

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
LABORATOŘ SPORTOVNÍ MOTORIKY

SVALOVÁ SÍLA A TĚLESNÉ SLOŽENÍ SPORTOVNÍCH  
LEZCŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vedoucí diplomové práce:**

Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.

**Zpracovala:**

Jana Michálková

PRAHA 2009

## **ABSTRAKT**

### **Název práce**

Svalová síla a tělesné složení sportovních lezců.

### **Cíle práce**

Cíl práce bude posoudit svalovou sílu a tělesné složení u sportovních lezců.

### **Metoda**

Testování bylo realizováno u 77 lezců na umělé stěně, kteří byli rozděleni do tří skupin podle lezecké výkonnosti. Hodnotila se úroveň svalové síly pomocí motorických testů, tělesné složení lezců na, základě bioimpedance a jejich vztah k lezeckému výkonu. Výsledky se vyhodnocovaly pomocí vícerozměrné analýzy rozptylu (MANOVA).

### **Výsledky**

Výsledky naší studie prokázaly, že lezci s vyšším výkonem RP (8 a více UIAA) mají nižší tělesnou hmotnost (muži  $69,5 \pm 9,8$  kg a ženy  $57,7 \pm 4,0$  kg) a menší množství tělesného tuku (muži  $10,2 \pm 2,3$  % a ženy  $17,4 \pm 0,8$  %), vyšší statickou svalovou sílu předloktí a svalovou vytrvalost horních končetin. Nejlepších výsledků se dosáhlo u testů výdrž ve shybu (lezci  $68,1 \pm 22,6$  a lezkyně  $58,9 \pm 3,3$  s) a vis na liště (lezci  $61,7 \pm 19,2$  s a lezkyně  $45,6 \pm 12,5$  s). Lezci s lezeckou výkonností 6-7 UIAA vážili průměrně muži  $70,72 \pm 8,24$  kg, ženy  $64,77 \pm 5,02$  kg, procento tělesného tuku měli lezci  $10,22 \pm 2,6$  %, lezkyně  $21,13 \pm 3,1$ %. V testech výdrž ve shybu a visu na liště vydrželi muži  $48,44 \pm 12,4$  s,  $37,45 \pm 14,1$  s a ženy  $37,62 \pm 20,0$  s,  $34,10 \pm 28,34$  s. Poslední skupinu tvořili lezci, kteří lezou cesty stupně obtížnosti 3-5 UIAA. Jejich průměrná hmotnost byla u mužů  $79,78 \pm 10,3$  kg, u žen  $62,65 \pm 9,8$  kg. Procento tělesného tuku měli



lezci  $13,12 \pm 2,2$  % a lezkyně  $21,48 \pm 3,6$ %. V testech výdrž ve shybu a visu na liště vydrželi muži  $32,56 \pm 16,7$  s,  $22,90 \pm 12,5$  s a ženy  $23,85 \pm 14,54$  s,  $12,71 \pm 18,4$  s.

### **Klíčová slova**

Svalová síla, tělesné složení, sportovní lezení, Eurofit, bioimpedance, MANOVA

## **ABSTRACT**

### **Title of master thesis**

Muscular strength and body composition in sport climbers

### **Work objectives**

The main objective of this study is to compare the muscular strength and body composition in recreational and elite climbers.

### **Methods**

Testing of 77 climbers who were divided into 3 groups was carried out on the climbing wall. There was rated muscular strength by the motor tests and body composition by the bioimpedance. And their relation to the climbers performance. Results were evaluated by multivariate analysis of variance (MANOVA)

### **Results**

Results of our diploma study demonstrated that climbers with higher of RP (8 and more UIAA) have lower weight (men  $69,5 \pm 9,8$  kg and women  $57,7 \pm 4,0$  kg) and body fat (men  $10,2 \pm 2,3$  % and women  $17,4 \pm 0,8$  %), higher static muscular strength of the forearm and muscular endurance of upper limbs. The best results were reached at the tests with the bent arm hang (men climbers  $68,1 \pm 22,6$  s and women climbers  $58,9 \pm 3,3$  s) and hang on plinth (men climbers  $61,7 \pm 19,2$  s and women climbers  $45,6 \pm 12,5$  s). Climbers with climbing efficient 6-7 UIAA weighted averagely men  $70,72 \pm 8,24$  kg and women  $64,77 \pm 5,02$  kg. Percentage of body fat was  $10,22 \pm 2,6$  % for men and  $21,13 \pm 3,1$  % for women. In the tests of bent arm hang and hang on plinth men hold for  $48,44 \pm 12,4$  s,  $37,45 \pm 14,1$  s and women hold for  $37,62 \pm 20,0$  s,  $34,10 \pm 28,34$  s. The last group was created from climbers who climbs the score of difficulty 3 – 5 UIAA. Their

average weight was  $79,78 \pm 10,3$  kg for men and  $62,65 \pm 9,8$  kg for women. Percentage of body fat was  $13,12 \pm 2,2$  % for men and  $21,48 \pm 3,6$ % for women. In the tests of bent arm hang and hang on plinth men hold for  $32,56 \pm 16,7$  s,  $22,90 \pm 12,5$  s and women hold for  $23,85 \pm 14,54$  s,  $12,71 \pm 18,4$  s.

**Key words**

Muscular strenght, body composition, sport climbing, Eurofit, bioimpedance, MANOVA.

Chtěla bych poděkovat Mgr. Jiřímu Balášovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc při měření, cenné rady a připomínky v průběhu tvorby této práce.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace.

  
\_\_\_\_\_

Jana Michálková

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen literatury řádně ocitovat.

Jméno a příjmení

Číslo občanského průkazu

Datum vypůjčení

# OBSAH

1.	<b>ÚVOD</b> .....	10
2.	<b>TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	12
2.1	Lezecké disciplíny.....	12
2.1.1	Soutěžní lezení.....	13
2.1.2	Nesoutěžní lezení.....	13
2.2.	Termíny a zkratky používané v lezení.....	15
2.2.1	Mezinárodní a národní organizace .....	15
2.2.2	Klasifikační stupnice ve sportovním lezení.....	16
2.2.3	Lezecké styly a zkratky.....	17
2.3	Lezecký výkon a výkonnost .....	18
2.4	Svalová síla .....	20
2.4.1	Charakteristika svalů.....	21
2.5	Silové schopnosti (síla) ve sportovním lezení.....	25
2.5.1	Maximální, relativní, absolutní síla .....	27
2.5.2	Statickosilové schopnosti.....	28
2.5.3	Dynamickosilové schopnosti.....	28
2.6	Flexibilita .....	33
2.7	Složení těla.....	35
2.7.1	Tělesná hmotnost a její indexy.....	35
2.7.2	Určení složení těla.....	37
2.7.3	Bioelektrická impedance.....	39
3.	<b>CÍLE A ÚKOLY</b> .....	42
3.1	Cíle práce.....	42
3.2	Hypotézy .....	42
3.3	Úkoly práce.....	42
4.	<b>METODIKA PRÁCE</b> .....	43
4.1	Výzkumný soubor.....	43
4.2	Použité techniky a metody měření.....	43
4.2.1	Somatické charakteristiky.....	44
4.2.2	Motorické testování.....	46
4.2.3	Pozorování, anketa, rozhovor.....	50

4.3	Vyhodnocení výsledků.....	51
5.	<b>VÝSLEDKY</b> .....	54
5.1	Charakteristika souboru.....	54
5.2	Motorické testy.....	59
6.	<b>DISKUSE</b> .....	66
7.	<b>ZÁVĚR</b> .....	71
8.	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	72
9.	<b>PŘÍLOHY</b> .....	77
9.1	Anketa.....	77
9.2	Záznamové archy.....	78
9.3	Doplňující grafy a tabulky.....	80



# 1. ÚVOD

Popularizace dobrodružných sportů a sportů provozovaných v přírodě v posledních letech dělá i z lezení moderní disciplínu. Průmysl volného času odhalil lezení jako sportovní odvětví, které přitahuje mimořádnou pozornost. Výrazně ovlivnil lezeckou scénu. Lezení se těší stále větší oblibě. Aktivně jej provozují lidé z různých vrstev společnosti. V málokterém sportu si mohou volný čas užívat tímto způsobem mladí, staří, tak i začátečníci a pokročilí.

Prostředí, ve kterém se lezci tomuto sportu věnují, prošlo určitým vývojem a změnami. Původně se začalo lézt po horských hřebenech a roklích, po obtížnějších horských stěnách až se lezení částečně přesunulo do uzavřených prostor ve městech. Vznikl tak nový fenomén umělých lezeckých stěn. S rostoucím počtem lezeckých hal se zvyšuje i možnost, chodit trénovat nebo si jen rekreačně zalézt na večer po práci. Díky komercializaci se lezení stalo koníčkem mnoha lidí.

Sportovní lezení se během několika let rychle rozšířilo. Patří mezi velice oblíbené sportovní odvětví. Popularita sportu rychle roste, a tím přibývá i počet zájemců o tento sport. Lezení láká nejen aktivní sportovce, ale i pasivní pozorovatele.

Od pradávna patří lezení k základnímu pohybovému fondu člověka. Zaměstnávají se při něm čtyři ze šesti smyslů (zrak, sluch, hmat a smysl pro udržování rovnováhy).

Lezení na umělých stěnách patří mezi disciplínu, kterou provozují elitní lezci, tak i veřejnost. Umělé stěny jsou v dnešní době součástí sportovních hal, sportovišť, ale i dětských hřišť.

Již dříve provedené výzkumy prokázaly, že elitní lezci mají vyšší hodnoty v testech svalové síly a ve vytrvalosti horních končetin než jedinci, kteří se nevěnují sportovnímu lezení. Také poukázaly na to, že elitní lezec je charakteristický menší postavou, malou tělesnou hmotností s malým procentem tělesného tuku.

Všechny tyto studie byly zaměřeny na porovnávání elitních lezců a jedinců, kteří se lezením nezabývali.

Ve své práci hodnotím úroveň svalové síly na základě motorických testů (ruční dynamometrie, výdrž ve shybu, skok do dálky z místa a výdrž ve visu na liště)

u výkonnostních a rekreačních lezců, dále posuzují tělesné složení lezců pomocí bioelektrické impedance a vztah tělesného složení k lezeckému výkonu.

## 2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V lezení nerozhoduje jen síla svalů, důležité je používat správnou techniku a koordinaci, které jsou doplněny o dostatečnou mobilizaci fyzických i psychických sil. Při lezení se zapojují všechny svalové skupiny a dochází k rozvoji celkové kondice.

Tento sport není jen výzva pro mladé lidi, ale i pro staré. Při lezení totiž platí, že hrubá síla není zárukou úspěchu. Ale každý má možnost, překonat sám sebe a dosáhnout svého cíle.

Lezení na umělých stěnách je díky kvalitním materiálům a pomůckám poměrně bezpečným sportem. Je to způsobeno přenesením lezení do prostředí, kde se dá vyloučit objektivní nebezpečí (například pád kamene, vypadnutí jištění, laviny a další), dále větší množstvím informací o bezpečnosti při lezení, příjemnými podmínkami tělocvičny bez stresujících situací.

V této kapitole se zabývám teoretickými východisky, které patří k tématu. Popisuji základní charakteristiku lezení a jeho rozdělení. Dále píší o základní lezecké terminologii, jaké jsou v lezení důležité zkratky a termíny. Zabývám se charakteristikou lezců jednak z fyziologického, antropomotorického pohledu, tedy svalovou silou, tělesným složením a flexibilitou lezců.

### 2.1. Lezecké disciplíny

Bošátková, Vomáčko (2008) rozdělují lezecké disciplíny dle přístupu lezců na dva základní typy:

1. **Sportovní lezení.** Jedná se o lezení při němž fyzické problémy převládají nad psychickými. Lezec se pohybuje po předem odjištěných cestách fixními prvky (nýty, borháky). Vzdálenost mezi těmito jisticími body jsou poměrně malé max. 4m a v případě pádu se nejedná o žádné dlouhé lety. V současné době je tento

způsob lezení velmi populární. Mohou se ho účastnit i méně psychicky odolní jedinci.

2. **Tradiční lezení.** Při tomto způsobu lezení je zapotřebí sladit nejen technickou, fyzickou, ale i psychickou připravenost lezce. Lezec si musí při tomto druhu lezení zakládat postupová jištění a hledat lezeckou cestu. Předpokladem je dobrá manipulace s lezeckým materiálem.

Lezecké disciplíny mají soutěžní a nesoutěžní podobu. Soutěžní lezení se koná především na umělých lezeckých stěnách.

#### 2.1.1. Soutěžní lezení:

1. **Lezení na obtížnost.** Závodník se snaží vylézt na neznámé cestě co nejvýše na první pokus. Závod probíhá ve stylu on-sight. Lezec nemá možnost cestu zkoušet lézt, pouze si ji až před každým lezeckým kolem prohlédne. Lezci nesmí mít předem žádné informace o cestě. Soutěž probíhá tříkolově - kvalifikace, semifinále a finále.
2. **Lezení na rychlost.** Závodníka se snaží vylézt danou cestu v co nejkratším čase. Závodníci jsou seřazení podle časů dosažených v kvalifikaci. Jedná se o systém O.K. Časy z obou vylezených cest se sčítají. Závodníky jsou velmi dynamické.
3. **Soutěžní bouldering.** Je to mladá, velmi dynamická disciplína. Její název pochází z anglického slova boulder – kámen. Stoupá se pouze do výšky, z které nehrozí nebezpečný pád (4m). Lezec má za úkol vymyslet a vylézt čtyři až šest boleru (lezeckých problémů). Lezec má možnost si boulder vyzkoušet. Cílem je vylézt cestu na co nejméně pokusů. Soutěž probíhá dvoukolově.

#### 2.1.3. Nesoutěžní lezení

Jednotlivé disciplíny lezeckých sportů mají také nesoutěžní (výkonnostní) podoby.

## **2.2. Termíny a zkratky používané v lezení**

### **2.2.1. Mezinárodní a národní organizace**

UIAA (z francouzského Union Internationale des Associations d'Alpinisme, česky Mezinárodní asociace horolezeckých svazů) je mezinárodní organizace sdružující horolezecké svazy jednotlivých zemí. V České republice je jejím členem Český horolezecký svaz (ČHS). Úkoly organizace UIAA jsou: (převzato z [www.theuiaa.org](http://www.theuiaa.org), 2008 ).

- a) Upevnit a zlepšit své postavení ve světě jako zástupce všech horolezeckých asociací
- b) Podporovat, rozvíjet a řídit mezinárodní aktivity a podílet se aktivně na olympijském hnutí
- c) Podporovat a rozvíjet horolezectví, lezení a horské sporty, především pro mládež a to prostřednictvím vzdělání a odborné přípravy
- d) Podporovat rozvoj osvědčených postupů v oblasti horolezectví a jiných horských sportech
- e) Specifikovat bezpečnostní normy pro horolezecké vybavení a techniku
- f) Formulovat pravidla v lezení.

Soutěžní lezení na umělých stěnách zastřešuje světová organizace International Federation of Sport Climbing – IFSC. IFSC je mezinárodní organizací, která sdružuje jednotlivé národní organizace zabývající se soutěžním a sportovním lezením.

Všechny aktivity z IFSC jsou nezávislé na jakékoli politické či vládního vlivu. V IFSC neumožňuje jakékoli diskriminace z politických, rasových či náboženských důvodů. IFSC se prosazuje i se všemi prostředky podporovat rovnost žen a mužů ve své činnosti.

V IFSC je zejména zodpovědný a zavazuje: (převzato z [www.ifsc-climbing.org](http://www.ifsc-climbing.org), 2008).

- a) podporovat, propagovat, rozvíjet a dohlížet na lezecké soutěže po celém světě
- b) podporovat ducha olympijského hnutí, dodržování olympijské listiny, stav programu olympijských her
- c) k boji proti dopingů
- d) obecně podporovat tento sport jako zdravou a vzdělávací aktivitu pro mládež
- e) vytvářet a udržovat pravidla a normy pro soutěžní lezení
- f) vytvářet a udržovat pravidla pro mezinárodní horolezecké soutěže a pro účast v soutěžích.



### 2.2.2. Klasifikační stupnice ve sportovním lezení

Ve sportovním lezení se můžeme setkat s různými stupnicemi obtížnosti. Hodnocení lezeckých cest vzniklo na základě myšlenky porovnávat mezi sebou jednotlivé cesty a přiřadit jim příslušné výkony nezbytné pro jejich zdolání. Mezi nejpoužívanější stupnice patří francouzská a UIAA.

Hodnocení obtížnosti je ve své podstatě subjektivní záležitost, kvůli rozdílům ve struktuře, výšce, lezeckému stylu a názorech jednotlivců není možné vytvořit všeobecně platný systém. Stupeň obtížnosti je navržen provovýstupcem. Ostatní lezci stupeň obtížnosti potvrdí nebo si ho upraví podle svého (Hattingh, 1999).

A) **Francouzská stupnice** – značí se arabskými číslicemi. Do stupně 5 je bez písmene, šestý stupeň se již rozděluje na 6 a, b, c. Dále se rozlišuje 7a,bc . Stupnice končí 9b.

B) **UIAA stupnice** – využívá se v německy mluvících zemích a východní Evropě. Značí se arabskými číslicemi 2 až 9. Do 4. stupně se jinak nerozlišuje, od 5. se používá znaménko plus nebo minus (Vomáčko, Boštková, 2008).

Pro přehled stupnice obtížnosti je znázorněna v tabulce číslo 1.

Tab. č. 1: Porovnávání různých lezeckých systémů podle obtížnosti (Sheel, 2004).

Table 1 Approximation of how various climbing grading systems compare

British	Australia	YDS	UIAA	French
	19	5.10a	VI+	6a
5c	19/20	5.10b	VII-	6a+
	20	5.10c	VII	6b
5c+	21	5.10d	VII+	6b+
	21/22	5.11a	VII+/VIII-	6c
6a+	22	5.11b/c	VIII-	6c+
	23	5.11d	VIII	7a
6b	24	5.12a	VIII/VIII+	7a+
	25	5.12b	VIII+	7b
6b+	26	5.12c	IX-	7b+
	27	5.12d	IX	7c
	28	5.13a	IX/IX+	7c+
6c+	29	5.13b	IX+	8a
	30	5.13c	X-	8a+
7a	31	5.13d	X	8b
	32	5.14a	X+	8b+
7a+	33	5.14b	XI-	8c
	34	5.14c	XI	8c+
7b	35	5.14d	XI+	9a
	36	5.15a	XII-	9a-
	37	5.15b	XII	9b

YDS, Yosemite decimal system; UIAA, International Union of Alpinist Associations (Union Internationale d'Associations d'Alpinisme).

