

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Reliabilita a validita testování flexorů prstů u sportovních
lezců**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.

Vypracoval:

Jonáš Mrskoč

Prohlášení

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

V Praze, dne

.....

Podpis

.....

Evidenční list

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

Jméno a příjmení: Fakulta / katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval Mgr. Jiřímu Balášovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, poskytování cenných rad, a spolupráci při sbírání dat.

Abstrakt

Cílem práce bylo posoudit reliabilitu a validitu flexorů prstů ve čtyřech lezeckých úchopech.

Výzkumný soubor se skládal z 33 lezců. 11 lezců bylo ženského pohlaví (věk 24.2 ± 6.3 roku, tělesná hmotnost 56.6 ± 5.6 kg, výška 164.4 ± 6.3 cm) a 22 lezců mužského (věk 23.3 ± 5.8 roku, tělesná hmotnost 70.8 ± 8.1 kg, výška 177 ± 5.9 cm). Lezci byli vybráni tak, aby pokrývaly co možná nejširší škálu lezecké výkonnosti RP (red point). Lezecká výkonnost se pohybovala mezi čtvrtým až dvanáctým stupněm škály UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme)

Lezci byli testováni za pomoci elektronické váhy a tréninkové lišty ve čtyřech lezeckých úchopech (otevřeném, uzavřeném, prostředník-ukazovák, prostředník-prsteník). Síla lezeckých úchopů byla měřena tak, že lezec stál na váze a držel lištu jedním ze čtyř úchopů. Na povel se pokusil během 3-5 s odlehčit co nejvíce své hmotnosti z váhy přitažením nohou k tělu. Z váhy byla odečtena nejnižší hodnota a z té pak počítána síla jednotlivých úchopů.

Test byl v každém úchopu třikrát opakován k posouzení vnitřní konzistence testu. Test-retest reliabilita byla posuzována opakovaným testováním na vzorku dvanácti lezců po 1 týdnu měření.

Výsledky ukázaly vysokou reliabilitu ve všech čtyřech úchopech, která byla mezi 0.88-0.97 pro vnitřní konzistenci a mezi 0.88-0.94 pro test-retest reliabilitu. Nejvyšší validitu vztaženou k výkonu RP vykázal uzavřený ($R^2 = 0.67$) a otevřený ($R^2 = 0.62$) úchop. Úchopy prostředník-prsteník ($R^2 = 0.46$) a prostředník ukazovák ($R^2 = 0.38$) vykázaly menší validitu testování.

Použití elektronické váhy a tréninkové lišty se ukázalo jako levné a dostatečně validní testování síly flexorů prstů.

Klíčová slova: sportovní lezení, síla prstů, reliabilita, validita

Abstrakt

The aim of the study was to evaluate reliability and validity finger flexor, in four climbing grip positions.

The research group compose from 33 climbers. 11 climbers were woman (Age 24.2 ± 6.3 year, weight 56.6 ± 5.6 kg, height 164.4 ± 6.3 cm) and 22 climbers were man (Age 23.3 ± 5.8 year, weight 70.8 ± 8.1 kg, hight 177 ± 5.9 cm). Climbers were chosen to cover the wide range of climbing ability RP. Climbing ability was range from 4 to 12 degree of climbing ability in UIAA scale. Climbers were tested using electronics scale and training wood-edge in four climbing grip positions (Open grip (OG), crimp grip (CG), index + middle finger (IM) and middle + ring finger (MR)). The grip strength was measure, that climbers stand on the electronic scale during holding the wood edge by one hand in selected grip possition. Climber was instructed to pull his legs to the body during 3-5 sec and transfer the maximum weight on to the test arm. The smallest value shown at the scale during the each measurement was taken. From this values we counted strenght in different grip possitions.

Test was measure in each position three times for calculating intra-session reliabillity. Test-retest reliability (inter-session reliability) was measure by repeated testing 12 climbers after 1 week rest

Results shown high degree of reliability in all four grip positions, which was between 0.88-0.97 for intra-session reliability and between 0.88-0.94 for test-retest reliability. The highest criterion validity of RP was found for CG ($R^2 = 0.67$) and OG ($R^2 = 0.62$). IM ($R^2 = 0.38$) and MR ($R^2 = 0.46$) shown significantly lower values of criterion validity RP.

Use of electronic scale and training wood-edge was shown as cheap, valid and easily reproducible solution for finger strenght testing using different specific climbing grip positions.

Key words: sport climbing, finger strenght, reliability, validity

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Teoretická východiska	10
2.1	Lezecké disciplíny.....	10
2.1.1	Podle způsobu jištění	10
2.1.2	Podle terénu	11
2.1.3	Závodní lezecké disciplíny	12
2.2	Výkon ve sportovním lezení	13
2.2.1	Hodnocení výkonu	13
2.2.2	Lezecké styly:	15
2.3	Struktura výkonu ve sportovním lezení	16
2.3.1	Pohybové schopnosti ve sportovním lezení.....	17
2.4	Silové schopnosti ve sportovním lezení.....	19
2.4.1	Rozdělení silových schopností.....	19
2.4.2	Síla flexorů prstů.....	20
2.5	Druhy úchopů:.....	25
3	Cíl práce.....	28
4	Úkol práce.....	28
5	Metodika	29
5.1	Výzkumný soubor	29
5.2	Reliabilita	29
5.2.1	Test-retest reliabilita	29
5.2.2	Vnitřní konzistence	30
5.2.3	Změna v průměru	30
5.3	Validita.....	30
5.4	Realizace měření	31
5.5	Použité metody.....	33

5.6	Vyhodnocení výsledků.....	33
6	Výsledky	34
7	Diskuze	39
8	Závěr	41
	Použitá literatura	42
	Příloha č. 2.	II
	Příloha č. 3.	III

1 Úvod

Sportovní lezení se v dnešní době těší velké popularitě. Potvrzuje to široká základna lezců všech výkonnostních kategorií. Lezení prošlo velkým vývojem a to se odráží jak ve zlepšeních bezpečnostních pomůcek a vybavení, tak v neustálém posouvání výkonnosti. Sportovní lezení, je dnes provozováno na rekreační výkonnostní i vrcholové úrovni. V literatuře můžeme najít mnoho článků a knih zabývajících se tréninkem lezců. Také vědecké publikace se zabývají problematikou tréningu a to hlavně trénováním fyzické zdatnosti. Není tajemstvím, že jednu z největších rolí ve výkonu hrají ve sportovním lezení silové schopnosti. Je to hlavně síla horních končetin, konkrétně síla pletence ramenního a síla předloktí. Právě síla předloktí se v lezeckém tréninku používá jako jeden z ukazatelů lezecké výkonnosti. Posuzováním síly předloktí, ve čtyřech specifických lezeckých úchopech, se zabývá i současná studie.

2 Teoretická východiska

2.1 Lezecké disciplíny

Z tradičního horolezectví, které mělo na svém počátku jediný cíl a to zdolávání horských vrcholů, se postupně vyčlenilo mnoho lezeckých disciplín (Vomáčko a Boštíková 2008). Lezecké disciplíny lze dělit podle různých kritérií a v každé literatuře se používá trochu jiné. Lze je rozdělit například podle způsobu jištění (sportovní a tradiční lezení), podle terénu ve kterém se lezecká aktivita provádí (pískovcové, nepískovcové, big wall, mixové, ledové, bouldering a umělé stěny). V rámci sportovního lezení se pak ještě vydělují závodní lezecké disciplíny (lezení na rychlost lezení na obtížnost a bouldering).

2.1.1 Podle způsobu jištění

1) Sportovním lezením se označuje lezení cest, které jsou osazeny borháky a nýty, tedy takzvaným fixním jištěním. Při tomto lezení lezec zapíná karabiny (expresky) do fixního jištění, a do nich poté zakládá lano. Sportovní cesty bývají většinou dobře odjištěny a lezci tak nehrozí vážné úrazy. Lezec může zkoušet lézt cesty na hranici svého maxima a soustředit se na podávání co nejvyšších výkonů.

2) Tradiční lezení je lezení cest, na kterých se nepoužívá fixního jištění nebo je fixní jištění použito jen v místech, kde by pád lezce měl fatální následky. Lezec se v těchto cestách jistí různými druhy vklíněnců, skob, smyček. Jde tedy o jištění, které prvolezec sám zakládá do skály a druholezec je pak vybírá. Předpokladem by měla být větší lezecká zkušenost a dobrá manipulace s lezeckým materiálem. Tento druh lezení je nejen fyzicky náročný, většinou zde hraje velkou roly psychika.

2.1.2 Podle terénu

Pískovcové lezení: Je tradiční lezecká disciplína, která vznikla v českých zemích a v Sasku. Jištění je zde zajištěno železnými kruhy, ty však můžou být i ve vzdálenosti 15m a vyšší. K dojištění cest se používá takzvaných smyček a uzlíků. (Vomáčko, Boštíková 2008).

Nepískovcové lezení: Lezení na pevných materiálech např. vápenec, žula. Setkáváme se zde i se sportovním i s tradičním způsobem lezení. (Vomáčko, Boštíková 2008).

Big wall (lezení vícedélek): Zdolávání vysokých skalních stěn.

Mixové lezení: Jedná se o cesty, kde se střídá lezení po skále a ledu, popřípadě sněhu. Často se k němu využívají mačky a cepíny.

Ledové lezení: Praktikuje se po zamrzlých „ledopádech“. Leze se zde pomocí lezeckých maček a cepínů.

Bouldering: Jedná se o lezení krátkých cest nízko nad zemí, většinou jde jen o pár lezeckých kroků. Tato disciplína se obvykle provádí na několik metrů vysokých kamenech. Bezpečnost je zde zajišťována pomocí manipulovatelných matrací, a většinou pomocí jističe, který dbá na to, aby při pádu dopadal spolulezec na matraci a pokud možno na nohy.

