

<研究資料>

生理的および力学的応答から見た登山体操の運動強度（資料）

笹子悠歩¹⁾， 梶ちか子²⁾， 山本正嘉³⁾

¹⁾鹿屋体育大学大学院

²⁾鹿屋体育大学スポーツ人文・応用社会科学系

³⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

I. はじめに

これまで著者らは、登山中の身のこなしを総合的に改善することを狙いとした「登山体操」を開発した。本体操を開発した経緯や開発手法、そして主な結果については、論文や学会等^{1,2,3,4)}ですでに報告してきた。

特に前報³⁾では、6名の健常な男子体育大学生を対象に、登山体操中の心拍数、酸素摂取量、床反力および筋活動水準について、ラジオ体操との比較からその特徴について報告した。しかしこの報告は、登山体操に関する結果の一部分のみであったため、本稿ではすべての結果を資料として掲載する。

II. 方法

対象者は健常な男子体育大学生6名（年齢：22±2歳，身長：172.3±2.9cm，体重：73.5±4.8kg）とした。測定試技は、登山体操の基本バージョン（A体操）と登山体操のすこやかバージョン（B体操）を、それぞれ見本通りに行う通常バージョン

と、見本よりも軽く行うeasyバージョンに分けた計4試技である。

測定項目は、心拍数、酸素摂取量、表面筋電図、床反力とした。なお各測定項目の測定方法および分析手法については、前報³⁾で報告しているため、本資料では省略する。

III. 結果および考察

表1は、AおよびB体操を3分間通して行った際の、心拍数、酸素摂取量、そして酸素摂取量を安静時代謝である3.5ml/kg/minで除すことにより求めた運動強度（Mets）を、通常バージョンとeasyバージョンに分けて示したものである。なお表中には比較対象として、前報³⁾で報告したラジオ体操第一を見本通りに行った際の値に加え、ラジオ体操を見本よりも軽く行った場合（easyバージョン）の値についても明記した。

心拍数、酸素摂取量、運動強度はA体操が最も高かったが、体操間に有意差は認められなかった。通

表1 A・B体操およびラジオ体操中の心拍数と酸素摂取量の平均値と運動強度
()内の数値はeasyバージョンを表す

測定項目	A体操	B体操	ラジオ体操
心拍数(bpm)	115 ± 10 (97 ± 5)	107 ± 8 (95 ± 4)	111 ± 8 (97 ± 5)
酸素摂取量(ml/kg/min)	19.2 ± 6.5 (13.3 ± 4.1)	16.9 ± 5.9 (11.8 ± 3.5)	16.0 ± 7.1 (10.6 ± 3.6)
運動強度(Mets)	5.5 ± 1.9 (3.8 ± 1.2)	4.8 ± 1.7 (3.4 ± 1.0)	4.6 ± 2.0 (3.0 ± 1.0)

