

## ХАРАКТЕРИСТИКА ТЯЖЕСТИ НАГРУЗКИ В ГОРАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ, РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ И СКОРОСТИ ХОДЬБЫ

А.Н. Макогонов, Т.А. Макогонова, М.И. Иргебаев

Казахская академия спорта и туризма, Казахстан, Алматы

Для связи с авторами: iasuni@list.ru

### Аннотация

Определение показателей, характеризующих реакцию человека на нагрузку в зависимости от высоты и рельефа местности имеет важное значение для решения практических задач по регламентации нагрузок. Целью исследования являлось изучение реакции организма при выполнении одинаковой физической нагрузки на равнине и в горах, по ровной, пересечённой местности, на подъем и при ходьбе с различной скоростью.

Методы и организация исследования. Под наблюдением находились десять спортсменов-легкоатлетов второго разряда. Исследования проводились в условиях равнины и в горах Тянь-Шаня на высоте 2000 м. При ходьбе в различных условиях определялись показатели ЧСС, МОД, газового обмена, энергетические траты.

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено, что ходьба в горах с одинаковой скоростью 4,5 км/час по пересеченной местности с уклоном 15° по сравнению с ходьбой по ровной местности повышает ЧСС на 21,3%, минутный объем дыхания – на 42,3%, энергетические траты – на 40,8%. Ходьба на подъем с той же скоростью вызывает учащение ЧСС на 40,5%, увеличение МОД – на 78,2%, рост энергетических трат – в два раза. При ходьбе под уклон 20° проявляется отчетливая тенденция снижения энергетических трат. Увеличение скорости ходьбы от 4,5 до 6,5 км/час при подъеме в гору сопровождается линейным ростом МОД и энергетических трат, которые возрастают до 11 ккал/мин.

Заключение. На основе исследований разработаны таблицы, характеризующие энергетическую стоимость, ЧСС и МОД при ходьбе от 2,5 до 7 км/час в зависимости от скорости ходьбы по различному рельефу, угла подъема и высоты местности.

**Ключевые слова:** частота сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем дыхания (МОД), потребление кислорода, энергетические траты.

### CHARACTERISTICS OF PHYSICAL WORKLOAD IN THE MOUNTAINS DEPENDING ON HEIGHT, TERRAIN AND WALKING PACE

A.N. Makogonov, T.A. Makogonova, M.I. Irgebaev

Kazakh Academy of Sport and Tourism, Almaty, Kazakhstan

#### Abstract

Identification of parameters characterizing the human response to the workload depending on height and terrain is important for solving practical problems of workload regulation. The purpose of research was to study body reaction when performing the same physical activity on the plain and in the mountains, on flat and rough terrain, uphill and when walking at different rates. Ten athletes of the second rank were supervised. The studies were carried out in the plain and in the Tien Shan Mountains at an altitude of 2000 meters. When walking under various conditions, heart rate and minute respiration rate, gas exchange, and energy expenditures were recorded.

Research results and discussion. It was found that walking in the mountains at the same rate of 4.5 km/h on rough terrain with a slope of 15 degrees, compared with walking on flat terrain, increases heart rate by 21, 3%, minute respiration rate by 42.3%, energy expenditure by 40, 8%. Walking uphill with the same speed causes heart rate increased by 40.5%, an increase in minute respiration rate by 78.2% and a double increase in energy expenditure. When walking down a slope of 20 degrees, there is a clear tendency to reduction of energy expenditure. The increase in walking speed from 4.5 to 6.5 km/h when climbing uphill is accompanied by a linear increase in minute respiration rate and energy expenditure, which grows up to 11 kcal/min.

Conclusion. Based on the research, we have designed the tables describing the energy cost, heart rate and minute respiration rate during walking at a rate from 2.5 to 7 km/h, depending on the walking speed on different terrain, angle of ascent and elevation.