Umělé stěny: Zde se rozlišují tzv. bouldrovky, nebo klasické stěny. Bouldrové stěny jsou průměrně 3-5m vysoké. Bezpečnost je zde docílena pomocí matrací, které se nacházejí pod stěnou a díky kterým nehrozí při nekontrolovaném pádu žádné nebezpečí. Klasické stěny jsou většinou od 8-15 m vysoké. Cesty jsou zabezpečeny postupovým jištěním, takže lezci stačí mít jen sedák, lano a lezecké boty. (Vomáčko and Boštíková, 2008)

2.1.3 Závodní lezecké disciplíny

Lezení na obtížnost: Většinou se odehrává na umělých stěnách. Standardně se soutěž skládá ze tří kol: kvalifikace, semifinále a finále. Všichni lezci mají před závodem 6 min. na společné prohlédnutí cesty. Soutěží se tedy stylem lezení OS (On sight). Lezci se snaží vylézt cestu do konce anebo dolézt v cestě co nejvýš. O pořadí závodníka v jednotlivých kolech rozhoduje hodnota nejvzdálenějšího dosaženého chytu (Doseděl, 2008).

Lezení na rychlost: Závodí se v tom, jak rychle lezec danou cestu zdolá. Lezec je jištěn přes horní jištění.

Bouldering: Závodníci se snaží vyřešit problémy v krátkých extrémně silově a technicky náročných cestách (boulderech), o pořadí rozhoduje počet vylezených boulderů, popř. počet k tomu potřebných pokusů, závodníci zde nejsou jištěni lanem, ale dopadají do žíněnek.

2.2 Výkon ve sportovním lezení

2.2.1 Hodnocení výkonu

Lezecký výkon se hodnotí podle dvou kritérií. První z nich je hodnocení obtížnosti, kterou daná cesta představuje. Druhé kritérium je pak styl přelezu. Obtížnost závisí hlavně na velikosti chytů a stupů, obtížnosti jednotlivých lezeckých kroků, délce cesty, sklonu cesty. Obtížnost se hodnotí podle dohodnutých, zpravidla číselných stupnic. Stupnic pro hodnocení obtížnosti je více. Mezi nejpoužívanější patří stupnice UIAA, francouzská, americká. V zemích s lezeckou historií, mezi které se řadí i Česká republika, můžeme najít i jiné stupnice. U nás např. Labskou pískovcovou, nebo stupnice používanou v Jizerských horách. Hodnocení obtížnosti je však otázkou subjektivního hodnocení. Cestu obvykle nejprve ohodnotí lezec, který cestu stavěl a poté ji většinou konzultuje s jinými lezci.

Draper et al. (2011) zkoumal ve své studii validitu hodnocení lezecké obtížnosti. Lezci nejprve ohodnotili svůj nejlepší on-sight. Poté lezli speciálně sestavenou cestu, která byla postavena tak, aby s výškou vzrůstala v obtížnosti. Lezci většinou skončili na obtížnosti, kterou předtím sdělili do dotazníků jako svou on-sigh max. Výsledky potvrzují, že hodnocení obtížnosti poskytuje přesnou a platnou reflexi lezecké dovednosti.

Tabulka 1- Hodnocení obtížnosti: (Bruns, 2008)

<u>UIAA</u>	<u>SASKO</u>	<u>USA</u>	<u>AUS</u>	<u>FRA</u>	<u>NOR</u>	<u>SWE</u>	<u>UK</u>
3	III	5.0					M
3+		5.1					D
4-	IV	5.2					
4		5.3					VD
4+	V	5.4					S
5-		5.5					HS
5	VI	5.6			5-	5-	4b
5+	VIIa	5.7/F7	14	5a	5	5	
			15				
6-	VIIb	5.8/F8	16	5b	5+	5+	4c
6	VIIc	5.9/F9	17	5c	6-	6-	5a
6+			18				
	VIIIa	5.10a			6	6	
7-		5.10b/F10	19	6a			5b
	VIIIb				6+	6+	
7		5.10c	20		7-		
	VIIIc	5.10d/F11	21	6b			
7+							5c
	IXa	5.11a	22			7-	
8-		5.11b/F12	23	6c			
	IXb				7		
8		5.11c	24			7	6a
	IXc	5.11d/F13	25	7a	7+		
8+						7+	
	Xa	5.12a		7b	8-		
9-		5.12b/F14	26				6b
				7b+	8	8-	
9		5.12c	27				
	Xb	5.12d/F15		7c		8	
9+					8+		
		5.13a	28	7c+			6c
	Xc/XIa	F16					
10-	Xc/XIa	5.13b	29	8a	9-	8+	
	XIa	5.13c/F17	30	8a+		9-	
10	XIb	5.13d	31	8b	9		7a
	XIc	5.14a		8b+		9	
			32				
11-	XIIa	5.14b		8c	9+		
	XIIa/XIIb	5.14c	33	8c+			
11	XIIb	5.14d	34	9a			7b
11+	XIIc	5.15a		9a+			
12-	XIIc/XIIIa	5.15b		9b			

2.2.2 Lezecké styly:

Lezeckým stylem se označuje způsob, jakým lezec cestu zdolal. Pro jednotlivé způsoby se nejčastěji používají tyto zkratky: OS, RP, PP, TR.

OS: Za nejcennější přelez se považuje přelez on sight. To znamená, že lezec cestu vyleze bez předešlého zkoušení na první pokus, bez odpočívání v postupovém jištění. Lezec také nesmí znát informace o cestě a nesmí ani nikoho vidět v cestě lézt, v takovém případě by šlo o on sight flash.

RP: Neboli Rot punkt (red point). Lezení tímto stylem znamená čistý přelez, bez odpočívání či pádu, ale po předešlém nacvičování. Při lezení si lezec zapíná expresky do postupového jištění.

PP: Tento styl je odvozen od RP. Rozdíl je v tom, že lezec má předem připravené expresky v postupovém jištění.

TR: Neboli top rope znamená, že lezec je jištěn lanem, které prochází přes karabinu ze shora. Tento styl je méně psychicky náročný, protože lezci nehrozí dlouhé pády do lana.

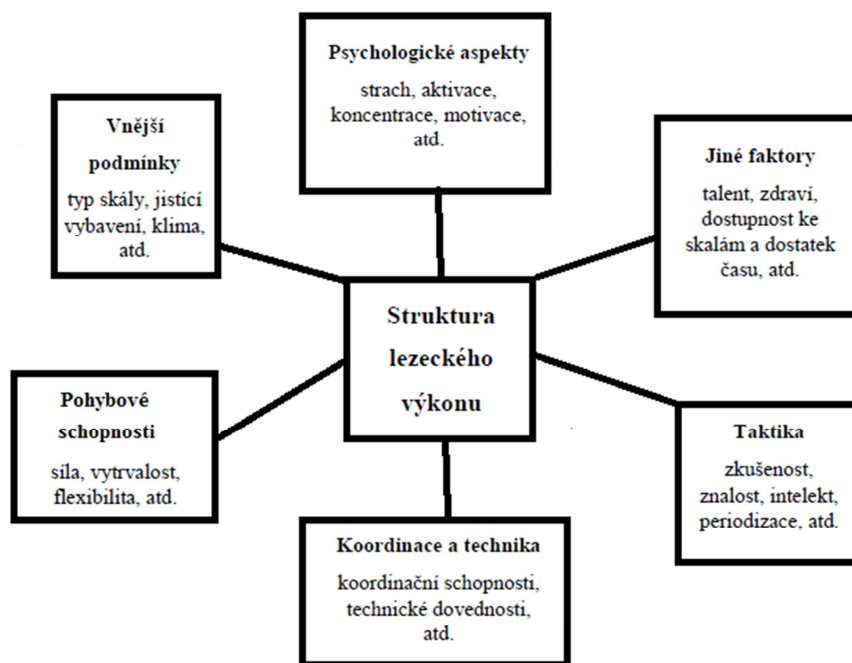
Free solo: Označuje volné lezení ve výšce bez jištění. Velmi psychicky náročné lezení (Vomáčko a Boštíková, 2008).

2.3 Struktura výkonu ve sportovním lezení

Sportovní výkon můžeme chápat jako celek, skládající se z dílčích, vzájemně propojených částí. Je to komplexní integrovaný projev mnoha tělesných a psychických funkcí člověka (Dovalil et al., 2009).

Goddard a Neuman (1993) popisují lezecký výkon jako výraz celé osobnosti, který je dán souhrnem mnoha různých podmínek a schopností. Rozdělují strukturu lezeckého výkonu do šesti kategorií: pohybové schopnosti, psychologické aspekty, technika a koordinace, taktika, jiné faktory a vnější podmínky.

Popis výkonu ve sportovním lezení, by vydal na samostatnou práci a tak se v této studii zaměřuji jen na složku pohybových schopností, které jsou nejdůležitější pro tuto práci.



Obrázek 1 – Struktura lezeckého výkonu (Goddard & Neuman, 1993)

2.3.1 Pohybové schopnosti ve sportovním lezení

V lezení můžeme vymezit tyto základní pohybové schopnosti: maximální síla, silová vytrvalost, vytrvalost, flexibilita a výbušná síla (Hörst, 2008).

Vytrvalost:

Dle Dovalila et al. (2009) je vytrvalost „komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle, nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase.“ Pro lezení je důležitá hlavně lokální vytrvalost, konkrétně jde o vytrvalost svalů předloktí. Ta je dána hustotou kapilární sítě a průměrem jednotlivých kapilár. Čím jsou tyto parametry vyšší, tím více se zvýší zásobení svalů krví a kyslíkem. Vyšší úroveň této vytrvalosti napomáhá rychlejší regeneraci a vyšší odolnosti proti únavě (Hörst, 2008).

Maximální síla:

Neboli absolutně nejvyšší možná síla, kterou je lezec schopen vyvolat maximálním volným úsilím. V lezení je potřeba hlavně síla flexorů předloktí, paží a pletence ramenního (Hörst, 2008). Síla flexorů předloktí zde však hraje nejdůležitější roli. Maximální síla je zde generována pomocí anaerobního alaktátového systému, který dovoluje provádět činnost pouhých pár sekund, než se energie vyčerpá. Velikost síly určuje velikost svalu a schopností maximálního zapojení svalových vláken do svalové kontrakce. U sportovního lezení není pro lezce příliš žádoucí velký nárůst svalové hmoty, jelikož to znamená i přírůstek váhy a šlachy mají jen omezenou nosnost. V lezení je tedy vhodné spíše zlepšovat nitrosvalovou a mezisvalovou koordinaci (Goddard, Neuman, 1993).

