

## Vybrané kondiční testy a jejich vztah k výkonu ve sportovním lezení

### Relation between selected conditioning tests and a performance in sport climbing

Ladislav Vomáčko, Jiří Baláš, Matouš Jindra

Fakulta tělesné výchovy a sportů Univerzity Karlovy, Praha

#### Abstrakt

Sportovní lezení je v současné době chápáno částí lezecké populace jako zajímavý kondiční prostředek. Předložená studie objasňuje vztah mezi vybranými kondičními testy, anamnetickými údaji a sportovním výkonem v lezení ve smyslu přežení cest OS nebo RP a vzájemně poukazuje na vztah mezi těmito způsoby přežení lezeckých cest. Studie popisuje vztah mezi standardizovanými testy vybranými ze souboru testů Eurofit (skok daleký z místa, hluboký předklon, výdrž ve shybu, ruční dynamometrie, „plameňák“), antropometrickými údaji (tělesná výška, tělesná hmotnost, % zastoupení tuku) a anamnetickými údaji (délka lezecké praxe, výkon ve smyslu Rotepunkt RP i On sight OS). Míra závislosti je vysvětlena pomocí lineární regrese s dvěma závisle proměnnými. Závisle proměnné jsou výkon v lezení ve smyslu RP a OS. Signifikantními indikátory pro daný regresní model jsou při závisle proměnné RP lezecká praxe, výdrž ve shybu, ruční dynamometrie a hmotnost; při OS lezecká praxe, výdrž ve shybu a ruční dynamometrie. Aplikací lineární regrese s dvěma závisle proměnnými byla objasněna míra závislosti mezi výkonem ve smyslu RP a OS parciální korelací na úrovni  $r_p = 0,745$ .

#### Abstract

Sport climbing is now seen as part of the climbing population fitness interesting resource. This study clarifies the relationship between selected conditioning tests, anamnetic data and performance in sport climbing in the climbing trips OS or RP and each points to a relationship between these ways of ascent climbing routes. Study describes the relation between the different standardized tests selected from Eurofit test set (standing long jump, full forward trunk bend, pull-up hold, manual dynamometry, „flamingo“ exercise), anthropometric data (body height, body weight, body fat ratio in %) and anamnetic data (length of climbing experience, climbing performance in terms Red Point RP, and On sight OS). The dependency measure is expressed by a linear regression with two dependent variables. The dependent variables express climbing performance in terms of RP and OS. The significant indicators for dependent variable RP in this given regressive model are length of climbing experience, pull-up hold, manual dynamometry and body weight; for the dependent variable OS, these are length of climbing experience, pull-up hold and manual dynamometry. After the application of a linear regression analysis with two dependent variables, the dependency measure between the RP and OS performance was formulated as a partial correlation  $r_p = 0,745$ .

**Klíčová slova:** sportovní lezení, Eurofit test, regrese s dvěma závislými proměnnými  
**Key words:** sport climbing, Eurofit tests, regression with two dependent variables

#### Úvod

Sportovní lezení na sebe v současné době poutá velmi silnou pozornost, jak z hlediska zájmu sportující veřejnosti, medií, tak i jako předmět vědeckého zkoumání. S rozvojem umělých lezeckých stěn pozorujeme obrovský nárůst zájmu o tuto sportovní aktivitu. Předložená studie vznikla na základě změny vnímání sportovního lezení jako sportu. Sportovní lezení chápeme jako směr lezení, u něhož převládají fyzické problémy nad psychickými. Jedná se převážně o lezení na cestách, které jsou zajištěny postupovým jištěním a lezcům nehrozí dlouhé pády do lana. Takovýto způsob lezení dříve provozovali pouze lezci zaměřeni na výkon v samotném lezení. Dnes však vyznává lezení početná skupina sportovců, kteří provozují lezení jako jednu z pohybových aktivit podporujících všeobecný kondiční rozvoj. Lezení je v dnešní době vnímáno jako komplexní aktivita,

kteřá může v určitých směrech nahradit rozvoj svalové síly (Baláš, 2007), a je využíváno v období přípravných period tréninků různými sportovními odvětvími, jako jsou například vodní slalom, windsurfing, atletika aj.

Sportovní výkon v lezení je hodnocen jednak stupněm obtížnosti, ale i stylem přelezu lezecké cesty. Dva základní směry přelezů se nazývají RP (z něm. Rote Punkt), kdy lezec vyleze cestu bez pádu a odpovídání v postupovém jištění, postupové jištění je umístěno během vlastního přelezu, lezec mohl cestu nacvičovat. Druhý, z hlediska pohybových lezeckých dovedností náročnější styl, je označován OS (z ang. On Sight), kdy lezec vyleze cestu na první pokus bez pádu a znalosti klíčových pasáží přelézané cesty.

## Metodika

Tato interindividuální synchronní deskriptivní studie má za cíl zjistit těsnost vztahů mezi proměnnými a predikovat nejvýznamnější proměnné ve vztahu k lezeckému výkonu. K sestavení modelu bylo použito motorických testů a anamnestických údajů jednotlivých probandů (lezců). K anamnestickým údajům jsou řazeny výkon lezce ve smyslu lezeckého stylu RP a OS, délka lezecké praxe, antropometrické údaje (tělesná výška, tělesná hmotnost a množství podkožního tuku). K motorickým testům byly vybrány standardizované testy z baterie Eurofit Council-of-Europe (1988) tak, aby reprezentovaly kondiční předpoklady pro výkon v lezení.

Pro komplexnější pohled na lezecký výkon byla použita pro vyhodnocení dat mnohonásobná regrese s dvěma závisle proměnnými. Regresní analýza je prostředkem pro zjišťování statistické závislosti. Regresní analýza se převážně používá pro vyčíslení nejlepších odhadů neznámých parametrů nebo pro predikci hodnot závisle proměnných. Další možností využití analýzy je vyhledání statistických vztahů mezi závislou, resp. závislými proměnnými a nezávisle proměnnými (Meloun a Militký, 2002; Hebák a Hustopecský, 1987).