表2 A体操における動作ごとの平均筋活動水準

()内の数値はeasyバージョンを表す

■は30%MVC以上を示す

	片足つま先立ち	カーフプレイス	片足バランス	フライングスプリット	開脚スクワット	ツイストジャンプ	肩のストレッチ	腕伸ばし捻り	左右ランジ	手を押し合う	体の前で円を描く	ステップング斜めランジ	足踏み	ニーツールエルボー	腕回し	開脚スクワット	アキレス腱伸ばし	上体反らし
外側広筋	14 (10)	36 (16)	20 (12)	67 (42)	36 (26)	22 (11)	30 (15)	21 (13)	22 (13)	10 (7)	10 (8)	48 (16)	22 (14)	12 (9)	9 (7)	48 (20)	26 (15)	23 (10)
内側広筋	13 (9)	40 (15)	18 (11)	88 (42)	49 (28)	23 (11)	32 (12)	25 (13)	28 (15)	8 (10)	8 (7)	66 (16)	23 (13)	12 (8)	8 (6)	64 (22)	30 (12)	20 (9)
内転筋	12 (10)	24 (12)	18 (14)	41 (27)	31 (18)	20 (14)	24 (15)	20 (13)	24 (16)	13 (11)	14 (13)	36 (15)	23 (14)	24 (14)	13 (10)	36 (15)	23 (14)	18 (13)
腓腹筋	39 (25)	61 (46)	24 (18)	51 (44)	30 (22)	39 (32)	19 (15)	22 (17)	22 (17)	19 (18)	18 (20)	43 (21)	35 (21)	24 (19)	16 (13)	34 (24)	22 (23)	19 (19)
脊柱起立筋	13 (13)	25 (18)	32 (22)	37 (27)	29 (17)	31 (24)	30 (22)	25 (19)	26 (21)	20 (19)	23 (20)	23 (16)	23 (17)	16 (18)	16 (14)	28 (19)	42 (25)	24 (15)
腹直筋	10 (8)	10 (8)	9 (8)	10 (9)	11 (11)	9 (8)	10 (8)	9 (8)	9 (9)	9 (9)	10 (10)	11 (10)	12 (9)	13 (9)	10 (9)	11 (10)	9 (9)	23 (17)
大殿筋	12 (11)	23 (14)	34 (21)	52 (30)	26 (19)	20 (16)	33 (17)	22 (17)	27 (23)	14 (14)	16 (17)	37 (14)	19 (14)	27 (18)	14 (12)	19 (14)	23 (19)	19 (12)
中殿筋	14 (12)	17 (15)	40 (29)	33 (29)	20 (20)	26 (24)	26 (20)	16 (15)	13 (12)	24 (23)	24 (24)	35 (22)	27 (20)	37 (25)	18 (12)	13 (17)	21 (16)	14 (10)

表3 B体操における動作ごとの平均筋活動水準

()内の数値はeasyバージョンを表す

■は30%MVC以上を示す

	片足つま先立ち	カーフプレイス	片足前後ランジ	開脚スクワット	ツイストジャンプ	肩のストレッチ	腕伸ばし捻り	左右ランジ	手を押し合う	体の前で円を描く	ステップング斜めランジ	足踏み	ニーツールエルボー	腕回し	開脚スクワット	アキレス腱伸ばし	上体反らし	
外側広筋	11 (8)	23 (14)	15 (8)	35 (20)	40 (20)	20 (10)	26 (13)	17 (13)	22 (14)	9 (7)	7 (7)	31 (13)	15 (10)	9 (7)	7 (6)	42 (19)	23 (12)	19 (10)
内側広筋	10 (7)	27 (15)	15 (7)	44 (21)	52 (21)	22 (10)	29 (11)	21 (12)	31 (14)	8 (6)	6 (6)	47 (13)	16 (9)	8 (6)	6 (6)	60 (23)	24 (11)	17 (8)
内転筋	11 (10)	15 (11)	16 (12)	23 (15)	28 (13)	20 (13)	19 (13)	23 (12)	14 (15)	11 (11)	11 (12)	24 (12)	16 (12)	17 (13)	9 (10)	29 (13)	20 (14)	17 (11)
腓腹筋	29 (18)	49 (30)	23 (19)	22 (20)	27 (21)	30 (23)	20 (15)	21 (16)	18 (15)	19 (16)	15 (16)	27 (22)	23 (16)	23 (20)	13 (12)	27 (26)	22 (19)	19 (15)
脊柱起立筋	12 (12)	20 (16)	23 (16)	29 (22)	27 (16)	27 (22)	37 (22)	23 (18)	24 (21)	22 (17)	16 (14)	21 (13)	18 (15)	20 (16)	13 (12)	30 (15)	39 (29)	16 (16)
腹直筋	11 (8)	9 (8)	9 (9)	10 (8)	10 (10)	9 (8)	9 (8)	10 (9)	11 (10)	10 (8)	10 (9)	11 (9)	11 (8)	11 (8)	9 (8)	11 (10)	10 (8)	28 (12)
大殿筋	12 (11)	16 (13)	27 (19)	28 (18)	21 (14)	21 (14)	21 (14)	19 (15)	27 (20)	14 (13)	13 (11)	27 (15)	17 (12)	22 (15)	12 (11)	19 (16)	23 (16)	12 (11)
中殿筋	12 (11)	15 (15)	28 (20)	32 (23)	18 (17)	25 (20)	22 (23)	16 (15)	13 (11)	26 (17)	16 (17)	25 (18)	25 (21)	32 (22)	14 (9)	12 (16)	23 (16)	15 (11)

