápěstí a uvolnění v kyčli), kdy se vytváří tzv. typický „model“ flexibility.

### **2.2.2.5 Flexibilita lezců**

Tefelner (1999) zabývající se tréninkem lezců upozorňuje, že dostatečná flexibilita umožňuje při lezení použít vzdálenější stupy a chyty a provádět daleké, dlouhé nebo pohybově náročné kroky. Slouží také jako prevence zranění kloubů, svalů, šlach a vaziv v pohybově náročných a složitých lezeckých situacích.

Na základě pozorování a již provedeného testování dalšími výzkumníky, Grant a kol. (1996), Draper a kol. (2009) se dá usuzovat, že v lezení je jedním z ukazatelů kvalitního výkonu rozsah pohybů v kyčelním kloubu. Častým pohybem horolezce je tzv. nasednutí na nohu, které je typické značnou obdukcí a vnější rotací v kyčelním kloubu a zároveň protaženým lýtkovým svalem.

Vztahem mezi lezeckým výkonem a specifickou lezeckou flexibilitou se zabýval Draper a kol. (2009). Uskutečnili testy: hloubka předklonu v sedě, Grantův test zvednutí dolní končetiny, adaptovaný Grantův test zvednutí dolní končetiny, zvednutí dolní končetiny specifické pro lezení, zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni a další. Testování provedl na skupině lezců, kterou měl rozdělenou podle lezeného stupně obtížnosti jednotlivých lezců na čtyři skupiny. Výsledky ukázaly, že v testu hloubky

předklonu v sedě se lezci jakékoliv kvality nijak markantně neliší od běžné populace. Podobného výsledku dosáhl i u adaptovaného Grantova testu zvednutí dolní končetiny, kde byly rozdíly minimální. Ovšem v testech zvednutí dolní končetiny, specifické pro lezení a zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni, byly hodnoty rozdílné a velmi jednoznačné ve prospěch pokročilých a elitních lezců, což nám ukazuje a potvrzuje důležitost flexibility kyčelního kloubu pro lezecký výkon.

Podobné testy flexibility a to hloubku předklonu v sedě, Grantův test zvednutí dolní končetiny a další uskutečnil ve své studii i Grant a kol. (1996) opět na třech skupinách jedinců, rozdělených na elitní, rekreační lezce a „nelezce“. Výsledkem měření bylo konstatování, že v testech hloubky předklonu v sedě a v Grantově testu zvednutí dolní končetiny se skupiny nijak signifikantně neliší. Lepšími výsledky se elitní lezci projevili pouze u testu čelního rozštěpu prováděného v lehu na zádech, kde elitní lezci převýšili jak rekreační lezce tak nelezce.

Tabulka č.12 Výsledky testů specifické lezecké flexibility z vybraných studií. V tabulce jsou uvedeny průměrné výsledky. Studie jsou seřazeny podle stupně obtížnosti lezené účastníky.

Autor	Pohlaví / počet sledovaných M/Ž	Lezecká výkonnost RP UIAA	Hloubka předklonu v sedě (cm)	Grantův test zvednutí dolní končetiny (cm)	Adaptovaný Grantův test zvednutí dolní končetiny (cm)	Zvednutí dolní končetiny specifické pro lezení (cm)	Zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni (cm)
(Draper et al. 2009)	M,Ž/3*	8+/9-	28,2	92,8	114,0	176,5	150,0
(Draper et al. 2009)	M,Ž/16*	6+/8	26,7	91,4	108,3	156,5	143,2
(Grant et al. 1996)	M/10	>6+	37,9	99,9			
(Draper et al. 2009)	M,Ž/22*	5/6	24,2	88,5	102,4	140,2	133,7
(Grant et al. 1996)	M/10	4	31,3	96,4			
(Draper et al. 2009)	M,Ž/5*	„nelezci“	24,4	89,1	103,7	134,3	122,2
(Grant et al. 1996)	M/10	„nelezci“	34,5	91,8			

\* ve skupině sledovaných byli muži i ženy

### 2.2.3 Držení těla

Držení těla je podle Hnízдила a kol. (2005) ukazatelem statické funkce pohybového systému. Podle držení těla jsme schopni hodnotit, zda jsou jednotlivé části těla sledovaného jedince ve správném postavení vůči sobě, zda je celkový postoj uvolněný a svaly mají dostatečné napětí a zda jsou jednotlivé části těla biomechanicky vyvážené.

O vzpřímené držení těla je zodpovědný posturální systém organismu, který může být aktuálně ovlivněn jak psychickým stavem tak funkcí vnitřních orgánů atd. Posturální funkce organismu probíhají podvědomě, což samo o sobě ztěžuje zásah zvenčí, pokud je potřeba měnit případný nevhodný posturální program.

Pokud se budeme na každého jedince dívat jako na bio-psycho-sociální individualitu, musí být i držení těla v detailech odlišné. Proto je důležité hovořit o individuálně optimálním držení těla. Jedna z mnoha definic správného držení těla zní: „ *Správné držení těla je držení, kdy rozdíl mezi bazálním metabolismem a metabolismem v dané poloze je co nejmenší.* “ (Skopová, M., Zítko, M., 2006, s. 28).

Během celého života člověka se držení těla mění stejně tak, jak se lidský organizmus vyvíjí. Specifické je držení těla dítěte v batolivém věku, jiné je v období puberty, v dospělosti či ve stáří, odlišné držení těla vidíme u zdravého nebo nemocného člověka. Na držení těla tzv. posturální stereotyp působí během života četné reflexy a to kladné i záporné (osobní vzory, pracovní činnost, prováděná sportovní činnost). Ty částečně ovlivňují způsob držení těla stejně jako výše uvedený psychický stav či stav vnitřních orgánů.

Podle Skopové a kol. (2005) držení těla závisí na:

- ***tvaru a funkčnosti segmentů páteře***
- ***stavu kosterního svalstva*** (rovnováha mezi posturálním a fyzickým svalstvem)
- ***postojových a vzpřimovacích reflexech***
- ***celkovém stavu nervové soustavy***



Lékařská obec rozděluje držení těla podle určitých standardních postojů na výtečné, dobré, chabé a špatné, přičemž první dva typy se považují za normální a druhé dva za držení vadné.

Normální neboli správné držení těla definuje Hnízdil a kol. (2005, s. 11): „*Při správném držení těla je hlava vytažena temenem vzhůru, ramena rozložena do šířky a volně svěšena dolů, hrudník vyklenutý dopředu a hrudní páteř napřímená. Krční lordóza je kontrolována mírným zatažením brady ke krku a bederní lordóza pevností břišní stěny. Důležité je postavení pánve, která nemá být pasivně zavěšena na vazivovém aparátu, ale průběžně kontrolována tonickou činností svalů v okolí pánve. Kolena ve vzpřímeném postoji nemají být propnuta a protlačena vzad ani vybočena do strany. Váha má být rozložena mezi přední, vnější a zadní stranu chodidla, přenáší se mírně vpřed.*“

Vadné držení těla je posuzováno jako držení, které vykazuje jisté odchylky od toho správného a tyto odchylky ještě nejsou trvale fixovány a tudíž je zde možnost určitými cestami dojít k nápravě.

Podle Hnízdila a kol. (2005) se hlavní vady v držení těla vyskytují v oblasti hrudní páteře (hyperkyfotické držení, které způsobuje zvětšená hrudní kyfóza nebo svalová dysbalance v oblasti pletenců ramenních) a bederní páteře (hyperlordotické držení s prohloubenou bederní lordozou a zvětšeným pánevním sklonem a svalovou dysbalancí svalů v oblasti beder a pánve). Porucha opačného charakteru tzv. plochá záda se vyznačují naopak zmenšením fyziologických zakřivení páteře. Boční vybočení páteře v rovině čelné do tvaru písmene C nebo S je takzvaným skoliotickým držením těla. K vadám držení dochází i u dolních končetin a to především k poruchám tvaru nožní klenby (příčně nebo podélně plochá noha) a kolen (vbočená nebo vybočená kolena).

Svalová nerovnováha neboli svalová dysbalance, která je jednou z příčin vadného držení těla, vzniká především špatným tělesným zatěžováním špatnými reflexy, působícími na posturální stereotyp. Svalová dysbalance začíná obvykle ochabnutím určitých svalů. Není-li toto ochabnutí včas vyrovnáno, dochází k zafixování poruchy zkrácením antagonistických svalů.

### **2.2.3.1 Držení těla lezců**

Rozborem svalových funkcí a pohybových stereotypů ve sportovních disciplínách volné lezení a judo se zabývali Riegrová a kol. (2003). Testování probandi byli pouze muži. Obtížnost lezených cest zkoumaných lezců se pohybovala o 6+ do 10+ stupnice obtížnosti UIAA, v průměru 7 stupeň. Výsledkem testování skupiny lezců byl překvapivě nízký až nulový nález zkrácení a substitučních pohybových stereotypů na rozdíl od judistů. Tento rozdíl mezi oběma skupinami testovaných sportovců byl více než signifikantní. Občasný výskyt svalového zkrácení u sledovaného souboru lezců byl v přímém vztahu k výkonnosti lezců a době, po kterou se touto činností zabývali. Skupina lezců se věnovala tomuto sportu v rozmezí 1 roku až 9 let, při obtížnosti výše uvedené. Výsledkem bylo překvapující zjištění nepřímé úměry, a to čím kratší doba lezení, tím větší výskyt svalových zkrácení u jednotlivců. Nejproblematictější svalovou skupinou byl m. trapezius a v o něco menší míře zkrácení vzpřimovač trupu v bederní oblasti. Substituční pohybové stereotypy nalezeny nebyly.

### **3. CÍLE PRÁCE**

Cílem této práce je analyzovat faktory obecné a specifické tělesné zdatnosti u lezce světového významu.

### **4. ÚKOLY PRÁCE**

Z výše uvedených cílů práce vyplynuly tyto dílčí úkoly:

- oslovení konkrétního jedince vhodného pro uskutečnění této práce
- vybrat vhodné testy, které odpovídají zadaným cílům práce
- zajištění prostoru a pomůcek pro vlastní testování
- realizace testování a měření + záznam naměřených hodnot
- vyhodnocení získaných výsledků a porovnání s výsledky jiných studií

## 5. METODIKA

Metodou, kterou jsem zvolil pro dosažení cíle této práce, je případová studie. Ta je dle Hendla (1997) definována jako strategie pro provádění výzkumu, který se týká empirického zkoumání předem určeného fenoménu přítomnosti v rámci jeho reálného kontextu. V tomto případě se jedná o deskriptivní osobní případovou studii, kde jde o podrobný výzkum a popis jedné určité testované osoby. To znamená rozbor aktuálního stavu testovaného jedince, který se dokumentuje a analyzuje. Hlavní oblastí pro obsah této případové studie bylo zvoleno testování a zjišťování obecné a specifické tělesné zdatnosti testovaného jedince se všemi jejími faktory důležitými pro lezecký sport. Pro získání informací o daném objektu, které vedly k dosažení cíle v této práci bylo provedeno laboratorní i terénní měření a testování.