Silová vytrvalost

Silová vytrvalost je „schopnost po delší dobu překonávat určitý odpor“ (Dovalil et al., 2009). Dle Hörsta (2008) je lokální silová vytrvalost anaerobní vytrvalost, blízká maximální síle potřebné k přezení souvislého náročného úseku bez odpočinku. V lezení je důležitá hlavně u svalů předloktí. Svaly při překonávání odporu pracují v laktátové zóně. Po nějaké době dochází k selhání svalů, které je zapříčiněno

nahromaděním vedlejších produktů ve svalu. Goddard a Neuman (1993) konstatovali, že při lezení cest, které vyžadují více jak 50% maximální volní kontrakce, dochází k uzavírání kapilár ve svalu, a tím zamezení zásobování svalů kyslíkem. Pokud se kapiláry uzavřou úplně, nelze již aerobně resyntetizovat ATP. Tím pádem dochází ke hromaděním vodíkových kationtů a sval se tak rychle unavuje. Když nenastane uvolnění svalů, nebo neklesne kontrakce pod 50%, nepřichází do svalů žádná krev. Při těchto podmínkách se může energie obnovovat jen 40-90 s a poté dochází k selhání svalů. Silová vytrvalost, je z velké části ovlivňována i maximální silou. Vysoká úroveň maximální síly zapříčiňuje oddálení uzavření kapilár při náročném silově vytrvalostním výkonu v lezení a tím zvyšuje úroveň, při níž je odváděn laktát ze svalů. Hrají zde však roli i další mechanismy (Goddard, Neuman, 1993).

Flexibilita:

Je to schopnost vykonávat pohyby v kloubech ve velkém rozsahu (Dovalil et al., 2009). Flexibilita má v lezení velikou spojitost s lezeckou technikou. Když lezec nemá dostatečnou flexibilitu, musí přizpůsobit techniku. To pak vede k tomu, že v některých lezeckých krocích musí používat více síly (Goddard, Neuman, 1993). Draper et al. (2009) Ve své studii potvrzuje, že flexibilita je důležitou komponentou lezeckého výkonu. V lezení je hlavně důležitá flexibilita kyčelních a hlezenních kloubů, z toho důvodu aby mohli lezci zefektivnit práci nohou. Ta spočívá hlavně ve vykonávání dlouhých kroků a nasedání na patu nohy (Draper et al., 2009).

Výbušná síla

Je to produkt maximální síly a schopnosti rychle aktivovat vysoké procento rychlých svalových vláken (Hörst, 2008). Je důležitá hlavně pro lezní převislých cest s dlouhými dynamickými nátahy či skoky za chyty.

2.4 Silové schopnosti ve sportovním lezení

2.4.1 Rozdělení silových schopností

Obecně lze silové schopnosti rozdělit podle typu svalové kontrakce na izotonickou, izokinetickou a izometrickou.

Izotonické kontrakce

Je kontrakce, při které na sval působí téměř stejně velká síla po celé trajektorii vykonávaného pohybu. Rozeznáváme dva druhy izotonické kontrakce. První nastává zkrácením svalu, uskutečňovaného flexí, ta se nazývá koncentrická neboli pozitivní kontrakce. Prodloužení svalu se nazývá excentrická neboli negativní kontrakce (Clover, 2007).

Izotonické cvičení zvyšuje kloubní pohyblivost, stejně jako svalovou sílu a tonus. Při tomto druhu cvičení je vyšší pravděpodobnost poranění, když jsou cvičení špatně prováděna, nebo když je použit příliš velký odpor (Clover, 2007).

Izokinetická kontrakce

Izokinetická kontrakce nastane tehdy, když sval vykonává cvičení konstantní rychlostí po celou dobu vykonávaného pohybu. Izokinetická svalová akce obvykle nenastává během normálního pohybu. Měření je tak možné jen použitím speciálních měřících zařízení (Docherty, 1996).

Izometrická kontrakce

Izometrická kontrakce je kontrakce, při které se délka svalu nemění. Toho je dosaženo vyvinutím síly proti stabilnímu, nepohyblivému předmětu (podkladu). Izometrické cvičení může napomoci zlepšit sílu a svalový tonus, ale jen do určité fáze. To je dáno tím, že při izometrické kontrakci není vykonávána práce v celém rozsahu pohybu. Někdy jsou izometrické cvičení používány k testování svalové síly, ne však pro její zvyšování. Výhodou izometrického cvičení, je redukováný risk zranění díky tomu, že velikost překonávané síly se rovná síle, která je vyvíjena (Clover, 2007). Při izometrickém testování je důležitý úhel kloubů, a pozice těla. Je nutné, aby poloha

kloubu byla standardizována, měřena a zaznamenána spolu s výsledky během izometrického testování (Docherty, 1996).

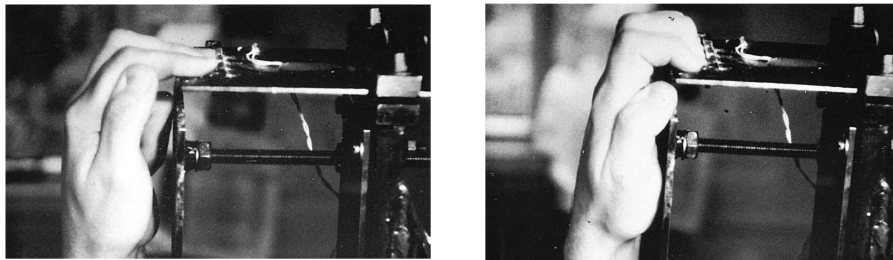
Creasey et al. (2000) uvádí, že v lezení rozeznáváme dva druhy kontrakcí, izotonickou a izometrickou (statickou). Dynamická kontrakce umožňuje provádět kontrolované pohyby proti působícím silám. Statická kontrakce umožňuje zachování statické pozice. Hörst (2008) ve své knize zmiňuje, že statická síla slouží hlavně k udržení chytů a udržení statické pozice těla. Giles et al. (2008) uvádí, že opakované izometrické kontrakce, jsou typické při lezeckém pohybu.

2.4.2 Síla flexorů prstů

V lezeckém výkonu hraje jednu z důležitých rolí síla flexorů prstů (Goddard, Neuman, 1993). Řada autorů se zabývala jejich testováním. Mezi nejpoužívanější metody měření patří měření síly stisku pomocí ručního dynamometru. Watts (2004) uvádí, že kromě úchopu na stisk se u žádného typického lezeckého úchopu nepoužívá palec v opozici proti prstům a tak přisuzuje měření ručním dynamometrem menší specifitu. Grant et al. (1996) testoval sílu stisku u tří skupin lezců. U elitních lezců naměřil výrazně vyšší hodnoty pro sílu stisku, než u rekreačních lezců a nelezců. Watts et al. (1993) naměřil průměrné hodnoty u elitních lezců v porovnání s jinými sportovci, avšak hodnoty relativní síly stisku k hmotnosti byly mnohem vyšší u lezců. Donnelly et al. (1991) při měření síly stisku také nezjistil žádné výrazné rozdíly mezi elitními lezci a nelezci. Wall et al. (2004) stejně jako Watts et al. (1993) vyzoroval, že relativní síla stisku k hmotnosti mnohem více korelovala s lezeckou výkonností, než tomu bylo u absolutní síly. Baláš et al. (2012) uvádí, že relativní síla stisku vypovídá o 50% výkonu RP u žen, ale méně než 30% u mužů. Giles et al. (2006) tvrdí, že elitní lezci většinou nemají vyšší absolutní sílu, ale mají výrazně vyšší relativní stisku.

Specifické testování má za úkol testovat pozorovaný jev v co nejbližších podmínkách sledované činnosti. Specifická síla v lezení je buď testována pomocí speciálně sestavených zařízení, nebo díky zachování co nejbližší polohy testovaného, lezecké činnosti. Grant et al. (1996) zkoumal specifickou sílu u elitních lezců, rekreačních lezců a nelezců. Síla byla měřena díky speciálnímu zařízení. To bylo vyvinuto tak, aby mohla být simulována stejná poloha horních končetin jako při lezecké pohybu. Na tomto zařízení byly testovány dva druhy úchopů (obr. 2 a 3). Úchopy byly

testovány při držení dvěma a čtyřmi prsty. Výsledky ukázaly, že při prvním úchopu měli elitní lezci mnohem vyšší sílu. Při druhém úchopu však nebyly zjištěny žádné velké rozdíly mezi jednotlivými skupinami. Grant et al.(1996) uvádí, že to mohlo být tím, že druhý úchop nebyl dostatečně reprezentativním lezeckým úchopem.



Obrázek 2 a 3- Úchopy použité Grantem et al. (1996)

Stejnou studii provedl Grant et al.(1996) na lezkyních. Výsledky byly v souladu s předešlou studií a potvrdily, že elitní lezkyně měly vyšší sílu flexoru prstů než rekreační lezkyně či nelezci.

Michailov (2009) zkoumal ve své studii lezce boulderisty. Data naměřil během mistrovství světa v boulderingu, který se odehrával v Sofii 2007. Mimo jiné v testech zkoumal i specifickou lezeckou sílu. Měření probíhalo tak, že se lezec postavil na váhu a dominantní rukou uchopil chyt (hloubky 10 mm) tak, aby jeho paže byla natažená viz obr. č.4. Použit byl otevřený úchop dva prsty: prsteník, prostředník (obr. č. 4). Účastníci museli přenést co nejvíce hmotnosti z váhy na chyt tím, že pokrčili nohy. Specifická síla byla vypočítána odečtením nejnižší zbývající hodnoty ukázané na váze od hmotnosti lezce. Výsledkem studie je potvrzení, že specifická a relativní síla je jedním z klíčových faktorů pro venkovní bouldrování, ale úspěch v závodě závisí na seskupení rozhodujících faktorů včetně psychiky.



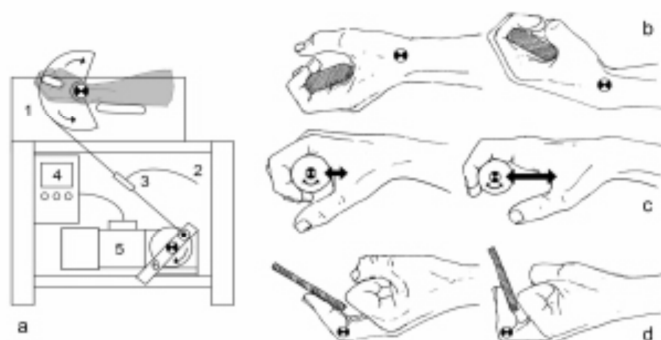
Obrázek 4 - Úchop a pozice při měření Michalov (2009)

Philippe et al. (2012) měřil specifickou maximální sílu flexorů prstů. K testování použil speciálně sestavené zařízení. Poloha byla testována v sedě. Horní ruka byla v horizontální poloze a opírala se o loket. Testovaný byl posazen tak, aby nadloktí s ramenní osou svíralo úhel 60° a předloktí s nadloktím úhel 90° (obr. č. 5). V této poloze testovaný otevřeným úchopem uchopil lištu zařízení, a poté během 5 sekund zvyšovat sílu na lištu až do maxima. Výsledky byly v souladu s jinými studii a potvrdily, že lezci mají vyšší relativní sílu k hmotnosti a specifickou maximální sílu flexorů prstů.



