

РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРОЦЕССЕ АККЛИМАТИЗАЦИИ К ВЫСОКОГОРНОМУ ВОСХОЖДЕНИЮ



ЛИТВИНЕНКО

Светлана Николаевна

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Доцент кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова, доктор педагогических наук, e-mail: litvinenko_svetlana@yahoo.com

LITVINENKO Svetlana

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
Associate Professor, Department of Biochemistry and Bioenergetics of Sports, PhD,
e-mail: litvinenko_svetlana@yahoo.com

БАЙКОВСКИЙ

Юрий Викторович

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Заведующий кафедрой психологии, доктор педагогических наук, кандидат психологических наук, профессор, МСМК, ЗМС по альпинизму

BAYKOVSKIY Yuri

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
Head of the Department of Psychology, Doctor of Education, Ph.D., Professor, Master of Sport of International Class, Honored Master of Sport in Mountaineering

Ключевые слова: высокогорное восхождение, акклиматизация, суточная регистрация ЭКГ, сердечный ритм, индексы напряжения Баевского.

Аннотация. Дважды проводилась регистрация ЭКГ в процессе подъема на одну и ту же высоту с 4380 м до 4760 м по южному снежно-ледовому склону в. Эльбрус в процессе акклиматизационного выхода, а на следующий день – в процессе восхождения. Была выявлена перестройка системы регуляции сердечного ритма, позволяющая добиться экономизации ее работы и повысить показатели аэробной работоспособности.

REGULATION OF HEART RHYTHM IN THE PROCESS OF ACCLIMATIZATION TO HIGH-ALTITUDE ASCENT

Keywords: high altitude ascent, acclimatization, daily ECG recording, heart rate, Baevsky stress indices.

Abstract. ECG was registered twice during the ascent to the same altitude from 4380m to 4760m along the southern snow-ice slope of Mt.Elbrus first in the process of acclimatization, and the next day - during the ascent. The reorganization of the regulation system of the heart rhythm was revealed, which makes it possible to achieve the economization of its work and to increase the indices of aerobic performance.

Актуальность. В процессе высокогорных экспедиций значительное место занимает акклиматизация, т.е. специально организованная физическая активность для адаптации организма человека к факторам высокогорья. Эмпирически спортсменами и тренерами разработаны и используются различные схемы акклиматизации. В основном, они все основываются на принципе «пилы» – подъемы вверх и спуски вниз,

последующие подъемы на более значительную высоту. В зависимости от высоты вершины, на которую готовятся подняться альпинисты, у «пилы» должно быть разное количество «зубцов» и «зубчиков».

В то же время, многие аспекты акклиматизации остаются малоизученными, особенно для лиц разного уровня физической подготовленности, не имеющих специальной тренировки.

Как известно, гипоксия и напряженная мышечная деятельность являются неотъемлемой чертой высокогорного восхождения. Оба эти фактора предъявляют высокие требования к системам кислородообеспечения организма, что отражается в показателях работы кардиореспираторной системы [2].

Таким образом, целью проведенного исследования было сравнение показателей работы сердечно-сосудистой системы в процессе акклиматизации к факторам высокогорья и в процессе восхождения.

Методика исследования. Исследование проводилось на базе высокогорной экспедиции на вершину Эльбрус. Штурмовой лагерь (палатки) находился на высоте 4380 м. Испытуемые (двое мужчин, 32 года, не имеющих спортивных разрядов и званий) дважды преодолевали один и тот же участок южного снежно-ледового склона Эльбруса. Первый подъем осуществлялся в целях акклиматизации и представлял собой подъем от штурмового лагеря до высоты 4760 м, отдых и спуск обратно в штурмовой лагерь 4380 м. На следующий день такой же подъем проводился в процессе непосредственного восхождения на Эльбрус, т.е. подъем от штурмового лагеря до высоты 4760 м, отдых и продолжение подъема [5].

Регистрация суточной ЭКГ по методу Холтера проводилась с помощью комплекса «Валента-МН-02-8.1» (ООО «Компания Нео», Санкт-Петербург). Установка электродов осуществлялась в палатке на высоте 4380 м вечером в 19-20 часов, далее обследуемый засыпал, утром просыпался, осуществлял работу текущего дня, вечером запись ЭКГ прекращалась.

Результаты и обсуждение. Показатели центральной тенденции распределения кардиоинтервалов в разных состояниях представлены в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что при переходе от сна к напряженной мышечной работе по подъему в условиях гипоксии значительно снижалась длительность кардиоинтервала и уменьшалась его вариабельность.