### 5.1 Soubor

Testovaný jedinec je fenoménem světového lezení, a to hlavně v oblasti sportovního lezení a soutěžního lezení na obtížnost. Pochází z „lezecké“ rodiny. Lezení je oblíbeným sportem otce, matky a starší sestra se věnuje taktéž soutěžnímu lezení na obtížnost. S tímto sportem začal již v dětském věku od 6 let a velmi brzy se vypracoval mezi uznávané světové lezce. Ve věku 16 let, to znamená nejzazší spodní věková hranice pro vstup do okruhu Světového poháru v lezení na obtížnost, tento pohár vyhrál a potvrdil tak své kvality. Tento Světový pohár se uskutečňuje na umělých lezeckých stěnách. Mimo tento úspěch dosahuje obdivuhodných výsledků při přelézání nejobtížnějších sportovních lezeckých cest ve skalních oblastech celého světa. Jeho nejobtížnější přelez lezecké cesty ve stylu OS je 10+, ve stylu RP 11+ a to podle klasifikace UIAA.

Testovaný jedinec je studentem gymnázia a ve větší míře neprovozuje jiné sporty než sportovní lezení. Z toho lze usuzovat, že sledované charakteristiky budou ovlivněny právě a pouze sportovním lezením. Testovaný objekt nevyužívá ve svém tréninku služeb žádného trenéra. Dle jeho vyjádření trénuje i leze podle aktuálních pocitů.

## 5.2 Realizace výzkumu

Testování a měření bylo realizováno ve standardních podmínkách laboratoře sportovní motoriky FTVS UK a v prostorách sportovního centra SC Palmovka v Praze.

Formou dotazování jsme zjišťovali základní údaje ohledně věku, výkonnosti v lezení (maximální přelez OS a RP) a délky lezecké praxe.

Poté bylo provedeno příslušné měření a testování, které se skládalo ze zjišťování a testů obecné tělesné zdatnosti a specifických testů, určujících předpoklady pro vysokou výkonnost v lezení, potažmo v soutěžním lezení. Zabývali jsme se faktory strukturálními (výška, hmotnost, složení těla), faktory funkčními (zátěžový test, flexibilita) a rozbořem držení těla. Dále následovaly motorické testy zkoumající silové schopnosti měřeného objektu (ruční dynamometrie, testy na hrazdě, liště a campusu). Soubor testů byl vybrán s ohledem na jiné, již provedené studie lezecké problematiky s využitím těchto testů a v ostatních případech bylo použito standardizovaných testů motorických schopností.

Ve všech testech jsme u sledovaného objektu měřili a zapisovali výsledky nejvyššího možného, to znamená maximálního výkonu, kterého byl objekt v momentální výkonnostní formě schopen.

## 5.3 Testy a zjišťování tělesné zdatnosti

### 5.3.1 Faktory strukturální (antropometrické údaje)

**Tělesná výška („výška“)** – měřený objekt zaujme vzpřímený stoj spatný, paže připažené. Pomocí lékařského výškoměru se změří tělesná výška, která je uváděna v centimetrech.

**Tělesná hmotnost („hmotnost“)** – vážený objekt zaujme postoj ve spodním prádle na digitální váze, kde je možno z displeje odečíst tělesnou hmotnost v kilogramech s přesností 0,1 kg.

**Složení těla („TUK“)** – k určení složení těla bylo využito bioelektrické impedance. Bioelektrická analýza (BIA) se zakládá na šíření střídavého proudu nízké intenzity bioelektrickými strukturami. Měřená osoba se položí na lehátko do vodorovné polohy, zůstává oblečen, je pouze bez bot a ponožek. Měření bylo provedeno podle zadání výrobcem měřicího zařízení. V rámci našeho měření bylo použito tetrapolární impedance Nutriguard-M. Získané výsledky byly zpracovány softwarem taktéž dodaným výrobcem. Z naměřených údajů bylo stanoveno množství tělesného tuku. Tato metoda zjišťování složení těla je poměrně jednoduchá na provedení, finančně nenáročná, minimálně zatěžující sledovaný objekt, a proto je ve sportovní oblasti hojně využívána.

### 5.3.2 Faktory funkční

#### Testy aerobní zdatnosti

**Stupňovaný zátěžový test do vita maxima („běhátka“)** – tento test hodnotí maximální úroveň aerobní zdatnosti. Posuzovány byly maximální příjem kyslíku  $VO_{2max}$  a další hodnoty metabolickým analyzátozem TEEM 100 ( Německo). Srdeční frekvence byla snímána během testu (Polar RS 400, Finsko). Na počátku testu se jedinec „rozběhává“ na pohyblivém pásu při nižších rychlostech 8 a 10 km/h, sklonu 0 %, po dobu 4 minutového rozcvičovacího zatížení, po kterém následuje krátká 2 minutová přestávka. Samotný test začíná na mírně vyšší úrovni zatížení než probíhalo samotné zahřívání organismu. Postupně v intervalu 1 minuty dochází k plynulému zvyšování zatížení a před dosažením maximálních hodnot byl sklon „běhátka 5 %. Toto zatížení se zvyšuje až do doby dosažení vita maxima, tj. subjektivního vyčerpání testovaného jedince.

#### Testy svalové zdatnosti a specifické testy silových schopností lezce

**Ruční dynamometrie („handg $L$ , handg $P$ “)** – testovaný objekt drží dynamometr dle instrukcí výrobce v upažení dolů a vyvíjí na něj flexí prstů zvyšováním úsilí maximální tlak po dobu dvou sekund. Paže ani ruka testovaného se nesmí dotýkat těla respektive dolní končetiny. Testování se provádí dvakrát na dominantní i nedominantní ruce. Jako platný výsledek se považuje vyšší hodnota ze dvou naměřených. Hodnota se udává v kg nebo v N (Měkota, Blahuš, 1983).

**Výdrž ve shybu („výdrž ve shybu“)** – úkolem tohoto testu je změření doby, po kterou je testovaná osoba schopna vydržet viset ve shybu nadhmatem s úchopem v šíři ramen na hrazdě o průměru 2,5 cm, kdy brada je v poloze nad hrazdou. Testovanému jedinci je povolena externí dopomoc při zaujímání výchozí polohy. Test je ukončen poklesem brady měřeného jedince pod úroveň hrazdy. Čas je měřen s přesností na desetinu sekundy. Tento test sleduje statickou silovou vytrvalost flexorů ramenního a loketního kloubu (Měkota, Blahuš, 1983).

**Shyby nadhmatem („shyby“)** – tento test má za úkol otestovat lokální dynamickou vytrvalost flexorů loketního a ramenního kloubu. Test se provádí na hrazdě o průměru 2,5 cm, která při visu jedince s nataženými pažemi nedovoluje dosáhnout dolními končetinami na zem. Jedinec se pověsí na hrazdu nadhmatem a provádí shyby plynulým pohybem tak, že v poloze nahoře musí být brada nad hrazdou a poloze dole musí mít propnuté paže (bez švihů a kopání). Do konečného výsledku se počítá pouze celý dokončený cvik do úplného protažení paží. Výsledkem je maximální počet správného provedení daného cviku (Měkota, Blahuš, 1983).

**Výdrž ve shybu na jedné ruce L/P („výdrž ve shybu na L/P“)** – tento test se provádí opět na hrazdě o průměru 2,5 cm. Testovaný jedinec se pověsí do shybu pohmatem na jedné ruce, kdy brada je v poloze nad hrazdou. Čas se měří s přesností na desetinu sekundy do doby, než brada klesne pod hrazdu. Test opět sleduje silovou vytrvalost flexoru ramenního a loketního kloubu, tentokrát u každé z horních končetin zvlášť. Testují se obě horní končetiny.

**Shyb na jedné ruce L/P („shyb na jedné ruce L/P“)** – testovaný jedinec provede vis na jedné paži na hrazdě o průměru 2,5 cm. Druhou rukou má možnost opírat se o držadlo kladkostroje, kde jsou odnímatelná závaží. Testovaná osoba provede shyb na jedné paži s dopomocí opření se o držadlo druhou paží. Pokud se shyb podaří, odebere se část závaží a testovaná osoba po přiměřeném odpočinku provádí test znovu. Testují se obě horní končetiny. Výsledkem je nejmenší možné závaží, se kterým je jedinec schopen provést shyb a udává se v kg.

**Vis na liště („vis na liště 2,5 cm“)** – tento test je určen pro testování silové vytrvalosti flexorů prstů. Testovaný jedinec provede vis na napnutých nebo mírně pokrčených pažích na šířku ramen na liště široké 2,5 cm. Vis je proveden na II. až V. prstu v mírné flexi kloubů těchto prstů. Lišta je umístěna vodorovně a jedinec při visu nedosahuje dolními končetinami na zem. Výsledkem je čas měřený v sekundách s přesností desetiny sekundy, který se měří do doby opuštění lišty prsty testovaného jedince. Tento test použil v diplomové práci Šefl (2009).

**Vis na jedné ruce na liště L/P („vis na jedné ruce na liště 3,5 cm L/P“)** – tento test testuje silovou vytrvalost flexorů prstů na jednotlivých horních končetinách zvlášť. Testovaný jedinec provede vis na jedné paži na liště široké 3,5 cm, kdy vis je proveden na II. až V. prstu v mírné flexi kloubů těchto prstů. Vis je proveden v takové výšce, aby testovaný jedinec nedosáhl dolními končetinami na zem. Výsledkem je čas měřený v sekundách s přesností desetiny sekundy, který se měří do doby opuštění lišty prsty testovaného jedince.