Obrázek 5- Poloha testovaného (Phillipe, 2012)

Schweizer a Furrer, (2007) zkoumali, jak moc koreluje síla předloktí s lezeckou výkonností. K testování používali speciální izokinetické zařízení, kterým testovali excentrickou a koncentrickou sílu flexoru zápěstí, sílu fleforů proximálního interphalangeálního kloubu prostředníku a ukazováku a test rolování kužele, který zahrnuje interphalangeální i metakarpophalangeální klouby všech prstů (obr.č. 6). Výsledky ukázaly, že pouze flexe zápěstí korelovala s lezeckou výkonností Rp. Nebyla zjištěna žádná korelace mezi absolutní maximální silou a lezeckou výkonností.



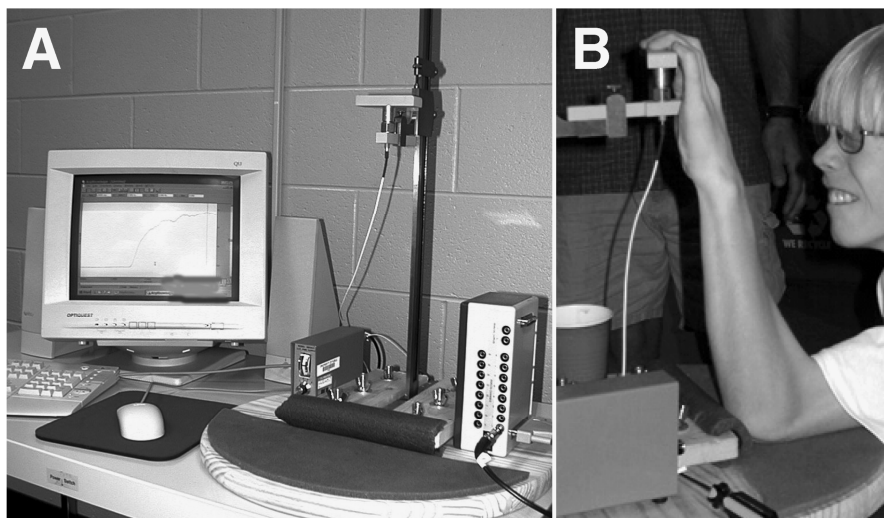
Obrázek 6- a) Izokinetické zařízení. b) Měření flexe zápěstí c) Test rolování kužele d) Měření interphalangeálního kloubu prostředníku, ukazováku (Schweizer and Furrer, 2007)

Ferguson a Brown (1997) měřili sílu při maximální volní kontrakci u lezců a nelezců. Testovaný spočíval na zádech, levou ruku držel speciální ergometr a dostal za úkol zatáhnout maximální silou. Nebyl naměřen žádný zásadní rozdíl mezi lezci a ostatními probandy.

Schweizer (2001) vyzoroval, že maximální síla prstů byla vyšší, když byla měřena izolovaně, než když byla práce prováděna paralelně spolu s ostatními třemi prsty.

Watts a Jensen (2003) zkoumal reliabilitu maximální síly předloktí u skupiny 31 lezců. Síla byla měřena v otevřeném úchopu čtyř prstů na posledních člancích prstů ve standardizované poloze paže viz obr. 7. Testovaný měl za úkol vyvinout maximální sílu na zařízení. Zařízení bylo podobné tomu používanému Grantem et al. (1996) ve studii Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. Zařízení bylo propojeno s počítačem a data tak zaznamenávána.

Měření byla dvakrát opakována s minimálním rozmezím jedné minuty. Výsledky ukázaly vysokou reliabilitu ($R=0.94$) pro levou i pravou ruku ($R=0.90$).



Obrázek 7- A) zařízení pro specifické testování síly předloktí. B) Poloha paže při testování (Watts and Jensen, 2003)

Vigouroux a Quaine (2006) měřili maximální volní kontrakci a silovou vytrvalost na zařízení sestaveném k tomuto účelu. Probandi byli posazeni tak, aby ruka spočívala na rukojeti pro prsty a úhel v ramenním kloubu byl 45° . Úhel v loketním kloubu byl stanoven na 90° . Rukojeť přístroje byla držena uzavřeným úchopem. Síla, kterou měl testovaný vyvinout na rukojeť, byla stanovena na 80% jeho MVC. Test se skládal z 36 opakování (5 vteřin zatížení a 5 odpočinku). Výsledky prokázaly, že elitní lezci vydrželi provádět cvičení 2x déle než nelezci, dokud se dostali do stádia, kdy už nebyli schopni vyvinout potřebnou sílu. Maximální síla byla měřena zvyšováním síly během 5 vteřin. Test byl 3x opakován. Mezi jednotlivými pokusy, byla 5 min přestávka. Výsledky MVC ukázaly, že síla vyvinutá nelezci byla výrazně nižší než ta, která byla naměřená u elitních lezců.

Baláš et al. (2012) ve své studii měřil silovou vytrvalost. Ta byla měřena ve visu na liště 2,5 cm široké. Tato poloha vykazuje vysokou specifitu. Lezec si mohl vybrat úchop, který preferuje (uzavřený, otevřený). Výsledky výzkumu ukázaly, že tento test vykazuje vysokou korelaci ($r = 0,89$ pro muže a $r = 0,82$ pro ženy) s lezeckou

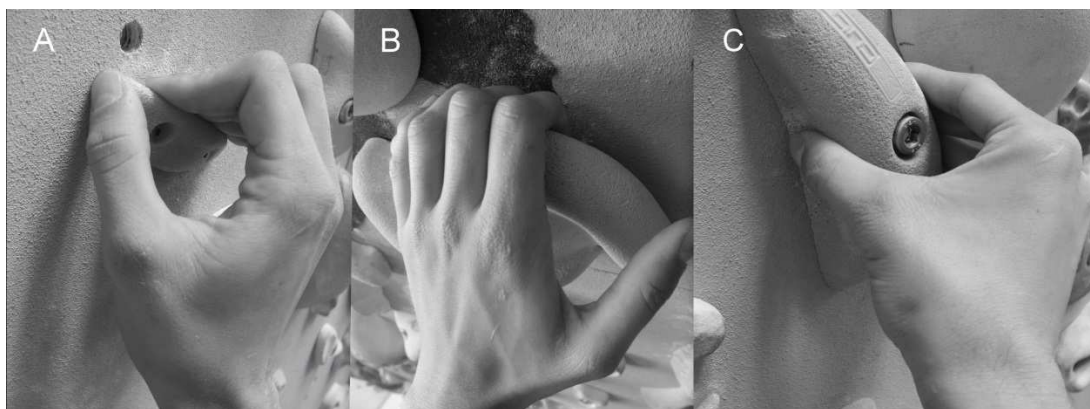
výkonností RP. Baláš et al. (2012) uvádí, že tento test není vhodný pro nelezce či lezce začátečníky.

Výsledky mnohých studií potvrdily, že maximální síla stisku se příliš neliší u elitních lezců či nelezců. Avšak při posuzování relativní síly (poměr síly k hmotnosti) jsou výsledky u sportovních lezců výrazně vyšší.

Studie, které měřily sílu ve specifitějších lezeckých úchopech se většinou shodují v tom, že lezci mají vyšší relativní sílu k hmotnosti v těchto úchopech. Ve studiích se používala různá měřicích zařízení v různých měřených polohách a tak není snadné výsledky mezi jednotlivými studiemi porovnávat.

2.5 Druhy úchopů:

Podle Baláše et al. (2008) lezecké úchopy dělíme podle směru působení na chyt a podle polohy prstů. Podle směru působení rozeznáváme pozitivní chyty, boční chyty, spodní chyty. Podle polohy prstů pak otevřený úchop, uzavřený úchop, chyt na stisk, kapsy a díry. Hörst (2008) podobně jako Baláš et al. (2008), rozděluje úchopy na uzavřený, polouzavřený, otevřený a chyt na stisk. Ostatní úchopy, jako třeba použití jen dvou prstů, jsou variace těchto čtyř úchopů.



Obrázek 8 – A) Uzavřený úchop, B) Otevřený úchop, C) Úchop na stisk

Uzavřený úchop:

Prsty jsou kontrahovány v poloze ve druhém kloubním spojení, články prstů okolo prvního kloubního spojení jsou typicky zalomeny. Palec obvykle leží přes ukazováček. Síla je nejvíce přenášena do posledních článků prstů (obr. č. 8 A). Tato poloha je velmi stresující pro šlachová poutka proximálního článku (Goddard, Neuman 1993).

Polouzavřený úchop:

Hörst (2008) popisuje tento úchop jako variaci uzavřeného úchopu. Při tomto úchopu není tak agresivní úhel mezi prvním a druhým kloubním spojením prstů.

Otevřený úchop:

Podle Goddarda a Neumana (1993) při otevřeném úchopu svírají prsty ve druhém kloubu úhel 90° nebo vyšší. Palec může držet buď výstupky pod úrovní prstů, nebo volně viset (obr. č. 8 B). Při tomto držení není přenášeno nejvíce síly na konečky prstů, a proto je tento úchop méně efektivní při držení malých chytů. Pozice není tak stresující pro šlachová poutka a klouby.

Chyt na stisk:

Tento úchop se používá k držení skalních nerovností, kdy je palec v opozici oproti ostatním prstům (obr. č. 8 C) (Hörst, 2008).

Publikované studie se většinou zabývají testováním otevřeného a uzavřeného úchopu, jakožto nejvíce reprezentativními úchopy při lezení. Snaha je dokázat klady a zápory jednotlivých úchopů a možné zdravotní dopady.