Обращает на себя внимание сходство показателей кардиоинтервалограммы в обоих вариантах подъема – как в процессе акклиматизации, так и в процессе восхождения ЧСС составляла 140 уд/мин, хотя интенсивность данных видов работы значительно различалась.

Так, продолжительность подъема от штурмового лагеря до скал Пастухова 4760 м (цель акклиматизационного выхода) составляла 2 ч 50 мин, т.е. вертикальная скорость равнялась 150 м/час. Темп движения составлял 24 шаг/мин, было сделано 3 остановки для отдыха.

Продолжительность такого же подъема, но сделанного в процессе восхождения, составляла 1ч 35 мин, вертикальная скорость 262 м/час. Темп движения 31 шаг/мин, остановок не было.

Таким образом, можно сделать вывод, что в процессе акклиматизации произошли перестройки в работе сердечно-сосудистой системы, которые обеспечили более мощную мышечную работу при тех же показателях частоты сердечного ритма.

В процессе отдыха на высоте 4760 м (скалы Пастухова) длительность R-R интервалов (как среднее арифметическое значение, так и мода) увеличилась, при этом выявилось существенное различие между ситуациями, когда после достижения нужной высоты ожидался спуск (акклиматизация) и когда восхождение должно было продолжаться.

Ситуация завершения нагрузки и предвкушения последующего спуска во время акклиматизационного выхода характеризовалась более значительным удлинением длительности R-R интервала (от 426 мс до 604 мс) по сравнению с

Таблица 1 – Статистические показатели распределения R-R интервалов

Состояния		ЧСС (уд/мин)	Средняя длительность (мсек)	СКО (мсек)	Мода (Мо, мсек)	Амплитуда моды (Амо, %)	Коэффициент вариации (CV)
СОН 4380 м	акклим.	67	887	75	866	7,6	7,8
	восхожд.	71	849	57	822	9,5	6,4
РАБОТА подъем	акклим.	140	426	16	416	31,2	3,8
	восхожд.	140	422	13	417	40,8	3,0
ОТДЫХ 4760 м	акклим.	99	604	10	575	9,6	8,9
	восхожд.	119	504	11	496	11,2	9,7

Таблица 2 – Показатели регуляции сердечного ритма

Состояния		ИВР	ВПР	ПАПР	ИН
СОН 4380 м	акклим.	30,7	0,4	9,2	38,0
	восхожд.	41,5	0,4	12,0	26,5
РАБОТА на подъем	акклим.	302,4	0,4	75,3	363,8
	восхожд.	659,2	0,3	98,9	793,5
ОТДЫХ 4760 м	акклим.	29,8	0,6	16,8	26,2
	восхожд.	28,8	0,6	22,6	29,4

Таблица 3 – Спектральные характеристики кардиоинтервалограммы

Состояния		ULF (%)	VLF (%)	LF (%)	HF (%)	LF/HF	VLF/HF	IC
СОН 4380 м	акклим.	1,5	23,2	37,6	36,2	1,2	0,8	1,9
	восхожд.	1,8	18,7	51,7	41,8	1,1	0,6	1,8
РАБОТА на подъем	акклим.	11,2	46,6	23,8	18,3	1,4	4,9	6,3
	восхожд.	10,4	50,0	19,1	20,9	1,2	4,1	5,2
ОТДЫХ 4760 м	акклим.	1,2	15,0	47,4	36,4	1,5	3,8	5,4
	восхожд.	3,0	28,0	36,0	33,0	1,2	1,0	2,2

ситуацией, когда необходимо было продолжать подъем после отдыха (от 422 мс до 504 мс), т.е. участники восхождения сохраняли состояние готовности сердечно-сосудистой системы к продолжению нагрузки даже во время отдыха.

Влияние центральной нервной системы на ритм сердечных сокращений оценивался по показателям индексов Баевского [1] (Таблица 2).

Из данных таблицы 2 видно, что максимальная степень централизации управления сердечным ритмом наблюдалась в состоянии «РАБОТА» – значения индексов ИВР, ПАПР, ИН на порядок превышало их значения во время состояний «СОН» и «ОТДЫХ».

При этом максимальных значений индексы достигали при выполнении работы на подъем во время восхождения, превышая примерно в два раза аналогичные показатели при работе на подъем в условиях акклиматизационного выхода.