**Přešah („přešah campus“)** – tímto testem se testují explozivně silové schopnosti horních končetin plus pletence ramenního i zádového svalstva se specifickým zatížením prstů, které se podobá lezecké technice v reálném prostředí skal nebo umělé stěny. Testovaný jedinec provede vis na liště široké 2,5 cm, kdy úchop je na šířku ramen. Lišta je ve výšce, která nedovoluje dotyk země dolními končetinami. Jedinec provede z visu dynamický odraz a snaží se dosáhnout pravou respektive levou rukou co nejvýše. Test se provádí střídavě na pravé i levé končetině a testovaný jedinec má na každou stranu dva pokusy. Výsledkem je dosáhnutá vertikální vzdálenost od lišty, měřená v centimetrech s přesností na centimetry. Počítá se lepší pokus u každé končetiny.

### **Testy flexibility**

**Flexibilita – hloubka předklonu v sedě („hloubka předklonu“)** – Testovaný objekt zaujme polohu sed před testovacím zařízením a chodidly se opře o jeho přední stěnu. Dolní končetiny musí být po celou dobu testu propnuté. Objekt předpaží a pomalu provádí předklon. Napnutými prsty posunuje měřicí část přístroje po délkovém měřítku.



V maximální poloze je potřeba vydržet minimálně dvě sekundy. Není možno provádět pohyb hmitem. Výsledná hodnota se udává v centimetrech (Měkota, Blahuš, 1983).

***Flexibilita – specifický test lezecké flexibility („Flex 1L, Flex 1P, Flex 2L, Flex 2P, Flex 3L, Flex 3P“)*** – soubor tří testů, které mají za úkol testovat specifickou lezeckou flexibilitu, jejímž ukazatelem je u lezců především rozsah pohybů v kyčelním kloubu.

- ***Flex1 – tzv. adaptovaný Grantův test zvednutí dolní končetiny*** – testovaný objekt stojí čelem k měřicí stěně na šířku ramen. Vzdálenost palců dolních končetin od měřicí stěny je 23 cm. Jedinec provede pokrčití upažmo dolů vpřed, dlaněmi se opře o stěnu tak, aby prsty směřovaly vzhůru. V místě, kde se jedinec opírá dlaněmi, jsou vedena vertikální měřidla s dělením 1 cm. Jedinec provádí flexi v kyčelním i kolenním kloubu stranou od těla a špičku chodidla táhne podél měřidla v ose opřené dlaně co nejvýše. Dlaně zůstávají stále opřeny o stěnu. Měření se provádí postupně na pravé i levé dolní končetině. Výsledkem je vzdálenost od podložky po nejvýše dosažené místo špičkou chodidla. Vzdálenost se udává v centimetrech.
- ***Flex2 – zvednutí dolní končetiny specifické pro lezení*** – v tomto testu jde opět o testování rozsahu kyčelního kloubu. Počáteční poloha testovaného jedince je blíže skutečné poloze při lezení. Testovaný jedinec stojí na liště respektive stupech vzdálených od sebe na šířku ramen, které jsou vertikálně spojeny měřicí lištou s chyty. Tyto chyty, kterých se jedinec drží, jsou umístěny ve výšce, která odpovídá výšce testovaného jedince a jsou opět od sebe vzdáleny na šíři ramen. Testovaný objekt se snaží flexi v kyčelním a kolenním kloubu sunem špičky chodidla podél měřicí lišty dosáhnout co nejvýše. Ruce se stále drží chytů a stojná noha se nezvedá ze stupu. Test se provádí pravou i levou dolní končetinou. Výsledkem je vzdálenost od stupu po nejvýše dosažený bod špičkou chodidla. Vzdálenost se udává v centimetrech.

- ***Flex3 – zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni*** – tento test nám ukazuje míru rozsahu pohybu kyčelního kloubu a je ukazatelem dynamické flexibility. Testuje specifickou lezeckou schopnost udělat dlouhý vertikální krok a přenést hmotnost těla na výše postavenou dolní končetinu. Test vychází ze stejné výchozí polohy jako test Flex2. Nastavitelný stup resp. lišta je připevněna mezi startovací stupy a chyty do té výšky, o které je testovaný jedinec přesvědčen, že zvládne provést vertikální krok s přenesením váhy a nasednutím na vyšší nohu. Pokud jedinec krok zvládne, lišta se posouvá o 5 cm výše. Při prvním neúspěšném pokusu se snižuje výška lišty o 2 centimetry a pokus se opakuje. Pokud je tento úspěšný, je tento pokus brán jako konečný výsledek, který je udáván v centimetrech. Tyto testy byly již použity při testování lezců Draperem, Brentem, Hodgsonem a Blackwellem (2009).

### **5.3.3 Držení těla**

***Rozbor držení těla*** – rozbor držení těla byl proveden fyzioterapeutem aspekci a palpaci.

## 6. VÝSLEDKY

Výsledky jsou zde zapsány a seřazeny do tabulek, kde tab. č. 13 obsahuje obecné charakteristiky jedince, tab. č. 14 antropometrické charakteristiky, tab. č. 15 hodnoty testů zjišťujících úroveň aerobní zdatnosti, tab. č. 16 hodnoty dosažené při testech flexibility a tab. č. 17 obsahuje hodnoty dosažené při testech silových schopností testovaného jedince.

### Obecné charakteristiky jedince

Tabulka č.13 Hodnoty obecných charakteristik.

Věk	Pohlaví	Délka lezení (roky)	Nejobtížnější přeлез cesty OS <sup>1</sup> UIAA	Nejobtížnější přeлез cesty RP <sup>2</sup> UIAA
16,8	muž	9,0	10+	11+

<sup>1</sup> On Sight

<sup>2</sup> Rot Punkt

### Strukturální faktory tělesné zdatnosti testované osoby

Tabulka č.14 Antropometrické charakteristiky.

Výška (cm)	Hmotnost (kg)	% Tělesného tuku
181,9	59,3	4,3

### Funkční faktory tělesné zdatnosti testované osoby

Tabulka č.15 Hodnoty motorických testů aerobní zdatnosti

Charakteristiky aerobní zdatnosti						
VO <sub>2max</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	VO <sub>2max</sub> (l.min <sup>-1</sup> )	V <sub>max</sub> (l.min <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	SF <sub>max</sub> (tep.min <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>	LA <sub>max</sub> (mmol.l <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>	ANP (tep.min <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup>	% VO <sub>2max</sub> <sup>6</sup>
55,4	3,28	117,0	198	12,1	180	78,4

<sup>1</sup> maximální příjem kyslíku

<sup>2</sup> maximální minutová ventilace

<sup>3</sup> maximální srdeční frekvence

<sup>4</sup> maximální hladina krevního laktátu

<sup>5</sup> anaerobní práh

<sup>6</sup> relativní hodnota maximálního příjmu kyslíku

Tabulka č.16 Hodnoty motorických testů flexibility

Charakteristiky flexibility						
Flex1P (cm) <sup>1</sup>	Flex1L (cm) <sup>1</sup>	Flex2P (cm) <sup>2</sup>	Flex2L (cm) <sup>2</sup>	Flex3P (cm) <sup>3</sup>	Flex3L (cm) <sup>3</sup>	Hloubka předklonu v sedě (cm)
156,0	156,0	209,0	220,0	182,0	182,0	31,0

<sup>1</sup> adaptovaný Grantův test zvednutí dolní končetiny P/L

<sup>2</sup> zvednutí dolní končetiny specifické pro ležení P/L

<sup>3</sup> zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni P/L

Tabulka č.17 Hodnoty motorických testů silových schopností.

Charakteristiky silových schopností				
Handg L (kg) <sup>1</sup>	Handg L rel <sup>2</sup>	Handg P (kg) <sup>1</sup>	Handg P rel <sup>2</sup>	Shyby (počet)
53,9	0,91	49,1	0,83	23
Výdrž ve shybu (s)	Výdrž ve shybu na L (s)	Výdrž ve shybu na P (s)	Shyb na jedné ruce L (kg)	Shyb na jedné ruce P (kg)
100,0	10,9	6,2	10,0	10,0
Vis na liště 2,5cm (s)	Vis na jedné ruce na liště 3,5cm (s) L	Vis na jedné ruce na liště 3,5cm (s) P	Přešah campus L (cm)	Přešah campus P (cm)
116,6	27,1	38,5	99,0	101,0

<sup>1</sup> Handgrip L/P

<sup>2</sup> Handgrip relativní L/P

## **Rozbor držení těla**

**Nález:** Celkově skoliotické, ochablé držení těla s předsunutým držením.

- Hlava držena v úklonu a rotaci doleva.
- Ramena rotována proti směru hodinových ručiček, protrakce obou ramen, více vpravo. Elevace ramen - výrazně vpravo.
- Výrazně odstávající lopatky oboustranně (oslabení dolních fixátorů lopatky).
- Postavení trupu - předsunuté držení trupu s předsunutým držením hlavy.
- Trup držen v úklonu doleva.
- Při všech pohybech v Th páteři (rotace, úklony, předklon, záklon) omezené rozvíjení střední oblasti Th páteře.
- Skoliózní postavení celé páteře tvaru „S“ s vrcholem v Th 10 vlevo.
- Oploštělá krční lordóza.
- Oploštění hrudní kyfózy, výrazné prohloubení bederní lordózy v Th-L přechodu.
- Nestabilní oblast Th-L přechodu.
- Asymetrie břišních svalů.
- Zkrácená thorakolumbální a postranní fascie.
- Nádechové postavení hrudníku. Dechová vlna doprovázena souhyby pletenců ramenních.

**Stoj** - výrazně ochablé držení těla, PDK držena v lehkém zanožení, DDK drženy v zevní rotaci – více vpravo, hyperextenze obou kolen, příčněplochá noha oboustranně

**Chůze** - omezené souhyby horních končetin, omezené odvíjení plosek, omezená extenze v kyčelních kloubech, chybí dynamika v Th páteři

**Pánev** - lehká anteverze pánve, vybočení pánve doprava, bolestivost vazů pánve vpravo

**Sed** - výrazně ochablé držení těla

**Zkrácené svaly** - tensor fasciae latae vpravo, hamstringy oboustranně – výrazně vlevo

## 7. DISKUZE

V posledních dvou až třech desetiletích se sportovní lezení stává velmi populárním sportovním odvětvím. Stává se tak zřejmě proto, že sportovní lezení jak na skále tak na umělých stěnách ztratilo ze své psychické obtížnosti, spojené s obtížným čtením skály, vlastním zajišťováním lezených cest a strachem z nebezpečného pádu. S vymizením těchto faktorů se z lezení stává opravdový sport, který, jak je známo z jiných disciplín, je charakteristický měřením jednotlivých výkonů a porovnáváním výsledků s určením nejlepšího lezce či lezkyně.