Schöffl et al. (2009) zkoumal, jak ovlivňuje otevřený a uzavřený úchop šlachová poutka prstů. Měření byla prováděna na dvaceti jedna amputovaných prstech. Ty byly fixovány na přístroji měřícím izokinetické zatížení. Síly, které působily na šlachová poutka A2 a A4 při uzavřeném úchopu byly zhruba dvakrát vyšší než ty, které byly naměřené při otevřeném úchopu. Uzavřený úchop tak může být hlavním důvodem pro zranění šlachového poutka na prostředním článku prstů (Schöffl et. al., 2009). Crowley,

Timothy (2012) naměřili, že síly působící na A2 šlachové poutko, které se nachází uprostřed třetího článku prstů, jsou při uzavřeném úchopu přibližně 3-4 větší než na konečcích prstů.

Schweizer a Hudek (2011) zkoumali zapojování hlubokých a povrchových flexorů na devíti amputovaných prstech, v závislosti na otevřeném a uzavřeném úchopu. Testy byly prováděny na pěti různě velkých chytech. Zjistili, že hluboké flexory, ať už při použití otevřeného či uzavřeného úchopu, jsou více zapojovány při držení malých chytů, zatímco povrchové při držení velkých.

Studie a literatura zabývající se lezeckým tréninkem se shodují, že při použití uzavřeného úchopu dochází k velkému stresování šlach, šlachových poutek. Z tohoto důvodu by měl být u začínajících lezců preferován otevřený úchop. U lezců, kteří se lezení věnují déle totiž dochází k jisté adaptaci zesílení šlach a šlachových poutek a šance poranění je tak nižší než u začínajících lezců. Adaptace však není tak rychlá jako u adaptace svalů a hodně lezců tento fakt podcení a začínají používat uzavřený úchop na malých chytech příliš brzy. To často končí úrazy, nebo i chronickými problémy.

3 Cíl práce

Cílem práce je posoudit reliabilitu a validitu testování síly flexorů prstů pomocí tréninkové lišty a elektronické váhy.

4 Úkol práce

1. Výběr polohy těla při testování, tak abychom zachovali co nejvyšší specifičnost
2. Výběr výzkumného souboru
3. Měření a shromažďování dat
4. Zpracovávání dat
5. Výsledky testování

5 Metodika

5.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor byl tvořen z 33 lezců. Z toho 11 bylo žen (Věk 24.2 ± 6.3 roku, tělesná hmotnost 56.6 ± 5.6 kg, výška 164.4 ± 6.3 cm) a 22 mužů (Věk 23.3 ± 5.8 roku, tělesná hmotnost 70.8 ± 8.1 kg, výška 177 ± 5.9 cm). Výkonnost lezců byla od začátečnicků až po elitní lezce. Byla dána aktuálním přelezem RP a pohybovala se od 4 do 12 stupně UIAA. Dobrovolníci byli v dobré zdravotní kondici a netrpěli žádnými zdravotními obtížemi. Účastníci byli seznámeni s průběhem studie a svým podpisem potvrdili souhlas participovat.

5.2 Reliabilita

Můžeme také najít pod pojmem spolehlivost, stabilita, přesnost, reproduktibilita testu. Reliabilita vyjadřuje, jak silně je dána náhodná, nebo systematická chyba neoddělitelně spjatá s každým měřením. Během měření vznikají chyby, které jsou dány nahodilými změnami při opakovaném měření jednotlivců. Zdroje těchto odchylek jsou hlavně biologické, mentální, technologické (Hopkins, 2000). O měření můžeme říci, že je reliabilní, když při jeho opakování za stejných podmínek poskytuje stejné nebo velmi podobné výsledky (Chrástka, 2007). Reliabilita je vyjadřována relativním koeficientem reliability. Ten vyjadřuje číslo, které může nabývat hodnot 0-1, kdy 0 udává nulovou reliabilitu a 1 označuje nulovou chybu měření a tedy dokonalou reliabilitu (Chrástka, 2007). Hopkins (2000) rozlišuje tři základní druhy reliability: test-retest, vnitřní konzistenci a změnu v průměru.

5.2.1 Test-retest reliabilita

Při této metodě je první měření porovnáváno s druhým nebo se třetím testováním na stejném subjektu, ve stejných podmínkách. Časový odstup jednotlivých testování musí být dostatečně krátký, aby se stav testované osoby nezměnil. (Vincent, 2012).

5.2.2 Vnitřní konzistence

Jedná se o nahodilou odchylku v měření při opakovaném testování stejného jednotlivce. Například při opakovaném měření stejné osoby, mohou být hodnoty 53, 57, 55, 51, 54. Dochází k náhodné variaci, kdy se měřené hodnoty mezi jednotlivými koly měření trochu liší. Tato náhodná variabilita individuálních hodnot při opakovaném testování je standartní deviací hodnot (individuálních hodnot). Tyto chyby většinou pocházejí z několika zdrojů. Hlavní důvod je většinou biologický. Například hodnoty maximální síly se v jednotlivých kolech měření mohou lišit a to kvůli mentálnímu a psychickému stavu, nedostatku motivace atd. Dalším důvodem odchylky mohou vznikat měření na různých zařízeních nebo měření jinými osobami (Vincent, 2012).

5.2.3 Změna v průměru

Změna v průměru se skládá ze dvou komponent, z náhodné chyby a ze systematické chyby. Náhodná chyba vzniká čistě z nahodilé změny v měření a dělá tak různé průměry mezi různými pokusy. Náhodná chyba se snižuje s použitím většího vzorku. Systematická chyba v průměru není náhodná chyba v hodnotách mezi dvěma pokusy. Má vliv na participanty celé studie. Nejčastější příklad systematické změny je efekt zaučení. Jeho výsledkem je, že participant má lepší výsledky v druhém pokusu než při prvním a to díky tomu, že těží ze zkušenosti z prvního pokusu. Proto je dobré provést cvičení před začátkem, abychom tomuto efektu zamezili. Systematická chyba může také nastat vlivem motivace, participant se chce zlepšit. Také však obráceně vlivem únavy, první pokus je lepší než druhý. Studie by měla proto být konstruována tak, aby k tomuto efektu nedocházelo (Vincent, 2012).

5.3 Validita

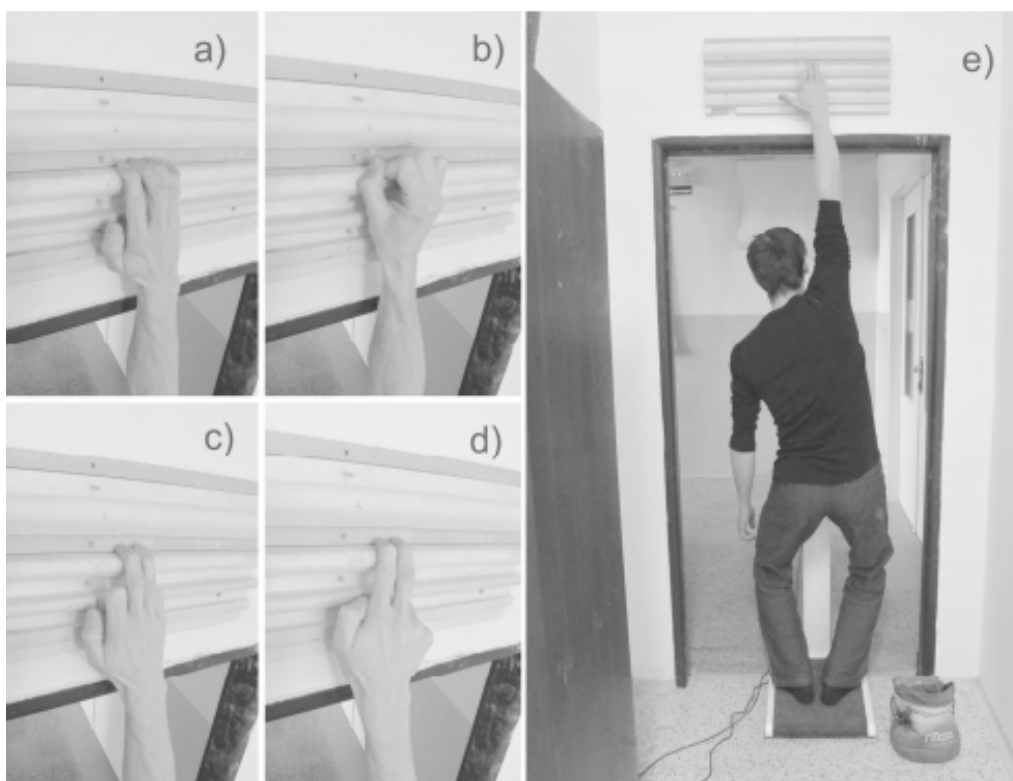
Vypovídá o důkladnosti a vhodnosti testu a tom, že test opravdu měří to co má. Validita může být určována logickou analýzou nebo porovnání s jiným testem, o kterém víme, že je validní. Validita je udávána korelačním koeficientem a může nabývat hodnot od 0 do 1, kdy nula udává nulovou a jedna stoprocentní validitu.

V testu byla použita kriteriální validita. Ta vypovídá o tom, do jaké míry jsou výsledky testu v souladu s nějakým znakem (kritériem), který chceme z výsledků testu předpovídat (Vincent, 2012).

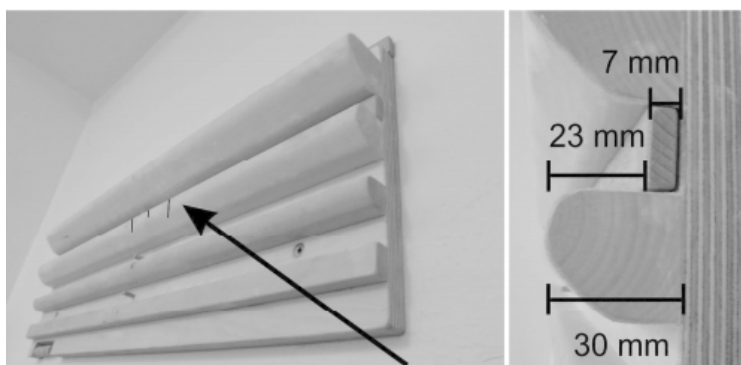
V naší práci jsme zjišťovali kriteriální validitu k výkonu RP.