Хотя ЧСС во время подъема достигал, в среднем, 140 уд/мин как в ситуации акклиматизации, так и в ситуации восхождения, такая существенная разница в индексах Баевского свидетельствовала о значительно более выраженном напряжении сердечно-сосудистой системы именно в процессе восхождения, что проявлялось в генерации так называемого «жесткого ритма».

Как известно, сердце имеет собственные пей-мекеры ритма сокращений, из которых важнейшим является синусовый. В ситуации покоя

происходит блуждание «водителя ритма» от нейрона к нейрону с разными пороговыми характеристиками, обеспечивающими разную длительность кардиоинтервала. В ситуации полной мобилизации, когда требуется максимальное проявление аэробной работоспособности, центральные влияния, по-видимому, обеспечивают более экономную работу сердца, ни одно сокращение не пропадает впустую.

Результаты спектрального анализа последовательности R-R интервалов представлены в таблице 3.

Анализируя спектры мощности в разные моменты акклиматизации и восхождения, можно отметить значительное усиление симпатических механизмов (которое можно объяснить волнением перед восхождением) регуляции ритма сердечных сокращений в состоянии «СОН» перед восхождением, что проявилось в увеличении мощности спектра LF с 37,6% до 51,7%.

В состоянии «РАБОТА» спектры мощности кардиоинтервалограмм существенно отличались от состояния как «СОН», так и «ОТДЫХ». Значительно увеличивались показатели ULF и VLF, снижались LF и HF, что свидетельствовало об усилении эрготрофных механизмов под действием факторов физической нагрузки и стресса.

В состоянии «СОН» и «РАБОТА» не было выявлено существенных различий между показателями мощности спектров кардиоинтервалограмм

во время акклиматизации и во время восхождения. Однако таковые различия наблюдались в состоянии «ОТДЫХ» после подъема на 4760 м. «ОТДЫХ» во время акклиматизационного подъема характеризовался более выраженным расслаблением в предвкушении спуска. Если же «ОТДЫХ» проводился в процессе восхождения, то конфигурация спектров мощности характеризовалась сохранением состояния «боевой готовности» к продолжению восхождения.

Выводы. В процессе акклиматизации происходит перестройка системы регуляции сердечного ритма, что позволяет добиться экономизации ее работы и повысить показатели аэробной работоспособности.

Литература

1. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.
2. Рябцев, С.М. Холтеровское мониторирование ЭКГ у альпинистов при высокогорных восхождениях / С.М. Рябцев // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 1. – С. 130-131.
3. Байковский, Ю.В. Методика оценки уровня экстремальности и степени надежности деятельности человека в горах / Ю.В. Байковский, А.Н. Блеер // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2011. – № 1(20). – С. 59-64.

4. Байковский, Ю.В. Факторы, определяющие экстремальность спортивной деятельности / Ю.В. Байковский // Экстремальная деятельность человека. – 2016. – №2(39). – С. 55-59.

5. Литвиненко, С.Н. Исследование психофизиологических показателей лиц среднего возраста в процессе акклиматизации и восхождения на вершину Эльбрус / С.Н. Литвиненко, В.Б. Войнов, Ю.В. Байковский // Экстремальная деятельность человека – 2017. – №1(42). – С. 3-8.

Literature

1. Bayevsky, R.M. Prediction of conditions on the verge of norm and pathology / R.M. Bayevsky. – Moscow: Medicine, 1979. – 298 p.
2. Ryabtsev, S.M. Holter monitoring of ECG for climbers in high-altitude ascents / S.M. Ryabtsev // Modern problems of science and education. – 2007. – No. 1. – P. 130-131.
3. Baikovskiy, Yu.V. Methodology for assessing the level of extremity and the degree of reliability of human activity in the mountains / Yu.V. Baikovskiy, A.N. Blair // Theory and practice of applied and extreme sports. – 2011. – No. 1 (20). – P. 59-64.
4. Baikovskiy, Yu.V. Factors determining the extremity of sports activity / Yu.V. Baikovskiy // Extreme activity of man. – 2016. – No. 2 (39). – P. 55-59.
5. Litvinenko, S.N. Study of psychophysiological indicators of middle-aged people in the process of acclimatization and climbing to the top of Elbrus / S.N. Litvinenko, V.B. Voinov, Yu.V. Baikovsky // Extreme activity of a man. – 2017. – No.1 (42). – P. 3-8.