A zde se již v různých studiích začínají hledat ideální charakteristiky jednotlivce pro toto odvětví sportu. Objevuje se potřeba vědět, jak má člověk vypadat z pohledu antropometrie, fyziologie, tělesné zdatnosti a dalších oborů, aby z něj byl elitní lezec s potenciálem vítěze. Výsledky těchto studií nám dávají možnost určit, v jaké skupině jedinců hledat lezecký talent a u koho je možné predikovat kvalitní lezecké výkony.

Výsledky našeho měření nám umožňují vidět vybrané fyziologické charakteristiky jednoho z nejlepších lezců současnosti a dovolují nám rozpoznat, jak se liší od „nelezců“, rekreačních lezců a elitních lezců.

### Strukturální faktory

Antropometrickými charakteristikami lezců různých kvalit se zabývalo několik studií. Většina výzkumníků se shodla, že v průměru je elitní lezec střední až menší postavy s nízkou hmotností a nízkým procentem tělesného tuku.

Watts et al. (1993) zkoumal dospělé lezce na mezinárodních lezeckých závodech, kde měřil antropometrické charakteristiky semifinalistů ( $n = 21$ , lezená obtížnost 10 UIAA) a finalistů ( $n = 7$ , lezená obtížnost 10+/11- UIAA). Výsledky ukázaly a potvrdily pravidlo o střední výšce postavy, nízké hmotnosti a nízkém % tělesného tuku. Semifinalisti 1,78 m / 66,6 kg / 4,7 % (výška / hmotnost / % tělesného tuku), finalisti 1,79 m / 62,4 kg / 4,8 % (výška / hmotnost / % tělesného tuku). V další studii Watts et al. (2003) zkoumal také tyto charakteristiky u mladých sportovních lezců, účastníků Amerického mistrovství juniorských lezců. Měření se účastnilo 90 mladých lezců, z čehož bylo 52 mužů, jejichž výsledky prezentujeme. V průměru tito mladí lezci lezli cesty obtížnosti 8 UIAA, což je řadí mezi kvalitní lezce s pravidelným tréninkem a

v průměru se věnovali lezecké činnosti 3,2 let. Je nutno upozornit, že průměrný věk těchto jedinců je 13,5 let, což se odráží ve výsledcích, pokud je porovnáme s jinými studii. Watts et al. (2003) dochází k výsledkům 1,62 m / 51,5 kg / 4,4 % (výška / hmotnost / % tělesného tuku). Měření potvrdilo, že mladí lezci mají podobné charakteristiky jako elitní dospělí lezci. Grant et al. (1996) porovnával charakteristiky výkonnostních lezců (178,9 m / 74,5 kg / 14,0 % / >6+ UIAA) s rekreačními lezci (179,4 m / 72,9 kg / 15,3 %) a nelezci (179,4 m / 70,9 kg / 12,7 %) (výška / hmotnost / % tělesného tuku). U tohoto výzkumu nelze přesně říci nakolik byla skupina výkonnostních lezců reprezentativní, jelikož rozsah lezené obtížnosti od 6+ UIAA není dnes považována za špičkovou. Ze svých výsledků Grant et al. (1996) konstatoval, že nízké procento tělesného tuku není pro horolezce určujícím pro špičkové výkony. Nutno podotknout, že Grant použil jako srovnávací skupinu „nelezců“ sportovce, kteří se vyznačovali sníženým procentem tělesného tuku oproti běžné populaci podle Havlíčkové (2006).

K podobným výsledkům došel i Baláš a kol. (2008) u lezců, kteří lezou obtížnosti 7 – 9 UIAA, která ukazuje, že jde o výkonnostní lezce, ale stále nedosahují kvalit elitních lezců. Jejich údaje byly následovné: 1,83 m / 74,0 kg / 12,7 %.

Výsledky měření našeho elitního lezce, který leze lezecké cesty nejvyšších obtížností, z větší části potvrzují tvrzení většiny studií o somatotypech špičkových lezců. Měření strukturálních faktorů testovaného jedince jsou **181,9 cm / 59,3 kg / 4,3 %** (výška / tělesná hmotnost / % tělesného tuku). Z těchto výsledků je patrné, že uvedený jedinec naprosto splňuje očekávané předpoklady pro špičkového lezce. Dokonce by se dalo říct, že se svými hodnotami více odklání od hodnot průměrné populace či rekreačních a výkonnostních lezců.

Výška postavy se nám ještě nijak signifikantně neliší od v jiných studií naměřených hodnot. Hodnoty těsně kolem 180 cm se objevují v mnoha pracích o antropometrii špičkových lezců. Výjimku tvoří pouze práce Wattse (2003), zde ovšem ovlivňuje všechny měřené hodnoty průměrný věk testovaných osob. Pokud ovšem porovnáme hodnotu výšky našeho testovaného jedince s hodnotou průměrné mládeže v ČR provedené Bláhou a kol. (2005), která je v průměru 179,5 cm u 17-ti leté mládeže, je třeba konstatovat, že tvrzení o menší postavě elitních lezců v tomto případě neplatí. To podporuje konstatování Schweizera a Furrera (2007) in Baláš (2009) o malé závislosti lezeckého výkonu RP na tělesné výšce.

U hodnoty tělesné hmotnosti se dostáváme k potvrzení předchozích studií o nízké tělesné váze špičkových lezců. Náš elitní lezec se svou tělesnou hmotností 59,9 kg (při výšce 181,9 cm) dostává pod hodnoty většiny předchozích studií, opět kromě Wattse (2003), z dříve popsaných důvodů. Výsledky našeho měření opět potvrzují výsledky Schweizera a Furrera (2007) in Baláš (2009) o významné záporné korelaci mezi tělesnou hmotností a lezeckým výkonem RP. Pouze Watts (1993) in Watts (2004) se přiblížil se svými finalisty (cesty lezecké obtížnosti 10+/11- UIAA) k tělesné hmotnosti našeho jedince, a to ještě s významným rozdílem. V porovnání s průměrnou populací 17-ti leté mládeže Bláha a kol.(2005), kde je průměrná hodnota 67,8 kg, zjišťujeme velmi podprůměrnou hodnotu tělesné váhy. Z předchozích studií vyplývá, že tato nízká váha je jedním z faktorů, které přispívají k vysokým lezeckým výkonům.

Nízké procentuální množství tělesného tuku je jedním z dalších ukazatelů vysoké výkonnosti v lezení, který je měřen ve většině prací. Watts (1993, 2003) se při měření finalistů, semifinalistů mezinárodních závodů a 90 mladých lezců dostává k hodnotám kolem 5 % tělesného tuku, což jsou podle Havlíčkové (2006) hraniční hodnoty důležité pro život člověka mužské populace. V těchto hodnotách a to přesně 4,3 % se pohyboval i náš měřený jedinec. Tyto hodnoty jsou jedny z nejnižších hodnot tělesného tuku u sportovců. Další studie provedené Grantem (1996), Balášem a kol. (2008) se pohybovaly v rozmezí 12-15 %, ovšem zde se může projevit problém v rozdílnosti techniky měření, a proto je třeba brát srovnání těchto prací s určitou rezervou. Pokud budeme srovnávat procentuální hodnoty tělesného tuku našeho měřeného jedince s průměrnou populací 17-ti leté mládeže provedené v testech tělesné zdatnosti Seligera a kol. (1977), což je průměrná hodnota 13,8 %, zjišťujeme opět velmi podprůměrnou hodnotu. Na množství tělesného tuku je závislá celková tělesná hmotnost lezce, která jak jsme naznačovali dříve, je jedním z předpokladů vysokého výkonu a je jedna z hodnot, kterou může lezec ovlivnit.

Hodnoty výšky, váhy a % tělesného tuku jsou jedny z faktorů, které mohou být příslibem určitého lezeckého výkonu. Ve dvou z těchto hodnot se náš jedinec velmi evidentně lišil od průměrů běžné populace svého věku a s menším rozdílem i od ostatních výkonnostních a elitních lezců. Pokud výška jedince nemá na lezecký výkon nijak signifikantní vliv, jak bylo poznamenáno výše, tak celková hmotnost našeho jedince vzhledem k jeho výšce a procentuální hodnota jeho tělesného tuku potvrzují



v několika studiích popsané charakteristiky elitních lezců a předurčují jej ke špičkovým výkonům.

## **Funkční faktory**

### **Maximální srdeční frekvence SF, maximální příjem kyslíku $VO_{2max}$ a maximální krevní laktát $LA_{max}$**

Většina provedených studií, jejichž cílem bylo zjištění SF,  $VO_2$  a LA u sportovních lezců se zaměřilo na měření těchto hodnot přímo při lezecké činnosti. Pouze v některých pracích byly porovnávány výsledky získané při lezení s hodnotami získanými na standardizovaných zařízeních pro zjišťování základní aerobní zdatnosti (pohyblivý pás „běhátko“, bicyklový ergometr).

Mnoho studií (Mermier et al. 1997; Giles et al. 2006; Billatová et al. 1995; Watts et al. 2000) bylo provedeno na umělých stěnách či lezeckých trenažérech s rozdílným sklonem, rozdílnou obtížností cest, lezení známé či neznámé cesty, rychlosti lezení atd.

Hodnoty SF se v těchto pracích pohybovaly od 130 – 180 tep.min<sup>-1</sup>, hodnoty  $VO_2$  v rozmezí 25 – 35 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> a hodnoty LA v rozmezí 2 – 6 mmol.l<sup>-1</sup>.

Srovnávání těchto hodnot je velice problematické vzhledem k rozdílnosti metod zjišťování a dalších proměnných ohledně samotných lezců, kteří jsou každý individualitou se svými fyziologickými charakteristikami. Následně nám tyto hodnoty nedávají žádnou informaci o základní aerobní zdatnosti zkoumaných lezců.

Jedna ze studií, kde zkoumané objekty dosáhly vyšší hodnoty příjmu kyslíku, které by mohly mít určitou vypovídající hodnotu vzhledem k základní aerobní zdatnosti byla studie od Booth et al. (1999) in Watts et al. (2004). Lezci zde dosahovali průměrných hodnot SF 157 tep.min<sup>-1</sup> a  $VO_2$  43,8 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Booth et al.(1999) in Watts (2004) konstatovali, že SF dosahovala 83 %  $SF_{max}$  a  $VO_2$  dosahoval 75 %  $VO_{2max}$ . Ovšem tyto maximální hodnoty  $SF_{max}$  a  $VO_{2max}$  „byly naměřeny na lezeckém ergometru při záměrné vysoké rychlosti lezení, která neodpovídá skutečnému průběhu lezení. Nám není známa korespondence těchto výsledků s měřením na „běhátku“ či bicyklovém ergometru. Z těchto naměřených výsledků bylo Boothem (1999) in Watts (2004) konstatováno, že hodnoty jsou na úrovni požadavku rychlého zotavení po intenzivním tréninku, jelikož se vyrovnají hodnotám naměřeným u gymnastů nebo hráčů týmových her.