Cíle studie jsou:

- Objasnit vztahy mezi standardizovanými motorickými testy a lezeckým výkonem.
- Určit nejvýznamnější prediktory pro výkon ve sportovním lezení z vybrané baterie kondičních testů.
- Určit rozdílnosti predikce výkonu mezi výkonem ve smyslu lezeckého stylu RP a OS.

Hypotézy studie vycházejí z předpokladu, že:

- Prediktor „výdrž ve shybu“ bude nejsilnější pro predikci výkonu ve sportovním lezení stylem RP i OS.
- Minimálně čtyři prediktory budou pro predikci výkonu signifikantní, jak pro lezení stylem RP, tak stylem OS.
- Výkon ve smyslu RP bude regresní rovnicí vysvětlen více, než výkon ve smyslu OS.

Výzkumný soubor tvořili lezci všech výkonnostních úrovní a délky lezecké praxe (v současné době aktivní; tj. minimálně 4 hodiny týdně). Celkový počet probandů zkoumané skupiny byl 68 ( $n = 68$ ), z toho 45 mužů (věkový  $\bar{X} = 26,6$ ; medián = 25) a 23 žen (věkový  $\bar{X} = 25,6$ ; medián = 23). Výkonnostní úroveň mužů ve smyslu lezeckého stylu RP i OS byla 3–9 dle stupnice UIAA, výkonnostní úroveň žen ve smyslu lezeckého stylu RP i OS mezi 3–9 dle stupnice UIAA. Délka lezecké praxe celé skupiny je v rozpětí 0,1–11 let ( $\bar{X} = 2,65$ ).

## Použité motorické testy

**Test rovnováhy** („plameňák“) – testovaná osoba se snaží vydržet v rovnovážném postoji na jedné noze na kladince (60 cm dlouhé, 4 cm vysoké a 3 cm široké). Zvolená stojná dolní končetina je položena na kladince tak, aby osa chodidla byla rovnoběžná s osou kladinky. Volná noha je skrčena a uchopena rukou na stejné straně těla. Druhá paže může být využita k vyrovnávacím pohybům. Při zaujímání výchozí polohy je umožněno opřít se o examinátora. Test začíná po zaujetí výchozí polohy a uvolnění opory. Testovaná osoba se snaží vydržet v postoji po dobu 1 minuty. Pokud testovaný ztratí rovnováhu, zastavuje se čas a postup se opakuje do vypršení jedné minuty. Každý testovaný má jeden pokus nácvičný a jeden měřený. V případě, že testovaný za 30 sekund 15 krát přeruší stoj v rovnovážné poloze, pokus je ukončen.

**Ruční dynamometrie** („stisk“) – k provedení testu byl použit kalibrovaný ruční dynamometr Takei T.K.K. 5401. Tímto testem je měřena maximální statická síla flexorů prstů. Testovaná osoba uchopí dynamometr tak, aby z jedné strany (ze strany opory) mohl působit tlak ohýbaných prstů a z druhé strany se dynamometr opíral o thenar palce. Číselník je na straně vnější. Měření začíná pokusem dominantní ruky. Úsilí se stupňuje plynule po dobu 2 sekund. Není dovoleno se jinou částí testované ruky zapírat či opírat se o jiný předmět. Provádí se tři pokusy. Výsledkem je větší součet výsledku výkonu pravé a levé ruky v kg.

**Výdrž ve shybu** („výdrž-shyb“) – testovaný se snaží vydržet co nejdéle ve shybu nadhmatem tak, že brada je situována nad hrazdou. Žerď hrazdy je o průměru 3 cm. Testovanému je poskytnuta dopomoc pro zaujetí potřebné výchozí polohy. Měří se čas s přesností na desetinu sekundy. Test končí v okamžiku poklesnutí brady pod žerď hrazdy.

**Hluboký předklon s dosahováním v sedu snožmo** („předklon“) – testovaný sedí na zemi v sedu snožném, dolní končetiny jsou plně napjaty v kolenních kloubech. Chodidla jsou opřena o pevnou oporu, tlakem prstů se testovaný snaží posunout jezdec posuvného měřidla, které je umístěno vodorovně ve výši 35 cm od podlahy. Předklonu nelze dosáhnout hmitem, ale plynule, tak aby v nejzazší poloze testovaný vydržel 2 sekundy. Testovaný provádí dva pokusy.

**Skok daleký z místa odrazem snožmo** („skok“) – testovaný provádí skok daleký z místa. Výchozí pozicí je stoj (mírně) rozkročný. Samotnému skoku dalekému předchází podřep se současným zapažením a následným švihem paží. Cílem testu je skočit co nejdále. Měření délky skoku se provádí od vyznačené čáry (začátek skoku) k místu dotyku paty s podložkou. Měří se pozice paty, která je blíže k odrazové čáře. Skok je demonstrován. Neprovádí se zácvik. Opakují se tři skoky, z nichž se zaznamenává nejdelší.

#### **Použité antropometrické údaje**

**Tělesná výška** („výška“) – testovaná osoba provede stoj spatný zády těsně u zdi, na které je vyznačena metrická stupnice (0–200 cm, nula na úrovni podlahy). Pomocí přiloženého pravoúhlého trojúhelníku (odvěsny k temeni hlavy a ke zdi) lze odečíst tělesnou výšku v centimetrech.

**Tělesná hmotnost** („hmotnost“) – testovaná osoba se postaví ve spodním prádle na digitální váhu. Tělesnou hmotnost v kilogramech (s přesností 0,1 kg) lze odečíst z displeje osobní váhy.