5.4 Realizace měření

Na začátku byli testovaní požádáni, aby provedli zahřátí organismu a poté rozcvičení. Zahřátí bylo 4 min běh do schodů. Poté se rozcvičili lezením na umělé stěně a individuálním protažením. To bylo zaměřeno na protažení předloktí a prstů. Před samotným měřením si testovaní vyzkoušeli jednotlivé úchopy, ve kterých bude měření probíhat. Měření byla prováděna na liště (obr. 8) hluboké 23 mm. Rádus lišty byl 12 mm. Lišta byla umístěna tak, aby se testovaný mohl zavěsit v prostoru, přitom však dosáhl nohama na podložku. Pod lištu byla umístěna váha (Soehnle 7730.01.001, Germany). Testovanému byla nejprve odečtena jeho hmotnost a poté začalo samotné testování. To probíhalo tak, že subjekt pravou rukou uchopil lištu jedním ze čtyř námi vybraných úchopů (Obrázek 7. a-d) a vyvěsil se do lišty tak, aby paže držící lištu byla napjatá, kolena mírně pokrčená a vytočená do stran viz obrázek 7. e). V této poloze se snažil přitáhnout nohy k tělu a odlehčit co nejvíce své hmotnosti z váhy. Instrukce byla taková, aby zvyšoval postupně úsilí až do maxima zhruba po dobu 3-5 s. Váha byla napojena na počítač a byl zaznamenán úbytek hmotnosti v čase, díky kterému jsme mohli naměřit nejmenší hodnotu a vypočítat sílu jednotlivých úchopů. Data byla zaznamenávána s přesností na desetiny kilogramu. Měření byla zaznamenávána do protokolů. Testovány byly čtyři lezecké úchopy. Každý lezec začínal test jiným úchopem, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků. Každý úchop byl změřen na pravé a poté na levé ruce, to představovalo jeden cyklus. Každý cyklus byl třikrát zopakován. Z důvodu měření absolutní síly byla mezi jednotlivými cykly dodržována dvouminutová pauza. 12 lezců se po týdnu účastnilo opakovaného měření pro zjišťování test-retest reliability.



Obrázek 7- a-d = reprezentativní úchopy a) otevřený úchop b) uzavřený úchop
 c) prostředník-prstník d) prostředník-ukazovák e) Poloha při testování (Baláš et al., 2014)



Obrázek 8 - Lišta, na které byla měření prováděna (Baláš et al., 2014)

5.5 Použité metody

Pro zaznamenávání dat byla využita váha od společnosti Soehnle (7730.01.001.) Váha byla spojena s počítačem a díky tomu tak mohl být zaznamenáván úbytek váhy v čase během 3-5 s maximálního úsilí. Z počítače pak byly odečteny nejnižší naměřené hodnoty, které byly dále zpracovávány.

5.6 Vyhodnocení výsledků

K vyhodnocení výsledků byly použity deskriptivní statistické metody (aritmetický průměr, směrodatná odchylka). Ke stanovení reliability byla použita ICC korelace (intra-class correlation coefficient). Závislost síly flexorů prstů na výkonnosti RP byla počítána pomocí jednoduché lineární regrese.

6 Výsledky

Reliabilita byla měřena na vzorku 12 lezců. U všech úchopů byla naměřena vysoká reliabilita, která se pohybovala okolo 0,9, ukazuje ji tabulka 3. Vysoké hodnoty byly naměřeny jak pro vnitřní konzistenci, tak i pro test-retest reliabilitu.

Tabulka 2 – Rozdělení lezců do skupin podle pohlaví a výkonnosti RP (UIAA).

	Pohlaví	Vzorek	Výkonnost RP (UIAA)	věk (rok)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Začátečníci	muži	5	IV do VI	21.5 ± 1.3	180 ± 3.2	76.9 ± 7.2
	ženy	5	IV do VI	25.4 ± 8.5	163.4 ± 4.9	59.6 ± 6.1
Pokročilý	muži	8	IV+ do VIII	23.4 ± 4.2	177.9 ± 3.9	74.3 ± 4.9
	ženy	2	IV+ do VII+	26.6 ± 1.8	165 ± 4	57.2 ± 3.3
Vrcholový	muži	8	VIII+ do IX+/X-	24.8 ± 8.2	173.4 ± 6.8	64 ± 6.4
	ženy	3	VIII- do IX	22.6 ± 0.1	168.7 ± 6.6	54.8 ± 5.3

Počet probandů v jednotlivých skupinách. Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka věku, výšky, hmotnosti jednotlivých skupin.

Tabulka 3 – Reliabilita jednotlivých úchopů.

Reliabilita	Levá ruka		Pravá ruka	
	Vnitřní konzistence	Test-retest	Vnitřní konzistence	Test-retest
Otevřený	0.94	0.90	0.93	0.94
Uzavřený	0.93	0.88	0.96	0.95
Ukazovák- Prostředník	0.95	0.88	0.91	0.91
Prostředník-Prsteník	0.97	0.94	0.97	0.94

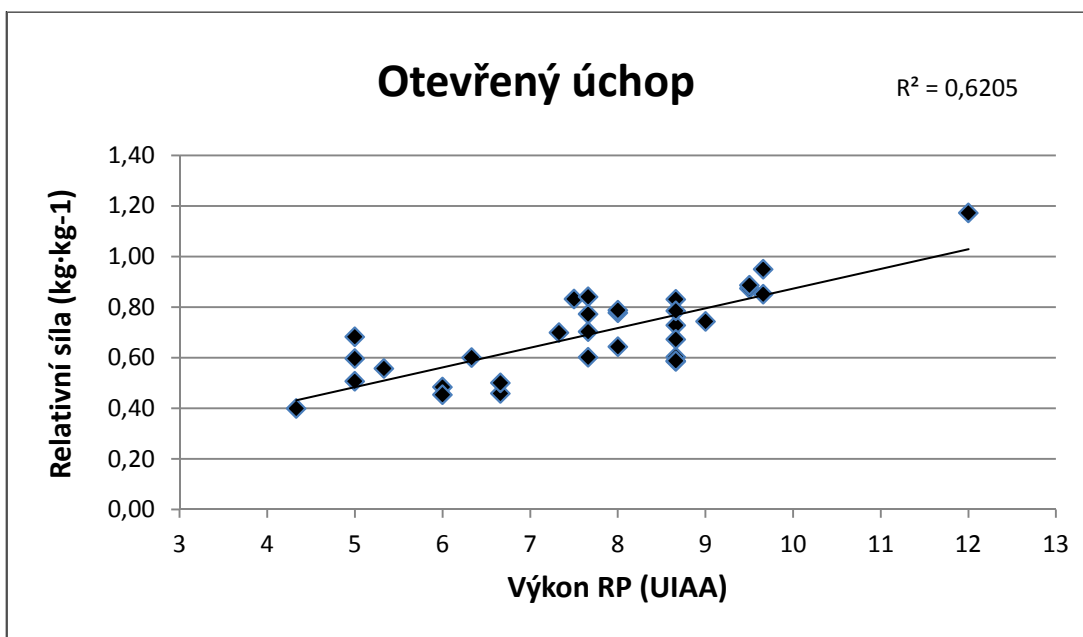
Výsledky validity testování jednotlivých úchopů k výkonu RP jsou vyznačeny v grafech 1-4. Nejvyšší validitu jsme zaznamenali u uzavřeného $R^2 = 0.67$ a otevřeného $R^2 = 0.62$ úchopu. Úchopy prostředník-prsteník $R^2 = 0.46$ a prostředník ukazovák $R^2 = 0.38$ vykázali menší validitu testu.

Tabulka 4 – Průměr a směrodatná odchylka výsledků naměřených v jednotlivých úchopech pro skupinu začátečníků, pokročilých a elitních lezců mužů udávaná v kg.

Úchop	Výkonnost		
	Začátečníci	Pokročilý	Vrcholový
Otevřený (kg)	37.2 ± 7.9	24.7 ± 8	13.8 ± 6.6
Uzavřený (kg)	36.1 ± 7.4	26.5 ± 8.8	15.3 ± 5.1
Ukazovák-Prostředník (kg)	49.1 ± 8.3	38.4 ± 6.1	31.3 ± 6.3
Prostředník-Prsteník (kg)	50.3 ± 8.2	40.1 ± 7.5	28.8 ± 3.7

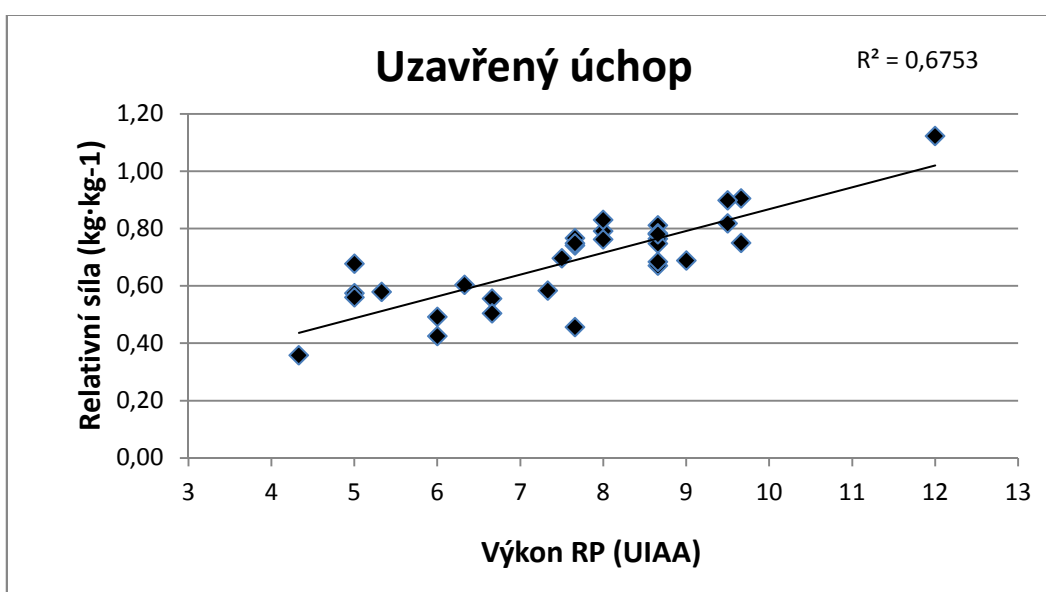
Tabulka 5 – Průměr a směrodatná odchylka výsledků naměřených v jednotlivých úchopech pro skupinu začátečníků, pokročilých a elitních lezkyň udávaná v kg.