Watts (2004) srovnal několik málo studií (Billatová et al. (1995) a Wilkins et al. (1996), Watts&Drobish (1998), ve kterých byla zjišťována úroveň maximálních hodnot základní aerobní zdatnosti lezců na standardizovaném zařízení „běhátku“, vesměs pro porovnávací účely s hodnotami při lezení.

Průměrné hodnoty dosažené v těchto pracích jsou následující (autor / nejvyšší lezená obtížnost UIAA /  $VO_{2max}$ , ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) : Billatová et al. (1995) / 8+ / 54,8; Wilkins et al. (1996) / - / 55,2; Watts&Drobish (1998) / 6- až 8- / 50,5.

Watts (2004) po rekapitulaci těchto prací konstatoval, že hodnoty  $VO_{2max}$  sportovních lezců jsou ve srovnání s hodnotami věkových norem průměrné populace hodnoceny jako výborné v úhlu pohledu základní aerobní zdatnosti. Dále ovšem uvádí, že ve srovnání s hodnotami vytrvalostně trénovaných sportovců, jejichž hodnoty  $VO_{2max}$  se pohybují v rozmezí 65 – 80 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> se výsledky lezců dají považovat za nízké. Dále vyvozuje ze svého souhrnu obecnou připomínku ke stavu trénovanosti aerobní zdatnosti lezců. Ta by se měla pohybovat ve svém ukazateli  $VO_{2max}$  mezi hodnotami 50 – 60 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Tato hladina umožňuje relativně rychlou regeneraci organismu po výkonu.

Billatová et al. (1995) konstatovali po porovnání výsledků své práce, že obecná aerobní zdatnost vyjádřená ukazatelem  $VO_{2max}$  hraje podružnou roli vzhledem k jiným fyziologickým faktorům lezce v rámci soutěžního lezení. Dále také jako jediní uvedli průměrné hodnoty maximální srdeční frekvence  $SF_{max}$  testovaných osob a to 205 tep.min<sup>-1</sup> a průměrnou maximální hladinu krevního laktátu  $LA_{max}$  10,9 mmol.l<sup>-1</sup>. Hodnoty taktéž naměřené při testech do „vita maxima“ na pohyblivém pásu „běhátku“.

Srovnávání hodnoty maximální srdeční frekvence  $SF_{max}$  je velmi diskutabilní, jelikož tato hodnota je velmi individuální a podle Havlíčkové a kol. (2006) nebyla zjištěna signifikantní ovlivnitelnost této hodnoty. Pro lezce zajímavým testem se zabýval Schoeff a kol. (2006) in Baláš (2009), který sledoval vliv nespecifického aerobního tréninku na  $SF$  během lezení do vyčerpání na rotujícím lezeckém ergometru. Lezci měli po jednom otočení ergometru 30 sekundovou přestávku a Schoeff a kol. měřili rozdíly  $SF$  na začátku a konci této přestávky. Rozdíly  $SF$  u lezců bez aerobního tréninku byly nižší už po prvním otočení ergometru. Po sedmi otočeních ergometru byl rozdíl již jen 2 tepy.min<sup>-1</sup>. Lezci s pravidelným aerobním tréninkem vykazovali pokles  $SF$ , který zůstával stejný po celou dobu testu. Z této studie vyplývá, že zvýšená úroveň obecné

aerobní zdatnosti hraje velkou roli při regeneraci ve vlastním lezení. Stejně jako  $SF_{max}$  tak i maximální hladina krevního laktátu  $LA_{max}$  je velmi individuální a může se pohybovat dle Havlíčkové v rozmezí 10 – 25 mmol.l<sup>-1</sup> podle typu sportovní disciplíny a fyziologických předpokladů jedince.

Při měření našeho testovaného jedince jsme zjistili tyto hodnoty kardiopirační zdatnosti  $VO_{2max}$  **55,4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>**,  $VO_{2max}$  **3,28 l.min<sup>-1</sup>**,  $SF_{max}$  **198 tep.min<sup>-1</sup>**,  $LA_{max}$  **12,1 mmol.l<sup>-1</sup>**, **maximální minutová ventilace  $V_{max}$  117,0 l.min<sup>-1</sup>**. Hodnota  $VO_{2max}$  odpovídá naměřeným hodnotám ve výše uvedených pracích. Tím potvrzuje, že v pohledu obecné aerobní zdatnosti vyjádřené hodnotou  $VO_{2max}$  se náš testovaný jedinec nijak neliší od ostatních výkonnostních lezců, i když testovaný počet jedinců v ostatních pracích je velmi nízký.

Hodnotami aerobní zdatnosti a tím pádem i kardiopiračními hodnotami průměrné zdravé populace dle věku se zabýval Seliger a kol. (1977). Ovšem srovnání jeho průměrných hodnot s našimi výsledky a tím vyhodnocení aerobní zdatnosti našeho jedince je minimálně problematická z důvodu jiného typu testu. Seliger a kol. (1977) prováděl měření na bicyklovém ergometru a toto měření jak již bylo uvedeno výše dle Plachety (1999) se vyznačuje hodnotami asi o 10 % nižšími než měření na „běhátku“. Dle Plachety (1999), je to způsobeno menším procentuálním zapojením velkých svalových skupin na bicyklovém ergometru než na „běhátku“. Přesto si můžeme dovolit toto hrubé srovnání s vědomím výše uvedeného 10 % rozdílu. Seliger a kol. (1977) dochází k výsledkům  $VO_{2max}$  47,1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $VO_{2max}$  3,13 l.min<sup>-1</sup>,  $SF_{max}$  194,2 u 17-ti leté populace. Podobné hodnoty  $VO_{2max}$  uvádí i Havlíčková a kol. (2006) pro 18-ti leté aerobně netréované muže, a to 46,5 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Pokud přihlídneme k 10 % rozdílu u Saligera, můžeme přiřknout našemu jedinci průměrnou aerobní zdatnost 17-ti leté průměrné zdravé mužské populace.

Ovšem při porovnání našich výsledků  $VO_{2max}$  s hodnotami, které udává Havlíčková kol. (2006) pro aerobně trénované jedince (60 – 80 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) docházíme k výsledku, že náš jedinec se jeví jako aerobně netréovaný. Tímto potvrzujeme i tvrzení Wattse (2004), který toto avizoval taktéž z úhlu pohledu aerobního tréninku.

Havlíčková a kol. (2006) dále uvádí jako jeden z ukazatelů aerobní zdatnosti aerobně trénovaných či netréovaných jedinců maximální minutovou ventilaci  $V_{max}$ , která se u netréovaných jedinců pohybuje v rozmezí 100 – 150 l.min<sup>-1</sup> a u trénovaných

150 – 200 l.min<sup>-1</sup>. Tuto hodnotu měřil i Seliger a kol. (1977) s průměrnými výsledky pro 17-ti letou populaci 98,1 l.min<sup>-1</sup>. Znovu je zde třeba upozornit na rozdílný typ testu u Seligera oproti našemu testu. Hodnota našeho měřeného jedince 117,0 l.min<sup>-1</sup> opět ukazuje na zařazení do skupiny netrénovaných jedinců, avšak rozhodně mezi lepší průměr ve své věkové kategorii průměrné populace.

### **Svalová zdatnost, specifická svalová síla a vytrvalost**

Obecné silové schopnosti a následně též specifické silové schopnosti vztažené především k horní polovině těla lezce jsou jedním z nejdůležitějších faktorů pro sportovní výkonnostní lezení.

Baláš (2009) ve své práci, shrnující několik studií, zabývajících se svalovou silou a silovou vytrvalostí a jejich testováním (Nachbauer, 1991; Watts et al., 1993; Grant, 1996 a další) konstatuje, že nejsilnějšími prediktory lezeckého výkonu z pohledu síly jsou tyto testy: vis na liště, výdrž ve shybu, ruční dynamometrie vztažená na hmotnost jedince.

### **Ruční dynamometrie**

Test ruční dynamometrie je jeden z testů, který je používán ve většině prací, zabývajících se silovými schopnostmi lezců. Vztah maximální síly stisku ruky lezce s lezeckým výkonem je ovšem nejednoznačný. Výsledky naměřené při testu ruční dynamometrie u našeho testovaného jedince dosahují těchto hodnot: **pravá ruka 49,1 kg, levá ruka 53,9 kg**. Většina uvedených prací prezentuje výsledky dominantní ruky. Watts (2003) prováděl měření u mladých výkonnostních lezců s průměrným věkem 13,5 let (8 UIAA) a srovnával jejich výsledky s mladými sportovci jiných disciplín. Dosahoval výsledků lezci 36,5 kg a nelezci 30,7 kg. Baláš a kol. (2009) sledoval 145 lezců různých lezeckých úrovní s průměrnými výsledky: lezci (9-/10 UIAA) 55,5 kg; lezci (7+/8+ UIAA) 51,1 kg; lezci (6/7 UIAA) 51,5 kg; lezci (3/5 UIAA) 44,9 kg. V jiné práci Baláš a kol. (2008) srovnával výkonnosti lezce (7/9 UIAA) 53,2 kg a rekreační lezce (3/6 UIAA) 45,3 kg. Grant et al. (1996) prováděl srovnání výkonnostních lezců (>6+ UIAA) 53,2 kg a rekreačních lezců (4 UIAA) 47,2 kg. Watts et al. (1993,1996) in Watts (2004) sledovali špičkové lezce (10 UIAA) 50,6 kg respektive 58,1 kg. Baláš a kol. (2008) ve své práci konstatuje, že vysoká úroveň stisku

ruky je spojena s lezeckým výkonem vysoké obtížnosti, pokud je eliminován vliv tělesné hmotnosti. Srovnáním výše uvedených hodnot s našim měřením vyplývá, že náš testovaný jedinec nijak nevyčnívá svou maximální silou ve stisku nad ostatní výkonnostní lezce. Výsledky zařazují našeho lezce do skupiny lezců, kteří lezou cesty obtížnosti nad 6+ UIAA, kde je již důležitý trénink a určitá časová zkušenost s lezením.