**Tělesný tuk** („tuk“) – množství tělesného tuku se stanovuje bioimpedanční metodou. Testování probíhalo v lehu na zádech dle pokynů výrobců měřicího zařízení. Z naměřených údajů bylo vypočítáno (dle predikčních rovnic) množství tělesného tuku.

#### **Použité anamnestické údaje**

**Výkon RP** („výkon RP“) je vyjádřen zaznamenaným přelezem nejobtížnější lezecké cesty dle stupnice UIAA ve stylu RP.

**Výkon OS** („výkon OS“) je vyjádřen zaznamenaným přelezem nejobtížnější lezecké cesty dle stupnice UIAA ve stylu OS.

**Délka lezecké praxe** („praxe“) – údaj uvádějící délku lezecké praxe bez více než roční přestávky s přesností na desetiny roku.

#### **Statistické zpracování**

Pro statistické zpracování dat druhé studie byla použita mnohonásobná regrese s dvěma závislými proměnnými. K regresní analýze byl použit statistický program LISLER 8 SIMPLES.

V první fázi práce s daty byla určena odlehlá pozorování a zjištěno rozložení dat. Dále byla provedena základní deskriptivní statistika s určením minima, maxima, aritmetického průměru a směrodatné odchylky. Po vytvoření korelační matice bylo aplikováno softwarové zadání.

## VÝSLEDKY

**Tabulka č. 1** - Průměrné výsledky, variační rozpětí a směrodatné odchylky antropometrických, anamnestických a výkonostních charakteristik u sledovaného souboru; (n = 68)

	minimum	maximum	průměr	s
praxe (roky)	0,00	11,00	2,66	2,89
výkon RP	3,00	9,00	5,80	1,38
výkon OS	3,00	9,00	5,06	1,19
výdrž shyb (s)	0,20	95,00	33,80	23,71
skok (cm)	132,00	270,00	200,03	32,94
stisk (kg)	39,90	129,60	80,37	23,89
předklon (cm)	0,00	45,00	24,71	9,85
plameňák (chyby)	1,00	17,00	7,78	3,86
hmotnost (kg)	52,00	107,00	71,56	11,40
výška (cm)	158,00	193,00	177,15	8,21
tuk (%)	6,30	31,40	16,85	5,26

Při analýze dat v programu NCSS bylo potvrzeno normální rozložení dat

**Tabulka č. 2** - Korelační tabulka; (n = 68)

	praxe	výkon RP	výkon OS	výdrž shyb	skok	stisk	předklon	„plameňák“	hmotnost	výška	tuk
praxe	1										
výkon RP	,575	1									
výkon OS	,594	,884	1								
výdrž shyb	,409	,640	,633	1							
skok	,081	,435	,475	,591	1						
stisk	,185	,493	,553	,440	,570	1					
předklon	-,002	,037	,009	,115	-,023	-,191	1				
„plameňák“	-,284	-,371	-,353	-,290	-,236	-,196	-,102	1			
hmotnost	-,038	,079	,256	,283	,469	,592	-,240	,042	1		
výška	-,004	,196	,251	,306	,510	,625	-,375	,082	,636	1	
tuk	-,143	-,472	-,504	-,674	-,635	-,417	,013	,241	-,426	-,405	1

Nejmenší korelační koeficienty jsou mezi motorickým testem „plameňák“ a ostatními motorickými testy a anamnestickými údaji. Velmi silné korelace jsou mezi „výkonem OS“ a „výkonem RP“; test „výdrž

ve shybu“ silně koreluje s oběma výkony; korelace mezi „hmotností“ a „stiskem“ je určitě podmíněná signifikantní korelací „hmotnosti“ s „výškou“.

V tabulce jsou signifikantní korelace na hladině 0,01 ( $P < 0,01$ ) podbarveny tmavě a na hladině 0,05 ( $P < 0,05$ ) světleji.

### Výsledná regresní rovnice pro výkon RP

$$\begin{aligned} \text{VÝKON RP} &= 7,45 + 0,14 \cdot \text{PRAXE} + 0,023 \cdot \text{STISK} + 0,018 \cdot \text{VÝDRŽ SHYB} + \\ &\quad (3,56) \quad (0,044) \quad (0,0071) \quad (0,0074) \\ T - \text{value} &\quad 2,09 \quad 3,08 \quad 3,27 \quad 2,41 \\ \\ 0,0026 \cdot \text{SKOK} &\quad - 0,019 \cdot \text{PLAMENĚŇÁK} \quad - 0,0014 \cdot \text{PŘEDKLON} \quad - \\ (0,0052) &\quad (0,033) \quad (0,013) \\ 0,50 &\quad -0,57 \quad -0,11 \\ \\ 0,035 \cdot \text{HMOTNOST} &\quad - 0,0091 \cdot \text{VÝŠKA} \quad - 0,044 \cdot \text{TUK} \\ (0,014) &\quad (0,021) \quad (0,029) \\ -2,48 &\quad -0,42 \quad -1,33 \\ \\ \text{Errorvar} &= 0,71; R^2 = 0,63 \\ &\quad (0,13) \\ &\quad 5,34 \end{aligned}$$