### 2.2.3. Lezecké styly a zkratky

1. **On Sighth (OS)** – Jedná se o překonání neznámé cesty v pozici prvolezce na první pokus, bez odsednutí a odpočinku. Nesmí mít o cestě žádné informace.
2. **OS Flash** – Vylezení trasy v pozici prvolezce na první pokus na základě předem zjištěných informací.
3. **Red Point (RP)** – Zdolání lezecké cesty bez pádu a odsednutí. Lezec si zapíná postupové jištění. Cestu zná a měl možnost si ji nacvičit.
4. **Top Rope (TR)** – Překonání trasy s horním jištěním. Tento styl se využívá při nacvičování lezeckých cest.
5. **All Free (AF)** – Volné vylezení cesty v pozici prvolezce s jedním nebo více odpočinutím.



6. **Pink Point (PP)** – Lezec leze cesty bez odsedávání a odpočívá v postupovém jištění (Winter, 2004).

Lezci pro hodnocení svých výkonů obvykle udávají svůj nejtěžší OS a RP.

### **2.3. Lezecký výkon a výkonnost**

Nedílnou součástí sportovního lezení je aspekt výkonu.

Goddard, Neumann (1993) popisují výkon v lezení jako celkový projev osobnosti.

Faktory, které ovlivňují lezecký výkon jsou rozděleny do šesti kategorií.

- Kondiční (tělesné) aspekty- síla, vytrvalost, flexibilita
- Psychologické aspekty- koncentrace, motivace, vzrušení, úsilí
- Vnější podmínky- typ skály, klimatické podmínky, výzbroj a výstroj
- Zázemní podmínky – zdravotní stav, přístupová cesta ke skalám a útesům, dostupný čas
- Koordinace a technika- koordinační schopnosti a technické dovednosti
- Taktické aspekty- zkušenosti, znalosti, periodizace, intelektuální schopnosti

Hranice mezi těmito kategoriemi se navzájem prolínají a ovlivňují.

Tichý (2000) definoval lezecký výkon jako projev specializovaných schopností jedince. Jsou zaměřené na řešení lezeckých cest podle pravidel lezeckého sportu. Výkon podmiňuje aktuální úroveň fyzické a psychické připravenosti. Fyzickou složku výkonu tvoří technika, taktika a kondice.

- Technika- jedná se o způsob pohybu na skále či umělé stěně.
- Taktika- je projev vyspělosti lezce, dokáže využít v dané situaci veškeré okolnosti ve svůj prospěch k dosažení cíle.
- Kondice- vypovídá o čistě fyzickém rozměru lezení (síla, pohyblivost, obratnost a vytrvalost).

Mezi další faktory ovlivňující lezecký výkon se řadí:

- Prostředí – druh materiálu, po kterém se leze, profil lezecké cesty, povětrnostní podmínky
- Technické zabezpečení – kvalita používaného materiálu při lezení
- Tělesná konstituce – velikost vzrůstu lezce

Choutka a Dovalil (1991) charakterizují sportovní výkonnost jako schopnost sportovce podávat daný sportovní výkon opakovaně v delším časovém úseku na poměrně stabilní úrovni.

Pro hodnocení výkonnosti ve sportovním lezení se užívá hodnota maximální obtížnosti vylezené stylem RP- tzn. čistý přelez cesty bez pádu a odsednutí do postupového jištění pomocí vlastní síly. V současné době se za maximální výkonnost považuje hranice XII u UIAA stupnice, u francouzské stupnice je to 9b (viz. tab. č. 1).

Mermierová (2000) uvádí, že největší vliv na výkonnost ve sportovním lezení má trénovanost, dále flexibilita a antropometrická charakteristika. Výsledky mnohonásobné regrese nám ukazují podíl jednotlivých výše uvedených komponent - 58,9 % trénovanost, 1,8 % flexibilita, 0,3 % antropometrické údaje. Úspěšnost lezce není tedy příliš ovlivňována specifickými antropometrickými parametry. Mermierová zařadila do souboru trénovanosti: sílu flexe v kolenním a ramenním kloubu, sílu stisku ruky, anaerobní výkon horní a dolní části těla, výdrž ve visu, procento podkožního tuku. Do souboru flexibilita byla vedle kloubního rozsahu zařazena délka lezecké praxe. A v souboru antropometrické údaje: váha, výška, délka dolních končetin, rozpětí paží a určení somatotypu. Všechny uvedené složky Mermierová posuzovala jako činitele, kteří mají vliv na lezcovu výkonnost. Je toho názoru, že vyšší výkon v lezení může být spojován pouze s vyšším stupněm trénovanosti. Říká, že aby byl lezec úspěšný, nemusí mít specifické antropometrické charakteristiky. Na druhou stranu vyvrací stálé domněnky o důležitosti antropometrických parametrů pro sportovní lezení. Ale zároveň dodává, že lezci mají určité antropometrické charakteristiky (Mermierová, 2000).

Kondiční příprava je nejdůležitější složkou, neboť je zaměřena na vytváření základních tělesných předpokladů pro vysokou sportovní výkonnost.

## 2.4. Svalová síla

Blahušová (1995) charakterizuje svalovou sílu jako schopnost svalu vydat maximální sílu proti odporu. Charakterizuje ji vysokou intenzitou a krátkou dobou trvání výkonu.

Zatsiorsky (1996) popisuje svalovou sílu jako schopnost překonat vnější odpor nebo proti němu působit, a že je to schopnost, která rozvíjí maximální sílu.

Seliger a Vinařický (1983) rozumí pod tímto pojmem sílu, která je potřebná k protažení maximálně smrštěného svalu na původní klidovou délku. Dá se říci, že se jedná o váhu závaží, jež sval právě již neuzvedne. V průběhu svalového stahu se svalová síla mění, největší na začátku a postupně se zmenšuje. Je větší při tetanickém stahu než při trhnutí. Čím je svalový průřez větší, tím sval větší sílu může vyvinout.

Obecně je velikost svalové síly dána:

- Velikosti fyziologického průřezu svalu,
- Počtem zapojených motorických jednotek do činnosti,
- Koordinovanou činností všech dalších svalů, které vytvářejí optimální podmínky pro uplatnění síly testovaného svalu (Havlíčková a kol., 1991).

Síla svalových skupin se měří pomocí dynamometrů (siloměrů) a vyjadřuje se v ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). Síla svalových skupin se někdy uvádí v newtonech ( $1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp}$ ,  $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ ). K měření síly stisku ruky se užívá často epileptického dynamometru Blochova. Další druhy dynamometrů se využijí k měření síly tahu nebo tlaku svalstva dolních končetin, svalstva zádového, břišního apod. (Seliger-Vinařický, 1983).

Velikost síly se zvyšuje s tréninkem. V průměru mají větší sílu extenzory nežli flexory. Pokud je člověk unavený, svalová síla se zmenšuje. Dalším důležitým zjištěním je, že svalová síla se zmenší s přibývajícím zkrácením a zvětší se s protažením svalu. Z toho vyplývá, že sval může vydat největší sílu při kontrakci z největšího protažení (Seliger-Vinařický, 1983).

U sportovního lezení se zapojuje velké množství svalů celého těla. Z velkých svalových skupin se jedná především o svalové skupiny pletence ramenního, prsní svalstvo, svalstvo zádové a dolní končetiny. U vrcholového lezení se extrémně zatěžují svaly a klouby ruky, předloktí a klouby loketní. V převislých profilech se pak výrazněji zapojují svaly trupu.

#### 2.4.1. Charakteristika svalů:

Obecně je známo, že lidské tělo obsahuje více než 650 svalů. Svalová tkáň je složena z buněk, které dokáží reagovat na podráždění změnou své délky nebo napětí. Slouží k udržení polohy organismu v prostoru a pohybu, tvoří stěny dutých orgánů a umožňuje jejich funkci (Rokyta a kol., 1999).

Svou kontrakcí a uvolněním umožňují svaly pohyb. Posilováním se posilují také kosti a šlachy, ale jsou to svaly, které mají z posilování největší užitek. Symbolem síly jsou svaly, ačkoliv opravdová síla záleží spíše na síle a délce šlach než na svalu samotném. Úloha šlach a vazů je často opomíjena, minimálně do té doby, dokud si nějakou šlachu či vaz nenatrhnete (Semiginovský-Vránová, 1994).

#### DRUHY SVALOVÉ TKÁNĚ

V organismu existují tři druhy svalové tkáně – srdeční, hladké a příčně pruhované neboli kosterní.

Srdeční sval nachází pouze v srdci. Je to zvláštní druh svalu, který má některé vlastnosti shodné s příčně pruhovaným svalstvem (např. rychlost stahu), a jiné se svalem hladkým (např. vytrvalost v činnosti). Jeho hlavní činností je tlačit krev artériemi, žílymi a kapilárami (Semiginovský- Vránová, 1994).

Hladké svaly patří k jednoduché formě stažlivé tkáně. Tvoří stěny vnitřních orgánů, mezi ně patří například trávicí ústrojí, dýchací ústrojí a většina našeho reprodukčního systému. Činnost hladkého svalstva se projevuje pomalým, často rytmickým střídáním stahů a ochabnutím (Trefný-Trefný, 1993).



Příčně pruhované svaly patří mezi nejobjemnější ústrojí v našem těle. Mají za úkol plnit tři funkce – pohyb, produkci tepla a držení těla. Při normálních každodenních činnostech (stání, chůze, sezení apod.) kontrakce a relaxace svalů produkuje tolik tepla, aby tělo bylo schopno udržet vnitřní tělesnou teplotu (průměrně 37°). Tento typ svalů se nazývá příčně pruhovaný, pravidelně se střídají úseky tenkých a silných myofilamentů aktinu a myozinu.

Kosterní sval tvoří 36-40% tělesné hmotnosti. Základní strukturální jednotkou kosterního svalu je svalové vlákno. Jsou tvořena menšími vlákny zvanými myofibrily, které mohou být dále rozděleny na myofilamenty. Vlákna jsou zásobována krví prostřednictvím sítě kapilár. Kapiláry plná dvě funkce: přinášejí kyslík a krev bohatou na výživné látky do svalu a zároveň odstraňují odpadní produkty metabolismu. Na rozdíl od hladkých a srdečních svalů, u nichž dochází ke kontrakci nekontrolovaně – je ovlivňováno vegetativním nervstvem (není řízeno naší vůlí), je kontrakce kosterního svalu závislá výhradně na spojení s ventrálním nervovým systémem (tyto svaly můžete zatínat). Aby došlo k vyvolání kontrakce, je třeba určitého stimulu. Pokud k takovému stimulu dojde, svalové vlákno se maximálně stáhne – sval se kontrahuje. Velikost a síla svalové kontrakce závisí na počtu svalových vláken, které se jí účastní, ne na intenzitě kontrakce každého vlákna (Semiginovský- Vránová, 1994).

## DĚLENÍ VLÁKEN KOSTERNÍHO SVALU

Kohlíková (2004) ve své knize píše, že na základě rozdílných vlastností jak morfologických, tak funkčních se vlákna kosterního svalu rozlišují na tři základní typy. Jejich zastoupení je v různém poměru v každém kosterním svalu.

Pomalá vlákna (oxidativní) SO: obsahují velké množství myoglobinu, které na sebe váže kyslík. Zdrojem energie jsou cukry, tuky. Vyskytují se v posturálních tonických svalech s tendencí k ochabování. Funkčně zabezpečují pomalejší činnosti vytrvalostního charakteru.

Rychlá vlákna (glykolytická) FG: mají malé množství myoglobinu a méně krevních kapilár než pomalá svalová vlákna. energii získávají převážně z ATP (adenosintrifosfát), CP (kreatinfosfát) a anaerobní glykolýzy. Vyskytují se ve fázických svalech, které mají tendenci ke zkracování. Funkčně zabezpečují intenzivní krátkodobé činnosti.

Vlákna smíšená (oxidativně-glykolytická)FOG: jsou typem vlákn, který se objevují také ve fyzických svalech s tendencí zkracovat se. Zdrojem energie je ATP, CP a cukry. Rychlá vlákna se přeměňují při déletrvajících vytrvalostní sportovní přípravě.

Různé typy svalových vláken jsou využívány při různé intenzitě a objemu pohybové činnosti.

Grosser a kolektiv (1999) vypožorovali určité diference v aktivaci rychlých a pomalých vláken.

- A) Při nízké zátěži (asi do 20% maxima) a ne příliš rychlém pohybu se podněty do motorických jednotek přenášejí nízkou rychlostí a malou frekvencí (5-15 Hz, tj. 5-15 impulsů za sekundu). Tak se aktivují převážně vlákna pomalá (SO -červená).
- B) Při nízké zátěži, ale velmi rychlém pohybu, je pohyb zajišťován rychlými (FG-bílými) vlákny.
- C) Při velmi vysoké zátěži (90% a více) se do práce zapojují všechny typy svalových vláken, rychlost pohybu se v tomto případě nutně zmenšuje.

Velikost zátěže a rychlost pohybu tak určují nejen převážnou aktivaci odpovídajících typů svalových vláken, ale současně i jeho energetické zabezpečení anaerobními a aerobními procesy a dobou trvání pohybu.

## FYZIKÁLNÍ A FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI SVALU

Trefný a Trefný (1993) popisují ve své knize fyzikální a fyziologické vlastnosti svalu.

Základní fyzikální vlastností svalu je pružnost a pevnost. Svalová pružnost je charakteristická tím, že se sval při zatížení protáhne. Pokud zatížení přestane na sval působit, vrací se rychle do původní délky. Svalová pružnost má velký význam pro přenos mechanické energie. Chrání sval před přetržením při náhlém protažení. Činností se svalová pružnost zvětšuje.

Pevnost svalu je odolnost svalu proti přetržení. Měří se velikostí síly potřebné k přetržení svalu. Sval, který je prochladlý, unavený a není dostatečně zásobovaný krví, se snadněji trhá. Pokud je sval prohřátý a rozcvičený přetřává se jen výjimečně.

Základní fyziologickou vlastností svalu je jeho dráždivost a stažlivost (kontraktilita - schopnost reagovat stahem na podněty jak elektrické, humorální tak i mechanické).

Sval je možno dráždit přímo (dráždíme přímo sval, svalové vlákno) a nepřímo, přes nervové vlákno. Dráždit se dá pomocí různých druhů energie, podněty mechanické, tepelné, elektrické nebo chemická. Tím vzniká svalový vzruch, který se projeví nejdříve jako akční potenciál předcházející svalový stah.

U svalové kontrakce se jedná o mechanickou odpověď na svalový vzruch, která je provázena souborem změn chemických a jevy fyzikálními i fyzikálně-chemickými. Jedním z nich je svalový tonus. Na činnost svalu se nepodílejí všechna vlákna. Stahování svalů nastává interakcí molekul stavebních bílkovin myosinu a aktinu. Funguje na základě uvolňování iontů vápníku a štěpení ATP. Pokyn ke kontrakci vychází z CNS. Příčně pruhovaný sval se po nervovém podnětu dokáže zkrátit asi o 1/3 své původní délky (Dovalil a kol., 2002).

Tréninkem vzrůstá počet svalových kontrakcí. Silový projev se odvíjí z celkového množství vláken svalu (jejich příčném průřezu), na počtu aktivovaných vláken (tzv. nitrosvalové koordinaci) i na souhře svalových skupin (tzv. mezisvalová koordinace) zajišťujících pohyb (Dovalil a kol., 2002).



Pro sportovní lezení je dominantní harmonický rozvoj silových, obratnostních a vytrvalostních schopností. Jednou z nejdůležitějších pohybových schopností pro sportovní lezení jsou silové schopnosti.

## **2.5. Silové schopnosti (síla) ve sportovním lezení**

Při výkonnostním lezení na umělé stěně jsou velice důležité a nutné silové schopnosti, avšak technika a taktika lezení je v určitých bodech klíčová. Na základě zkušeností a pozorování se zjistilo, že lezcům, kteří jsou lépe technicky a takticky vybaveni, stačí k přezení cesty menší silové úsilí. Přesto silové schopnosti patří mezi jednu z nejdůležitějších pohybových schopností pro výkon ve sportovním lezení (Nováková, 2005).

Síla a výkon jsou fyzikální komponenty lezecké výkonnosti, které jsou nezbytné při krátkých a náročných pohybech nebo boulderingových problémech. Mezi nejzatěžovanější části těla patří svalové skupiny a šlachy prstů, předloktí, rukou, ramen, horní části zad a popřípadě i dolní části trupu a dolní končetiny (Creasey, 2000).

Velkou úlohu hraje při lezeckém výkonu statická síla, především flexorů prstů, ale také břišních a bedrokyčlostehenních svalů. Z dynamických silových schopností se řadí k nejdůležitějším rychlostní silová a vytrvalostní silová schopnost, především u flexorů paží a předloktí.

U sportovních lezců byla zjištěna vysoká úroveň obecné vytrvalosti. Velice důležitá je lokální vytrvalost malých svalových skupin, která má souvislost se silovou vytrvalostí a speciální vytrvalostí, kde se projevují hlavně silově-dynamické schopnosti (Ullrich, 2001).

Podíváme-li se na definici silových schopností, zjistíme, že vymezení této oblasti v literatuře je u většiny autorů velmi blízké:

Zaciorskij (1996) uvádí, že sílu je možné definovat jako schopnost překonávat vnější odpor svalovým úsilím.

Dovalil (2002) píše, že pro vymezení silových schopností je nutné odlišit pojem síla jako základní pojem mechaniky- fyzikální veličina (ve smyslu pohybových zákonů mechaniky příčina změny pohybového stavu těles) a pojem síla jako pohybová schopnost překonat, udržet nebo brzdit určitý odpor svalovou kontrakcí.

I přesto, že máme mnoho poznatků, neexistuje zcela shoda v pojetí, ani výkladu silových schopností. Berme v úvahu, že ve sportu je potřeba kromě klasických představ o síle jako mohutnosti svalového stahu (s ohledem na velikost odporu) brát v potaz často také rychlost svalového stahu při působení na odpor a také trvání pohybu či počet opakování v čase.

Existují různé varianty svalové činnosti při stimulaci silových schopností (z hlediska uskutečněného pohybu aktivního či pasivního, jeho rychlosti, změn napětí)

Činnost svalu = svalová kontrakce, která je rozhodující pro vznik svalové síly, může vzhledem k délce a napětí svalu probíhat několika způsoby. Svalová vlákna se ze své původní délky mohou zkracovat, protahovat nebo neměnit svoji délku. (Měkota, Novosad, 2005)

- **Izotonická** – při činnosti dochází ke změně délky svalu, napětí je relativně stabilní.
- **Izometrická** – dochází ke zvýšení tonusu ve svalu, aniž by se jeho délka změnila..
- **Excentrická** – sval se násilně protahuje a tonus svalu se nemění.
- **Auxotonická** – se změnou napětí ve svalu se mění i jeho délka (Riegerová, 2006).