**Keywords:** heart rate, pulmonary minute volume, oxygen consumption, energy expenditure.

## ВВЕДЕНИЕ

Пребывание в горах заметно сказывается на работоспособности спортсменов и приводит к более выраженной реакции важнейших показателей на стандартные нагрузки [1,2,6,9]. Например, одни и те же реакции ЧСС и концентрация лактата в крови у спортсменов высокой квалификации при выполнении велоэргометрической нагрузки в равнинных условиях и на высоте 3000 м наблюдаются при уменьшении мощности работы на велоэргометре в среднем на 28% и при работе на тредбане с изменяющимся углом дорожки [5,8]. В этой связи условия гор требуют внимательного отношения к планированию интенсивности выполняемых упражнений и суммарного объема тренировочной работы [4,7,10]. Важное значение имеет и правильное соотношение между объемом и интенсивностью тренировочного процесса, особенно в период острой адаптации к горным условиям. Высокая интенсивность может быстро сместить работу в зону анаэробного обмена и привести к утомляемости. Низкая интенсивность не обеспечит наличия стимулов для повышения уровня адаптации и может отрицательно сказаться на проявлении скоростных возможностей, технике и других важных компонентах подготовленности. Оптимальная интенсивность работы может корректироваться не только по показателям содержания лактата в крови после нагрузки (что не всегда доступно), но и путем регистрации ЧСС [5,7]. Суммарный объем работы, выполненной за одно и то же время, в значительной мере определяется высотой и рельефом местности, где проводится тренировка. Необходимость сохранения качественных характеристик выполняемых упражнений в горных условиях требует не только увеличения продолжительности пауз отдыха между упражнениями, но и некоторого сокращения количества упражнений по сравнению с характерными для подготовки на равнине [5]. Критерии, которые используются для оптимизации и продолжительности мышечной работы на уровне моря, сохраняют свое значение и в условиях горной местности, однако их количественные параметры существенно меняются [3].

Тренировки в горах проходят как на ровной местности (высокогорные стадионы), так и на пересеченной местности (спуски, подъемы), поэтому определение показателей, характеризующих реакцию человека на нагрузку в зависимости от высоты и рельефа местности, имеет важное значение для решения практических задач, связанных с регламентацией нагрузок.

В этой связи поставлена цель – изучить реакцию организма при выполнении как одинаковой физической нагрузки (ходьба со скоростью 4,5 км/час) на равнине и в горах по ровной, пересеченной местности, на подъем, так и при ходьбе с различной скоростью.

## МЕТОДЫ

### И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в условиях равнины и в горной местности Тянь-Шаня на высоте 2000 м над уровнем моря. Под наблюдением находились десять спортсменов-легкоатлетов второго разряда. Для изучения реакции организма на нагрузку при ходьбе по различному рельефу с различной скоростью проводились комплексные обследования, которые включали определение таких показателей, как частота сердечных сокращений, минутный объем дыхания, газовый обмен, энергетические траты.

Эксперименты проводились в устойчивом состоянии организма спортсмена, т.е. через 7-10 мин после начала ходьбы.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывает анализ результатов исследования (таблица 1), при ходьбе со скоростью 4,5 км/час по ровной поверхности в горах, на высоте 2000 м, по сравнению с ходьбой в равнинных условиях проявляется тенденция повышения частоты сердечных сокращений (на 9,3%), потребления кислорода (на 11,1%), заметно увеличивается минутный объем дыхания (на 19,5%). Судя по энергетическим тратам, которые составляют 4,28 ккал/мин, ходьба в этих условиях относится к нагрузке средней тяжести [10]. При ходьбе по пересеченной местности с уклоном 15° повышает-

ся ЧСС (на 21,3%), существенно возрастают объем минутного дыхания (42,3%), потребление кислорода (65%), энергетические траты (40,8%). Сравнительный анализ ходьбы в горах по ровной и пересеченной местности показывает рост МОД, потребления кислорода и энергетических трат на 17,6%, 19,4%, 43,2%, 26,4% соответственно.

Реакция на нагрузку резко увеличивается, когда передвижение осуществляется на подъем. В частности, ходьба на подъем вызывает выраженное учащение сердечных со-

кращений, рост минутного объема дыхания и энергетических трат по сравнению с ходьбой по ровной поверхности в горах. Так, частота сердечных сокращений возрастает на 40,5%, минутный объем дыхания – на 78,2%, а энергетические траты увеличиваются в два раза и достигают до 8,5 ккал/мин, что позволяет характеризовать данную нагрузку как тяжелую работу [3].