Rozdíl nastává, pokud použijeme k vyjádření relativní síly stisku ruky, poměr stisku ruky k tělesné hmotnosti. Tento poměr byl u našeho jedince: **pravá ruka 0,83; levá ruka 0,91**. Pokud se podíváme do tab. č. 11 je jasně vidět, že síla stisku ruky vztažena k tělesné hmotnosti je v těsném vztahu k lezeckému výkonu. Watts at al. (1993) in Watts (2004) sledovali špičkové lezce (10 UIAA) s poměrem 0,78. Baláš a kol. (2009) sledoval 145 lezců různých lezeckých úrovní s průměrnými výsledky: lezci (9-/10 UIAA) 0,76; lezci (7+/8+ UIAA) 0,73; lezci (6/7 UIAA) 0,68; lezci (3/5 UIAA) 0,59. I mladí lezci ve studii Wattse et al. (2003), kteří vykazovali vzhledem ke své kvalitě (8 UIAA) poměrně nízké absolutní hodnoty maximálního stisku (36,5 kg), dosahují v tomto poměru hodnot svých dospělých spolulezců 0,70 a projevuje se zde lezená obtížnost. U mladých nelezců Watts et al. (2003) naměřil i přes vyšší průměrnou tělesnou hmotnost daleko nižší hodnoty relativní síly stisku 0,55.

Pokud porovnáme tyto hodnoty s hodnotami našeho jedince, je zde patrný vysoký rozdíl. I když, jak je uvedeno, nedosahoval v absolutních hodnotách stisku ruky žádných rozdílů a byl spíše průměrný mezi výkonnostními lezci, tak v tomto poměru vzhledem k jeho tělesné hmotnosti dosahuje vysokých hodnot. Pokud si připomeneme poznámku, že tento test je jedním z hlavních prediktorů lezeckého výkonu, jsou evidentní nadprůměrné předpoklady pro vysokou lezeckou výkonnost našeho lezce.

### **Výdrž ve shybu**

Test výdrže ve shybu je dalším významným testem předpovídajícím lezeckou výkonnost u jednotlivých lezců. Baláš a kol. (2008) konstatuje, že tento test je nejprokazatelnějším, ve kterém se objevují největší rozdíly mezi výkonnostními a rekreačními lezci. Tímto testem se hodnotí svalová vytrvalost, která rozděluje lezce do skupin rekreačních až elitních.

Baláš a kol. (2009) u 145 lezců naměřil tyto průměrné výsledky: lezci (9-/10 UIAA) 77,8 s; lezci (7+/8+ UIAA) 53,8 s; lezci (6/7 UIAA) 45,1 s ; lezci (3/5 UIAA) 25,4 s.

V jiné práci Baláš a kol. (2008) srovnával výkonnosti lezce (7/9 UIAA) 58,0 s a rekreační lezce (3/6 UIAA) 34,9 s. Baláš a kol. (2008) při hodnocení výsledků konstatuje od 7 stupně obtížnosti UIAA musí vydržet alespoň 45-50 s ve shybu nadhmatem, aby nebyli limitováni svalovou vytrvalostí horních končetin.

Grant et al. (1996) prováděl srovnání výkonnostních lezců (>6+ UIAA) 53,1 s a rekreačních lezců (4 UIAA) 31,4 s. Následně upozorňuje, že svalová vytrvalost pletence ramenního je nutná hlavně v lezeckých cestách převislého charakteru, kde úloha dolních končetin ve smyslu stoupání klesá.

Šefl (2009) potvrzuje slova Baláše a kol. (2008) u lezců nad 7 stupeň UIAA. Při měření lezců (7/10 UIAA) ve své diplomové práci dochází k průměrnému výsledku 64,8 s.

Vomáčko (2008) ve své práci taktéž uvádí, že výdrž ve visu je nejdůležitějším prediktorem výkonu. Jako hranici pro výkonnostní lezení při obtížnostech nad 7 UIAA uvádí výdrž na úrovni 60 s.

Při testu výdrže ve shybu u našeho testovaného jedince jsme naměřili hodnotu rovných **100,0 s**. Tato hodnota je výrazně odlišná od hodnot výkonnostních lezců, natožpak rekreačních lezců. Pokud vezmeme v úvahu závěr studie Baláše a kol. (2008) a Vomáčka (2008), kde uvádí čas 45 s respektive 60 s jako limitní pro zvládnutí vyšších stupňů obtížnosti v lezení (nad 7 UIAA), pak tuto podmínku náš proband splňuje nadmíru. K hodnotě 100,0 s se nepřiblížila žádná ze studií a ukazuje se jako vysoce nadprůměrná. Tato svalová vytrvalost pletence ramenního a horních paží umožňuje našemu jedinci pohybovat se dlouhou dobu ve výrazně převislých těžkých cestách, kde jak již podotkl Grant et al. (1996) je větší váha těla přenesena na horní končetiny. Tato svalová vytrvalost dovolující lézt cesty nejvyšších obtížností odděluje elitní světové lezce od výkonnostních. Jedním z faktorů této svalové vytrvalosti, který umožňuje provádět takto dlouhé výdrže ve shybu, respektive dovolují dlouhodobý pobyt v převislých cestách je nízké procento tělesného tuku potažmo celková nízká tělesná hmotnost jedince.

## **Vis na liště**

Test vis na liště 2,5 cm je testem statické silové vytrvalosti svalů předloktí tzn. flexorů prstů. Tento test je opět podle Baláše a kol (2009) jedním z nejdůležitějších testů pro zjištění předpokladů pro lezeckou výkonnost.

Výsledkem našeho testu je dosažený čas visu na liště o šíři 2,5 cm **116,6 s**. Těmito hodnotám se nepřiblížily výsledky žádné z dále uvedených studií a svědčí to o mimořádné statické silové vytrvalosti. Touto hodnotou náš proband posouvá hranici elitních světových lezců dále od výkonnostních lezců a netřeba se zmiňovat o rekreačních lezcích.. Velkou výhodou pro dosažení takovýchto výsledků je opět nízká tělesná hmotnost s nízkým procentem tělesného tuku. Podle Měkoty a kol. (1983) je to zvýšená schopnost odolávat lokální svalové únavě. Tato statická silová vytrvalost je nezbytná u lezců lezoucích cesty vyšších obtížností, kde vzrůstají požadavky na tuto schopnost, ať již sklonem lezené cesty nebo její délkou.

Tímto specifickým testem se zabýval již Nachbauer (1987) in Baláš (2009), který ovšem prováděl testy na liště 1 cm široké. Baláš (2009) použil lištu o šíři 2,5 cm, která byla zvládnutelná i rekreačními lezci. Ve své práci dochází k těmto výsledkům: lezci (9-/10 UIAA) 71,7 s; lezci (7+/8+ UIAA) 50,1 s; lezci (6/7 UIAA) 32,2 s ; lezci (3/5 UIAA) 10,8 s. Z těchto údajů je zřetelný jasný rozdíl mezi jednotlivými skupinami, což potvrzuje konstatování Baláše o možnostech tohoto testu k predikci lezeckého výkonu.

Vomáčko (2008) ve své práci měřil dvě skupiny lezců. Obě skupiny obsahovaly účastníky měření, kteří lezli cesty obtížnosti (3/9 UIAA). První skupina prováděla vis na liště o šíři 5 cm a druhá skupina na liště o šíři 2,5 cm. Vomáčko (2008) publikuje průměrné výsledky 67,7 s respektive 43,8 s.

Šefl (2009) ve své práci publikuje u lezců (7/10 UIAA) průměrnou hodnotu 22,5 s, což nekoresponduje s žádnou další studií.

## **Vis na liště na jedné ruce**

Tento test je daleko bližší skutečnému lezení než test popsany výše. Opět je zde testována statická silová vytrvalost, ovšem na každé horní končetině zvlášť. Tímto testem se zabýval ve své práci Vomáčko (2008, s. 73), který ovšem prováděl test na umělém lezeckém chytu o rozměrech 9 cm délka, 2 cm šířka a 3 cm hloubka. Při měření dospěl k průměrným výsledkům u 30-ti probandů (mužů i žen dohromady) pro pravou

ruku 24,07 s a pro levou ruku 24,71 s., kdy konstatoval pouze mírnou rozdílnost v silové vybavenosti obou paží.

V našem měření testovaného jedince jsme naměřili hodnoty pro **pravou ruku 38,5 s** a pro **levou ruku 27,1 s**. Zde vidíme velký rozdíl ve statické silové vytrvalosti mezi oběma horními končetinami. Náš měřený lezec je pravák. Výkon na levé ruce je slabší, ale i tak je nadprůměrný z pohledu výsledků Vomáčka. Ovšem výsledky Vomáčka jsou ovlivněny i zahrnutím žen do sledované skupiny, u nichž můžeme očekávat nižší výkony. Rozdíl může být ovlivněn i šířkou lišty respektive chytu, kdy náš proband měl lištu o půl centimetru širší. Vyjádřit názor, že náš testovaný jedinec by byl v tomto testu nadprůměrný či podprůměrný oproti lezcům mužského pohlaví z důvodů těchto rozdílů nelze. V práci Vomáčka (2008, s. 73) jsou maximální a minimální časové rozpětí visu na pravé ruce 4,16 – 61,86 s a na levé ruce 8,46 – 59,24 s.

### **Shyby (počet)**

Tento test je zaměřen na dynamickou lokální vytrvalost paží a pletence ramenního. Tento test byl použit pouze v několika málo pracích. Grant et al. (1996) jej použil při srovnávání elitních lezců (>6+ UIAA) 16,2 shybů; rekreačních lezců (4 UIAA) 3,0 shybů; „nelezců“ 3,9 shybů. Ve výsledku práce konstatoval, že rozdíly nastávají mezi lezci až od 7 stupně obtížnosti lezených cest. V této kategorii obtížnosti se již objevují cesty převislého charakteru, kde vzrůstají požadavky na svalovou vytrvalostní sílu paží a pletence ramenního, která je základní charakteristikou vysokého lezeckého standardu.

Šefl (2009) taktéž uskutečnil tento test na výkonnostních lezcích (7/10 UIAA) s dosaženým průměrným výsledkem 18,6 shybů. Také on v závěru své práce konstatoval silnou závislost lezeckého výkonu na dynamické silové vytrvalosti horních končetin a pletence ramenního.