Silové schopnosti zahrnují schopnosti dynamicko-silové a staticko-silové. U dynamicko-silových schopnostech se jedná o rychlostně-silové a vytrvalostně-silové schopnosti. U staticko-silových je rozhodující statická síla flexorů prstů. Vzájemnou kombinací těchto schopností se získají 3 druhy sil, o kterých se v lezení mluví (Goddard, Neumann, 1993). Co zahrnuje každá druh síly je popsáno v tabulce číslo 2.

**Tab. č. 2: Druhy sil a procenta max. síly ( Goddard, Neumann, 1993).**

Procenta maximální síly			
	25 %	50%	80% 100%
<b>Druh síly</b>	Lokální vytrvalost	Silová vytrvalost	Výbušná síla
<b>Aktuální zátěž</b>	Dlouhodobá zátěž střední intenzity	Opakovaná zátěž vysoké intenzity	Krátkodobá zátěž maximální intenzity
<b>Příklad lezení</b>	Dlouhé souvislé lezení s jednoduchými kroky	Krátká cesta nebo souvislý obtížný lezecký úsek s více kroky	Obtížný boulder nebo cesta s krátkými těžkými kroky

**Lokální vytrvalost:** schopnost organismu provádět pohybovou činnost jen určitou částí těla s danou intenzitou co nejdéle. Vzniká lokální únava, při pohybové činnosti je zapojeno méně než 1/3 svalstva těla. Činnost menších svalových skupin je limitována vlastními zdroji energie ve svalech. Můžeme rozlišovat dynamickou a statickou lokální vytrvalost. Kdy při dynamické lokální vytrvalosti sledujeme počet opakování daného úkolu až do vyčerpání a při statické lokální vytrvalosti stopujeme dobu, po kterou je člověk schopen daný úkon provádět (Čelikovský, 1977).

**Výbušná síla:** Schopnost, ve které dochází k překonávání nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí, může být realizována při dynamické (koncentrické) svalové činnosti.

Speciální silová schopnost: **Silová vytrvalost:** schopnost, kde se uplatňuje svalová síla opakovaně po delší dobu bez výrazného snížení její úrovně. Dochází k překonávání odporu opakováním pohybu nebo o dlouhodobé udržování odporu (Riegerová a kol., 2006).

### 2.5.1. Maximální, relativní, absolutní síla

Abychom vymezení silových schopností mohli uzavřít, musíme si vymežit ještě tři pojmy, které se silovými schopnostmi a se silou takovou souvisí.

**Maximální síla** je největší síla, kterou je schopen vyvinout nervosvalový systém při maximální volní kontrakci (Harre, 1986). Maximální síla bývá označována termínem základní silový potenciál. Její úroveň je zjišťována při maximální volní kontrakci v izometrickém režimu (Měkota-Novosad, 2005).

**Relativní síla** je maximální síla, kterou jedinec může dosáhnout vzhledem ke své tělesné hmotnosti (Měkota-Novosad, 2005).

$$\text{Relativní síla} = \text{maximální síla} / \text{tělesná hmotnost}$$

**Absolutní síla** je síla, kterou sval vytváří při maximální elektrické stimulaci v izometrických podmínkách (Martin et al., 1991). Absolutní síla, můžeme označit jako dynamické silové

maximum při izometrické kontrakci, kterého bylo dosaženo při specifickém pohybovém provedení.

Podle Čelíkovského (1979) se silové schopnosti dělí:

- statickosilové schopnosti
  - jednorázová forma
  - vytrvalostní forma
- dynamickosilové schopnosti
  - explozivně silová forma
  - rychlostně silová forma
  - vytrvalostně silová forma

### 2.5.2. Statickosilové schopnosti

Těmito schopnostmi rozumíme překonávání odporu nebo hmotnostní zátěže beze změny polohy těla a jeho částí. Úkol vychází z tlaku, tahu či stisku, kterým člověk jednorázově působí v neměnné poloze na daný předmět apod. Statická síla je podmíněna izometrickým stahem, kdy se nemění délka svalu, ale mění se jeho napětí. Tato schopnost je snadno měřitelná, měří se dynamometrem (Pavlík, 1996).

Jak je již výše zmíněno statickosilové schopnosti dělíme na:

- jednorázová forma = krátkodobá statická síla, kterou můžeme definovat jako schopnost provést maximální svalový stah po dobu několika sekund. Jde o tzv. absolutní sílu.
- vytrvalostní forma = vytrvalostní statická síla, což můžeme nazvat jako výdrž. Jde o schopnost vykonávat výdrž několik sekund až minut (Pavlík, 1996).

### 2.5.3. Dynamickosilové schopnosti

Dynamickosilová schopnost spočívá v opakovaném překonávání odporu či hmotnostní zátěže. Při dynamické síle jde o izotonický stah. Dynamickou sílu dělíme:



- explozivně silová forma = schopnost, kterou můžeme definovat jako schopnost vyvinout co největší rychlost při překonávání odporu.
- rychlostně silová forma = schopnost je schopnost překonávat zátěž s vysokou rychlostí nebo frekvencí
- vytrvalostně silová forma = schopnost se vymezujeme jako schopnost udržet intenzitu motorické činnosti při silové práci (Čelíkovský, 1979).

Lezení po skalách je charakterizováno opakovanými izometrickými stahy. Vytrvalost stisku ruky byla měřena opakovanými izometrickými kontrakcemi a drženými kontrakcemi. Počítalo se procento maximálních dobrovolných kontrakcí. Délka cvičebního času, po kterou lezci prováděli opakovanou izometrickou kontrakci, než byli vyčerpáni, byla ve srovnání s běžnou populací výrazně lepší. Ovšem během držené kontrakce, která se prováděla až do vyčerpání, se lezci od běžné populace příliš nelišili. Zdůrazňuje se důležitost schopnosti opakovaně provádět izometrickou kontrakci předloktí bez vyčerpání, které má dopad na výkon (Giles, 2006).

Ideální lezec by měl mít pouze středně velké svaly, aby mohl svoji váhu kontrolovat (lepší nižší tělesná hmotnost), ale vysoký stupeň zapojení svalových vláken. S nižší váhou se pohyb lépe koordinuje. Schopnost zapojení svalových vláken je možno trénovat.

Produkce síly v lezení nezávisí jen na jednom nebo dvou svalech. Svalové pohyby vyžadují koordinovanou synchronizaci a načasování svalů pracujících společně. Pro lezcův pohyb vzhůru jsou používány různé svaly. Aby pohyb probíhal plynule, měly by svaly být ve svalové rovnováze. Tato rovnováha se nazývá mezisvalová koordinace.

Nachbauer et al. (1987) vybrali 56 lezců, kteří lezli od 4. – 10. stupně. Jejich věk se pohyboval průměrně  $25,5 \pm 5,1$  let. Lezci byli rozděleni do dvou skupin. 1. skupinu tvořili lezci, kteří lezou do 6. stupně a 2. skupina vznikla z lezců, kteří lezou nad stupněm 6. Pro zjištění motorických vlastností u lezců vytvořili soubor dvanácti motorických testů. Mezi testy zařadili i vis na liště široké 1 cm. 1. skupina vydržela průměrně ve visu 15,7 s (34 lezců) a 2. skupina vydržela 17,7 s (21 lezců).

Grant (1996) se ve své studii zabýval porovnáváním tří skupin sportovců. První skupinu tvořili profesionální lezci, kteří po dobu minimálně jednoho roku lezli na závodní úrovni v mistrovských soutěžích v USA. Druhou skupinou byli rekreační lezci. Ti během 12

měsíců lezli méně obtížné cesty. Třetí skupinu tvořili jedinci, kteří se věnovali pohybové aktivitě minimálně třikrát do týdne po dobu 20 min. a více. Tito sportovci neměli žádné předchozí zkušenosti s lezením na umělé stěně ani na skalách. Grant se zabýval sledováním fyziologických odlišností zejména v oblasti svalové síly, vytrvalosti a flexibility. Sledování bylo zaměřeno na svalovou sílu a vytrvalost horních končetin a na odolnost břišních svalů při fyzické námaze. Tyto svalové partie se při lezení nejvíce namáhají. K naměření hodnot v testech na svalovou sílu a vytrvalost horních končetin se použily testy měření stisku ruky ručním dynamometrem (hangrip), shyby, výdrž ve shybu. Na vytrvalost břišního svalstva byl použit test sed – leh. Pro určení výsledků bylo zapotřebí zjistit somatické vlastnosti jedinců jako je věk, hmotnost, výška postavy. Somatické údaje probandů jsou uvedeny v tabulce číslo 3 a naměřené hodnoty u vybraných testů jsou popsány v tabulce číslo 4.

**Tab. č. 3: Somatické údaje pozorovaných probandů – muži; průměr (směrodatná odchylka) (Grant, 1996).**

Charakteristika	Elitní lezci	Rekreační lezci	Nelezci
Věk (roky)	27,8 (7,2)	32,0 (9,2)	26,5 (7,4)
Hmotnost těla (kg)	74,5 (9,6)	72,9 (10,3)	70,9 (5,6)
Výška (cm)	178,9 (8,5)	179,4 (7,9)	179,4 (4,4)

**Tab. č. 4: Naměřené hodnoty v testech: výdrž ve shybu, shyby, stisk ruky, leh sed; průměr (směrodatná odchylka) (Grant, 1996).**

Charakteristika	Elitní lezci	Rekreační lezci	Nelezci
Výdrž ve shybu (s)	53,1 (13,2)	31,4 (9)	32,6 (15,0)
Shyby (n)	16,2 (7,2)	3,0 (9,0)	3,9 (3,9)
Stisk ruky – P (N)	532 (23)	472 (23)	478 (23)
Stisk ruky – L (N)	526 (21)	445 (21)	440 (21)
Leh-sed (n)	66,6 (21,0)	52,7 (21,0)	62,0 (3,7)

Z výsledků této studie je zřejmé, že i když jedincům byly zjištěny podobné tělesné parametry, elitním lezcům byly naměřeny daleko vyšší hodnoty než rekreačním lezcům a nelezcům.

V roce 2001 Grant provedl stejný výzkum, ale tentokrát objektem pozorování byly ženy. Tělesné údaje pozorovaných probandů jsou uvedeny v tabulce číslo 5 a naměřené hodnoty jsou popsány v tabulce číslo 6.

**Tab. č. 5: Somatické údaje pozorovaných probandů – ženy; průměr (směrodatná odchylka) (Grant, 2001).**

Charakteristika	Elitní lezci	Rekreační lezci	Nelezci
Věk (roky)	31,3 (5,4)	24,1 (3,8)	28,5 (5,2)
Hmotnost těla (kg)	59,5 (7,4)	59,9 (5,7)	59,1 (7,5)
Výška (cm)	166 (7)	164 (4)	166 (5)

**Tab. č. 6: Naměřené hodnoty v testech: výdrž ve shybu, shyby, stisk ruky, leh sed; průměr (směrodatná odchylka) (Grant, 2001).**

Charakteristika	Elitní lezci	Rekreační lezci	Nelezci
Výdrž ve shybu (s)	27,5 (19,4)	13,7 (8,1)	13,8 (11,7)
Shyby (n)	2,1 (3,0)	0,2 (0,7)	0,8 (2,2)
Stisk ruky – P (N)	338 (12)	289 (10)	307 (11)
Stisk ruky – L (N)	307 (14)	274 (13)	285 (1)
Leh-sed (n)	48,2 (27,6)	44,7 (24,5)	50,0 (30,7)

V této studii se zjistilo, že v řadě antropometrických proměnlivých faktorů nebyly naměřeny žádné rozdíly mezi skupinami. Při měření jednotlivých testů, měly elitní lezkyně větší prsní sílu než ostatní dvě skupiny, zato menší vytrvalost břišního svalstva. V ostatních testech nebyly žádné velké rozdíly mezi jednotlivými skupinami testovaných.

Všechny skupiny měly velmi nízkou vytrvalost ramenního pletence v porovnání s mužskými elitními lezci, což může být omezující faktor pro lezkyně, které usilují ve vedení u vysoce standardních výstupů (Grant, 2001).

Porovnáme-li studie Granta (1996, 2001) s údaji v knize Seligra a Vinařického (1987), zjistíme, že Grant naměřil u síly stisku podobné hodnoty u mužů (nelezci- jedinci, kteří vykonávají jinou činnost než lezení), jak uvádí literatura. Seliger a Vinařický (1987) píše, že síla stisku ruky je asi 440 N (45 kp). Paže dovedou vyvinout tlak asi 690 N (70 kp), tak až



1400 N (140 kp). U žen jsou naměřeny hodnoty o třetinu až polovinu menší než u mužů v závislosti na druhu svalu. U trénovaných sportovců je síla vyšší.

Maximální silou a silovou vytrvalostí ohybačů prstů se zabýval Grant (2003). U lezců shledal nadprůměrné hodnoty maximální kontrakce flexorů prstů. Použil k tomuto účelu speciálně upravený dynamometr simulující lezecké podmínky. Testování se zúčastnilo 27 jedinců ve věku 18-30, kteří byli rozděleni do tří skupin – lezce (9), veslaře (9) a aerobně trénované atlety (9). Zjistil, že lezci se vyznačují vyššími hodnotami maximální síly v porovnání s veslaři a atlety. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce číslo 7.

**Tab. č. 7: Somatické údaje a výsledky testů** (upraveno Grant, 2003).

	Výška (cm)	Váha (kg)	Maximální volní kontrakce ohybačů prstů (N)	Výdrž stisku na úrovni 40% max. volní kontrakce (s)	Výdrž stisku na úrovni 40% max. volní kontrakce 6s kontrakce 4s uvolnění
<b>Lezci</b>	1,80 ± 0,07	71,6 ± 6,2	383 ± 35,6	150 ± 54,3	1454 ± 1083
<b>Veslaři</b>	1,85 ± 0,08	77,5 ± 8,1	321 ± 49,5	153 ± 39,7	1433 ± 1210
<b>Aerobně trénovaní atleti</b>	1,77 ± 0,006	71,7 ± 8,0	288 ± 60,6	189 ± 75,8	1242 ± 812

Přestože u lezců se naměřily vyšší hodnoty maximální volní kontrakce ohybačů prstů než u veslařů a atletů, nebyly zde žádné markantní rozdíly mezi skupinami v žádném z testů. To tedy naznačuje, že lezením je rozvíjena jen maximální síla svalů předloktí, zatímco silová vytrvalost zůstává nepoznamenána. Ale test silové vytrvalosti se však vztahoval k maximální volní kontrakci a ne k tělesné hmotnosti. Rozdíly v maximální volní kontrakci mezi lezci a dvěma dalšími skupinami měly za následek rozdíly v absolutní síle ve vytrvalostních testech. Lezci tedy prováděli statickou kontrakci stejnou dobu, ale větší absolutní silou, a to přibližně o 25-40N.

Watts (2004) se snažil zhodnotit výsledky různých studií, zabývajících se statickou svalovou silou horních končetin, která byla měřena pomocí ručního dynamometru. Naměřené hodnoty dynamometrie stisku ruky u elitních lezců v daných studiích jsou uvedeny v tabulce číslo 8.

**Tab. č. 8: Souhrn dat síly předloktí u elitních lezců (průměr, směrodatná odchylka) (Watts, 2004).**

Výzkumné studie	Počet (M, Ž); obtížnost	Test	Síla (N)
Watts et al. 1993	21 (M); 5,13c/8b	handgrip	506,0 (62,8)
Cutts & Bollen 1993	13 (M); 5,8/5b-5,12a/7b	handgrip	519,8 (56,9)
Grant et al. 1996	10 (M); □ 5,10a/6a	handgrip	532,5 (22,6)
Watts et al. 1996	11 (M); 5,13b/8a	handgrip	581,6 (69,6)
Watts et al. 2000	5,12c/5,14b/7c-8c	handgrip	507,0 (73,6)
Watts et al. 2003b	52 mladí (M); 5,11d/7c	handgrip	357,9 (126,5)
Watts et al. 1993	18 (Ž); 5,12c/7c	handgrip	335,4 (60,0)
Grant et al. 2001	10 (Ž); ~ 5,9/5c	handgrip	337,4 (11,8)
Watts et al. 2003b	38 mladí (Ž); 5,11b/6c	handgrip	246,1 (66,7)

Veškeré studie, které byly provedeny se týkaly svalové síly a vytrvalosti horních končetin a břišních svalů. Velké svalové skupiny u lezců zůstávají dosud mimo hlavní oblast zájmu. Žádná nám známá práce se nezabývala silou dolních končetin u sportovních lezců v obecných motorických testech. Pouze Schweizer (2005) sledoval funkční kotníkovou kontrolou lezců. Skupina 25 lezců byla porovnávána se skupinou 26 fotbalových hráčů. Všichni byli muži, nezranění a cvičili 3-4 krát týdně. Aktivní stabilita kotníku byla hodnocena při stožení na jedné noze pomocí stabilometru a měřením maximální síly při plantární flexi a extenzi kotníku. Zjistil, že lezci prokazovali značně lepší výsledky ve stabilometrii a větší absolutní a relativní maximální sílu flexe kotníku. Hráči fotbalu prokazovali větší absolutní, ale ne relativní sílu v extenzi. Autor dodává, že lezení může být pro své pomalé a kontrolované statické pohyby významné při léčení funkční nestability kotníku.

## 2.6. Flexibilita

Alter (1996) charakterizuje flexibilitu jako schopnost pohybovat svaly a klouby v plném rozsahu. Rozděluje ji v závislosti na způsobu protahování do čtyř kategorií.

- A) **Statická flexibilita** – dána rozsahem pohybu bez ohledu na rychlosti provedeného pohybu. Podstatou je protažení uvolněných svalů do krajní polohy a v ní vydržet po určitou dobu.
- B) **Dynamická flexibilita** – je spojována s rytmem pohybu. K přemístění části těla do krajní polohy se využívá pohybové energie trupu a končetin.
- C) **Aktivní flexibilita** – rozsah pohybu při volném použití svalů bez vnější pomoci. Rozlišuje se aktivní kloubní pohyblivost statická a dynamická.
- D) **Pasivní flexibilita** – využívá se vnější síla k provedení pohybu do krajních poloh. Stejně jako aktivní flexibilita se dělí na statickou a dynamickou část.

Janda, Pavlů (1993) rozlišují dva druhy rozsahu kloubní pohyblivosti.

- A) **Pasivní rozsah pohybu**, lze ho dosáhnout v daném kloubu pomocí pohybu, který je vykonáván působením zevní síly. Díky pasivnímu rozsahu pohybu získáme informaci o skutečném rozsahu pohybu, a to vlivem sníženého napětí měkkých tkání, především díky relaxaci.
- B) **Aktivní rozsah pohybu**, toho dosáhneme v určitém kloubu pohybem, který je vykonáván aktivitou příslušných svalů v okolí daného kloubu.