### Výsledná regresní rovnice pro výkon OS

$$\begin{aligned} \text{VÝKON OS} &= 5,94 + 0,12 \cdot \text{PRAXE} + 0,017 \cdot \text{STISK} + 0,014 \cdot \text{VÝDRŽ SHYB} + \\ &\quad (3,16) \quad (0,039) \quad (0,0063) \quad (0,0066) \\ T - \text{value} &\quad 1,88 \quad 3,15 \quad 2,64 \quad 2,050 \\ \\ 0,0044 \cdot \text{SKOK} &\quad - 0,020 \cdot \text{PLAMENĚŇÁK} \quad - 0,0029 \cdot \text{PŘEDKLON} \quad - 0,0083 \cdot \text{HMOTNOST} \quad - \\ (0,0046) &\quad (0,029) \quad (0,011) \quad (0,012) \\ 0,95 &\quad -0,70 \quad -0,25 \quad -0,66 \\ \\ 0,014 \cdot \text{VÝŠKA} &\quad - 0,031 \cdot \text{TUK} \\ (0,019) &\quad (0,029) \\ -0,76 &\quad -1,07 \\ \\ \text{Errorvar} &= 0,56; R^2 = 0,61 \\ &\quad (0,11) \\ &\quad 5,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error Covariance pro výkon OS a výkon RP} &= 0,4 \\ &\quad (0,10) \\ &\quad 4,51 \end{aligned}$$

Parciální korelace mezi VÝKON RP a VÝKON OS tj. mezi  $y_1, y_2$  pro  $x_1, \dots, x_9$ ,

$$r_p = 0,47 / \sqrt{(0,71 * 0,56)}$$

Koeficient parciální korelace je stanoven:  $r_p = 0,745$ .

Pak standardní regresní rovnice je pro:

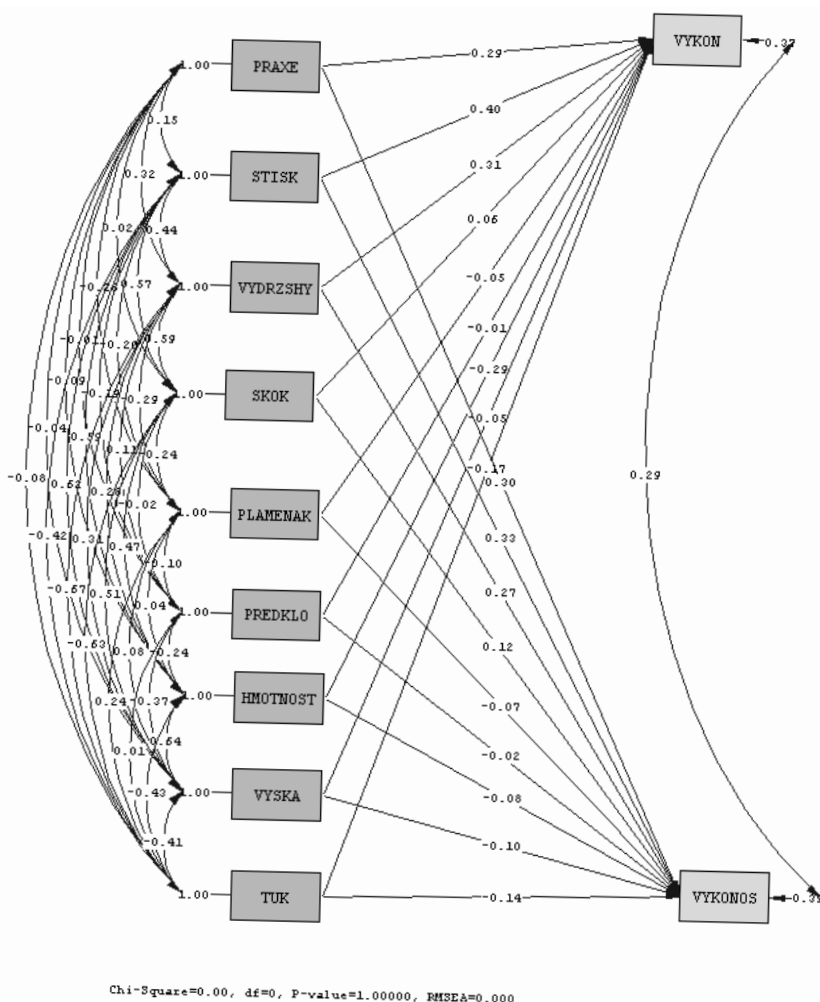
$$\text{VÝKON RP} = 7,45 + 0,29 \cdot \text{praxe} + 0,40 \cdot \text{stisk} + 0,31 \cdot \text{výdrž shyb} + 0,06 \cdot \text{skok} - 0,05 \cdot \text{plameňák} - 0,01 \cdot \text{předklon} - 0,29 \cdot \text{hmotnost} - 0,05 \cdot \text{výška} - 0,17 \cdot \text{tuk}$$

$$\text{VÝKON OS} = 5,94 + 0,30 \cdot \text{praxe} + 0,33 \cdot \text{stisk} + 0,27 \cdot \text{výdrž shyb} + 0,12 \cdot \text{skok} - 0,07 \cdot \text{plameňák} - 0,02 \cdot \text{předklon} - 0,08 \cdot \text{hmotnost} - 0,10 \cdot \text{výška} - 0,14 \cdot \text{tuk}$$

Signifikantní prediktory pro závislou proměnnou jsou:

**Výkon RP:** praxe; stisk; výdrž shyb; hmotnost  
*T - value:* 3,08; 3,27; 2,41; -2,48

**Výkon OS:** praxe; stisk; výdrž shyb  
*T - value* 3,15; 2,64; 2,05



**Obrázek č. 1** - Path diagram – regrese s dvěma závislými proměnnými se standardními regresními koeficienty

## Diskuse

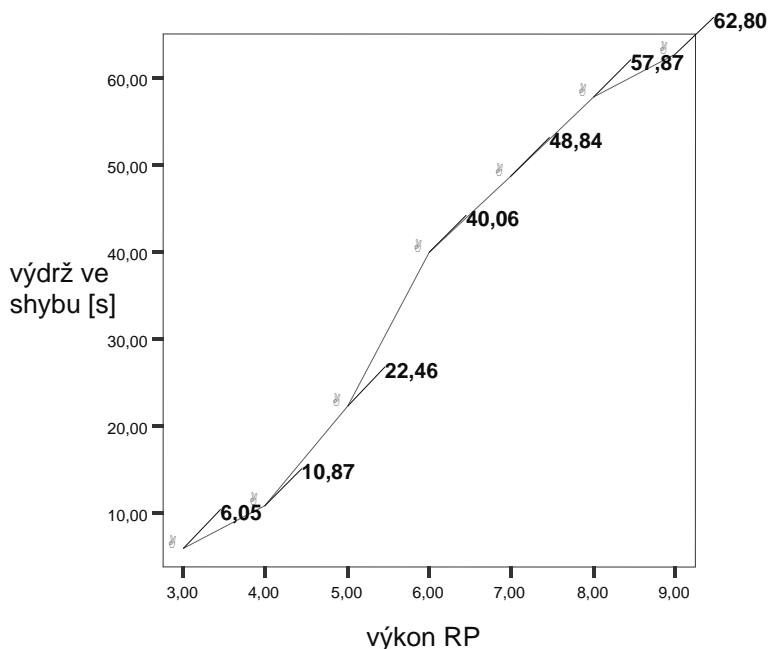
Korelační matice získaná z dat daného souboru poukazuje na určité trendy či dokonce na závislosti. V matici se vyskytují korelace, které jsou velmi silné a jednoduše vysvětlitelné, mezi „výkonem RP“ a „výkonem OS“ je  $r = 0,88$ . Díky způsobu přežení cesty je zřejmé, že zkušení lezci s vysokým výkonem v přežení cesty OS budou mít velmi silný předpoklad pro přežení cesty stylem RP. V případě parciální korelace mezi výkonem OS a výkonem RP je parciální korelační koeficient  $r = 0,74$ , který poukazuje na velmi silnou závislost mezi výkony při různých způsobech vylezení lezecké cesty.

Velmi silné korelace se také objevují mezi „silovými“ testy s oběma výkony. Výsledek není překvapivý, protože obtížnější lezecké cesty jsou charakteristické větším negativním sklonem a menšími chyty. Podobné informace předkládá i Mermierová (2000), která poukazuje a vyzdvihuje kondiční připravenost lezců. Ve zkoumaném souboru je tento fakt potvrzen signifikantními proměnnými výsledky testů výdrž ve shybu a stisk.

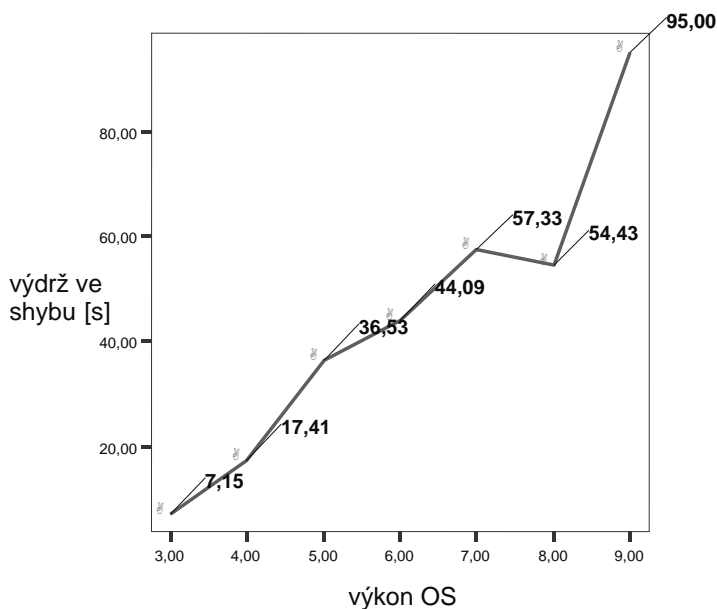
Test statické rovnováhy „plameňák“ poukazuje na určitou závislost mezi rovnovážnou schopností a výkonem. Ve své práci poukazuje Nachbauer (1991) a Fetz (1986) na určitý vliv dynamické rovnováhy na lezecký výkon.

Další studií, ve které autor poukazuje na souvislost mezi lezeckým výkonem a rovnováhou, uvádí Zařko (1985). Jeho výzkum poukazuje na statistickou nevýznamnost schopnosti statické rovnováhy pro výkon v lezení.

Test pohyblivosti ani nenaznačuje závislost mezi ostatními testy nebo údaji, pouze s „tělesnou výškou“ se objevuje v záporné korelaci. Pro výkon v lezení je nutno uvažovat, že mnoho lezců podává své nejlepší výkony jinde než v kolmé lezecké cestě, kde by pohyblivost mohla mít své nezastupitelné místo.



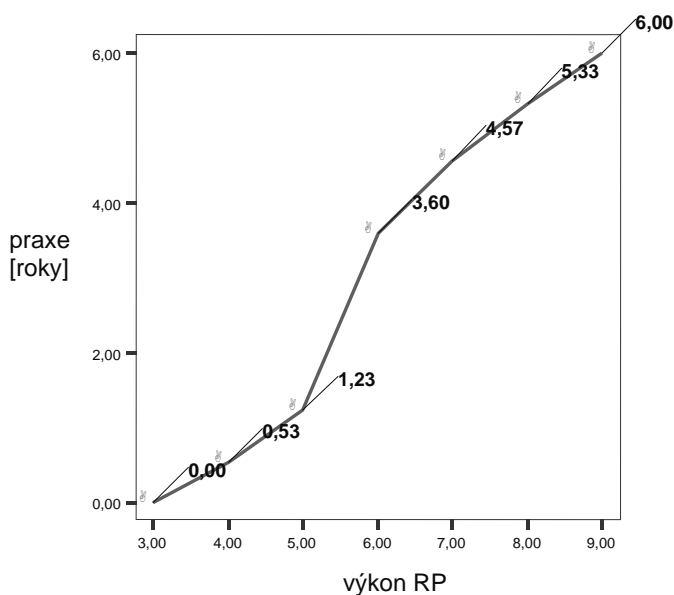
Graf č. 1 - Závislost výkonu RP na výdrži ve shybu