При ходьбе под уклон частота сердечных сокращений и минутный объем дыхания практически не отличаются от того, что на-

**Таблица 1 – Сравнительная оценка реакции человека при ходьбе со скоростью 4,5 км/час на равнине и в горах (2000 м) по ровной и пересеченной местности (15°), при подъеме и спуске под уклоном 20°**

**Table 1 – Comparative assessment of human reaction when walking at a rate of 4,5 km/h on terrain and in the mountains (2000 m), on flat and rough terrain (15°), uphill and downhill with a slope of 20°**

Показатели биометрии / Biometric parameters	ЧСС, уд/мин / Heart rate, beats per minute	МОД, л (ВТПС) / Minute respiration rate, l	Потребление кислорода, мл/мин/кг / Oxygen consumption, ml/min/kg	Энерготраты ккал/мин / Energy expenditure, kcal/min
Ходьба в условиях равнинной местности / Walking on terrain				
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	90,8±10,5	21,5±7,4	10,2±1,32	3,84±0,5
С%	11,1	23,0	12,8	12,6
Ходьба по ровной поверхности в горах / Walking on flat terrain in the mountains				
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	93,9±12,2	25,7±3,1	11,8±0,68	4,28±0,63
С%	12,3	11,9	8,3	13,6
Ходьба по пересеченному рельефу в горах / Walking on rough terrain in the mountains				
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	110,5±22,4	30,6±8,63	16,9±2,1	5,41±0,58
С%	20,1	26,7	12,0	11,2
Ходьба на подъем 20° / Walking uphill 20°				
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	132±15,4	45,8±7,6	23,8±0,32	8,5±1,14
С%	11,2	16,1	5,6	13,2
Ходьба под уклон 20° / Walking downhill 20°				
$\bar{X} \pm S\bar{X}$	93±11,5	24,5±7,2	9,3±1,63	3,53±0,67
С%	12,1	21,2	15,2	2,4

**Таблица 2 – Реакция человека на нагрузку в зависимости от угла подъема при ходьбе со скоростью 4,5 км/час на высоте 2000 м**

**Table 2 – Human reaction to the workload depending on the angle of ascent when walking at a rate of 4,5 km/h at an altitude of 2000 m**

Угол подъема, градусы / Angle of ascent, degrees	Мощность нагрузки, км/мин / Physical efforts, km/min	ЧСС, уд/мин / Heart rate, beats per minute	МОД, л (ВТПС) / Minute respiration rate, l	Энерготраты, ккал/мин / Energy expenditure, kcal/min
0	234	92,3	26,0	4,20
2	285	96,3	27,5	4,64
4	327	100,0	29,3	5,10
6	369	105,0	32,0	5,57
8	411	109,6	34,4	6,03
10	453	114,4	36,8	6,58
12	495	119,2	39,1	7,18
14	537	124,3	41,5	7,86
16	579	129,8	43,9	8,57
18	621	135,6	46,2	9,34
20	663	141,5	49,6	10,2

блюдается во время ходьбы по ровной поверхности. Вместе с тем при ходьбе под гору проявляется отчетливая тенденция снижения потребления кислорода и энергетических затрат на 9,6 и 8,8% соответственно. Поэтому нагрузка при спуске под уклоном 20° относится к легкой по интенсивности работе.

Таким образом, исследования показывают, что важнейшим фактором, определяющим тяжесть нагрузки во время ходьбы в горах, является рельеф местности. В таблице 2 показана реакция человека на нагрузку в зависимости от угла подъема.

Как следует из таблицы 2, увеличение угла подъема при ходьбе сопровождается прямым, по существу линейным, ростом напряженности нагрузки. В частности, увеличение угла подъема на один градус приводит к повышению ЧСС на 2,2%, МОД – на 3,2%, энергетических затрат – на 4,5%.

Существенным фактором, оказывающим заметное влияние на реакции человека во время ходьбы, является скорость ходьбы. Результаты исследований показывают, что увеличение скорости ходьбы от 4,5 до 7,0 км/час по ровной поверхности, то есть на

**Таблица 3 – Характеристика нагрузки в зависимости от скорости ходьбы по ровной поверхности на высоте 2000 м над уровнем моря**