Studie prokázaly, že ženy mají lepší pasivní flexibilitu než muži. Ale muži díky své stavbě těla a proporcím mají více svalů, aby táhly méně flexibilní končetiny do krajních poloh. Jako výsledek rozdílu mezi pohlavím v aktivní pohyblivosti nejsou tak výrazné jako v pasivní. To znamená, že muži mohou trávit více času trénováním pasivní flexibility a ženy aktivní. (Goddard-Neumann, 1993)

Flexibilitou lezců se zabývali ve svých studiích Grant (1996, 2001) a Mermierová (2000). Grant do svého výzkumu zařadil dva testy flexibility (dosah v sedě, zdvih chodidel) jak u mužů (1996), tak u žen (2001). Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce číslo 7.

**Tab. č. 7: Souhrn hodnot u testů flexibility lezců (muži, ženy)**

(upraveno Grant, 1996, 2001).

Testy flexibility	Muži			Ženy		
	Elitní lezci	Rekreační lezci	Nelezci	Elitní lezci	Rekreační lezci	Nelezci
Dosah v sedě (cm)	37,9 - 7,8	31,3 - 6,8	34,5 - 5,2	42,9 ± 4,7	39,0 ± 8,1	45,0 ± 9,7
Zdvih chodidel (cm)	99,9 - 11,7	96,4 - 11,0	91,8 - 7,9	78,0 ± 6,5	79,1 ± 6,7	75,7 ± 6,9

Studie neprokázaly žádné markantní rozdíly v testech flexibility u jednotlivých skupin testovaných, jak u mužů, tak ani u žen.

Mermierová (2000) testovala pohyblivost u 44 lezců (24 mužů, 20 žen). Zařadila čtyři testy flexibility – flexi a abdukci v kyčelním kloubu, flexi a abdukci v ramenním kloubu. Výsledky testů ukázaly, že ženy jsou více pohyblivější než muži.

## **2.7. Složení těla**

Lidské tělo je složeno z kostí, tkání a tekutin. Kosterní svaly představují tvoří 40- 50 % celkové tělesné hmotnosti. Srdeční a hladké svalstvo tvoří přibližně 10 % tělesné hmotnosti.

Tělní tekutiny se dělí na mimobuněčnou (extracelulární) a buněčnou (intracelulární). Základní složkou tekutin je voda. V buňkách je obsaženo 2/3 objemu vody, mimo ně 1/3 objemu vody.

Složení těla ukazuje množství podkožního tuku a množství základní tělesné hmoty. Podle řady výzkumů je optimální podíl tuku k ostatním tělesným tkáním žen 15 až 18 procent a u mužů kolem 9 až 12 procent (Blahušová, 1995).

Optimální tělesná hmotnost z pohledu výkonu a zdraví je určena individuálně a je ovlivněna věkem, pohlavím, tělesnou aktivitou či sportem, somatotypem, dědičností a individuální variabilitou. Je obecně známo, že zdravotní riziko je daleko vyšší u osob, jejichž tělesná hmotnost je o 20% vyšší než optimum. Zdravotní rizika se zvyšují s rostoucím zastoupením tělesného tuku.



### 2.7.1. Tělesná hmotnost a její indexy

Existuje mnoho indexů, určující rozsah optimální tělesné hmotnosti z hlediska zdraví a sportovní výkonnosti. Index tělesné hmotnosti (anglicky - body mass index – BMI) číslo, které se používá jako měřítko obezity, umožňující statistické porovnávání lidí s různou výškou. Tento index se využívá k zjištění (odhadu) kritických hodnot tuku, které jsou rizikové pro vznik chorob. Index se spočítá hmotnost v kilogramech daného člověka lomeno druhou mocninou jeho výšky v metrech:

$$\text{BMI} = \frac{\text{hmotnost}}{\text{výška}^2}$$

Hodnocení body mass indexu je znázorněno v tabulce číslo 8.

**Tab. č. 8: Hodnoty BMI** (Blahušová, 2005).

<b>Hmotnostní kategorie</b>	<b>BMI</b>	<b>Zdravotní riziko</b>
Nízká hmotnost	19 - 24	nízké
Průměrná hmotnost	25 – 26	střední
Nadváha	27 – 29	vysoké
Obezita	30 – 34	velmi vysoké
Extrémní obezita	nad 35	extrémně vysoké

BMI je využitelný u sportovců jen v omezené míře. Optimální hodnota BMI je v rozsahu 21,9 – 22,4 kg.m<sup>-2</sup> pro muže a 21,3 – 22,1 kg.m<sup>-2</sup> pro ženy. Hodnoty vyšší jak 27,8 kg.m<sup>-2</sup> pro muže a 27,3 kg.m<sup>-2</sup> pro ženy jsou spojeny se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění, vysokým krevním tlakem a diabetem.

Je možné se setkat i s grafy závislosti tělesné výšky na tělesné hmotnosti. Tyto grafy a indexy nám však nic neřeknou o tělesném složení a rozložení aktivní tělesné hmoty a tělesného tuku. (Havlíčková, 2003)

BMI je bráno pouze jako statistický nástroj, u konkrétních osob se může lišit klinický stav od významu naměřené hodnoty BMI. Například kulturista může mít hodnotu BMI nad 30 a přesto není obézní, protože vysoká hodnota indexu je u něj dána velkým množstvím svalové hmoty. Naopak starší lidé s malým množstvím svalstva mohou být ze zdravotního hlediska obézní, přestože jejich BMI je řadí do kategorie ideální váhy.

Watts (2004) se snažil zhodnotit výsledky různých studií a stanovit ideální postavu elitního lezce. Studie prováděl především v USA a ve Velké Británii, objektem zkoumání byli elitní lezci. Na základě získaných dat Watts zjistil, že tito lezci jsou spíše malého vzrůstu s nízkou tělesnou hmotou a nízkým procentem tuku. I když absolutní hodnoty síly nejsou neobvyklé, síla vůči poměru tělesné hmoty je vysoká u vynikajících lezců. Souhrn antropometrických dat u elitních lezců jsou popsány v tabulce číslo 9.

**Tab. č. 9: Souhrn antropometrických dat u elitních lezců (průměr, směrodatná odchylka) (Watts, 2004).**

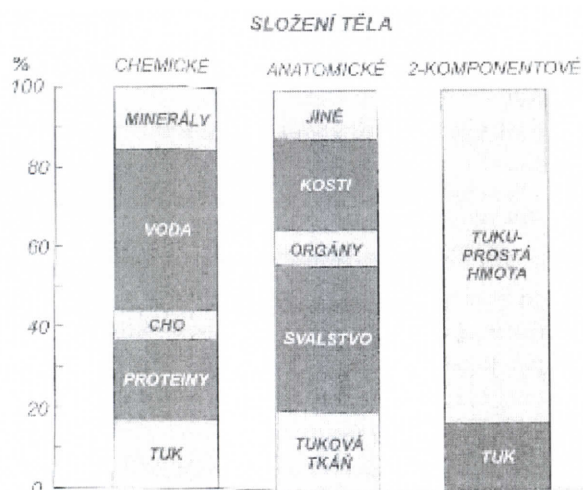
Výzkumné studie	Počet (M,Ž); obtížnost	Výška (m)	Tělesná hmotnost (kg)
Watts et al. 1993	21 (M); 5,13c/8b	1,78 (0,065)	66,6 (5,5)
Watts et al. 1993	7 (M); 5,14a/8c	1,79 (0,052)	62,4 (5,5)
Grant et al. 1996	10 (M); □ 5,10a/6a	1,79 (0,085)	74,5 (4,5)
Watts et al. 1996	11 (M); 5,13b/8a	1,76 (0,089)	65,9 (8,6)
Mermier et al. 1997	9 (M); □ 5,11/7a	1,76 (0,056)	66,3 (6,4)
Booth et al. 1999	6(M); 5,12a-5,13b/7b-8a	1,76 (0,027)	62,6 (3,3)
Zapf et al. 2001	20 (M); □ 5,13a/8a	1,77 (0,044)	65,6 (4,9)
Watts et al. 1993	18 (Ž); 5,12c/7c	1,65 (0,040)	51,5 (5,1)
Watts et al. 1993	6 (Ž); 5,13b/8a	1,62 (0,046)	46,8 (4,9)
Mermier et al. 1997	5 (Ž); □ 5,11/7a	1,65 (0,056)	54,5 (3,9)

### 2.7.2. Určení složení těla

Přímé měření tělesného složení se nedá u žijících osob realizovat. Z těchto důvodů bylo vypracováno několik metodik nepřímého odhadu. Dvousložkový chemický model je jedním z prvních, který by použít. Rozděluje tělo na tělesný tuk a tukuprostou hmotu (fat free mass – FFM). Tělesný tuk je lze brán jako chemická látka, tzn. že se jedná o všechny lipidy lidského těla. Je nutno odlišit tukové buňky či tukovou tkáň jako takovou (Havlíčková, 2003).

Původní pohled na tělesné složení byl určen chemickým či anatomickým modelem. Z chemického hlediska je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Tento systém je preferován ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Anatomicky je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi, viz obrázek číslo 1, (Riegerová, 2006).

**Obr. č. 1 Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení** (Riegerová, 2006).



Procento tělesného tuku osciluje od 5 do 12% u mužů a 10 – 20% u žen a závisí na sportu i specifickém postavení ve sportovním odvětví. Obecně se dá říci, že odpovídající rozsah populace je 15 – 18% pro muže a 20 – 25% pro ženy. Hodnoty procenta tělesného tuku u populace sportovní i nespportovní je zobrazena v tabulce číslo 10.

**Tab. č. 10: Hodnoty procenta tělesného tuku** (Havlíčková, 2003).

Hodnoty procenta tělesného tuku		
Klasifikace	Ženy (% tuku)	Muži (% tuku)
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 studenti	20 – 27 %	12 – 17 %
Sportující osoby středního věku	20 – 25 %	15 – 20 %
Nespportující osoby středního věku	25 – 35 %	20 – 25 %
Hraniční hodnoty tuku	25 – 29 %	18 – 22 %
Obézní jedinci	Více jak 30 %	Více jak 23 %

### Rozdělení různých technik pro stanovení složení těla:

- **I. úroveň** – přímé měření procenta tělesného tuku je za života jedince nerealizovatelné (pitva)
- **II. úroveň** – nepřímé měření procentuálního zastoupení tělesného tuku a ATH (aktivní tělesná hmota), založené na kvantitativních předpokladech (značený draslík, denzitometrie, celková tělesná voda)
- **III. úroveň** – dvakrát nepřímá, založená na II. úrovni (antropometrie, impedance, elektrická vodivost) (Havlíčková, 2003).

Přestože není možné srovnávat procenta tělesného tuku vzhledem k odlišným použitým technikám měření, porovnali jsme několik studií. U špičkových závodníků s lezeckou výkonností 10+ UIAA byly zjištěny hodnoty tělesného tuku  $4,7 \pm 1,3$  % (Watts, Martin&Durtschi, 1993). Lezcům s lezeckou výkonností 6+ UIAA se naměřilo  $14 \pm 3,7$  % tělesného tuku (Grant, 1996) a  $9,8 \pm 3,5$  % tělesného tuku (Mermierová, 2000). Lezci s nižší výkonností do 6. stupně UIAA měli  $15,3 \pm 3,0$  % tělesného tuku (Grant, 1996).

Proběhlo rovněž měření lezkyň. U nich bylo zjištěno jednou tak velké procento tělesného tuku než u mužů. Mermierová (2000) uvádí u lezkyň s výkonností 5+ UIAA  $20,7 \pm 4,9$  % tělesného tuku. Watts et al. (1993) naměřili u špičkových závodnic (výkonnost 9. stupně UIAA)  $10,7 \pm 1,7$  % .

### 2.7.3 Bioelektrická impedance

K určování procenta tělesného tuku se v poslední době využívá bioelektrická impedance. Bioimpedanční analýza (BIA) je relativně novou metodikou, která se pro stanovení složení těla používá od 80. let. Je neinvazivní, levnou, terenní a bezpečnou metodou (Havlíčková, 2003).



Obecně je zapotřebí u všech nepřímých metod, stanovujících tělesné složení charakterizovat (Bunc, 1998):

1. Hardware – přístroj, metoda, měřicí místa, uspořádání elektrod, frekvence, atd.
2. Software – predikční rovnice, stanovující z naměřených dat požadované výstupní proměnné.

BIA je založena na šíření střídavého proudu nízké intenzity biologickými strukturami (nejčastěji se jedná o proud o 800 mA s frekvencí 50 kHz) (Havlíčková, 2003).

Princip metodiky spočívá v tom, že tukuprostá hmota (hmotnost opory, tedy hmotnost netukových složek: kostra, svalstvo, vnitřnosti, celkový obsah vody – až 74% v organismu), obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem proudu, zatím co tuková tkáň se chová jako izolátor a špatný vodič. Vychází se z předpokladu, že aktivní hmota obsahuje všechnu vodu a vodivé elektrolyty a proto je vodivost aktivní hmoty větší než tělesného tuku (Riegerová, 2006).

K měření se využívá tetrapolární přístroj se čtyřmi elektrodami – dvě se umísťují na dolní končetinu (střed metatarzálních kůstek, kotník) a dvě na horní končetinu (střed metakarpálních kůstek, zápěstí). Jedinec leží v klidu v poloze na zádech, horní končetiny lehce v obdukcii, aby nedošlo ke kontaktu s tělem. Dolní končetiny také v obdukcii, stehna se nesmí dotýkat. Styčné plochy s elektrodami se očišťují alkoholem nebo dezinfekčním prostředkem. (Havlíčková, 2003).

Základní proměnnou, kterou BIA měří, je celková voda (TBW). Tukuprostá hmota (FFM je určena rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určena podle rovnice:

$$FFM = TBW * 0,732^{-1}$$

Hodnota 0,732 (73,2%) představuje průměrkou hydrataci tukuprosté hmoty (Bunc, 1997-1999).

Index **ECM/BCM** (extracelulární hmota/buněčná hmota) určuje důležitý parametr pro hodnocení stavu výživy jedince. Optimální stav výživy odpovídá hodnotě indexu 0,7-0,8. Čím je index nižší, tím větší množství tukuprosté hmoty má jedinec k využití pro svou pohybovou aktivitu. Ženy mají tento podíl vyšší než muži. Podobně trénovaní jedinci disponují nižší hodnotou tohoto indexu než netrénovaní. Pokud dosahuje index hodnoty větší než 1, je

využitelnost tukuprosté hmoty pro svalovou práci nízká. Poměr ECM/BCM lze využít jako kritérium pro hodnocení předpokladu k pohybovému výkonu (Riegerová, 2006).

Obecně platí, že neexistuje universální predikční rovnice, která by byla použitelná v celém rozsahu hodnot tělesného tuku (Bunc, 1998). Základní diferencující proměnou je pohlaví, věk a úroveň tělesné zdatnosti. U vysoce trénovaných jedinců s extrémními parametry tělesného složení mohou predikční rovnice poskytovat chybné údaje (Bunc, 1997-1999).

Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance zjišťuje poměr tukové složky, aktivní tělesné hmoty, obsah celkové vody, obsah extracelulární a intracelulární vody a stupeň bazálního metabolismu (Riegerová, 2006).

Tato metoda je velmi citlivá a může být v některých případech problematická. Aktuální naměřené hodnoty jsou ovlivněny faktory jako je termoregulace a povrchové teplotě kůže, stav hydratace a zásoby svalového glykogenu, který je vázán na vodu (Havlíčková, 2003).

## 3. CÍLE A ÚKOLY

### 3.1 Cíle práce

Cílem mé práce je zjistit, jakou úroveň svalové síly a hodnoty tělesného složení mají rekreační lezci v porovnání s výkonnostními lezci z řad návštěvníků lezeckých stěn.

### 3.2 Hypotézy

1. Výsledky silových testů (skok do dálky z místa, výdrž ve shybu, ruční dynamometrie, vis na liště) budou lepší u lezců s vyšší výkonností a vyšší intenzitou lezení.
2. Lezci, kteří lezou obtížnější cesty budou mít nižší tělesnou hmotnost a nižší procento tělesného tuku.

### 3.3 Úkoly práce

Následující dílčí úkoly vplynuly na základě stanovených cílů práce:

- Příprava testu a ankety
- Vyplnit anketu s lezci
- Uskutečnit měření složení těla lezců
- Provést motorické testy
- Statisticky vyhodnotit získaná data
- Zhodnotit výsledky práce

## 4. METODIKA PRÁCE

### 4.1 Výzkumný soubor

Celý soubor testovaných zahrnoval 77 lezců. Z toho bylo 55 mužů a 22 žen. Věkové rozmezí testovaných osob se pohyboval od 16 do 45 let. Poměr mužů a žen byl v poměru 71% : 29%. Výkonnost RP lezců se pohybovala od 4. stupně UIAA až po 9. stupeň UIAA, to ukazuje na vrcholovou úroveň ve sportovním lezení.

Testovaná skupina lezců byla vybrána z řad lidí, kteří navštěvují lezecké stěny Palmovka a Ruzyně. Tyto lezce jsem oslovila osobně. 90 % procent oslovených návštěvníků souhlasilo s vykonáním našeho testování. Lezce motivovalo, že se mohou dozvědět pomocí motorických testů a bioelektrická impedance aktuální stav své svalové síly a složení těla. U malého procenta návštěvníků (cca 10%) jsem se setkala s nezájmem na účasti testování. Jednalo se o jedince středního věku. Přišli si zalézt a nechtěli se hned na začátek unavit a navíc neměli dostatek času, neboť měli v plánu další program.

Měření a testování probíhalo ve třech různých dnech – na lezecké stěně Ruzyně 12.11. 2008 od 14:00 do 18:30, na lezecké stěně Palmovka 11.12. 2008 od 17:00 do 20.00, 19.12. 2008 od 18:00 do 21:00. Většina lezců přicházela na stěnu až po šesté hodině večerní, kdy všichni měli již po práci s cílem se odreagovat nebo zatrénovat.

### 4.2 Použité techniky a metody měření

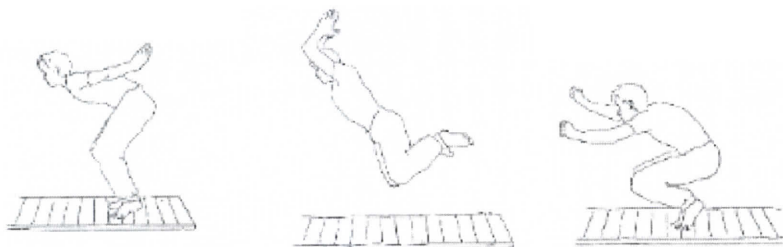
U všech zástupců výzkumného souboru se měřil maximální momentální výkon v daných testech (maximální vytrvalost, maximální síla apod.) a složení jejich těla.