表4 AおよびB体操の動作ごとの床反力（N/体重）の最大値
（ ）内の数値はeasyバージョンを表す

	片足 つま先立ち	カー フレイズ	片足 バランス	フライング スプリット	開脚 スクワット	ツイスト ジャンプ	肩の ストレッチ	腕伸ばし 捻り	左右 ランジ	手を 押し合う	体の前で 円を描く	ステップ 斜めランジ	足踏み	ニーツ エルボー	腕回し	開脚 スクワット	アキレス 腱伸ばし	上体 反らし
A体操	1.3	1.7	1.1	1.9	1.3	1.8	1.3	1.2	1.1	1.2	1.0	1.5	2.0	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2
	(1.2)	(1.4)	(1.1)	(2.0)	(1.2)	(1.7)	(1.2)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.0)	(1.3)	(1.5)	(1.1)	(1.0)	(1.3)	(1.1)	(1.2)
B体操	1.3	1.5	1.1	1.3	1.2	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.3	1.6	1.2	1.1	1.4	1.2	1.3
	(1.1)	(1.3)	(1.1)	(1.2)	(1.1)	(1.3)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.0)	(1.2)	(1.3)	(1.1)	(1.1)	(1.3)	(1.2)	(1.2)

常バージョンとeasyバージョンを比較すると、3つの全ての体操において心拍数は約13%、酸素摂取量は約32%、easyバージョンの方が低かった。

表2と表3は、AおよびB体操中の平均筋活動水準を、動作別に示したものである。A体操（表2）は、カーフレイズ、フライングスプリット、開脚スクワット、ステップ斜めランジなどで、筋力向上が見込まれる30% MVCを超える負荷が掛かっていた⁵⁾。しかしこれらの30% MVCを超えていた筋でも、easyバージョンでは30% MVCを下回るものが複数見られた。B体操（表3）は、A体操と比較すると通常バージョンであっても30% MVCを超える筋は全体的に少なく、easyバージョンでは、カーフレイズの腓腹筋（30% MVC）のみであった。

表4は、床反力の最大値を動作別に示したものである。A体操ではフライングスプリットと足踏みが体重の1.9～2.0倍と最も高かったが、B体操では、すべての動作が体重の1.6倍以下であった。

IV. おわりに

本データは、登山中の身のこなしを総合的に改善することを狙いとした登山体操の運動強度を、生理的および力学的応答から検討したものである。我が国の高齢化に伴い、各自治体などで高齢者の健康・体力の維持増進や、転倒予防を狙いとした体操が数多く開発されているが、それらの運動強度を定量化する上で、本データは一つの目安として活用できると考えられる。

引用文献

1. 梶ちか子, 山本正嘉: 登山中の身のこなしをよくするための「登山体操」の開発. スポーツパフォーマンス研究 11: 196-207, 2019.
2. 山本正嘉, 笹子悠歩, 梶ちか子: 登山中の身のこなしをよくする「登山体操」の紹介. 登山研修 34: 20-23, 2019.
3. 笹子悠歩, 梶ちか子, 山本正嘉: 登山中の身のこなしをよくする「登山体操」の開発; 生理的および力学的応答から見た運動強度の評価. 登山医学 39: 91-99, 2019.
4. 笹子悠歩, 梶ちか子, 山本正嘉: 登山中の身のこなしをよくする「登山体操」の開発; 生理的および力学的応答から見た運動強度の評価. 第39回登山医学会学術集会, 茨城, 2019, 6.
5. Jenkins NDM, Miramonti AA, Hill EC, Smith CM, Cochrane-snyman KC, Housh TJ and Cramer JT: Greater neural adaptations following High- vs. Low-load resistance training. *Front Physiol* 8: 1-15, 2017.