**Table 3 – Characteristics of workload depending on the walking speed on flat terrain at an altitude of 2000m**

Скорость ходьбы, км/час / Walking speed, km/h	ЧСС, уд/мин / Heart rate, beats per minute	МОД, л / Minute respiration rate, l	Потребление кислорода, мл/мин / Oxygen consumption, ml/min	Энерготраты, ккал/мин / Energy expenditure, kcal/min
2,5	74,8	18,4	570	2,9
3,0	81,6	19,9	640	3,23
3,5	85,4	21,9	710	3,56
4,0	90,3	24,6	780	3,90
4,5	98,1	28,6	850	4,30
5,0	106,6	30,8	960	4,77
5,5	110,3	35,4	1090	5,30
6,0	118	39,8	1240	6,00
6,5	124	47,8	1380	6,82
7,0	130	48,8	1520	7,71

**Таблица 4 – Характеристика нагрузки в зависимости от скорости ходьбы на подъем 20° на высоте 2000 м над уровнем моря**

**Table 4 - Characteristics of workload depending on the uphill walking speed (20°) at an altitude of 2000m**

Скорость ходьбы, км/час / Walking speed, km/h	ЧСС, уд/мин Heart rate, beats per minute	МОД, л / Minute respiration rate, l	Потребление кислорода, мл/мин / Oxygen consumption, ml/min	Энерготраты, ккал/мин Energy expenditure, kcal/min
2,5	105,6	30,0	1026	5,1
3,0	113,0	34,5	1128	5,6
3,5	120,4	39,0	1291	6,4
4,0	127,7	43,5	1460	7,3
4,5	133,8	49,9	1665	8,3
5,0	142,0	57,5	1880	9,4
5,5	146,6	65,8	2095	10,4
6,0	152,2	74,0	2246	11,2

**Таблица 5 – Влияние скорости ходьбы на подъем 20° на разных высотах на частоту сердечных сокращений**

**Table 5 – Impact of the uphill walking speed (20°) at various altitudes on the heart rate**

Высота над уровнем моря, м / Altitude, m	Скорость ходьбы* и частота сердечных сокращений, уд/мин / Walking speed and heart rate, beats per minute			
	1	2	3	4
0	105	110	119	126
1000	110	118	124	132
2000	120	127	134	143
3000	130	138	143	158
3500	135	144	152	164

\* 1,2,3,4 – скорость ходьбы: 3,5;4,0;4,5;5,0 / 1,2,3,4 – walking speed

58,7%, сопровождается приростом ЧСС на 24% ( $P < 0,01$ ).

Такое повышение скорости приводит к двукратному увеличению минутного объема дыхания и росту энергетических затрат на 87%. В результате быстрая ходьба в горных условиях становится с точки зрения энергетической стоимости тяжелой физической работой.

Увеличение скорости ходьбы при подъеме в гору с уклоном  $20^\circ$  до 6,0 км/час сопровождается выраженным (более чем двукратным) ростом минутного объема дыхания, а интенсивность этой нагрузки, согласно уровню энергетических затрат, составляет 11 ккал/мин, при этом продолжительность ее выполнения доступна лишь хорошо тренированным лицам.

На основе анализа данных разработаны таблицы, с помощью которых можно определить энергетическую стоимость, частоту сердечных сокращений и минутный объем дыхания при ходьбе от 2,5 до 7 км/час по ровной поверхности в горах и на подъеме  $20^\circ$ , а также реакцию пульса на сопоставимые нагрузки при ходьбе с различной скоростью на

подъем в диапазоне высот от уровня моря до 3500 м. (таблицы 3,4,5).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что ходьба в горах по ровной и пересеченной местности, а также на подъем сопровождается выраженной реакцией организма на нагрузку. Увеличение высоты местности, связанное с ходьбой в гору, сопровождается линейным ростом напряженности нагрузки. На каждые 100 м подъема в гору энергетические затраты при ходьбе возрастают на 1%. Вполне очевидно, что результаты исследований, проведенных в условиях равнинной местности, не могут без соответствующей корректировки использоваться для характеристики реакций человека на нагрузки в горных условиях.