Součástí výzkumu bylo získání potřebných informací o lezecké výkonnosti a životním stylu testovaných osob. Tyto informace se získaly prostřednictvím ankety, která probíhala formou strukturovaného rozhovoru před vlastním testováním. Anketu jsem převzala od Hrdličkové (2008) z její diplomové práce.

Snaží se doskočit snožmo co nejdále a potom zaujmout vzpřímený postoj bez posunu chodidel vzad. Započítává se lepší ze dvou pokusů. Výsledky se uvádějí s přesností na jeden cm. Koeficient spolehlivosti tohoto měření je 0,88 (Fetz-Kornexl, 1978), viz obr. č. 4.

Použité pomůcky: pásmo a páska pro určení začátku měření

**Obr. č. 4: Skok z místa do dálky** (Moravec a kol., 1996).



- **Test statické vytrvalostní síly horních končetin – výdrž ve shybu**

Testovaná osoba si vystoupí na stoličku, uchopí hrazdu na šířku ramen nadhmatem. Pomůžeme mu nadzvednutím do takové výšky, aby měl bradu nad úroveň žerdě. Snaží se vydržet v této poloze co nejdéle a bez toho, aniž by se dotýkal bradou hrazdy. Test končí v okamžiku, kdy brada klesne pod úroveň hrazdy. Výdrž ve shybu se měří s přesností na desetinu sekundy. Koeficient spolehlivosti tohoto měření je 0,94 (Fetz-Kornexl, 1978), viz obr. č. 5.

Použité pomůcky: doskočná hrazda, stolička a stopky.

**Obr. č. 5: Výdrž ve shybu** (Moravec a kol., 1996).



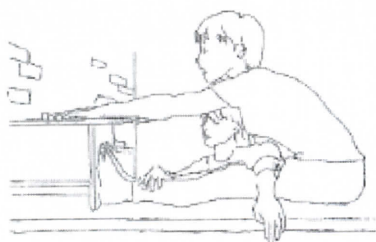


- **Test flexibility – předklon s dosahem v sedě**

Testovaná osoba zaujme polohu sed snožmo u testovacího zařízení. Chodidly se opírá o jeho přední stěnu, natažené ruce se dotýkají horní hrany stolku. Dolní končetiny má osoba napjaté v kolenou po celou dobu testování. Předpaží a postupně se předklání. Napnuté prsty rukou sune po délkovém měřítku na vrchní desce co nejdál a v krajní poloze vydrží alespoň 2 sekundy. Koeficient spolehlivosti tohoto měření je 0,95 (Moravec a kol., 1996), viz. obr. 6.

Použité pomůcky: testovací stolec s posuvným pravítkem

**Obr. 6: Předklon s dosahem v sedě** (Moravec a kol., 1996).

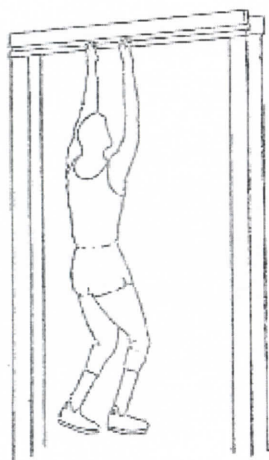


- **Test statické vytrvalostní síly horních končetin – vis na liště**

Testovaná osoba se zavěsí na lištu (2,5cm širokou) otevřeným nebo polouzavřeným úchopem. Stopky se spouští, jakmile testovaný visí na liště. Snaží se vydržet v této poloze co nejdéle a test končí v okamžiku, kdy prsty opustí lištu. Vis se měří s přesností na desetinu sekundy Koeficient spolehlivosti tohoto měření je 0,96 (Nachbauer-Fetz-Burtscher, 1987), viz obrázek číslo 7.

Použité pomůcky: lišta 2,5 cm široká upevněná na stěně, stopky

**Obr. č. 7: Vis na liště** ((Nachbauer-Fetz-Burtscher, 1987).



Poznámka: Všechny přístroje a pomůcky byly zapůjčeny z Laboratoře sportovní motoriky na FTVS.

### 4.2.3 Anketa, rozhovor

- **Anketa**

Anketa je strukturovaný prostředek pro sběr dat, který vyplňuje zkoumaná osoba. Výzkumníci používají dotazníky, aby získali informace o myšlení, zkušenostech, pocitech, postojích, názorech a znalostech, hodnotách a intencích. Informace v dotazníku se mohou týkat dotazované osoby nebo popisu externích objektů. Ankety obvykle obsahují množství otázek a tvrzení, které označujeme jako položky. Otázky se mohou týkat minulosti, přítomnosti a budoucnosti (Blahuš, 1975).

- **Rozhovor**

Někteří autoři používají místo názvu rozhovor slovo „interview“. Jedná se o interpersonální kontakt. Nejčastěji se jedná o kontakt tváří v tvář, i když někdy se používá i telefonický rozhovor. Rozhovor je výzkumná metoda. Zachycuje nejen fakta, ale umožňuje proniknout i hlouběji do motivů a postojů respondenta. Tazatel může sledovat i některé vnější reakce respondenta a podle nich potom pohotově usměrňovat další průběh kladení otázek (Gavora, 2000).

## **4.3 Vyhodnocení výsledků**

### **A) Analýza rozptylu**

Chráška (2007) uvádí, že základní myšlenku analýzy rozptylu můžeme vyjádřit tímto způsobem. Pokud máme určitý soubor metrických dat (celkem  $n$  hodnot), který je rozdělen do několika ( $k$ ) skupin, potom můžeme vypočítat dva na sobe nezávislé odhady rozptylu:

- první z těchto odhadů vychází z rozptylu mezi průměry skupin,
- druhý vychází z rozptylu uvnitř skupin.

K objektivnímu posouzení poměru obou rozptylů se používá F-testu.

Analýza rozptylu představuje účinný statistický nástroj pro zkoumání vztahu mezi vysvětlovanými a vysvětlujícími proměnnými, používaný především pro vyhodnocování experimentálních dat. Vysvětlované proměnné jsou vždy kvantitativní, u vysvětlujících proměnných /v analýze rozptylu označovaných jako faktory/ na typu nezáleží (Hebák, 2004).

Faktory nabývají pouze malého počtu obměn /úrovní/, podle nichž lze hodnoty vysvětlovaných proměnných třídit do skupin. Zkoumáme-li vliv jediného faktoru na jednu či více vysvětlovaných proměnných, jde o jednofaktorovou analýzu rozptylu /nebo také jednoduché třídění/. Při více faktorech mluvíme o vícefaktorové analýze rozptylu. Jednorozměrná analýza rozptylu /ANOVA/ předpokládá jedinou vysvětlovanou proměnnou, pomocí vícerozměrné analýzy rozptylu /MANOVA/ zkoumáme vliv jednoho či více faktorů na několik vysvětlovaných proměnných současně (Hebák, 2004).

Analýza rozptylu při jednoduchém třídění analyzuje difference průměrů sledované závisle proměnné mezi skupinami, které jsou určeny jednou kategoriální nezávisle proměnnou (faktorem). Zkoumá se, zda skupiny vytvořené tímto klasifikačním faktorem jsou podobné, nebo zda jednotlivé průměry tvoří nějaké identifikovatelné shluky (Hendl, 2004).

### **B) Korelační analýza**

Korelační analýza zkoumá vztahy proměnných graficky a pomocí různých měř závislosti, které nazýváme korelační koeficienty (Hendl, 2006).

Korelační analýza se ve statistice používá pro vyšetření závislosti mezi jednotlivými spojitými kvantitativními veličinami. Je to statistická metoda, která zkoumá sílu (těsnost) vzájemné závislosti dvou spojitých veličin (Hendl, 2004).

Sílu závislosti (korelaci) vyjadřujeme prostřednictvím různých měr statistické závislosti, ke kterým patří i korelační koeficienty. Obecně požadujeme, aby absolutní hodnota míry statistické závislosti ležela v uzavřeném intervalu od nuly do jedné (Zvárová, 2004).

### ***Pearsonův korelační koeficient***

Hendl (2006) píše ve své knize, že i přes některé své nedostatky je Pearsonův korelační koeficient  $r$  nejdůležitější mírou síly vztahu dvou náhodných spojitých proměnných  $X$  a  $Y$ . Počítáme jej z  $n$  párových hodnot  $\{(x_i, y_i)\}$ , změřených na  $n$  jednotkách náhodně vybraných z populace.

Korelační koeficient  $r$  nabývá hodnot z intervalu  $(-1;1)$ . Jestliže má hodnotu 1 nebo -1, pak  $y$ -souřadnici bodu lze přesně spočítat pomocí lineárního vztahu z jeho  $x$ -souřadnice. Vypočítáme ho pomocí tzv. kovariance  $s_{xy}$  a směrodatných odchylek  $s_x$  a  $s_y$  obou proměnných:

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Pearsonův koeficient se vypočte podle vzorce:

$$r_{xy} = s_{xy} / (s_x s_y)$$

kde  $r$  je Pearsonův koeficient korelace,  $S$  rozptyl a  $x, y$  jsou náhodné spojitě proměnné.

### ***Kendallův koeficient pořadové korelace***

Hendl (2006) popisuje Kendallův koeficient, jako koeficient, který má měřit „sílu vztahů“ dvou proměnných. Ale různé korelační koeficienty ho měří různým způsobem.



Kendallův koeficient má jednoduchou pravděpodobnostní interpretaci. Jeho teoretickou hodnotu v populaci označujeme  $\tau_K$  nebo Kendallovo *tau*.

Vycházíme z dat, které se týkají metrického nebo ordinálního hodnocení  $n$  objektů ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) podle dvou kritérií  $X, Y$ . Ke každému objektu  $i$  získáme ohodnocení  $(x_i, y_i)$ . Jestliže mezi kritérii  $X$  a  $Y$  je kladná asociace, pak i budou mít  $y_i$  vzestupnou tendenci. Při záporné bude sestupná tendence.

Rozdíl  $S = P - Q$  nazýváme Kendallovo  $S$  a je jednoduchou mírou závislosti.  $S$  se může pohybovat mezi hodnotami  $-0,5n(n-1)$  a  $0,5n(n-1)$ . Proto se Kendallův koeficient *tau* počítá podle formule:

$$t_n = S/D = P - Q/D$$

$D$  je maximální počet konkordancí, má hodnotu  $n(n-1)/2$ .

Pomocí korelační analýzy byly vyšetřovány vzájemné závislosti mezi jednotlivými motorickými testy a charakteristikami lezců (výška, hmotnost, věk, množství tuku, délka praxe a lezecký výkon).

### C) Střední chyba měření

Měkota, Blahuš (1983) se ve své knize zmiňují, že střední chyba měření je odhad chyby používaný k interpretaci individuálních výsledků testu. Tuto hodnotu můžeme vypočítat, pokud známe koeficient spolehlivosti a směrodatnou odchylku.

Střední chyba měření je definována vzorcem:

$$S = s \sqrt{(1 - r)},$$

kde  $s$  je směrodatná odchylka měření a  $r$  koeficient variability pro testovanou metodu.

## 5. VÝSLEDKY

Pro přehlednost o lezcích jsme využili tabulky a výsečové grafy. Jedná se o rozdělení podle věku, lezecké obtížnosti, délky lezecké praxe, frekvence lezení (lano, bouldr), jakým sportům se věnují kromě lezení (silová, vytrvalostní).

### 5.1. Charakteristika souboru

Celý testovaný soubor obsahoval 77 lezců. Z toho bylo 55 mužů a 22 žen. Věkové rozmezí testovaných osob se pohyboval od 14 do 45 let. Poměr mužů a žen byl v poměru 71% : 29%. Výkonnost RP lezců se pohybovala od 4. stupně UIAA až po 10. stupně UIAA, tyto hodnoty představují vrcholnou úroveň lezců ve sportovním lezení.

Testovaný soubor, pro lepší vyhodnocování výsledků, jsme na základě obtížnosti lezených cest rozdělili na tři skupiny. Do první skupiny se řadí účastníci, kteří lezou cesty 3. až 5. stupně lezecké obtížnosti. K lezení těchto cest není zapotřebí trénink (rekreační lezení). Do druhé skupiny patří jedinci, kteří lezou středně těžké cesty, tj. obtížnost 6 až 7 UIAA. Zde už je zapotřebí soustředěnější specifický lezecký trénink. Poslední, tedy třetí skupinu tvořili lezci, kteří zdolávali nejobtížnější cesty, tj. od 8. stupně výše. Tito lezci už vykonávají pravidelně soustředěný specifický lezecký trénink a účastní se lezeckých soutěží.

Na základě obtížnosti lezeckých cest byli muži a ženy rozděleni do tří skupin – tabulka číslo 9. U mužů byl součet lezců v 1. skupině 14, 2. skupině 26 a ve 3. skupině 15. Žen se zúčastnilo o něco méně v 1. skupině bylo 13 lezkyň, ve 2. skupině 6 a ve 3. skupině pouze 3. Největší zastoupení v testovaném souboru mají muži ( $n = 26$ ) s výkonností 6-7 UIAA a ženy ( $n = 13$ ) s výkonností 3-5 UIAA. Podařilo se nám změřit poměrně velkou část lezců s vyšší lezeckou výkonností ( $n = 18$ ), ale z toho pouze 3 lezkyně s výkonností 8 a více UIAA. Potvrzuje se fakt, že se jedná u žen o výjimečnou výkonnost, ale rovněž je snížena prokazatelnost výsledů u této populace.

Somatické charakteristiky celého testovaného souboru jsou popsány v tabulce číslo 11. Věk testovaného souboru se pohyboval v průměru  $26,87 \pm 6.763$  let. Nejstarší testované

osobě bylo 45 let. A nejmladší zúčastněný měl 14 roků. Při měření somatických údajů jsme zjistili, že průměrná hmotnost a tělesná výška testovaných je u mužů v 1. skupině hmotnost  $79,78 \pm 10,29$  kg, výška  $176,5 \pm 6,92$  cm, v 2. skupině hmotnost  $70,72 \pm 8,24$  kg, výška  $186,1 \pm 6,62$  cm a ve 3. skupině byla průměrná hmotnost  $69,54 \pm 9,77$  kg, výška  $176,5 \pm 6,78$  cm. U žen se naměřené hodnoty pohybovaly v průměru u 1. skupiny hmotnost  $62,65 \pm 9,87$  kg a výška  $167,0 \pm 6,81$  cm, u 2. skupiny hmotnost  $64,77 \pm 5,02$  kg, výška  $172,5 \pm 6,86$  cm a u 3. skupiny  $57,70 \pm 8,18$  kg, výška  $166,6 \pm 7,66$  cm.

Z naměřených hodnot vyplývá, že výkonností lezci a lezkyně byli průměrně mladší, s menší tělesnou hmotností a výškou.

Porovnáme-li mezi skupinami délku lezecké praxe, zjistíme, že výkonností lezci mají průměrně delší lezeckou výkonnost. U lezců s nižší lezeckou výkonností 3-5 UIAA se délka lezení pohybuje průměrně u mužů  $28,14 \pm 15,40$  měsíců a u ženy  $31,23 \pm 22,05$  měsíců, lezci se střední lezeckou výkonností 6-7 UIAA lezou  $59,69 \pm 41,67$  měsíců a lezkyně  $41,67 \pm 24,08$  měsíců. U třetí skupiny s lezeckou výkonností 8 a více UIAA se lezecká praxe pohybuje průměrně u mužů  $84,80 \pm 40,80$  měsíců a u žen  $49,00 \pm 12,12$  měsíců.

Z vedených rozhovorů celého testovaného souboru jsme zjistili, viz graf č. 1 v příloze, že nejvíce lezců se věnovalo lezení 1 až 3 roky, a to (38%). Objevili se zde i 3 lezci, kteří lezou 12 let a jeden, který má lezeckou praxi 22 let.

Tabulka číslo 11 nám ukazuje, že výkonností lezci nalezou průměrně cca. dvojnásobný až trojnásobný počet metrů, než rekreační lezci.

Během testování jsme se setkali s lezci, kteří lezou výhradně na laně nebo bouldrují a nebo se věnují oběma činnostem. Bouldrování i lezení na laně provozuje z testovaného souboru 33 lezců (43%). Tyto lezce rozdělujeme na dvě skupiny podle intenzity tréninku bouldrování. Do první skupiny se řadí ti jedinci, kteří bouldrování věnují dostatek času, tedy rovnocennou část tréninku jako lezení na laně. Do druhé skupiny patří ti lezci, kteří berou bouldrování také za součást tréninku, ale využijí ho jen na začátku tréninkové jednotky na zahřátí organismu („rozlezení“), a na konci, kdy se chtějí úplně vyčerpat poslední síly („dolezení“), tedy na konci svého tréninku.

Lezením na laně se věnuje větší část dotázaných a to 40 lezců (52%). Zbylí 4 členové (5%) z našeho souboru navštěvují lezeckou stěnu kvůli bouldrování.

Většina lezců trénují 1-2krát týdně. Najdou se mezi nimi i jedinci, kteří chodí lézt 3-5krát týdně, jedná se o výkonnostní lezce, kteří se věnují lezení na závodní úrovni.

**Tab. č. 11: Somatické charakteristiky souboru a jejich lezecká praxe, směrodatné odchylky (SD)**

	Pohlaví	Lezecká výkonnost 3-5 UIAA		Lezecká výkonnost 6-7 UIAA		Lezecká výkonnost 8 a více UIAA	
		průměr	SD	průměr	SD	průměr	SD
<b>Počet testovaných</b>	<i>muži</i>	14		26		15	
	<i>ženy</i>	13		6		3	
<b>Věk (roky)</b>	<i>muži</i>	30,27	7,92	26,89	6,77	24,51	5,30
	<i>ženy</i>	27,74	6,09	25,48	7,14	21,48	5,84
<b>Tělesná hmotnost (kg)</b>	<i>muži</i>	79,78	10,29	70,72	8,24	69,54	9,77
	<i>ženy</i>	62,65	9,78	64,77	5,02	57,70	8,18
<b>Výška (m)</b>	<i>muži</i>	182,8	6,92	186,1	6,62	176,5	6,78
	<i>ženy</i>	167,0	6,81	172,5	6,86	166,6	7,66
<b>Délka lezení (měsíce)</b>	<i>muži</i>	28,14	15,40	59,69	49,02	84,80	40,80
	<i>ženy</i>	31,23	22,05	41,67	24,08	49,00	12,12
<b>Objem lezení (m/týden)</b>	<i>muži</i>	87,57	61,39	166,88	87,55	353,73	167,73
	<i>ženy</i>	105,38	76,69	240,00	156,46	410,00	151,00
<b>Boulder / m týdně</b>	<i>muži</i>	17,86	32,39	53,85	67,71	129,33	129,20
	<i>ženy</i>	38,08	65,94	50,00	60,33	183,33	76,38
<b>Lano / m týdně</b>	<i>muži</i>	69,71	61,40	113,04	78,62	224,40	129,90
	<i>ženy</i>	67,31	35,51	190,00	117,13	226,67	196,55

Celý testovaný soubor jsme rozdělili podle toho, jak obtížné cesty lezou na OS a RP, viz graf číslo 2. Nejvíce účastníků (53%) nejčastěji leze na OS cesty střední obtížnosti, tedy stupně 6 a 7. 28 % členů leze na OS cesty nižší obtížnosti (do 5. stupně). Zbývajících, poměrně vysoké procento, 19 % z našeho souboru leze na stěně nejtěžší cesty (stupeň 8 a 9).