Úchop	Výkonnost		
	Začátečníci	Pokročilý	Vrcholový
Otevřený (kg)	31.9 ± 5.9	23.1 ± 10.3	24.3 ± 3.1
Uzavřený (kg)	31.9 ± 8.2	20.1 ± 4.9	17.8 ± 4.4
Ukazovák-Prostředník (kg)	36.8 ± 7	29.6 ± 4.9	28.6 ± 5.9
Prostředník-Prsteník (kg)	38.1 ± 7.6	29 ± 9.9	31.1 ± 4.5

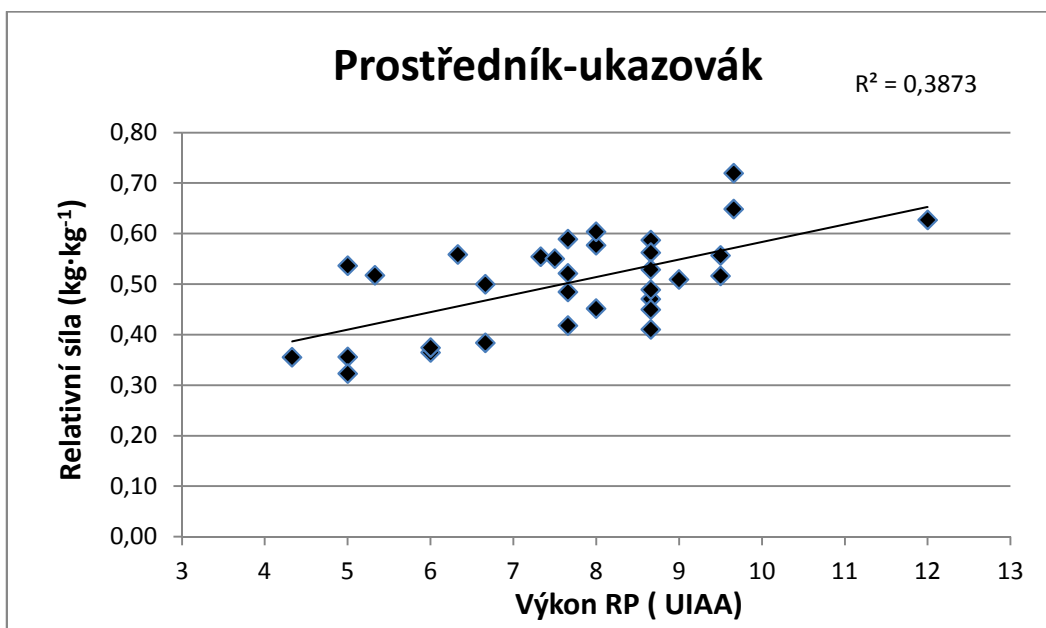


Graf 1 – Závislost relativní síly v otevřeném úchopu na výkonu RP

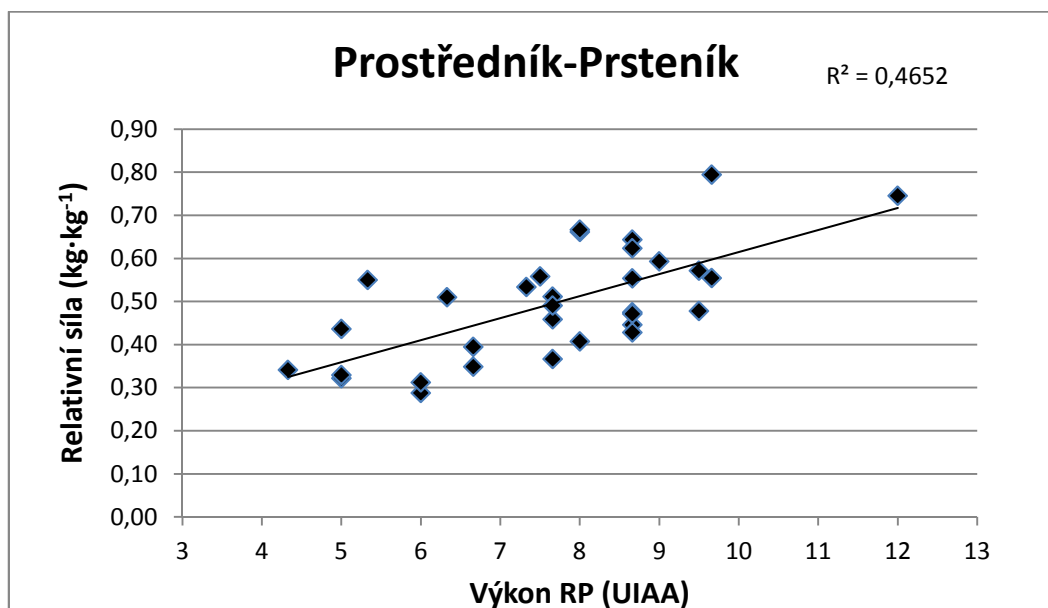
V grafu jedna a dva pozorujeme blízké rozptýlení výsledků podél proložené osy, které nám graficky znázorňuje kriteriální validitu v otevřeném a uzavřeném úchopu. V grafech tři a čtyři, tedy v úchopech prostředník-prsténík a prostředník-ukazovák jsme vypočítali nižší validitu, a tak pozorujeme větší rozptyl od proložené osy.



Graf 2- Závislost relativní síly na výkonu RP v uzavřeném úchopu



Graf 3 - Závislost relativní síly na výkonu RP v úchopu prostředník ukazovák



Graf 4 - Závislost relativní síly na výkonu RP v úchopu prostředník prsteník.

Tabulka 2 udává průměrné hodnoty a směrodatnou odchylku u probandů. Ti byli rozděleni do tří skupin podle výkonnosti na začátečníky, pokročilé a vrcholové lezce podle výkonnosti RP (UIAA). Bohužel nebyl naměřen dostatečný počet elitních lezců a tak jsme tuto skupinu vynechali.

Tabulka 4 znázorňuje průměrné hodnoty a směrodatnou odchylku naměřenou na váze v jednotlivých úchopech u mužů. Čísla jsou tedy udávány v kilogramech. Čím menší hodnota, tím méně kilogramů zbývalo k udržení lezcovy hmotnosti. V této tabulce pozorujeme velké rozdíly mezi jednotlivými skupinami. Konkrétně je mezi průměrnými hodnotami jednotlivých skupin, naměřenými v čtyřech úchopech rozdíl přibližně okolo 10 kg. U vrcholových lezců pozorujeme nižší směrodatnou odchylku než u ostatních dvou skupin.

Tabulka 5 znázorňuje stejné parametry jako tabulka číslo 4, ale naměřené u žen. V této tabulce můžeme vidět hlavně rozdíly mezi začátečníky a pokročilými, avšak skoro žádný rozdíl mezi pokročilými a vrcholovými lezci. To je pravděpodobně ovlivněno malým vzorkem probandů v těchto dvou skupinách.

Při srovnání elitních lezců a lezkyň můžeme pozorovat podobné hodnoty, velký rozdíl však nacházíme v otevřeném úchopu kdy rozdíl průměrných hodnot je 10.5 kg.

7 Diskuze

Záměrem této studie bylo zjistit reliabilitu a validitu ve čtyřech námi zvolených úchopech za pomoci tréninkové lišty a elektronické váhy.

Výsledky studie vykazaly vysokou míru reliability pro všechny měřené úchopy. Výsledky validity relativní síly v měřených úchopech, ve vztahu k RP, byly uspokojivé pro otevřený a uzavřený úchop. Pro úchop prostředník-ukazovák a prostředník-prsténík byla validita podstatně nižší.

Síla předloktí se v lezení měřila hlavně pomocí ručního dynamometru. Watts (2004) přikládá tomuto měření nízkou míru specifity kvůli tomu, že je palec v opozici vůči ostatním prstům. Poloha prstů je tedy podobná jen lezeckému úchopu na stisk, kde je také palec v opozici. Autoři, kteří měřili pomocí ručního dynamometru se shodují, že by měli být hodnoty relativní síly brány ve vztahu k hmotnosti, jinak jsou výsledky značně zkresleny.

Specifická testování byla prováděna na za tímto účelem sestavených zařízeních. Michailov (2009) prováděl měření lezců boulderistů, kde poloha testovaného (obr. 4), je velmi podobná té použité v této studii. Pro měření zvolil úchop prostředník-prsténík. Výsledky ukázaly korelaci relativní síly s lezcovým nejlepším přelezem $R^2=0.39$. Tento výsledek je velmi podobný tomu, který jsme naměřili v naší studii ($R^2=0.46$) a potvrzuje nižší validitu tohoto úchopu.

Ve studii Schweizera a Furrera (2007) měřili maximální sílu předloktí pomocí koncentrické a excentrické svalové činnosti. Výsledkem byla nízká korelace s RP od $r = 0.31$ do $r = 0.57$. To by mohlo být dáno tím, že se jednalo o izotonickou svalovou činnost. Při lezení se jedná spíše o izometrickou činnost svalů předloktí. Také specifita tohoto testování se pravděpodobně ukázala jako nedostatečná.

Grant et al. (1996) měřil maximální sílu předloktí na speciálně sestaveném zařízení ve dvou úchopech vždy v kombinaci čtyři prsty a dva prsty (ukazovák-prostředník). Tyto dvě polohy se blížily uzavřenému a otevřenému úchopu (obr. 2,3), které byly použity v naší studii. Výsledky ukázaly, že jen v prvním úchopu (obr. 2), byly hodnoty pro lezce vyšší než pro nelezce. Druhý úchop popsal jako dostatečně nereprezentující. Výsledky by mohly být značně zkresleny kvůli tomu, že maximální

sílu nepřeváděl na sílu relativní vzhledem k probandově hmotnosti. To také mohlo být ovlivněno polohou paže. Loket spočíval na podložce, a tak šlo spíše než o izometrickou práci svalů předloktí o izotonickou práci svalů zápěstí.

Phillippe (2011) měřil maximální sílu na speciálním zařízení (obr.5). Jako vzorek posloužil dvanáct elitních lezců a lezkyň a dvanáct nelezců. Výsledkem byla vysoká korelace mezi relativní sílou a nejlepším OS přelezem $R^2=0.96$ a relativní sílou s RP přelezem $R^2=0.83$ u lezkyň. Výsledky nebyly zdaleka tak vysoké pro skupinu lezců. Phillippe předpokládá, že by to mohlo být velkou mírou homogenity ve skupině lezkyň.