**Graf č. 2** - Závislost výkonu OS na výdrži ve shybu

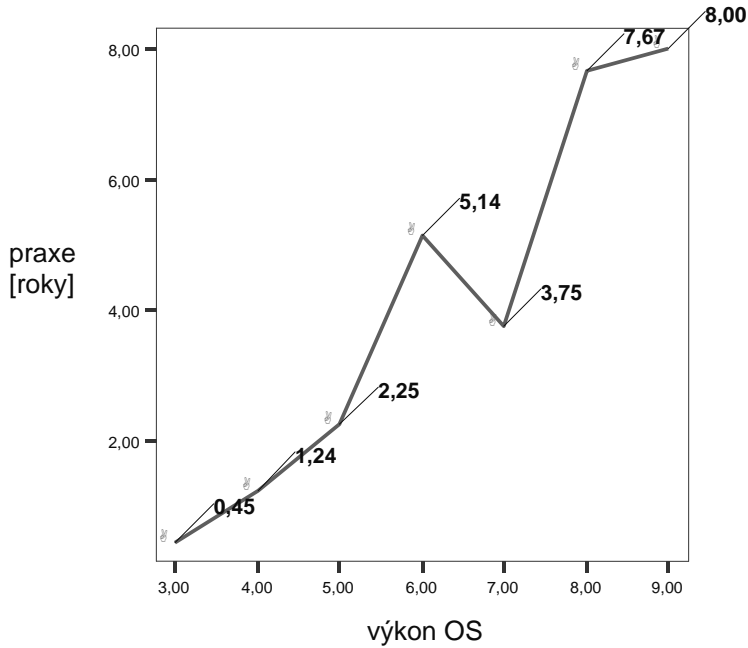
Výdrž ve shybu je dle vzniklé regresní rovnice nejdůležitějším prediktorem výkonu a v grafu č. 2 lze názorně vyčíst téměř lineární vztah. Předpokladem pro vysokou výkonnost v lezení stylem RP je výkon v testu na úrovni 60 sekund. Při výkonu ve stylu lezení OS je situace komplikovanější. Díky nutnosti poměrně precizního „načítání lezecké cesty“ se do úrovně obtížnosti 7 dle UIAA výkon v testu lineárně zvyšuje. Po dosažení sedmého stupně dochází k mírnému poklesu výkonu, který může být vysvětlen substitucí jiných dovedností potřebných pro dosažení výkonu. Tímto výsledkem byla potvrzena hypotéza číslo 1.

S podobnými výsledky přichází i Grant a Hynes (1996) a Grant et al. (2001), kdy v souboru dospělých lezců na úrovni obtížnosti 6- UIAA naměřil  $56,1 \pm 13,2$  s a u výkonu obtížnosti 4 UIAA  $31,2 \pm 9$  s. Uvedené výsledky tedy lze porovnat s výslednými daty této studie, kde se na úrovni 6 UIAA získalo 40,8 s.



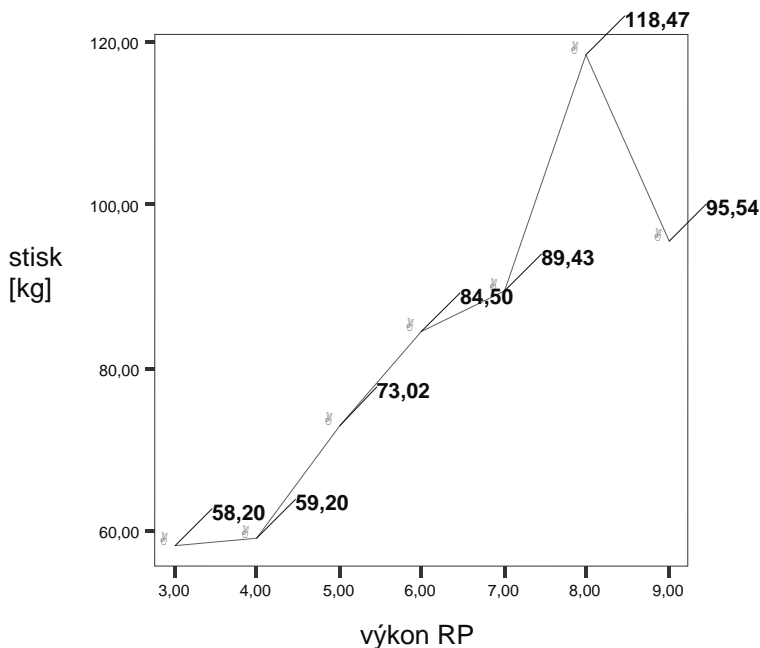
**Graf č. 3** - Závislost výkonu RP na délce lezecké praxe