Poměr studujících a pracujících účastníků v souboru byl 53 % : 47 %. U pracujících jsme rozdělili jejich zaměstnání na „sedavé“ a „nesedavé“. Přesné rozdělení těchto kategorií je následující:

- „Nesedavé“ *zaměstnání* =číšník, truhlář, tesař, učitelka TV, kuchař, pošťák, lékárník, pracovník výškových prací.
- „Sedavé“ *zaměstnání* = právník, sekretářka, obchodní podnikatel, učitel, informatik, konzultant, úředník, analytik, obchodní zástupce.

Zjistili jsme, že většina (72 %) pracujících členů se věnuje sedavému zaměstnání. 83 % ze studujících lezců navštěvuje vysokou školu. Pro lepší přehled viz tabulka číslo 12.

**Tab. č. 12: Typ zaměstnání a studia (počet lezců)**

<b>Typ zaměstnání</b>	<b>„sedavá“</b>	<b>„nesedavá“</b>		<b>Celkem</b>
	26	10		36
<b>Typ studia</b>	<b>ZŠ</b>	<b>SŠ</b>	<b>VŠ</b>	<b>Celkem</b>
	1	6	34	41

Poslední z otázkou z ankety jsme se ptali , zda se účastníci našeho souboru věnují také jiné sportovní činnosti než lezení. Pohybové aktivity jsme rozdělili do dvou kategorií – silové a aerobní, viz graf číslo 3.

Přesnější rozdělení kategorií je následující:

- *silové* – plavání, jízda na kole, posilování, úpolové sporty, veslování, pádlování, sportovní gymnastika atd.
  - *aerobní* – běh, aerobik, plavání, in-line bruslení, sportovní hry, jóga, kalanetika, tenis, squash, lyžování, turistika atd.
- sportovní hry:* fotbal, florbal, volejbal, baseball, házená
- úpolové sporty:* judo, aikido, taichi, karate



## 5.2. Motorické testy:

Vzhledem k podobným výsledkům pro dominantní a nedominantní ruku jsme zahrnuli do hodnocení výsledků pouze dominantní ruku.

Z výsledků testu stisku pravé ruky je velice dobře vidět rozdílná výkonnostní úroveň mezi skupinami pouze u žen. U mužů se to na základě výsledků testu (relativní výkon stisku) se nedá říci, že by se s vyšší obtížností lezeckých zvyšovaly hodnoty naměřené u tohoto testu, viz tabulka číslo 14. Muži 1. skupiny měli průměrně stisk pravé ruky 55,33 kg, 2. skupiny 50,92 kg a 3. skupiny 53, 11 kg. Podíváme-li se na relativní výkon, zjistíme, že lezci s lezeckou výkonností 8-9 UIAA dosahují lepších výsledků, než lezci, kteří lezou 3-5 stupeň UIAA. Výsledky průměrného stisku pravé ruky u žen vyšly s většími rozdíly mezi skupinami. První skupina měla průměrné výsledky 31,65 kg, 2. skupina 35,28 kg a 3. skupina 38,43 kg.

**Tab. č. 14: Výsledky testu ruční dynamometrie- pravá ruka (v rámci skupin a pohlaví)**

	Pohlaví	Skupiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Hand. rel.	Počet	
<b>Handgrip pravá (kg)</b>	<i>muži</i>	1.	<b>55,33</b>	10,60	<b>,6969</b>	14	
		2.	<b>50,92</b>	6,73	<b>,7246</b>	26	
		3.	<b>53,11</b>	9,88	<b>,7592</b>	15	
	<i>ženy</i>	1.	<b>31,65</b>	4,11	<b>,5095</b>	13	
		2.	<b>35,28</b>	3,39	<b>,5450</b>	6	
		3.	<b>38,43</b>	5,16	<b>,6719</b>	3	
	<i>Celkem</i>	<i>muž</i>		52,64	8,76	,7270	55
		<i>žena</i>		33,57	4,63	,5413	22
		<b>Celkem</b>		47,19	11,65	,6739	77

- Střední chyba měření: u absolutního výkonu

$$S_m = 11,65 \quad (1 - 0,93) = \mathbf{3,1 \text{ kg}}$$

Výsledky přesahují střední chybu měření tohoto testu u všech skupin, výjimka je mezi muži u skupin 2. a 3; 1. a 3.

- Střední chyba měření: u absolutního výkonu

$$S_m = 0,6739 \quad (1 - 0,93) = \mathbf{0,178 \text{ kg}}$$

- Faktor lezecké obtížnosti u absolutního výkonu nemůžeme považovat za statisticky významný  $F_{2,76} = 0,422$  ( $p = 0,657$ ), u relativního výkonu můžeme faktor lezecké výkonnosti považovat za statisticky významný  $F_{2,76} = 6,08$  ( $p = 0,04$ ). Faktor pohlaví vyšel  $F_{1,76} = 64,23$  ( $p = 0,000$ ) a je statisticky významný.

Skokem do dálky testujeme u jednotlivců výbušnou sílu dolních končetin, viz tabulka číslo 15. Naměřené hodnoty u mužů jsou následující: 1 skupina skočila do dálky průměrně 201,4 m, 2. skupina 213,39 m a 3. skupina skok nejvzdálenější 223,67m. U žen byly naměřeny tyto vzdálenosti: 1. skupina 167,46 m, 2. skupina 149,52 m, 3. skupina 192 m. Můžeme říci, že elitní lezci skočili do dálky u mužů o 22 cm a u žen o 24 cm více, než rekreační lezci.

**Tab. č. 15: Výsledky testu skok z místa (v rámci skupin a pohlaví)**

	Pohlaví	Skupiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet	
Skok do dálky (m)	muži	1.	<b>201,43</b>	26,70	14	
		2.	<b>213,39</b>	22,27	26	
		3.	<b>223,67</b>	22,26	15	
	ženy	1.	<b>167,46</b>	20,24	13	
		2.	<b>149,52</b>	62,69	6	
		3.	<b>192,00</b>	9,85	3	
	Celkem	muž		213,15	24,42	55
		žena		165,91	36,81	22
		<b>Celkem</b>		199,65	35,48	77

- Střední chyba měření:

$$S_m = 35,48 \quad (1 - 0,88) = \mathbf{12,3 \text{ cm}}$$

Výsledky přesahují střední chybu měření tohoto testu u všech skupin, které tvoří ženy. U mužských skupin výsledky nepřesahují střední chybu měření (1-2, 2-3), výjimka je mezi skupinami 1-3.

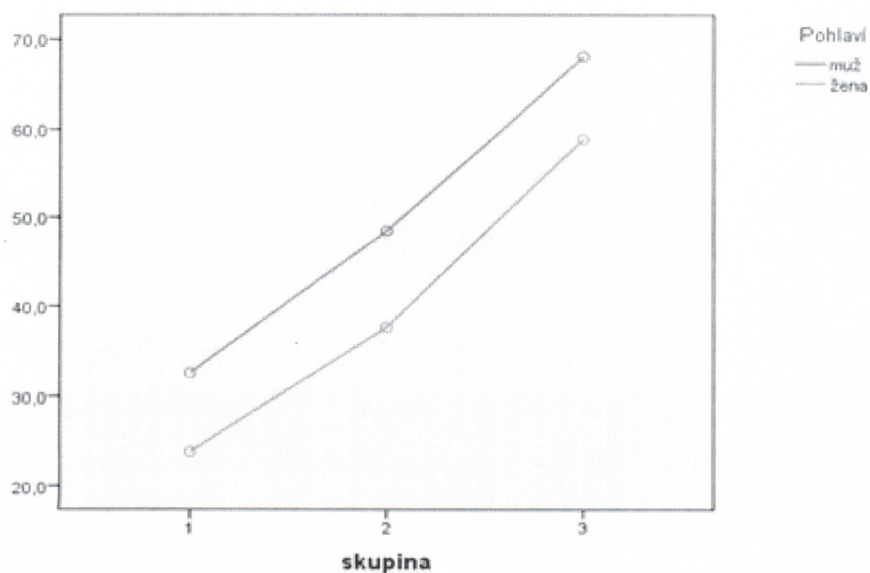
- Faktor lezecké obtížnosti je možno považovat ze statistického hlediska za významný  $F_{2,76} = 3,39$  ( $p = 0,39$ ). Faktor pohlaví má hodnotu  $F_{1,76} = 29,61$  ( $p = 0,000$ ), je také statisticky významný.

Během testu výdrže ve shybu se měřila statická vytrvalostní síla horních končetin, viz přílohy tabulka číslo 16. V tomto testu je výrazná rozdílnost mezi skupinami a pohlavím.

1. skupina mužů vydržela ve shybu  $32,56 \pm 16,74$  s, 2. skupina  $48,44 \pm 12,42$  s, 3. skupina byla nejlépe a to  $68,10 \pm 22,62$  s. U žen byly naměřeny daleko nižší hodnoty než u mužů. U 1. skupiny žen byla průměrná hodnota výdrže ve shybu  $23,85 \pm 14,54$  s, 2. skupiny  $37,62 \pm 20,06$  s a 3. skupiny  $58,90 \pm 3,29$  s.

Graf číslo 5 znázorňuje naměřené hodnoty výdrže ve shybu. Vidíme, jak křivky podle skupin velice rychle rostou.

**Graf č. 5: Hodnoty výdrže ve shybu**



- Střední chyba měření:

$$S_m = 21,90 \quad (1 - 0,94) = 5,4 \text{ s}$$

Výsledky tohoto testu výrazně přesahují střední chybu měření.

- Faktor lezecké obtížnosti můžeme považovat za statisticky významný  $F_{2,67} = 17,43$  ( $p = 0,000$ ). Faktor pohlaví vyšel  $F_{1,67} = 4,05$  ( $p = 0,048$ ), také statisticky významný.

Z naměřených hodnot jsme zjistili, že ženy dosáhly lepších výsledků v testu flexibility než muži, viz tabulka číslo 15. Rozdíly mezi ženskými skupinami nebyly veliké (1. skupina 28,42 cm, 2. skupina 29,57 cm, 3. skupina 31,83 cm). U mužů byly mezi jednotlivými skupinami větší rozdíly (1. skupina 20,34 cm, 2. skupina 26,16 cm, 3. skupina 28,71 cm).

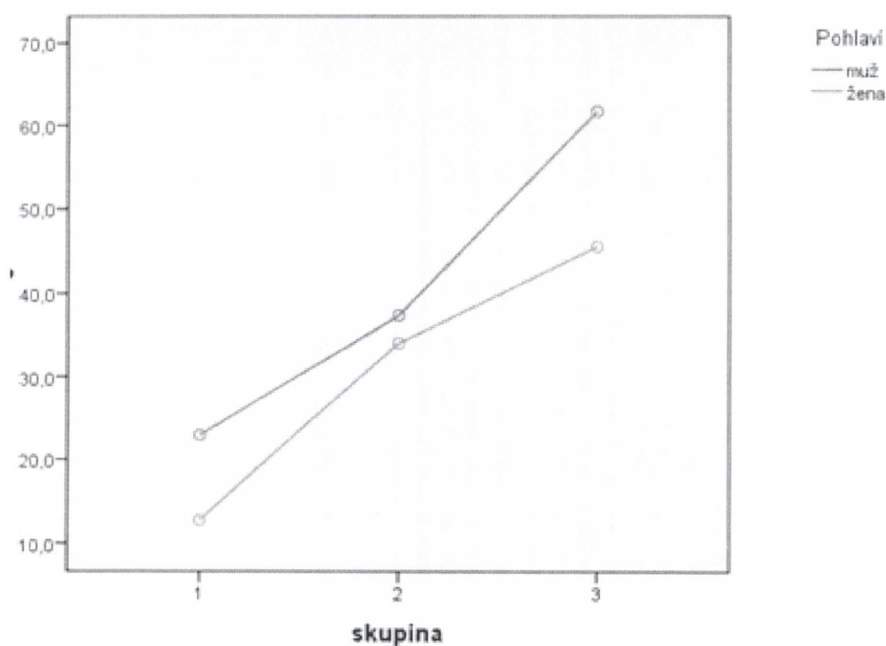
**Tab. č. 15: Výsledky testu hloubka předklonu (v rámci skupin a pohlaví)**

	Pohlaví	Skupiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet	
<b>Hloubka předklonu (cm)</b>	<i>muži</i>	1.	<b>20,34</b>	9,08	14	
		2.	<b>26,16</b>	9,91	26	
		3.	<b>28,71</b>	9,34	15	
	<i>ženy</i>	1.	<b>28,42</b>	9,02	13	
		2.	<b>29,57</b>	5,16	6	
		3.	<b>31,83</b>	4,31	3	
	<i>Celkem</i>	<i>muž</i>		25,38	9,89	55
		<i>žena</i>		29,20	7,48	22
		<b>Celkem</b>		26,47	9,38	77

- Střední chyba měření:  
 $S_m = 9,38 \cdot (1 - 0,95) = 2,1 \text{ cm}$   
Výsledky tohoto testu přesahují střední chybu měření pouze u mužů 1. a 2., 2. a 3. skupiny a u žen 2. a 3. skupiny. Výsledky testu nepřesahují střední chybu měření u žen 1. a 2. skupiny.
- Zjištěný faktor obtížnosti není  $F_{2,67} = 1,80$  ( $p = 0,173$ ) ze statistického hlediska významný.

Test vis na liště hodnotí stejně jako výdrž ve shybu statickou vytrvalostí sílu horních končetin, viz tabulka číslo 17 v přílohách. U tohoto testu se vyskytly výrazné odlišnosti mezi skupinami a pohlavím. Muži vydrželi ve visu na liště až o 16 s déle než ženy. Porovnáme-li hodnoty mezi muži, výsledky velmi rychle vzrůstaly podle výkonnosti skupiny. U mužů průměrný vis na liště byl u 22,90±12,45 s u 1. skupiny, 37,45±14,05 s u druhé skupiny, 61,73±19,22 u 3. skupiny. U žen obdobně jako u mužů vzrůstaly naměřené hodnoty (1. skupina 12,71±18,38 s, 2. skupina 34,10±28,34 s, 3. skupina 45,63±12,54 s). Pro lepší přehled výsledků, jsou hodnoty zakresleny do grafu číslo 6.

**Graf č. 6: Hodnoty visu na liště**



- Střední chyba měření:  
 $S_m = 23,00 \quad (1 - 0,96) = 4,6 \text{ s}$   
 Výsledky tohoto testu výrazně přesahují střední chybu měření.
- Faktor lezecké obtížnosti je významný ze statistického hlediska  $F_{2,67} = 17,76$  ( $p = 0,000$ ). Faktor pohlaví vyšel  $F_{2,67} = 4,03$  ( $p = 0,048$ ) a je také statisticky významný.



## • VÝSLEDKY KORELACE

Sledovali jsme vztah motorických testů a tělesného složení k výkonu RP a intenzitě lezení (viz. tabulka č. 18 v příloze).

### 1) Výkon RP

- Největší závislost v našem výzkumu existuje mezi výkonem a visem na liště ( $r = 0,60$ ), výdrží ve shybu ( $r = 0,59$ ), intenzitou lezení ( $r = 0,63$ ), délkou lezecké praxe ( $r = 0,52$ ).
- Slabší závislost nám vyšla s výškou postavy lezců ( $r = 0,42$ ), se skokem z místa ( $r = 0,34$ ), množstvím tělesného tuku ( $r = -0,32$ ), s stiskem pravé a levé ruky- u absolutního výkonu (P:  $r = 0,20$  a L:  $r = 0,21$ ), s stiskem pravé a levé ruky – u relativního výkonu (P:  $r = 0,32$  a L:  $r = 0,37$ ) a s hloubkou předklonu ( $r = 0,17$ ).

### 2) Intenzita lezení

- Slabší závislost mezi intenzitou lezení nám vyšla u výdrží ve shybu ( $r = 0,35$ ), vis na liště ( $r = 0,34$ ).
- Velice slabá závislost je mezi intenzitou lezení a lezeckou praxí ( $r = 0,20$ ), skokem z místa ( $r = 0,21$ ), množstvím tělesného tuku ( $r = -0,17$ ) stiskem pravé i levé ruky – u absolutního výkonu (P:  $r = 0,02$  a L:  $r = 0,02$ ), s stiskem pravé a levé ruky – u relativního výkonu (P:  $r = 0,08$  a L:  $r = 0,13$ )

## • SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ MOTORICKÝCH TESTŮ

Shrneme-li výsledky provedených motorických testů (ruční dynamometrie pravé ruky – ženy, skok z místa, výdrž ve shybu, hloubka předklonu, vis na liště), můžeme říci, že čím byla skupina výkonnější, tím dosáhla lepších výsledků. Naopak v testu ruční dynamometrie pravé ruky překonala nejslabší (1.) skupina (muži) skupiny ostatní.

### **Výsledky 1. skupiny**

Výsledky stisku ruky, skok z místa, výdrže ve shybu, vis na liště vyšly výrazně pod celkovým průměrem všech skupin. A výsledky testu hloubka předklonu jsou mírně pod celkovým průměrem všech skupin.

### **Výsledky 2. skupiny**

Stisk pravé ruky, skok z místa, výdrž ve shybu, hloubka předklonu a vis na liště vyšly okolo průměru všech skupin

### **Výsledky 3. skupiny**

Můžeme konstatovat, že tato skupina vynikala, ve všech testech dosáhla nejlepších výsledků. U statických vytrvalostních silových testů (výdrž ve shybu, vis na liště) a výbušně silovém testu (skok z místa) byly naměřeny výsledky výrazně nad celkovým průměrem všech skupin. Výsledky hloubky předklonu a ruční dynamometrie pravé ruky vyšly lehce nadprůměrně.