Vomáčko (2008, s. 85) ve své práci testoval rekreační i výkonnostní lezce (3/10 UIAA) a dosahuje průměrného výsledku 17,3 shybu. V této práci nebyla skupina rozdělena dle výkonnosti a tak není možno tyto výsledky srovnat s Grantem et al. (1996) a potvrdit jeho rozdělení lezců. Ve své práci se Vomáčko zmiňuje o pozitivním vlivu nízké tělesné hmotnosti na výkon ve shybech.



Tento test uskutečnil taky Měkota a kol. (1965) in Měkota a kol. (1983) na průměrném vzorku vysokoškoláků ve věku 18-19 let, kde průměrně dosáhl výsledku 5,8 shybů.

Při našem testování dosáhl náš testovaný jedinec **23 shybů**. Tento výkon je ve srovnání s předešlými studii nadprůměrný a naznačuje vysokou dynamickou lokální vytrvalost. Jak již bylo napsáno výše, není mnoho studií, které by se zabývaly tímto testem u lezců a tak určení, nakolik výkon našeho lezce převyšuje či nepřevyšuje výkonnostní nebo elitní lezce je problematické. Vomáčko (2008, s. 85) má ve své práci s 92 lezci rozpětí minimálního a maximálního počtu 7,0 až 33,0 shybů. Ovšem při porovnání našich výsledků s běžnou populací můžeme s určitostí naznačit, že tento výkon je vysoce nadprůměrný, což je dáno i charakteristikou lezeckého sportu, kde převládá izometrická a koncentrická práce svalů horních končetin a délkou praxe našeho měřeného jedince.

### **Výdrž ve shybu L/P**

Tento test je testem statické silové vytrvalosti silové horní končetiny a pletence ramenního. Test je velmi náročný a není běžně využíván pro testování rekreačních ani výkonnostních lezců. Na druhou stranu je třeba říci, že tento test se blíží daleko více skutečnému lezení než výdrž ve shybu na obou pažích, jelikož při vertikálním postupu ať již na kolmém profilu cesty nebo na převislém profilu je výdrž ve shybu na jedné flexované paži základním předpokladem lezeckého výkonu. Ve převislých profilech cest tento požadavek na výdrž ve visu na jedné flexované paži enormně vzrůstá. Tento test na své větší použití v některé práci, která by zkoumala statickou vytrvalostní sílu u výkonnostních či elitních lezců teprve čeká. Z tohoto důvodu nemáme možnost naše výsledky srovnávat.

Při měření jsme u naše elitního lezce dosáhli ve výdrži ve shybu na **pravé ruce času 6,2 s a na levé ruce 10,9 s.**

### **Shyb na jedné ruce P/L**

Také tento test je velice obtížný a ne zcela uskutečnitelný při testování rekreačních lezců nebo běžné populace. Je zde testovaná maximální jednorázová dynamická síla horní končetiny a svalů pletence ramenního. Takovýto pohyb se pro svou obtížnost ve

skutečném lezení prakticky nevyskytuje. Nakolik je tento test schopen predikovat lezecký výkon neexistuje relevantní odpověď.

Výsledek testu je uváděn v kilogramech, které potřebuje testovaný jedinec jako dopomoc při provedení celého jednoho cviku. Při našem testování jsme dosáhli výsledku **10 kg pro obě horní končetiny**.

### **Přešah na campusu P/L**

Tento test taktéž není typický a nebyl použit v žádné nám známé práci. Testuje se explozivní dynamická síla tj. podle Měkoty a kol. (1983) schopnost vydat maximum energie v jednom explozivním aktu. V tomto případě test explozivní síly horních končetin a pletenců ramenních. Tento pohyb respektive tato síla je důležitá při dynamickém kroku či skoku při přechodech na vzdálené chyty v lezecké cestě. Na práce, které by dovolovaly srovnat výsledky lezců různých kvalitativních kategorií, se teprve čeká.

Při našem testování jsme dospěli k výsledkům pro **pravou paži 101,0 cm** a pro **levou paži 99,0 cm**.

### **Flexibilita**

Flexibilita byla lezci experty a výzkumnými pracovníky označena jako jedna ze čtyř klíčových faktorů důležitých pro vysoký lezecký výkon. Byla zdůrazněna flexe, abdukce a vnější rotace v kyčelním kloubu.

Testy flexibility aplikoval Grant et al. (1996) a to test hloubky předklonu v sedě a Grantův test zvednutí dolní končetiny a dalšími. Pro naše účely předkládáme výsledky pouze těchto dvou. Grant et al. (1996) testoval tři skupiny lezců, a to elitní lezci (>6+ UIAA), rekreační lezci (4 UIAA) a „nelezci“.

Při testech hloubky předklonu v sedě dospěl k těmto výsledkům: elitní lezci 37,9 cm; rekreační lezci 31,3 cm; „nelezci“ 34,5 cm.

Při Grantově testu zvednutí dolní končetiny naměřil tyto výsledky: elitní lezci 99,9 cm; rekreační lezci 96,4 cm; „nelezci“ 91,8 cm.

Ve výsledcích své práce Grant et al. konstatuje, že ani jeden z těchto testů flexibility nedosahuje signifikantních rozdílů mezi sledovanými skupinami. Poukázal jen na

minimální lepší výsledek elitních lezců oproti ostatním dvěma skupinám v testu hloubky předklonu v sedě.

Draper et al. (2009), kteří hodnotili platnost a spolehlivost těchto dvou testů a ještě dalších čtyř potvrdili, že tyto dva testy uskutečněné Grantem et al. opravdu nejsou vhodné pro měření flexibility lezců.

Při svých výzkumech testovali 46 lezců (muži i ženy), které rozdělili do čtyř skupin podle obtížnosti lezených cest.

Při testu hloubky předklonu v sedě dosáhli jednotlivé skupiny tyto průměrné výsledky: elitní lezci (8+/9- UIAA) 28,2 cm; pokročilí lezci (6+/8 UIAA) 26,7 cm; středně pokročilí (5/6 UIAA) 24,2 cm; nováčci (4/5 UIAA) 24,4 cm. Draper et al. uvedl, že i když je vidět stoupající tendence s lezenou obtížností, tak tento test není vhodný pro testování flexibility lezců, jelikož testuje jiné faktory, než kloubní pohyblivost v kyčelním kloubu, která byla určena jako důležitá při lezeckém sportu.

Při tomto testu jsme u našeho jedince dosáhli hodnoty **31,0 cm**. Potvrzuje se tím hodnocení Granta et al. (1996) i Drapera et al. (2009), že výkonově kvalitnější lezci jsou v tomto testu mírně lepší než ostatní skupiny lezců. Tento výsledek nám napovídá, že náš lezec má méně zkrácené dorzální svalstvo stehna na obou dolních končetinách.

V dalším dvou testech, které si jsou velmi podobné a to Grantově testu zvednutí dolní končetiny a adaptovaném Grantově testu zvednutí dolní končetiny dosáhl Draper et al. těchto výsledků: Grantův test - elitní lezci (8+/9- UIAA) 92,8 cm; pokročilí lezci (6+/8 UIAA) 91,4 cm; středně pokročilí (5/6 UIAA) 88,5 cm; nováčci (4/5 UIAA) 89,1 cm. Adaptovaný Grantův test - elitní lezci (8+/9- UIAA) 114,0 cm; pokročilí lezci (6+/8 UIAA) 108,3 cm; středně pokročilí (5/6 UIAA) 102,4 cm; nováčci (4/5 UIAA) 103,7 cm.

Draper et al. uvádí, že adaptovaný Grantův test má větší schopnost rozlišit mezi kvalitou lezců, než Grantův test. Z výsledků obou testů je u Granta et al. zřetelné, že významnější rozdíly jsou vidět až u pokročilých lezců.

Náš testovaný lezec v adaptovaném Grantově testu dosáhl hodnoty **156,0 cm pro levou i pravou** dolní končetinu. Výsledky dokládají vysokou flexibilitu v kyčelním kloubu, což by měly potvrdit další testy. Pro lepší srovnání výsledků našeho jedince a

Draperovy et al. skupiny elitních lezců by napomohlo hodnotit tyto dosažené výsledky vzhledem k výšce. Ovšem i tak je výkon našeho testovaného jedince vysoce nadprůměrný.

Dalším testem bylo zvednutí dolní končetiny specifické pro lezení, kde jednotlivé skupiny dosáhly těchto výsledků: elitní lezci (8+/9- UIAA) 176,5 cm; pokročilí lezci (6+/8 UIAA) 156,5 cm; středně pokročilí (5/6 UIAA) 140,2 cm; nováčci (4/5 UIAA) 134,3 cm. U tohoto testu Grant et al. uznali jeho vypovídající schopnost o flexibilitě lezců, i když byla nižší míra jeho opakovatelnosti. Grant et al. upozornil na poměrně vysokou korelaci s lezeckým výkonem. Je to dobře patrné na dosahovaných výsledcích jednotlivých skupin, kde již byly vidět rozdíly i mezi nováčky a středně pokročilými.

Při porovnání výsledků Drapera et al. (2009) s našimi výsledky, které mají hodnotu **209,0 cm pro pravou** dolní končetinu a **220,0 cm pro levou** dolní končetinu, vidíme jasný rozdíl a potvrzení předcházejícího testu o vysoké pohyblivosti v kyčelním kloubu našeho testovaného lezce. Tyto hodnoty opět vysoce převyšují průměrné hodnoty elitních lezců podle Drapera et al. (2009). Opět je třeba konstatovat větší vypovídající schopnost testu při srovnávání výsledků pokud by byly vztaženy k tělesné výšce a délce dolních končetin.

U testu zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni Grant et al. (2009) konstatoval, že tato schopnost byla v naprosté závislosti na výkonnostní úrovni lezce. Jasně ukazuje extrémní rozsah specifického pohybu, který je lezec schopen zvládnout. Jednotlivé skupiny dosáhly těchto výsledků: elitní lezci (8+/9- UIAA) 150,0 cm; pokročilí lezci (6+/8 UIAA) 143,2 cm; středně pokročilí (5/6 UIAA) 133,7 cm; nováčci (4/5 UIAA) 122,2 cm. Grant et al. považuje tento test za nejvhodnější pro testování lezecké flexibility pro jeho platnost a spolehlivost. Tento test představuje užitečné měřítko dynamické flexibility.

