СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 612.13+796

ФАКТОРЫ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ В ПЕРИОД ВЫСОТНОЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ

Г. Н. Тер-Акопов, Ю.В. Корягина
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», Ессентуки, Россия

Ключевые слова: физиология спорта, адаптация, функциональные резервы, гипоксическая тренировка, среднегорье, вариабельность ритма сердца, гемодинамика.

Аннотация. Целью данной работы явилось выявление факторов увеличения резервных возможностей организма высококвалифицированных спортсменов в период высотной акклиматизации. Результаты исследования показали, что адаптация к экстремальным условиям среднегорья в период интенсивных тренировок у высококвалифицированных спортсменов в основном обеспечивается за счет напряжения механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма (симпатической и парасимпатической нервной системы) и усиления функций центральной гемодинамики. Это более выражено при большей двигательной активности. Меньшую роль играют механизмы увеличения периферической гемодинамики и показатели работы производительности работы левого желудочка сердца.

FACTORS, INCREASES OF RESERVE OPPORTUNITIES OF ATHLETES IN THE ALTITUDE ACCELIMATION

G.N. Ter-Akopov, Yu. V. Koryagina
Federal State Budgetary Institution «North-Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency», Yessentuki, Russia

Key words: sports physiology, adaptation, functional reserves, hypoxic training, middle-altitude, heart rate variability, hemodynamics.

Annotation. The purpose of this work was to identify factors for increasing the body's reserve capabilities of elite athletes during the period of high altitude acclimatization. The results of the research showed that adaptation to extreme conditions of the middle-altitude during intensive training in elite athletes is mainly provided due to the tension of the mechanisms of vegetative regulation of the heart rhythm (sympathetic and parasympathetic nervous system) and strengthening of the functions of central hemodynamics. This is more pronounced with greater motor activity. A smaller role is played by mechanisms of increasing peripheral hemodynamics and performance indicators of left ventricular performance.

Введение. Срочная адаптация к условиям среднегорья характеризуется специфическими реакциями, сопровождающимися напряжением деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Сразу после прибытия в среднегорье происходит увеличение лёгочной вентиляции (основной механизм срочной адаптации к высоте) особенно при выполнении мышечной работы (вплоть до 200 л/мин) и учащение сердечных сокращений. Сужение вен способствует увеличению минутного объёма кровотока при выполнении аэробной работы, усиление рабочей гемоконцентрации увеличивает содержание кислорода в артериальной крови, снижение анаэробного порога и максимального потребления кислорода. Напряженная мышечная деятельность, которой является спортивная тренировка в данных условиях способствует усилению вышеперечисленных реакций и более быстрому развитию утомления [1-4].

Функциональные резервы - это скрытые возможности организма, заключающиеся в изменении интенсивности и скорости протекания энергетических, пластических и физиологических процессов, увеличении физических и улучшении психических качеств. Организм высококвалифицированных спортсменов представляет собой биологическую систему, результатом адаптации которой является повышение функциональных резервов организма. Мы предположили, что увеличение резервных возможностей спортсменов в период высотной акклиматизации во многом определяется спецификой вида спорта.

Целью данной работы явилось выявление факторов увеличения резервных возможностей организма высококвалифицированных спортсменов в период высотной акклиматизации.

Методы и организация исследования. Исследования проводились в среднегорье на высоте 1240 м. в г. Кисловодске на горе Малое седло в условиях учебно-тренировочных сборов спортсменов на базе ФГБУ “Юг Спорт”. Были исследованы параметры кардио-респираторной системы у высококвалифицированных спортсменов разных видов спорта: современное пятиборье (20 человек), бокс (30 человек), тяжелая атлетика (12 человек), пулевая стрельба (20 человек), фехтование на колясках (15 человек). Возраст спортсменов 16-30 лет, квалификация - МС, МСМК и ЗМС.

Исследование физиологических параметров спортсменов проводилось на аппаратно-программном комплексе ESTECK System Complex (LD Technology, USA). Анализировали параметры сатурации крови, потребления кислорода, базовые ритмы RR интервалов вариабельности сердечного ритма, временной и спектральный анализ интервалограммы, анализ пульсовой волны, параметров гемодинамики и артериальной жесткости. Математическая обработка проводилась с помощью компьютерной программы Statistica 13.0. Для определения наиболее значимых факторов применялся факторный анализ (вращение минимизирующее дисперсию - varimaxraw), метод главных компонент.