## 6. DISKUSE

Naše studie prokázala, že výsledky motorických testů jsou závislé na délce lezecké praxe lezců, intenzitě lezení, jejich zkušenostech a tělesném složení těla. Nejvíce členů testovacího souboru (54) lezlo 1-5 let. Pět a více let se lezení věnovalo 18 jedinců z toho 5 lezců lezlo více jak 9 let. Při měření a testování jsme se setkali s lezci, kteří lezou i přes 22 let, ale i s jedinci, kteří lezou i necelý rok (5). Lezení na umělých stěnách se stále více rozvíjí a získává si další a další příznivce. Z našich výsledků můžeme říci, že v našem souboru převažují zkušenější lezci nad nezkušenějšími.

Můžeme říci, že výkonnostní lezci byli mladší a s nižší tělesnou hmotností než rekreační. Tyto rozdíly byly však statisticky nevýznamné. Zato významné rozdíly se vyskytly u počtu nalezených metrů týdně. Výkonnostní lezci našli přibližně 300 m/týdně, což představuje dvakrát více než u rekreačních lezců/lezkyň. Existuje vztah mezi počtem nalezených metrů a lezeckým výkonem RP u našeho souboru ( $r = 0,469$ ) a lezeckým výkonem RP a lezeckou zkušeností ( $r = 0,523$ ). Můžeme se domnívat, že naměřené hodnoty tělesného složení a výsledky motorických testů, budou souviset i s počtem nalezených metrů týdně.

Výsledky všech motorických testů vyšly u 3. skupiny, která obsahovala jedince lezoucí nejobtížnější cesty, velice nadprůměrné. Lezci 3. skupiny se věnují lezení 3-10 let, během této doby trénují 3 a více krát týdně. Podle Novákové (2005) při výkonnostním lezení na umělé stěně jsou velice důležité a nutné silové schopnosti, avšak technika a taktika lezení je v určitých bodech klíčová. Výsledky naší práce potvrdily tvrzení, že lezecký výkon má veliký vztah na silové schopnosti sportovních lezců.

Podle Vomáčka a Boštíkové (2003) se může technika lezeckého pohybu stát v určité chvíli limitujícím faktorem výkonnosti.

Watts (1993) provedl studie, díky kterým změřil sílu ruky a prstů u elitních lezců. Zveřejněné hodnoty v těchto studiích nebyly nikterak vysoké v porovnání s rekreačními lezci nebo aktivními „nelezci“. Pokud je síla stisku ruky vyjádřena v poměru k tělesné hmotě, výsledky lezců jsou velmi dobré v porovnání s normami stejného věku a pohlaví. Většina členů našeho souboru (65) měla v testu ruční dynamometrie velice dobré výsledky. Tvrzení Wattse (1993) se tedy ověřila.

Grant et al. (1996) porovnávali výkonnostní lezce (6+ UIAA), rekreační lezce (4 UIAA) a nelezce (jedince s pravidelnou pohybovou aktivitou). Účastníci studie dosahovali při ruční dynamometrii pro dominantní ruku a při výdrži ve shybu těchto výsledků: výkonnostní lezci  $53,2 \pm 2,3$  kg;  $53,1 \pm 13,2$  s, rekreační lezci  $47,2 \pm 2,3$  kg;  $31,4 \pm 9$  s, nelezci  $47,8 \pm 2,3$  kg;  $32,6 \pm 15$  s. Stejnou studii provedli Grant et al. (2001) s ženskou populací. Výkonností lezkyně (6 UIAA) vykazovaly průměrné u ruční dynamometrie a výdrže ve shybu těchto výsledků:  $33,8 \pm 1,2$  kg;  $27,5 \pm 19,4$  s, rekreační lezkyně  $28,9 \pm 1,0$  kg;  $13,8 \pm 8,1$  s, nelezkyně  $30,7 \pm 1,1$  kg;  $13,8 \pm 11,7$  s. Porovnáme-li naměřené hodnoty u mužů a u žen z Granttovi studie u rekreačních lezců, zjistíme, že výsledky našeho testovaného souboru (1. skupina) dosahují vyšších hodnot (lepších výsledků).

V našem testovaném souboru jsme k vyjádření relativní síly stisku ruky použili poměr stisku k tělesné hmotnosti. Výkonnostní lezci dosahovali poměru  $0,74 \pm 0,09$ . Lezci z 2. skupiny (6-7 UIAA) měli poměr  $0,69 \pm 0,11$ . A rekreační lezci (3-5 UIAA) dosahovali poměru  $0,61 \pm 0,13$ . Lezci, kteří lezou nejobtížnější cesty (10 UIAA) mají poměr ručního dynamometru k tělesné hmotnosti  $0,78 \pm 0,06$  (Watts, Martin & Durtschi, 1993). Naši lezci ze 3. skupiny se k tomuto poměru velmi přiblížili.

Na základě těchto tvrzení můžeme říci, že síla stisku vyjádřena v poměru k tělesné hmotnosti je v těsném vztahu s lezeckým výkonem a je jedním z hlavních ukazatelů lezeckého výkonu.

Délky výdrže ve shybu a visu na liště se jevily jako nejprokazatelnější testy, ve kterých se objevily velké rozdíly mezi jednotlivými skupinami. V testu výdrž ve shybu dosáhli testování následujících výsledků: 1. skupina  $28,36 \pm 16,05$  s, 2. skupina  $46,41 \pm 14,42$  s, 3. skupina  $66,57 \pm 20,86$  s /  $44,80 \pm 21,90$  s průměr všech skupin. Ve visu na liště byly naměřeny následující hodnoty: 1. skupina  $18,11 \pm 16,00$  s; 2. skupina  $36,82 \pm 17,00$  s; 3. skupina  $59,10 \pm 19,00$  s /  $35,42 \pm 23,00$  průměr všech skupin. Podobný test provedl Nachbauer et al. (1987), který testoval lezce, kteří byli rozděleni do dvou skupin podle lezecké výkonnosti. 1. skupina (do 6. UIAA) měla výkon 15,7 s, a 2. skupina (nad 6. UIAA) vydržela 17,7 s. Tyto naměřené hodnoty jsou daleko nižší než u našeho testovaného souboru. Je to způsobeno tím, že Nachbauer použil při testování užší lištu (1 cm).

Můžeme tedy usuzovat, že svalová vytrvalost horních končetin je zřejmě dalším faktorem, který odlišuje výkonnostní lezce od rekreačních.

Velmi dobrých výsledků dosáhli lezci v testu skoku z místa, který testoval výbušnou sílu dolních končetin. V tomto testu dosáhla 2. a 3. skupina vysokých hodnot ( $201,4 \pm 4,9$  cm a  $218,4 \pm 23,8$  cm /  $199,7 \pm 35,5$  cm průměr všech skupin). Jedním z vysvětlení, že testování



jedinci dosáhli výborných výsledků ve skoku z místa, může být fakt, že většina účastníků testovacího souboru vykonává kromě lezení další pohybovou aktivitu aerobního (běh, cyklistika, in-line bruslení, míčové hry) nebo silového (plavání, bojové sporty, fitness) charakteru, kdy dochází k rozvíjení síly dolních končetin. Výsledků závislosti výkonu RP a skoku z místa jsou  $r = 0,341$ .

Můžeme tedy říci, že existuje vztah mezi silovými schopnostmi a výkonem.

Ve své diplomové práci Tichý (2001) podrobně charakterizoval tělesnou stavbu sportovních lezců a porovnal ji s průměrnou populací. Vymezil ideální postavu pro sportovní lezení u žen i mužů, různých věkových kategorií. Podle Tichého (2001) se lezecká postava jeví jako středně vysoká, hubená s vytáhlými končetinami a přesunem mezomorfní komponenty (svalstva) do vrchní poloviny těla do prostoru pletence ramenního a zad s malým zastoupením tuku. Také Watts (1993) a Grant (1996) ve svých studiích popsali, že lezci jsou malého vzrůstu s nízkou tělesnou hmotností a malým množstvím tělesného tuku. Pokud tedy zhodnotíme výsledky 3. nejvýkonnější skupiny našeho souboru, dojdeme ke stejným závěrům.

Watts (1993) ve svém výzkumu měřil elitní lezce (10 UIAA muži, 9 UIAA ženy), a byli uznáni za relativně malého vzrůstu: muži v průměru  $1,77 \pm 0,07$  m výšky a  $66,6 \pm 5,5$  kg tělesné hmoty, zatímco ženy měly v průměru  $1,65 \pm 0,04$  m a  $51,1 \pm 5,1$  kg. Grant (1996) měřil antropometrické údaje u deseti elitních skalních lezců mužské populace (6 UIAA). Tato skupina měla hlavní hodnoty výšky a hmotnosti následující:  $1,79 \pm 0,09$  m,  $74,5 \pm 4,5$  kg.

Naměřené hodnoty u našeho testovaného souboru se výrazně liší hmotností mezi jednotlivými skupinami. Hmotnost u 3. tedy nejvýkonnější skupiny je průměrně  $67,57 \pm 10,05$  kg/ z toho muži vážili  $69,54 \pm 9,77$  kg a ženy  $57,70 \pm 3,98$  kg. Porovnáme-li to se studií Wattse, zjistíme, že naměřené hodnoty 3. skupiny jsou v průměru vyšší než u jeho elitních lezců. Pokud se jedná o 3. skupinu je průměrná výška  $174,9 \pm 6,68$  cm z toho muži  $176,5 \pm 6,78$  cm a ženy  $166,6 \pm 7,66$  cm. Můžeme říci, že se výška lezců z našeho souboru (3. skupina) téměř rovná hodnotám, které zjistil ve své studii Watts.

Podle výzkumů byly vypočítané hodnoty procenta tělesného tuku u špičkových závodníků (10+ UIAA) velmi nízké  $4,7 \pm 1,3$  % (Watts, Martin&Durtschi, 1993). Lezcům



s lezeckou výkonností 6+ UIAA se naměřilo  $14 \pm 3,7$  % tělesného tuku (Grant,1996) a  $9,8 \pm 3,5$  % tělesného tuku (Mermierová, 2000). Lezci s nižší výkonností do 6. stupně UIAA měli  $15,3 \pm 3,0$  % tělesného tuku (Grant, 1996). Proběhlo rovněž měření lezkyň. Mermierová (2000) uvádí u lezkyň s výkonností 5+ UIAA  $20,7 \pm 4,9$  % tělesného tuku. Watts et al. (1993) naměřili u špičkových závodnic (výkonnost 9. stupně UIAA)  $10,7 \pm 1,7$  % .

Průměrné výsledky množství tuku u našeho souboru vyšly, hlavně u mužů, pod průměrem vzhledem k normám pro dospělé populaci: 11,00 % tuku u mužů a 20,8 % u žen. Průměrné množství tuku pro dospělé populaci v rozmezí 18 až 50 let je 19 % pro muže a 24 % pro ženy.

Pro náš testovaný soubor jsme mohli potvrdit tvrzení, že sportovní lezci s vyšším výkonem mají menší podíl tělesného tuku. U žen byl rozdíl mezi 1. a 3. skupinou markantnější ( $21,49 \pm 3,63$  % x  $17,40 \pm 5,16$  %), u mužů byl rozdíl mezi 1. a 3. skupinou menší ( $13,12 \pm 2,18$  % x  $10,12 \pm 0,79$  %).

Pokud vyhodnotíme všechny charakteristiky lezců, vyšlo najevo, že náš soubor neodpovídal výškou ani tělesnou hmotností charakteristikám elitních lezců. Byly naměřeny vyšší hodnoty. Pokud bychom samostatně hodnotili skupinu nejvýkonnějších lezců (ve výsledcích 3. skupina), došli bychom k závěru, že z hlediska výšky také neodpovídali průměrům elitním lezcům. Naopak, z hlediska hmotnosti a množství tuku se lezci přibližovali hodnotám elitních lezců.

Náš výzkum ukazuje a výsledky tomu nasvědčují, že je těsný vztah mezi podílem tělesného tuku a lezeckým výkonem ( $r = - 0,32$ ).

Překvapila nás velmi malá závislost mezi stiskem ruky a lezeckou praxí ( $r = 0,375$ ) nebo stiskem ruky a intenzitou lezení ( $r = 0,119$ ). Naopak vysoká závislost se projevila mezi výdrží ve shybu a stiskem ruky (u relativního výkonu) ( $r = 0,502$ ) nebo mezi intenzitou lezení a výkonem RP ( $r = 0,541$ ). Zajímavá je závislost mezi skokem z místa a stiskem ruky (relativní výkon) ( $r = 0,602$ ), neboť je poměrně velká (viz tabulka č. 18 v příloze).

Pro lezení jsou důležité obě formy flexibility (pasivní a aktivní). Je lepší, když lezci mají lepší pohyblivost aktivní a při lezení jsme schopni dát nohu přesně tam, kam chce a potřebuje (Vomáčko – Boščíková, 2008). Studie prokázaly, že ženy mají lepší pasivní

flexibilitu než muži. Ale muži díky své stavbě těla a proporcím mají více svalů, aby táhly méně flexibilní končetiny do krajních poloh. Jako výsledek rozdílu mezi pohlavím v aktivní pohyblivosti nejsou tak výrazné jako v pasivní. (Goddard-Neumann, 1993)

Vysoko- krokové pohyby, kde musí lezec zvednout chodidlo na vysoký bod na skále, zatímco druhé chodidlo musí zůstat na dolní pozici kvůli podpoře, a to vyžaduje velkou míru flexibility dolních končetin. (Watts, 2004). Jako zkoušku pohyblivosti jsme vybrali test hloubka předklonu. Potvrdilo se nám tvrzení, že ženy jsou flexibilnější než muži ( $29,20 \pm 7,48$  x  $25,37 \pm 9,89$ ). Tento test nebyl vhodný pro zjištění flexibility u lezců.

## 7. ZÁVĚR

Cílem naší práce bylo ověřit vytyčené aspekty svalové síly a tělesného složení u návštěvníků lezeckých stěn. Důležitým krokem byl výběr vhodných testů k ověření tělesné kondice (svalová síla).

Z výsledků naší studie můžeme konstatovat, že výkonností lezci (8-9 UIAA) se vyznačují malým vzrůstem nižší hmotností, nižším podílem tělesného tuku a svalnatou horní částí těla. Naměřené průměrné hodnoty u skupin lezecké výkonnosti byly následující: 1. skupina 17,15 %, 2. skupina 12,27 %, 3. skupina 11,40 %. Dále jsou výkonností lezci charakterističtí větším relativním maximálním výkonem v ruční dynamometrii a delší výdrž ve shybu a visu na liště než lezci rekreační (3-5 UIAA). Výsledky naměřených silových testů horních končetin byly následující: 1. skupina lezců vydržela ve shybu průměrně 28,36 s a ve visu 18,00 s, 2. skupina výkonnostně lepší měla zjištěny tyto hodnoty: pro výdrž ve shybu 36,82 s a vis na liště 36,82 s, a 3. skupina měla výdrž ve shybu 66,57 s a vis na liště 59,05 s.

Muži (3. skupina) dosáhli ve všech motorických testech kromě ruční dynamometrie a hloubky předklonu nejvyšších výsledků. V testu výdrž ve shybu vydrželi (68,10 s), ve visu na liště (61,73 s), ve skoku z místa (223,67 cm).

U žen (3. skupina) byly v testech naměřeny daleko nižší hodnoty než u mužů, přesto můžeme říci, že ve visu na liště (45,63 s) a ve výdrži ve shybu (58,90 s) dosáhly velmi vysokých výsledků. U testu flexibility se potvrdilo, že ženy jsou pohyblivější než muži. Byly u nich naměřeny v tomto testu hodnoty 31,83 cm.

Ukazuje se, že síla horních končetin je indikátorem výkonnosti v lezení. Výsledky ostatních testů (skok z místa do dálky, předklon s dosahem v sedě) nevykazovaly výrazné rozdíly mezi jednotlivými skupinami. I přesto byly naměřeny velmi dobré hodnoty v testech, což svědčí o tom, že testované osoby dělají kromě lezení i jiné pohybové aktivity nebo mají dobrý kondiční profil.

Věřím, že náš výzkum a jeho výsledky pomohou realizovat další práce, které se budou zabývat touto problematikou. Myslím, že by další projekty na základě naší práce mohly být ještě efektivnější. Náš výzkum pokládám za velmi přínosný.

## 8. POUŽITÁ LITERATURA:

- ALTER, MJ. *Science of flexibility*. Champaign, Human Kinetic: 1996, s. 372.
- BALÁŠ J., STREJCOVÁ B., HRDLIČKOVÁ, A. Srovnání úrovně svalové síly a tělesného složení u rekreačních a výkonnostních lezců. *Česká kinantropologie*: 2008, č. 3, s. 104-114.
- BLAHUŠ, P. *K teorii testování pohybových schopností*. Praha: Univerzita Karlova, 1975.
- BLAHUŠOVÁ, E. *Životní styl wellness-zdravé cvičení pro pohodu*. Praha: Olympia, 1995.
- BLAHUŠOVÁ, E. *Wellness fitness*. Praha: Karolinu, 2005.
- BUNC. *Inovace predikčních rovnic pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou a měřením tloušťky horních řas*. Interní grant I., Praha: UK, 1997-1999.
- BUNC. *Inovace predikčních rovnic pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou a měřením tloušťky horních řas*. Interní grant II., Praha: UK, 1998.
- CREASEY, M. *Horolezectví*. Přel. P. Homola. 1. vyd. Dobřejovice: REBO Production CZ, 2000.
- ČELIKOVSKÝ, S. *Antropomotorika tělesných cvičení*. Praha: Státní pedagog. nakladatelství, 1977.
- ČELIKOVSKÝ, S., a kol. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: Státní pedagog. nakladatelství, 1979.
- DOVALIL, J., A KOL. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002.
- FETZ., F, KORNEXL, E. *Sportmotorische Tests* (2. Auflage). Innsbruck: Inn-Verlag, 1978.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2000.



- GILES, L., V. The Physiology of Rock Climbing. *Sports Med*, 2006, No. 36, s. 529-545.
- GODDARD, D., NEUMANN, U. *Performance of Rock Climbing*. Mechaniosburg: Stactpole Books, 1993.
- GRANT, S. Climbing- specific endurance: A comparative study of intermediate rock climbers, rowers and aerobically trained individuals. *Journal of Sport Sciences*: 2003, No 21, s. 621- 630.
- GRANT, S. Anthropometric, strenght, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of Sport Sciences*: 1996, No 14, s.301- 309.
- GRANT, S. A comparison of the antropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *Journal of Sport Science*: 2001, No 19, s. 499-505.
- GROSSER, M., EHLENZ, H., GRIEBEL, R., *Trénujeme svaly*. České Budějovice: Kopp, 1999.
- HARRE, D. et. al. *Trainingslehre* (10 th ed.). Berlin: Sportverlag, 1986.
- HATTINGH, G. *Horolezectví*. Prah: Svojtka & Co., 1999.
- HAVLÍČKOVÁ, L., a kol., *Fyziologie tělesné zátěže I, obecná část*. Praha: Karolinum, 1991.
- HAVLÍČKOVÁ, L., a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum, 2003.
- HEBÁK, P., a kol. *Vícerozměrné statistické metody*. Praha: Infomatorium, 2004.
- HENDL J. *Přehled statistických metod zpracování dat – Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál, 2006.