Рекомендации по оптимизации нагрузки в горах могут разрабатываться лишь при учете всего комплекса факторов, совокупность которых в конечном счете определяет энергетическую стоимость, а следовательно, тяжесть нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Айдаралиев, А.А. Определение уровня физической работоспособности человека в условиях высокогорья / А.А. Айдаралиев, А.Л. Максимов. – Фрунзе: 1980. – 10 с.
2. Колчинская, А.З. Введение. Гипоксия нагрузки, математическое моделирование, прогнозирование и коррекция / А.З. Колчинская. – Киев, 1990. – С. 3-5.
3. Макогонов, А.Н. Научные и методические основы туризма в горной и пустынной местности / А.Н. Макогонов. – Алматы, – 2002. – С. 129-138.
4. Платонов, В.Н. Олимпийский спорт: в 2 т. / В. Н. Платонов. – К., 2009. – 736 с.
5. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практи-

ческие приложения: учебник [для тренеров]: Кн. 2 / В.Н. Платонов – 2015. – С. 969-972.

6. Bartsch P. General introduction to altitude adaptation and mountain sickness / P. Bartsch, B. Saltin // Scand J. Med. Sci. Sports. – 2008. – Vol.18. – P. 1-10
7. Colwin C. Swimming into the 21st century / C. Colwin // Champaign, 1992. – 254 p.
8. Fuchs U. Hohentraining. Trainer Biblioter 27 / U. Fuchs, M. Reiß. – Philippka –Verlag, – 1990. – P. 127.
9. Robergs R.A. Fisiologia do Exercício / R.A. Robergs, S.O. Roberts. – Sao Paulo: Phorte Editora, 2002. – 490 p.
10. Rusko H. Altitude and endurance training / H. Rusko, H.O. Tikkanen, J.E. Peltonen // Sport Sci. – 2004. – № 22. – P. 928-945.

## REFERENCES

1. Aidaraliev A.A., Maksimov A.L. Opredelenie urovnya fizicheskoj rabotosposobnosti cheloveka v usloviyah vysokogor'ya [Identification of the level of human physical workability in the highlands]. Frunze, 1980, 10 p.
2. Kolchinskaja A.Z. [Introduction. Exercise hypoxia, mathematic simulation, prediction and correction]. Kiev, 1990, pp. 3-5.
3. Makogonov A.N. [Scientific and methodic fundamentals of tourism in the mountains and in desert]. Almaty, 2002, pp. 129-138.
4. Platonov V.N. Olimpijskij sport: v 2 t. [Olympic sport: 2 vol.]. Kiev, 2009, 736 p.
5. Platonov V.N. [A system of training athletes for Olym-

pic sports. General theory and its practical application: textbook [for coaches]]. 2015, vol. 2, pp. 969-972.

6. Bartsch P., Saltin B. General introduction to altitude adaptation and mountain sickness Scand J. Med. Sci. Sports. 2008, vol.18, pp. 1-10.
7. Colwin C. Swimming into the 21st century. Champaign Publ., 1992, 254 p.
8. Fuchs U., Reiß M. Hohentraining. Trainer Biblioter 27 – Philippka –Verlag, 1990, 127 p.
9. Robergs R.A., Roberts S.O. Fisiologia do Exercício Sao Paulo: Phorte Editora, 2002. – 490 p.
10. Rusko H., Tikkanen H.O., Peltonen J.E. Altitude and endurance training Sport Sci. 2004, no. 22, pp. 928-945.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

Макогонов Александр Николаевич (Makogonov Alexandr Nikolayevich – доктор педагогических наук, профессор; Казахская академия спорта и туризма; 050000 г. Алматы, проспект Абая, 85; e-mail: iasuni@list.ru

Макогонова Татьяна Александровна (Makogonova Tatyana Alexandrovna) – старший научный сотрудник НИИ спорта Казахской академии спорта и туризма; 050000, г. Алматы, проспект Абая, 85; e-mail: makogonova\_tanya@mail.ru

Иргебаев Максат Ислямович (Irgebaev Maksat Islyamovich) – доктор PhD, старший преподаватель кафедры туризма, Казахская академия спорта и туризма; 050000, г. Алматы, проспект Абая, 85, e-mail: iasuni@list.ru

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Макогонов, А.Н. Характеристика тяжести нагрузки в горах в зависимости от высоты, рельефа местности и скорости ходьбы / А.Н. Макогонов, Т.А. Макогонова, М.И. Иргебаев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 130-135. DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-3-130-135

**FOR CITATION**

Makogonov A.N., Makogonova T.A., Irgebaev M.I. Characteristics of physical workload in the mountains depending on height, terrain and walking pace. Science and sport: current trends, 2019, vol. 7, no. 3, pp. 130-135 (in Russ.). DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-3-130-135