Результаты исследования и их обсуждение. Наиболее напряженным среди исследованных нами видов спорта по объему и интенсивности тренировочных нагрузок являлось современное пятиборье. Факторный анализ показателей кардио-респираторной системы у мужчин пятиборцев показал, что первый наиболее значимый фактор включал одновременно характеристики вариабельности ритма сердца (ЧСС, стандартное отклонение кардиоинтервалов, мощность ритмов высокой частоты, индекс напряжения), центрального и периферического кровообращения (общая доля дисперсии 37%). Второй фактор отражал вклад показателей центральной гемодинамики (индекс объемной скорости кровотока, индекс жесткости) (общая доля дисперсии 28 %).

Факторный анализ показателей кардио-респираторной системы у женщин пятиборцев показал, что первый, наиболее значимый фактор включал меньше показателей, чем у мужчин: это характеристики вариабельности ритма сердца, связанные с активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) (ЧСС, стандартное отклонение кардиоинтервалов, индекс напряжения) и периферического кровообращения (индекс отражения) (общая доля дисперсии 24%). Второй

фактор также, как и у мужчин пятиборцев отражал вклад показателей центральной гемодинамики (общая доля дисперсии 24 %).

Факторный анализ показателей кардио-респираторной системы у мужчин боксеров показал, что первый значимый фактор включал характеристики вариабельности ритма сердца, связанные с активностью симпатической и парасимпатической нервной системы (мощность волн высокой частоты, мощность волн низкой частоты, соотношение мощности волн низкой/высокой частоты, индекс напряжения, ЧСС, стандартное отклонение кардиоинтервалов) и функциональными возможностями сердца (маркер функции левого желудочка сердца) (общая доля дисперсии 33%). Второй фактор - вклад показателей центральной гемодинамики (индекс объемной скорости кровотока, индекс жесткости, артериальное давление, сердечный выброс) (общая доля дисперсии 25 %).

Факторный анализ показателей кардио-респираторной системы у женщин боксеров показал, что первый значимый фактор включал характеристики вариабельности ритма сердца, связанные с активностью симпатической и парасимпатической нервной системы (ЧСС, стандартное отклонение кардиоинтервалов, мощность волн высокой частоты, соотношение мощности волн низкой/высокой частоты, индекс напряжения), центральной (сердечный выброс) и периферической гемодинамики (периферическое сосудистое сопротивление) (общая доля дисперсии 37%). Второй фактор - вклад показателей центральной гемодинамики (индекс объемной скорости кровотока, артериальное давление) (общая доля дисперсии 19 %).

Анализ значимых факторов функционального состояния кардио-респираторной системы у мужчин тяжелоатлетов выявил большую роль характеристик вариабельности ритма сердца (ЧСС, стандартное отклонение кардиоинтервалов, мощность волн высокой частоты, мощность волн низкой частоты, соотношение мощности волн низкой/высокой частоты, индекс напряжения) и работы левого желудочка сердца (маркер функции левого желудочка сердца) (общая доля дисперсии 33%). Второй фактор включал показатели центральной и периферической гемодинамики (индекс жесткости, индекс аугментации – сопротивление артериол, сердечный выброс, индекс объемной скорости кровотока) (общая доля дисперсии 16%).

Анализ значимых факторов функционального состояния кардио-респираторной системы у мужчин стрелков определил, что и первый и второй значимые факторы одновременно включали большое количество

показателей вариабельности ритма сердца, показатели центральной и периферической гемодинамики (общая доля дисперсии соответственно 32 и 27%). По-видимому, адаптационный ответ организма на высотную акклиматизацию был наиболее генерализованным.

У женщин стрелков значимые факторы существенно отличались от других спортсменов первый фактор включал показатели гемодинамики (периферическое сосудистое сопротивление, сердечный выброс, индекс объемной скорости кровотока) (общая доля дисперсии 21%), а второй – потребление кислорода и спектральные характеристики сердечного ритма (общая доля дисперсии 20%).