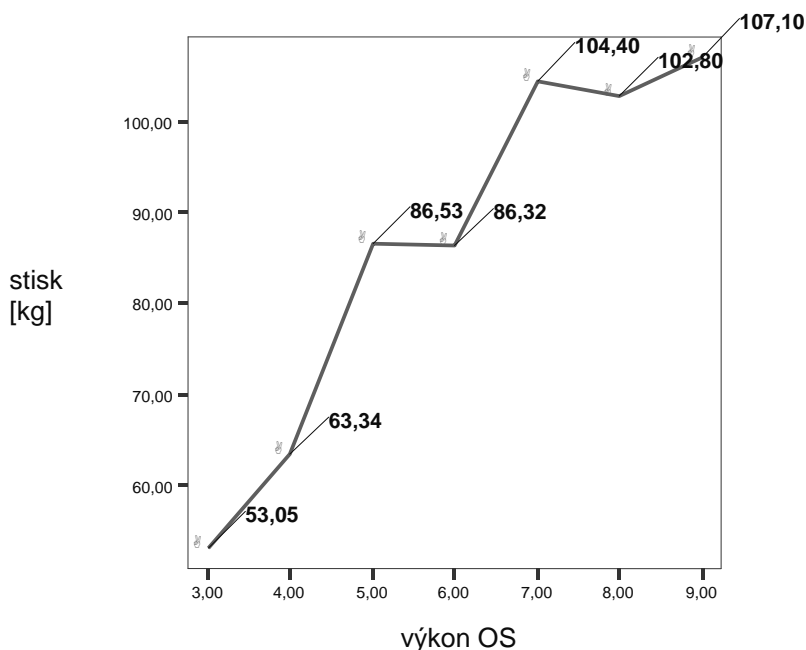


**Graf č. 4** - Závislost výkonu OS na délce lezecké praxe

Lezecká praxe je druhým nejvýznamnějším prediktorem pro určení výkonu ve sportovním lezení. Lezecká praxe je klíčová pro vyřešení pohybových sekvencí v jednotlivých cestách, a proto může být pro převážnou část nezkušených lezců výrazným problémem. V ostatních uvedených studiích lezecká praxe vždy významně koreluje s výkonem. Lezecká praxe má velmi důležitou souvislost s rozvojem speciálních kondičních předpokladů. Výsledky z grafu č. 4 poukazují na nárůst praxe vzhledem k výkonu RP.



**Graf č. 5** - Závislost výkonu RP na ruční dynamometrii



**Graf č. 6** - Závislost výkonu OS na ruční dynamometrii

Dle dosažených výsledků je prokazatelná vyšší úroveň statické síly pro přelézání obtížnějších cest. Získané výsledky se shodují s výsledky Binneyeho (2002a), který poukazuje na růst statické síly při nárůstu výkonu. Z výsledků ruční dynamometrie lze usuzovat na nutnou závislost mezi výkonem RP i OS. Zajímavé jsou nárůsty mezi 4. až 5. stupněm obtížnosti dle UIAA a mezi 6. až 7. stupněm obtížnosti dle UIAA při posouzení závislosti při výkonu OS. Lze opět konstatovat různé nároky na kondiční připravenost mezi lezením RP a OS. Při lezení OS vystupují do popředí nezařazené proměnné. U přelezů RP je závislost lineární až do obtížnosti 8 dle UIAA.

Regresní model s dvěma závislými proměnnými poskytuje odhalení vztahů mezi prediktory a dvěma závislými proměnnými a vzájemné vztahy mezi nimi. Pro predikci výkonu, jak ve smyslu přelezu stylem OS, tak i RP je v tomto souboru podstatná výdrž ve shybu. Výdrž ve shybu je dle Granta (2001; 1996) a Baláše (2007) důležitým indikátorem lezecké výkonnosti.

Výsledky regresních rovnic potvrzují hypotézu č. 2 pouze částečně, při výkonu RP jsou čtyři signifikantní prediktory a u výkonu OS pouze tři. Pro lezecký výkon je stejně jako pro jiné sporty s otevřeným řetězcem motorického učení klíčová zkušenost lezce, tj. lezecká praxe. U lezců je nutno uvažovat o nutnosti „načítání“ lezeckých cest, které je pro mnohé dosažitelné pouze počtem odlezených metrů, resp. lezeckých cest. Řešení pohybových sekvencí se opakováním neustále rozšiřuje. Na souvislosti mezi „načítáním“ lezecké cesty a výkonem poukazuje Boschker, Bakker a Michaels (2002), kteří řadí do souvislosti nejlepší lezecký výkon, délku lezecké praxe a dovednost „číst“ lezeckou cestu. S ohledem na tuto fakta není překvapující potvrzení hypotézy č. 3, kde byl rozptýl závisle proměnných u výkonu ve smyslu RP vysvětlen na úrovni 63% , u výkonu OS byl vysvětlen na úrovni 61%.

### Tělesná hmotnost

Lze předpokládat, že lezecký výkon ovlivní v záporném smyslu hmotnost lezce. Jsou-li sledovány antropometrické charakteristiky (doložené výsledky jednotlivých výzkumů), je zřetelné, že ve výkonnostní a vrcholové úrovni je nižší hmotnost lezců předpokladem k vyšším výkonům. Tento fakt je zřetelný u výkonu ve smyslu RP. Při lezení ve smyslu OS se hmotnost jako významný prediktor neobjevuje.

### Tělesná výška

Tělesná výška není v získaném regresním modelu signifikantní proměnnou, ale záporná hodnota naznačuje, že při lezení obtížných cest není tělesná výška výhodou. Lze opět poukázat na výsledky dříve provedených studií (Billat, 1995; Watts, 1993), které poukazují poměrně úzký interval tělesné výšky lezců lezoucích na finálové úrovni světového poháru.

### Množství tělesného tuku

Z dalších indikátorů, které nejsou signifikantní, ale lze u nich vyzorovat určitý trend, lze vybrat množství tělesného tuku. Binney (2002c) poukazuje na nižší množství tělesného tuku jako na velmi významný prediktor ve výkonu v soutěžním lezení.

### Skok z místa

Test skoku z místa významně koreluje s výdrží ve shybu a oběma výkony. Tento fakt lze vysvětlit lepší silovou připraveností a souvislostí mezi dynamickou silou a silou statickou. V regresní rovnici však nezařímá významné místo pro vysvětlení závislé proměnné.

### Testy statické rovnováhy

Test statické rovnováhy významně koreluje s lezeckou praxí. Pro lezecké aktivity, které se odehrávají v kolmém nebo položeném profilu, je statická rovnováha důležitějším předpokladem než při lezení v převislých cestách. Toto tvrzení se opírá i o příspěvek Köstermeyera (2000).