- HRDLÍČKOVÁ, A. *Tělesná zdatnost a složení těla u lezců na umělých stěnách*. Praha: 2008, s. 76-80. Diplomová práce na UK FTVS, Laboratoř sportovní motoriky. Vedoucí dip. práce: Jiří Baláš.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada, 2007.
- CHOUTKA, M., DOBRÝ, J. *Sportovní trénink*. Praha: Olympia/Karolinum, 1991.
- JANDA, V., Pavlů, D. *Goniometrie*. Brno: 1993.
- KOHLÍKOVÁ, E. *Fyziologie člověka – učební texty pro trenérskou školu*. Praha: FTVS UK 2004.
- MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagog. nakladatelství, 1983.
- MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005.
- MERMIER, CH., M., et. kol. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *Br. Journal of Sport Med*, 2000, No 34, s. 359-365.
- MORAVEC, R., KAMPMILLER, T., SEDLÁČEK, J., A KOL. *EUROFIT - Telesný rozvoj a pohybová výkonnosť školeskej populácie na Slovensku*. Bratislava: 1996.
- NACHBAUER, W., FETZ, F., BURTSCHER, M., Testprofil zur Erfassung spezieller sportmotorischer Eigenschaften der Felskletterer. *Sportwissenschaft*. Schorndorf: Karl Hofmann GmbH&Co. 1987, Jh. 17, No. 4, s. 423-438.
- NOVÁKOVÁ, L. *Souvislost silových schopností a lezecké anticipace při výkonu ve sportovním lezení*. Praha: 2005, str. 24-25. Diplomová práce na UK FTVS, Katedra sportů v přírodě. Vedoucí dip. práce: Mgr. Ladislav Vomáčko.
- PAVLÍK, J. *Silové schopnosti člověka*. Brno: Masarykova univerzita- Pedagog. fakulta, 1996.

- RIEGEROVÁ, J., A KOLEKTIV. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex, 2006.
- ROTYKA A KOL. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství, 2000.
- SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R. *Fysiologie člověka pro studující fakult tělesné výchovy a sportu II*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983.
- SHEEL, A W. Physiology of sport rock climbing. *Journal of Sport Mediciens*: č. 38, 2004, str. 355-359.
- SCHWEIZER, A., et al. Functional ankle control of rock climbers. *Br. J. Sports Med.*: 2005, No. 39 s. 429-431.
- TICHÝ, M. *Antropometrická charakteristika sportovních lezců*. Praha: 2001, s. 11-13. Diplomová práce na UK FTVS, Katedra sportů v přírodě. Vedoucí dip. práce: Mgr. Ladislav Vomáčko.
- TREFNÝ, Z. TREFNÝ, M., *Fyziologie člověka II*. Praha: Karolinum, 1993.
- ULLRICH, D. *Rozvoj silových schopností sportovních lezců v rámci speciálního silového tréninku*. Praha: 2001. Diplomová práce na UK FTVS, Katedra sportů v přírodě. Vedoucí práce: Mgr. Ladislav Vomáčko.
- VINDUŠKOVÁ, J., CHRUDIMSKÝ, J. *Pohybové aktivity jako prostředek ovlivňování člověka*. Praha: Falon, 2003.
- VOMÁČKO, L., BOŠTÍKOVÁ, S. *Lezení na umělých stěnách*. Praha: Grada, 2008.
- WATTS, B. Physiology of difficult rock climbing. *Appl. Physiol*: 2004, No. 91, s. 361- 372.

WATTS, P.,B., MARTIN, D.,Y., DURTSCHI S. Anthropometric profiles of elite male and female sport rock climbers. *J Sports Sci*: 1993, No. 11, s. 113-117.

WINTER, S. *Sportovní lezení*. České Budějovice, přeloženo z něm.originálu: „Richtig Sport-Klettern“, Kopp: 2004.

ZACIORSKIJ, V., M. *Tělesné vlastnosti sportovce*. Praha: UK, 1971.

ZATSIORSKY, V., M. *Krafttraining Praxis und Wissenschaft*. Aachen, Meyer und Meyer: 1996.

ZVÁROVÁ, J. *Základy statistiky pro biomedicínké obory*. Praha: Karolinum, 1998.

Ifsc-climbing. *International federation of sport climbing* . [online] 2008 [cit. 21. června 2008]. Dostupné na WWW: [http://www.ifsc-climbing.org/?category\\_id=14](http://www.ifsc-climbing.org/?category_id=14).

Theuiaa. *International Mountaineering and Climbing Federation*. [online]. 2008 [cit. 11. listopadu 2008]. Dostupné na WWW <http://www.theuiaa.org/value.html> ([new Articles of Association](#)).

## 9. PŘÍLOHY

### 9.1 Anketa

- 1) **Jméno** .....
- 2) **Jakého jste pohlaví? (zaškrtněte)**
  - žena .....
  - muž.....
- 3) **Kolik je Vám let? (ukončené roky)** .....
- 4) **Studujete, nebo pracujete? (doplňte)**  
Pokud pracujete, napište druh zaměstnání.....  
Pokud studujete, napište typ školy.....
- 5) **Jak dlouho se věnujete lezení na umělých stěnách? (měsíce, roky)**  
.....
- 6) **Jak obtížné cesty na stěně lezete?**  
(Uveďte číslo obtížnosti, RP nebo OS, popř. +/-).....

**RP** (Red Point) = zkratka označuje čistě vylezené cesty, bez pádu, bez odsednutí v postupovém jištění. Lezec cestu zná a mohl si ji dříve nacvičit.

**OS** (On Sight) = zkratka označuje čistě vylezené cesty na první pokus, bez pádu, bez odpočinku v postupovém jištění. Lezec nesmí mít informace o cestě a nesmí v ní nikoho vidět lézt.

### 7) **Jak často lezete na umělých stěnách?**

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| A) <u>lezení na laně</u> - 1x týdně..... | <b>počet metrů/týdně</b> ..... |
| - 2x týdně.....                          |                                |
| - 3x týdně.....                          |                                |
| - 4x týdně a více.....                   |                                |
| B) <u>bouldering</u> - 1x týdně.....     | <b>počet kroků/týden</b> ..... |
| - 2x týdně.....                          |                                |
| - 3x týdně.....                          |                                |
| - 4x týdně a více.....                   |                                |

### 8) **Věnujete se i jiným pohybovým aktivitám?**

- Jakým?.....
- Jak často/týden?.....

## 9.2 Záznamové archy

### *A) Bioelektrická impedance*

1	Datum narození	
2	Výška	
3	Váha	
4	ECM/BCM	
5	BIO	
6	% tuku	

### *B) Motorické testy*

1	Handgrip	(kg)	L		P	
			L		P	
2	Výdrž ve shybu	(s)				
3	Skok z místa	(cm)				
4	Vis na liště	(s)				
5	Hloubka předklonu	(cm)				



## C) *Výsledky*

### 1) Bioimpedance:

- ECM/BCM.....→.....
- Procento tuku.....→.....

### 2) Síla stisku ruky (handgrip, kg):

- L.....→.....
- P.....→.....

### 3) Výdrž ve shybu nadhmatem:

- .....s →.....

### 4) Síla dolních končetin:

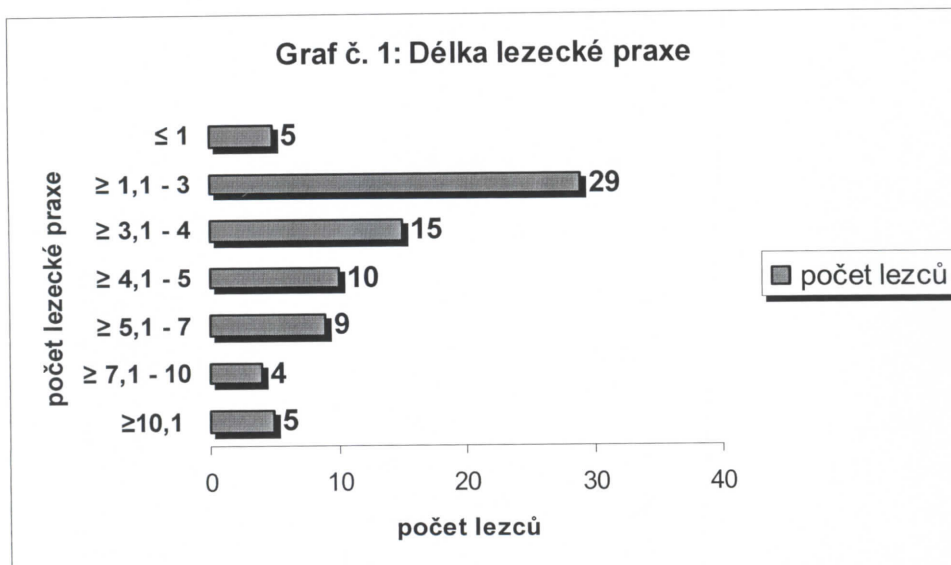
- Skok z místa.....cm →.....

### 5) Flexibilita:

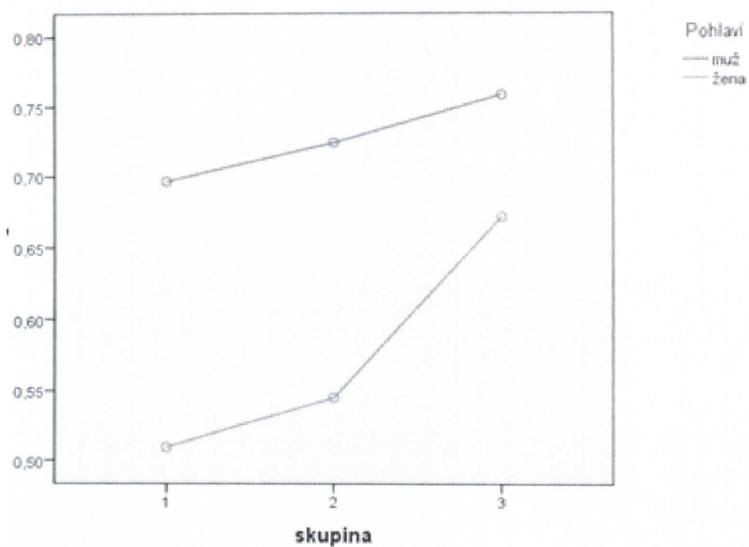
- Hloubka předklonu.....cm→.....

Hodnocení: →    ++.....vynikající  
                          +.....dobré  
                          - .....lehce podprůměrné

### 9.3 Doplňující grafy a tabulky:



**Graf č. 4: Naměřené hodnoty- handgrip rel.**



Tab. č. 16: Výsledky testu výdrže ve shybu (v rámci skupin a pohlaví)

	Pohlaví	Skupiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet	
Výdrž ve shybu (s)	<i>muži</i>	1.	<b>32,56</b>	16,74	14	
		2.	<b>48,44</b>	12,42	26	
		3.	<b>68,10</b>	22,62	15	
	<i>ženy</i>	1.	<b>23,85</b>	14,54	13	
		2.	<b>37,62</b>	20,06	6	
		3.	<b>58,90</b>	3,29	3	
	<i>Celkem</i>	<i>muž</i>		49,76	21,04	55
		<i>žena</i>		32,38	19,26	22
		<b><i>Celkem</i></b>		44,80	21,90	77

Tab. č. 17: Výsledky testu vis na liště (v rámci skupin a pohlaví)

	Pohlaví	Skupiny	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet	
Vis na liště (s)	<i>muži</i>	1.	<b>22,90</b>	12,45	14	
		2.	<b>37,45</b>	14,05	26	
		3.	<b>61,73</b>	19,22	15	
	<i>ženy</i>	1.	<b>12,71</b>	18,38	13	
		2.	<b>34,10</b>	28,34	6	
		3.	<b>45,63</b>	12,54	3	
	<i>Celkem</i>	<i>muž</i>		40,37	20,84	55
		<i>žena</i>		23,04	23,94	22
		<b><i>Celkem</i></b>		35,42	23,00	77

**Tabulka č. 18 : Tabulka analýzy rozptylu pro faktory: pohlaví, obtížnost lezení a jejich interakce (F, Sig. = statistická významnost)**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>skupina</b>	ECM/BCM	,038	2,00	,019	3,449	<b>,037</b>
	TUK	95,461	2,00	47,730	6,677	<b>,002</b>
	Handgrip pravá hand P rel	50,860	2,00	25,430	,422	,657
	Výdrž ve shybu (s)	,092	2,00	,046	6,082	<b>,004</b>
	Skok z místa (cm)	9444,503	2,00	4722,251	17,429	<b>,000</b>
	Vis na liště (s)	5099,519	2,00	2549,760	3,392	<b>,039</b>
	Hloubka předklonu (cm)	10259,450	2,00	5129,725	17,760	<b>,000</b>
		299,010	2,00	149,505	1,801	,173
<b>Pohlaví</b>	ECM/BCM	,084	1,00	,084	15,064	<b>,000</b>
	TUK	930,116	1,00	930,116	130,108	<b>,000</b>
	Handgrip pravá hand P rel	3867,193	1,00	3867,193	64,232	<b>,000</b>
	Výdrž ve shybu (s)	,274	1,00	,274	36,152	<b>,000</b>
	Skok z místa (cm)	1095,973	1,00	1095,973	4,045	<b>,048</b>
	Vis na liště (s)	22257,632	1,00	22257,632	29,611	<b>,000</b>
	Hloubka předklonu (cm)	1165,237	1,00	1165,237	4,034	<b>,048</b>
		283,385	1,00	283,385	3,414	,069
<b>skupina * Pohlaví</b>	ECM/BCM	,010	2,00	,005	,862	,427
	TUK	28,612	2,00	14,306	2,001	,143
	Handgrip pravá hand P rel	248,108	2,00	124,054	2,060	,135
	Výdrž ve shybu (s)	,019	2,00	,010	1,284	,283
	Skok z místa (cm)	12,977	2,00	6,489	,024	,976
	Vis na liště (s)	2982,956	2,00	1491,478	1,984	,145
	Hloubka předklonu (cm)	291,082	2,00	145,541	,504	,606
		80,565	2,00	40,282	,485	,618

Tab.č. 19: Vztah RP a intenzity lezení k motorickým testům a tělesnému složení (korelace).

		RP kor	hmotnost (kg)	TUK	Délka lezení (roky)	handgrip levá	hand L rel	Handgrip pravá	hand P rel	Výdrž ve shybu (s)	Skok z místa (cm)	Vis na liště (s)	Hloubka předklonu (cm)	počet m/týden
RP kor	Correlation Coefficient	1,000	-,071	-,320	,523	,214	,356	,202	,321	,586	,341	,605	,166	,469
	Sig. (2-tailed)	.	,383	,000	,000	,008	,000	,013	,000	,000	,000	,000	,042	,000
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
hmotnost (kg)	Correlation Coefficient	-,071	1,000	,065	,055	,467	,073	,476	,077	,002	,142	-,063	-,077	-,094
	Sig. (2-tailed)	,383	.	,403	,493	,000	,349	,000	,322	,975	,069	,418	,326	,237
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
ECM/BCM	Correlation Coefficient	-,325	-,226	,214	-,242	-,465	-,421	-,458	-,429	-,255	-,437	-,267	-,118	-,073
	Sig. (2-tailed)	,000	,004	,006	,003	,000	,000	,000	,000	,001	,000	,001	,136	,363
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
TUK	Correlation Coefficient	-,320	,065	1,000	-,234	-,282	-,461	-,278	-,441	-,412	-,430	-,369	,125	-,167
	Sig. (2-tailed)	,000	,403	.	,004	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,112	,035
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
Délka lezení (roky)	Correlation Coefficient	,523	,055	-,234	1,000	,236	,299	,242	,285	,467	,281	,413	,054	,203
	Sig. (2-tailed)	,000	,493	,004	.	,003	,000	,003	,000	,000	,001	,000	,509	,013
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
handgrip levá	Correlation Coefficient	,214	,467	-,282	,236	1,000	,607	,848	,574	,271	,422	,187	-,084	,024
	Sig. (2-tailed)	,008	,000	,000	,003	.	,000	,000	,000	,000	,000	,016	,287	,758
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
hand L rel	Correlation Coefficient	,356	,073	-,461	,299	,607	1,000	,554	,798	,386	,479	,338	-,061	,127
	Sig. (2-tailed)	,000	,349	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000	,433	,110
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77



		RP kor	hmotnost (kg)	TUK	Délka lezení (roky)	handgrip levá	hand L rel	Handgrip pravá	hand P rel	Výdrž ve shybu (s)	Skok z místa (cm)	Vis na liště (s)	Hloubka předklonu (cm)	počet m/týden
<b>Handgrip pravá</b>	Correlation	,202*	,476**	-,278**	,242**	,848**	,554**	1,000	,604**	,288**	,405**	,175*	-,087	,023
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,013	,000	,000	,003	,000	,000	.	,000	,000	,000	,025	,271	,768
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
<b>hand P rel</b>	Correlation	,321**	,077	-,441**	,285**	,574**	,798**	,604**	1,000	,373**	,455**	,297**	-,068	,083
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,000	,322	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,388	,296
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
<b>Výdrž ve shybu (s)</b>	Correlation	,586**	,002	-,412**	,467**	,271**	,386**	,288**	,373**	1,000	,377**	,495**	,084	,349**
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,000	,975	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,287	,000
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
<b>Skok z místa (cm)</b>	Correlation	,341**	,142	-,430**	,281**	,422**	,479**	,405**	,455**	,377**	1,000	,329**	,112	,213**
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,000	,069	,000	,001	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,155	,007
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
<b>Vis na liště (s)</b>	Correlation	,605**	-,063	-,369**	,413**	,187**	,338**	,175*	,297**	,495**	,329**	1,000	,042	,329**
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,000	,418	,000	,000	,016	,000	,025	,000	,000	,000	.	,594	,000
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
<b>Hloubka předklonu (cm)</b>	Correlation	,166	-,077	,125	,054	-,084	-,061	-,087	-,068	,084	,112	,042	1,000	,181
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,042	,326	,112	,509	,287	,433	,271	,388	,287	,155	,594	.	,024
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
<b>počet m/týden</b>	Correlation	,469**	-,094	-,167**	,203**	,024	,127	,023	,083	,349**	,213**	,329**	,181	1,000
	Coefficient													
	Sig. (2-tailed)	,000	,237	,035	,013	,758	,110	,768	,296	,000	,007	,000	,024	.
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77