Tento test jako jeden z nejvíce vypovídajících testů o flexibilitě lezců podle Drapera et al. (2009) potvrdil výsledky předchozích dvou testů, když náš testovaný jedinec dosáhl hodnot **182,0 cm pro pravou** dolní končetinu a **182,0 cm pro levou** dolní končetinu. Svědčí to o lezcově schopnosti vysoké flexe kyčelního kloubu, schopnosti

jeho rotace a abdukce. Náš lezec opět dosáhl velmi nadprůměrných hodnot, jejichž relativní hodnota vztažená k výšce bude korespondovat s lezeckým výkonem.

Můžeme říct, že výsledky testů flexibility ukázaly vysokou úroveň flexibility hlavně kyčelního kloubu našeho testovaného jedince tak, jak jsme to předpokládali. Předpokládat nám to dovolily výsledky testů Drapera et al. (2009), který naznačil, že vysoký lezecký výkon je závislý na úrovni této flexibility. Dalším důvodem našich předpokladů byla lezecká úroveň testovaného jedince, která charakterizována obtížností lezených cest dosahuje stupně 11+ UIAA, což je velký rozdíl oproti skupině elitních lezců ve výzkumu Drapera et al. (2009), kteří v průměru lezli cesty obtížnosti 8+/9-UIAA.

### **Držení těla**

Celkový závěr fyzioterapeutického vyšetření provedeného zní: Celkově skoliotické, ochablé držení těla s předsunutým držením.

Všeobecná představa o sportu jako o prospěšné činnosti pro lidský organismus přestává ve většině případů platit, pokud se dostaneme do roviny vrcholového sportu. Lezecké výkony našeho lezce se dají směle srovnávat s výkony jiných sportovců na světových vrcholových soutěžích. To s sebou přináší zvýšenou, v některých případech až neúměrnou zátěž na lidský organismus. V případě našeho lezce, kde se mohly vyskytovat vrozené dispozice k vadnému držení těla, nepřispělo lezení na tak vysoké úrovni k nápravě. Zvýšené jednostranné zatěžování horní poloviny těla s nedostatkem kompenzačních cvičení přispělo k vzniku svalových dysbalancí, které se dále negativně projeví ve špatném držení těla, a tím k možným zdravotním problémům v budoucnu.

Otázkou zůstává, nakolik tento stav může ovlivnit budoucí kariéru tohoto elitního lezce, respektive jak dlouho mu tento stav dovolí podávat takovéto extrémní výkony. Určitá doporučení dána fyzioterapeutem, dávají našemu lezci určitou šanci, jak zkusit tento negativní stav alespoň udržet v nezhoršujícím se stádiu, v lepším případě zvrátit k lepšímu teď v době, kdy ještě nebyl ukončen růst a vývoj celého lezcova organismu.

Toto rozhodnutí je již zcela v kompetenci tohoto vrcholového sportovce, jeho představě o dlouhotrvající vysoké lezecké formě a uchování zdraví v dalším životě po skončení sportovně vrcholové kariéry.

## 8. ZÁVĚR

Výsledky, kterých jsme dosáhli, povětšinou potvrdily předešlé představy a předpoklady o elitních lezcích.

Náš lezec disponuje velmi nízkou tělesnou hmotností 59,3 kg, která má vysoký podíl na výsledcích silových testů. Procentuální množství tělesného tuku je na úrovni základního tuku 4,3 %, což jsou nejnižší hodnoty mezi sportovci vůbec a je také jedním ze znaků elitních lezců. Tělesnou výškou 181,9 cm se liší od elitních lezců měřených v devadesátých letech minulého století, kteří byli charakterizováni jako nižší postavy. Tělesná výška našeho lezce se pohybuje nad průměrem své věkové kategorie a předpokladem je, že ve svých 17 letech ještě poroste.

Z pohledu kardiorespirační zdatnosti, jejímž ukazatelem je  $VO_{2max}$  - 55,4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, se měřený jedinec pohybuje v průměru své věkové kategorie 16 až 17 let i průměru naměřeného mezi lezci. Jeho aerobní zdatnost ovšem nedosahuje hladiny vytrvalostně trénujících jedinců, která, jak potvrzují některé studie, by byla výrazným faktorem při rychlosti zotavovacích procesů mezi lezenými cestami v průběhu soutěžního lezení.

V testech svalové zdatnosti v naší práci, charakterizovanou testováním specifických silových předpokladů lezce, vykazoval náš jedinec velice nadprůměrné výsledky. V testech, které byly z pohledu síly charakterizovány jako nejspolehlivější ukazatele předpokladů vysokého lezeckého výkonu (ruční dynamometrie, relativní síla vztažená k hmotnosti u levé končetiny - 0,91, u pravé končetiny - 0,83; výdrž ve shybu - 100,0 s; vis na liště široké 2,5 cm - 116,6 s), byly jeho výsledky signifikantně lepší, než hodnoty lezců měřených v ostatních studiích.

V oblasti flexibility, kde byla obecně jako hlavní lezcova devíza určena flexibilita kyčelního kloubu, dosáhl taktéž nadprůměrných výsledků (zvednutí dolní končetiny specifické pro lezení, pravá končetina - 209,0 cm, levá končetina - 220 cm; zvednutí dolní končetiny a nasednutí na ni, pravá končetina - 182,0 cm, levá končetina - 182,0 cm), které ovšem v budoucnu potřebují srovnání s dalšími pracemi. Výsledky předchozích studií nevztahovaly dosažené hodnoty k tělesné výšce jednotlivých lezců, což se nám jeví jako důležité z důvodů rozličných somatických charakteristik těchto lezců.

Vliv lezeckého sportu na celkovou stavbu a držení těla člověka v tomto případě nelze zobecňovat. U našeho měřeného jedince můžeme konstatovat, že vrcholové lezení nezabránilo a možná ještě prohloubilo svalové dysbalance a vadné držení těla způsobené vrozenými dispozicemi. Nelze zcela přesně určit, nakolik mají tyto problémy postihující tělesnou stavbu tohoto jedince vliv na jeho lezecký výkon a jak se mohou projevit v jeho budoucí kariéře.

Celkově lze říct, že náš testovaný jedinec splňuje předpoklady elitního lezce tak, jak byly popsány v několika předešlých studiích. V testech, které byly určeny jako nejefektivnější pro určení předpokladu vysokého lezeckého výkonu dosahoval náš lezec velmi nadprůměrných hodnot, které byly vzhledem k jeho dosahovaným sportovním výsledkům očekávány. Práce nám ukázala, že stále zůstávají oblasti lezeckého sportu, kde je třeba provádět výzkum. Z našeho pohledu se to týká flexibility lezců a vlivu sportovního lezení na celkovou tělesnou stavbu člověka.

## 9. POUŽITÁ LITERATURA

- BALÁŠ, J., STREJCOVÁ, B., HRDLIČKOVÁ, A. (2008). Srovnání úrovně svalové síly a tělesného složení u rekreačních a výkonnostních lezců. Česká kinantropologie, Vol. 12, č.3, s.104-114
- BALÁŠ, J. (2009). Fyziologické aspekty sportovního lezení. Česká kinantropologie, 13(3), s.156-167.
- BILLAT, V., PALLEJA, P., CHARLAIX, T. at al. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. J Sports Med Phys Fitness, 35, s. 20-24.
- BLÁHA, P. et al. (2005). 6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika. Praha: Státní zdravotní ústav
- BUNC, V. (1998). Zdravotně orientovaná zdatnost a možnosti její kultivace na základní škole. TVSM: roč.64, č.4, s. 2-10.
- ČELIKOVSKÝ, S. a kol. (1979). Antropomotorika prostupující tělesnou výchovu. 3.uprav.vyd. Praha: SPN
- DOVALIL, J. a kol. (2002). Výkon a trénink ve sportu. Praha: Olympia
- DRAPER,N., BRENT,S., HODGSON, C. et al. (2009). Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. International Journal of Performance Analysis in Sport, 9 (1), 67-89.
- FRANK, T., KUBALÁK, T. a kolektiv. (2007). Horolezecká abeceda. Praha: Epocha
- GRANT, S., HYNES, V., WHITTAKER, A., AITCHISON, T. (1996). Anthropometric, strenght, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. Journal of Sports Science, 14, s. 301-309.
- HAVLÍČKOVÁ, L. a kolektiv. (2006). Fyziologie tělesné zátěže I. Praha: Karolinum.
- HELLER, J. a kol. (1996). Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 3. díl. Praha: Karolinum
- HENDL, J. (1997). Úvod do kvalitativního výzkumu. 1. vyd. Praha: Karolinum
- HNÍZDIL, J., ŠAVLÍK, J., CHVÁLOVÁ, O. (2005). Vadné držení těla dětí. Praha: Triton
- KOHLÍKOVÁ, E. (2004). Fyziologie člověka. Praha: FTVS UK
- KRIŠTOFIČ, J. (2007). Kondiční trénink, cvičení s medicinbaly, expandery a aerobaly. Praha: Grada



MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. (1983). Motorické testy v tělesné výchově: příručka pro posluchače studijního oboru tělesná výchova a sport. Praha:SPN

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. (2005). Motorické schopnosti. Olomouc: UP Olomouc

PLACHETA, Z., SIEGLOVÁ, J., ŠTEJFA, M. a spol. (1999). Zátěžová diagnostika v ambulanti a klinické praxi. Praha: Grada

SELIGER, V., BARTUNĚK, Z. (1977). Tělesná zdatnost obyvatelstva ČSSR ve věku 12 – 55 r., Praha: Univerzita Karlova v Praze

SCHNABEL, G., HARRE, D., KRUG, J., BORDE, A., (Eds.) (2003). Trainingswissenschaft. Leistung. Training. Wettkampf (3rd ed). Berlin: Sportverlag.

SKOPOVÁ, M., ZÍTKO, M. (2006). Základní gymnastika. Praha: Karolinum

ŠEFL, J. (2009). Posouzení závislosti fyzické zdatnosti a lezeckého výkonu ve sportovním lezení. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportů v přírodě. Vedoucí práce: Mgr. Ladislav Vomáčko Ph.D.

TEFELNER, R. (1999). Trénink sportovního lezce. Lelekovice: Rudolf Tefelner

VOMÁČKO, L. (2008). Ke struktuře výkonu ve sportovním lezení v souvislosti s obecnými a speciálními testy pohybové výkonnosti a osobnostního profilu lezce. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportů v přírodě. Školitel: PhDr. Jan Neuman, CSc.

WATTS, B.P. (2003). Anthropometry of young competitive rock climbers. Sport Med: č.37, s.420-424

WATTS, B.P. (2004). Physiology of difficult rock climbing. Eur J Appl Physiol, 91, s. 361-372