Ve výsledcích tohoto výzkumu pohyblivost (reprezentovaná testem předklonu) nekoreluje s žádným jiným indikátorem a v regresní rovnici je její T-hodnota nejmenší. Tuto skutečnost lze vysvětlit jen faktem, že pouze některé lezecké cesty vyžadují vyšší úroveň pohyblivosti, ale v obecném pohledu není důležitá. Při lezení v převisech dochází spíše ke snížení pohyblivosti díky pozici lezců. Skutečnost byla vysledována na reprezentačním soustředění v letech 1997–2001.

### Závěry

Cílem předložené studie bylo dokumentovat vztah standardizovaných testů a výkonu ve sportovním lezení. Pro komplexní pohled a vyhodnocení byla použita mnohonásobná regrese s dvěma závisle proměnnými. Tím byla dokumentována závislost mezi výkonem OS a RP na úrovni  $r_p = 0,745$ . Signifikantní prediktory pro výkon ve smyslu RP byly stanoveny: délka lezecké praxe, ruční dynamometrie „stisk“, výdrž ve shybu, hmotnost v záporném smyslu. Pro výkon OS: délka lezecké praxe, ruční dynamometrie „stisk“, výdrž ve shybu. Z uvedených výsledků je zřejmé, že regresní rovnice pro predikci výkonu nevysvětluje dostatečně zkoumaný problém a pro komplexnější vysvětlení bude nutné hledat další indikátory.

### LITERATURA

- BALÁŠ, J. *Možnost ovlivnění vybraných složek tělesné zdatnosti u dětí mladšího a staršího školního věku v krátkodobých a dlouhodobých programech lezení*. Praha, 2007. 141 s. Disertační práce na UK FTVS v Praze. Vedoucí disertační práce Václav Bunc.
- BINNEY, D. M. Identification of characteristics leading to high performance in sport competitive. In *Training in sport climbing*, BMC, Plasy: Brenin, 2000.
- BINNEY, D. M., COCHRANE, T. A reliable and valid strength measurement of the crimp grip in rock climbing. IN *2<sup>nd</sup> International Conference on Science and Technology in Climbing and Mountaineering*, University of Leeds, 2002a, s. 28.
- BINNEY, D. M., COCHRANE, T. Competitive rock climbing: Physiological and anthropometric attributes. IN *2<sup>nd</sup> International Conference on Science and Technology in Climbing and Mountaineering*, University of Leeds, 2002c. s. 3.
- BOSCHKER, M. S. J., BAKKER, C., MICHAELS, C. F. Sport Climbing: Perceiving nested affordances. In HOSEK, V., TILINGER, P., BÍLEK, L. (edit.) *10<sup>th</sup> European congress of sport psychology, Prague*

1999, *Psychology of sport and exercise: enhancing the quality of life*. Proceedings part one, Prague, 1999, s. 122-124.

Eurofit Council-of-Europe. *European test of physical fitness*. Rome: Epigraf Editorile Grafica, 1988.

FETZ, F., NACHBAUER, W., BURTSCHER, M. Zum speziellen sportmotorischen Eigenschaftprofil von Sportklettern. In *Berg 86, Alpenvereinsjahrbuch*, München: Bd, 1986. s. 100, s. 245-255.

GRANT, S., et al. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *The Journal of Sport Sciences*, 2001, vol. 19, no. 7, s. 499-505.

GRANT, S., HYNES, V. Antropometric, strength, endurance and flexibility of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Sciences*, 1996, vol. 14, no. 4, s. 301-309.

HEBÁK, P., HUSTOPECKÝ, J. *Víceozměrné statistické metody s aplikacemi*. Praha: SPN, 1987. 456 s. ISBN 04-323-87.

KÖSTERMEYER, G. Principles of climbing – a review of climbing technique. In *2<sup>nd</sup> International Conference on Science and Technology in Climbing and Mountaineering*, University of Leeds, 2002, s. 15.

KÖSTERMEYER, G. Strength and endurance training for rock climbing In *Training in sport climbing*, BMC, Plasy Brenin, 2000.

MELOUN, M., MILITKÝ, J. *Kompendum statistického zpracování dat – metody a řešené úlohy*. Praha: Academia, 2002. 764 s. ISBN 80-200-1008-4.

MERMIER, CH. M. Energy expenditure and physiological response during indoor rock climbing. *British Journal of Sport Medicine*, 1997, vol. 31, s. 224-228.

MERMIER, CH. M. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sport Medicine*, 2000, vol. 34, s. 359-366.

NACHBAUER, W. Étude sur les Caractéristiques motrices spécifiques des grimpeurs de haut niveau In DUPUY, CH. *Actes du Colloque, E.N.S.A Chamonix 1989*, Jean-Mermoz: Éditions Actio, 1991, s. 192-196. ISBN 2-906411-05-1.

VOMÁČKO, L., BOŠTÍKOVÁ, S. *Lezení na umělých stěnách*. 2. vyd. Praha: Grada, 2008. 129 s. ISBN 978-80-247-2174-3.

WALL, C. B., et al. Prediction of indoor climbing performance in women rock climbers. *Journal of Strength and Condition Research*, 2004, vol. 18, no. 1, s. 77-83.

WATTS, P. B., et al. Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of Sport Sciences*, 1993, vol. 11, s. 113-117.

ZAŤKO, J. *Faktory určující športový výkon v skalolezení a zameranie športovej prípravy v horolezectve a skalolezení*. Bratislava: 1985. 78 s. Kandidátská disertační práce na FTVŠ Univerzity Komenského v Bratislavě. Vedoucí kandidátské disertační práce Julius Žižkay.