У спортсменов с ограниченными возможностями, факторная структура функциональных показателей кардио-респираторной системы была схожа со здоровыми спортсменами. У мужчин, занимающихся фехтованием на колясках, первый фактор включал показатели вариабельности ритма сердца (мощность волн высокой частоты, индекс напряжения, стандартное отклонение кардиоинтервалов, ЧСС) (общая доля дисперсии 22%), а второй – показатели центральной гемодинамики (сердечный выброс, индекс объемной скорости кровотока) (общая доля дисперсии 19%). У женщин, занимающихся фехтованием на колясках, первый фактор включал те же показатели вариабельности ритма сердца (общая доля дисперсии 30%), а второй – показатели центральной и периферической гемодинамики и потребление кислорода (общая доля дисперсии 26%).

Полученные нами данные о факторах увеличения резервных возможностей организма высококвалифицированных спортсменов в период высотной акклиматизации в период интенсивных тренировочных нагрузок, показывают, что у всех спортивных специализаций она достигалась преимущественно за счет повышения активности вегетативной нервной системы, как со стороны симпатической, так и парасимпатической регуляции, а также большим напряжением показателей центральной гемодинамики. Вклад данных показателей составлял практически у всех групп спортсменов более 50% дисперсии. Исключение составили женщины-стрелки и мужчины, занимающиеся фехтованием на колясках, что может быть связано с меньшей двигательной активностью. Меньшую роль у спортсменов в период адаптации к среднегорью играли механизмы увеличения периферической гемодинамики. Ни в одном виде спорта в числе 2-ух наиболее значимых факторов не оказалось показателей производительности работы левого желудочка сердца и насыщения крови

кислородом. Данный факт может быть связан с тем, что у всех исследованных спортсменов выявлены долговременные адаптационные изменения, связанные с повышенной функцией и производительностью левого желудочка сердца, а показатель насыщения кислородом является в данных условиях независимой переменной, определяющей изменение остальных параметров кардио-респираторной системы.

Заключение. Следовательно, наиболее значимыми факторами, лимитирующими функционирование кардио-респираторной системы и обеспечивающими ее адаптацию к условиям среднегорья, являются показатели вегетативной регуляции ритма сердца (активности как симпатической, так и парасимпатической нервной системы) и центральной гемодинамики.

Список литературы

1. Корягина Ю.В. Современные технологии и эффекты горной и гипоксической подготовки спортсменов / Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов, С.В. Нопин // Курортная медицина. – 2017. – № 3. – С. 170-174.
2. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. Изд. 2-е, испр. и доп. / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. — М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
3. Saugy J. J. «Correction: Comparison of «Live High-Train Low» in Normobaric versus Hypobaric Hypoxia [Электронный ресурс] / J. J. Saugy [et al.] //PloS one 10.7. – 2015. – Режим доступа: http://journals.plos.org. – (Дата обращения 21.08.2017)
4. Siebenmann C. «Live high–train low» using normobaric hypoxia: a double-blinded, placebo-controlled study / C. Siebenmann [et al.] //Journal of Applied Physiology. – 2012. – 112.1. – P.106–117.

References

1. Koryagina Yu.V. Modern technologies and effects of mountain and hypoxic training of athletes / Yu.V. Koryagina, G.N. Ter-Akopov, S.V. Nopin // Spa medicine. - 2017, No. 3. - P. 170-174.
2. Solodkov A.S. Human physiology. The total. Sports. Age: the Textbook. Ed. 2 nd, corrected and additional. / A.S. Solodkov, E.B. Sologub. - Moscow: Olympia Press, 2005. - 528 p.
3. Saugy J. J. «Correction: Comparison of «Live High-Train Low» in Normobaric versus Hypobaric Hypoxia [Electronic resource] / J. J. Saugy [et al.] // PloS one 10.7. - 2015. - Access mode: http://journals.plos.org. - (Date of circulation on August 21, 2017)

4. Siebenmann C. «Live high-train low» using normobaric hypoxia: a double-blinded, placebo-controlled study / C. Siebenmann [et al.] // Journal of Applied Physiology. - 2012. - 112.1. - P.106-117.

Сведения об авторах. Гукас Николаевич Тер-Акопов - к-т экономических наук, генеральный директор ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, sk@fmbamail.ru; Юлия Владиславовна Корягина - профессор, д-р биол. наук, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, nauka@skfmba.ru.