Watts (2004) zkoumal reliabilitu vnitřní konzistenci v otevřeném úchopu na stejném zařízení jako Grant et al. (1996). Měření byla dvakrát opakována. Naměřil vysokou reliabilitu ($R=0.94$) pro levou i pravou ruku ($R=0.90$), což koresponduje s námi naměřenými hodnotami, které jsou $R=0.94$ pro levou ruku a $R=0.93$ pro pravou.

Pro viditelnost výsledků jsme rozdělili lezce na začátečníky, pokročilé a vrcholové lezce. Skupinu elitních lezců jsme vynechali, protože chyběl dostatečný počet probandů. V tabulce 4., která porovnává sílu úchopů u mužů, můžeme jasně vidět rozdíl v jednotlivých skupinách zhruba o 10 kg. V tabulce č. 5. porovnávající sílu úchopů u žen, pozorujeme výrazný rozdíl mezi začátečníky a pokročilými (přibližně okolo 9 kg), avšak skoro žádný rozdíl mezi pokročilými a vrcholovými lezkyněmi. To by mohlo být ovlivněno malým počtem probandů v těchto dvou skupinách. Bylo by tedy zapotřebí provést měření na více probandech, abychom dosáhli přesnějších výsledků. Na naměřených hodnotách však můžeme pěkně pozorovat, že síla předloktí je v lezení velmi důležitým činitelem.

Studie, které se zabývaly testováním na speciálních zařízeních, postrádají snadnou reprodukovatelnost a porovnatelnost výsledků. Velké pozitivum vidíme v tom, že použití elektronické váhy a tréninkové lišty se ukázalo jako levné, platné a snadno reprodukovatelné testování síly flexorů prstů.

8 Závěr

Výsledky studie ukázaly vysokou reliabilitu vnitřní konzistenci od $R = 0.93-0.97$ i test-retest $R = 0.88-0.95$ pro všechny čtyři testované úchopy. Test tedy může být považován za velmi přesný a stabilní. Výsledky kriteriální validity k výkonu RP ukázaly vysokou korelaci pro otevřený a uzavřený úchop $R^2 = 0.62-0.67$. Pro úchop prostředník-prsteník a prostředník-ukazovák byly hodnoty značně nižší $R^2 = 0.38-0.46$. Díky tomu, že k tomuto měření nebyl zapotřebí žádný speciální přístroj, můžeme tento test považovat za lehce reprodukovatelný. Testování za pomoci elektronické váhy a tréninkové lišty se tak prokázalo jako relativně levné, přesné a platné hodnocení specifické lezecké síly prstů při použití různých lezeckých úchopů.

Použitá literatura

1. BALÁŠ, J., PECHA, O., MARTIN, A. J., COCHRANE, D. (2012). Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sport Science*, 12(1), 16-25. doi: 10.1080/17461391.2010.546431
2. BALÁŠ, J., MRSKOČ, J., PANÁČKOVÁ, M., DRAPER, N. (2014). finger flexors strength measurement using electronic scales in sport climbers. *Sports technology*, ID: JST-14-008
3. BERTUZZI, R, C, M. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 101, 293–300.
4. BILLAT, V, PALLEJA, P, CHARLAIX, T, RIZZARDO, P, & JANEL, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 20-24.
5. Český horolezecký svaz. DOSEDĚL, Miroslav. Soutěže: Pravidla ČP v lezení na obtížnost [online]. 21.4.2008, 15.4.2009 [cit. 2013-10-25]. Dostupné z: <http://old.horosvaz.cz/index.php?cmd=page&id=24>
6. CREASEY, M., SHEPHERD, N., BANKS, N., GRESHAM, N., WOOD, R., (2000). Horolezectví. Dobřejovice: Rebo productions Cz.
7. CROWLEY, T., TIMOTHY, P. (2012). The flexor tendon pulley system and rock climbing. *Journal of Hand and Microsurgery*. roč. 4, č. 1, s. 25-29. DOI: 10.1007/s12593-012-0061-3.
8. CLOVER, J. (2007), Sports medicine essentials: core concepts in athletic training. 2nd ed. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning, xxv, 710 p. ISBN 14-018-6185-7.
9. DOCHERTY, D. (1996). Measurement in pediatric exercise science. Champaign, IL: *Human Kinetics*, , xv, 344 ,p. ISBN 08-732-2960-6.
10. DONNELLY, J., BYRNES, W.C., KEARNEY, J.T. and FLECK, S.(1991). A comparison of muscular strength and endurance measures between rock climbers and non rock climbers. In Abstracts of the International Congress

- and Exposition on Sports Medicine and Human Performance, p. 45, Vancouver, April
11. DRAPER, N., BRENT, S., HODGSON, C. & BLACKWELL, G. (2009). Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 67-89.
 12. FERGUSON R. A., BROWN M. D. (1997). Arterial blood pressure and forearm climbing. Phys Educvascular conductance response to sustained and rhythmic iso-metric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers benefits of rock climbing and untrained sedentary subjects. *Eur J Appl Physiol*; 76:174-80
 13. GILES, L. V., RHODES, E. C., TAUNTON, J. E. (2006). The physiology of rock climbing. *Sports Medicine*, 36, 529_545.
 14. GRANT, S., HYNES, V., WHITTACKER, A., AITCHISON, T. (1996). Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Sciences*, 14, 301± 309.
 15. GODDARD, D, & NEUMAN, U. (1993). Performance rock climbing. Mechanicsburg: Stackpole books.
 16. KUBLAK, T., PERINA, J. (2008). Horolezecka metodika: Horolezectví: Klasifikace obtížnosti[online]. 2008[cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.horolezeckametodika.cz/horolezectvi/horolezectvi-a-sport/klasifikace-obtiznosti>
 17. HOPKINS, W. G.(2000) Measures of Reliability in sport medicine and science. 30.7.2000, s. 1-15. 15.
 18. HÖRST, E. (2008). Training for Climbing. Guilford: Falconguides.
 19. HÖRST, E.,J., (2008). Conditioning for Climbers, Guildford: FalconGuides,
 20. CHRÁSKA, M. (2007). Metody pedagogického výzkumu, Praha: Grada, ISBN 978-80-247-1369-4.
 21. MACLEOD, D., SUTHERLAND, D. L., BUNTIN, L., WHITAKER, A., AITCHISON, T., WATT, I., et al. (2007). Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of Sports Sciences*, 25, 1433_1443.

22. PHILIPPE, M., WEGST, D., MÜLLER, T., RASCHNER, Ch., BURTSCHER, M. (2012). Climbing-specific finger flexor performance and forearm muscle oxygenation in elite male and female sport climbers. *European Journal of Applied Physiology*, roč. 112, č. 8, s. 2839-2847.
23. DOVALIL, J., KOLEKTIV. (2009). Výkon a trénink ve sportu. 3. vyd. Praha: Olympia, 331 s. ISBN 80-737-6130-0.
24. SCHWEIZER, A., HUDEK, R. (2011). Kinetics of Crimp and Slope Grip in Rock Climbing. *Journal of Applied Biomechanics*. roč. 27, č. 2, s. 116-121.
25. SCHWEIZER, A. (2001). Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *Journal of Biomechanics*, 34, 217-223.
26. SCHWEIZER, A., & FURRER, M. (2007). Correlation of forearm strength and sport climbing performance. *Isokinetics and Exercise Science*, 15, 211_216
27. SCHÖFFL, I., K. OPPELT, J. JÜNGERT, A. SCHWEIZER, W. NEUHUBER a V. SCHÖFFL. (2009). The influence of the crimp and slope grip position on the finger pulley system. *Journal of Biomechanics.*, roč. 42, č. 13, s. 2183-2187.
28. VINCENT, W. JOSEPH P. WEIR. (2012). Statistics in kinesiology. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, xiv, 378 p. ISBN 14-504-0254-2.
29. VIGOUROUX, L., QUAINÉ, F. (2006). Fingertip force and electromyography of finger flexor muscles during a prolonged intermittent exercise in elite climbers and sedentary individuals. *Journal of Sports Sciences.*, roč. 24, č. 2, s. 181-186.
30. VOMÁČKO, L, A BOŠTÍKOVÁ, S. (2008). Lezení na umělých stěnách (2 ed.). Praha: Grada.
31. WALL, C. B., STAREK, J. E., FLECK, S. J., & BYRNES, W. C. (2004). Prediction of indoor climbing performance in women rock climbers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 77_83.
32. WATTS, P. B., MARTIN, D. T., & DURTSCHI, S. (1993). Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of Sports Sciences*, 11, 113–117.

33. WATTS, P. B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 361_372.
34. WATTS, P.B., JENSEN, R. L. (2003). Reliability of Peak Forces During a Finger Curl Motion Common in Rock Climbing. Measurement in physical education and exercise science. s. 1-5
35. Wikipedie. BRUNS, Axel. Wikipedie: Stupnice obtížnosti [online]. 13. 7. 2008, 19.12.2013 [cit.24.3.2014]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Stupnice_obt%C3%AD%C5%BEnosti_\(horolezectv%C3%AD\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Stupnice_obt%C3%AD%C5%BEnosti_(horolezectv%C3%AD))

Příloha č. 2.

Informovaný souhlas

Svým podpisem ztvrzuji, že chci dobrovolně participovat ve výzkumu bakalářské práce, jejíž cílem je výzkum reliability a validity testování flexorů prstů u sportovních lezců. Svoji účasti poskytnu data k zmíněnému výzkumu, realizovanému Jonášem Mrskočem ve spolupráci s vedoucím práce Mgr. Jiřím Balášem, Ph.D.

Dále jsem byl(a) informován(a) o následujících specifikách výzkumu, jehož součástí je zkoumání maximální volní kontrakce při použití různých lezeckých úchopů.

Sledování proběhne neinvazivní, bezbolestnou metodou, bez možnosti rizika úrazu. Získaná data nebudou zneužita a osobní údaje nebudou zveřejněny.

Příloha č. 3.

Formulář

Jméno:

Datum narození:

Příjmení:

Výška:

Délka lezení v rocích:

Nejlepší RP:

Četnost týdně:

Nejlepší OS:

Datum měření:

	Levá ruka			Pravá ruka		
Otevřený úchop						
Uzavřený úchop						
Ukazovák-prostřeniík						
Prostředník-prsteník						