

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Отделение физиологических наук РАН
Научный совет РАН по физиологическим наукам
ФГБУН «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН»
Институт горной физиологии и медицины НАН Кыргызской Республики

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ГОУ ВПО «Кыргызско-Российский Славянский университет»
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Институт медицины, экологии и физической культуры



МЕДИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

МАТЕРИАЛЫ

VII Всероссийской конференции с международным участием,
посвященной 30-летию Ульяновского государственного университета
(19–22 сентября 2018 г.)



Ульяновск – 2018

Редакционная коллегия:

д.б.н. **М.В. Балыкин**, д.м.н. **В.И. Мидленко**,
к.б.н. **Е.Д. Айзатулова**, к.б.н. **И.В. Антипов**, к.б.н. **Н.А. Махова**

М42 **Медико-физиологические проблемы экологии человека :**
Материалы VII Всероссийской конференции с международным участием (19–22 сентября 2018 г.). – Ульяновск : УлГУ, 2018. – 315 с.

В сборнике конференции представлены материалы по вопросам антропогенных изменений биосферы и их влиянию на организм; зависимости здоровья человека от экосоциальных факторов среды; адаптации в различных природно-климатических условиях среды обитания, в экстремальных и чрезвычайных ситуациях, при мышечной и спортивной деятельности; профилактики, лечения и реабилитации экологически зависимой патологии; влияния экосоциальных факторов среды на здоровье детей и подростков.

ББК 20.1+53/57

DOI 10.23648/MPPHE.2018.8.16269

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИСЛОРОДНЫХ РЕЖИМОВ ОРГАНИЗМА ПРИ СТУПЕНЧАТО-ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ АЭРОБНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

С.Н. Виноградов

ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации
им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева», г. Ульяновск, Россия

Проведено исследование показателей кислородных режимов организма в состоянии относительного покоя и при выполнении ступенчато-повышающейся нагрузке до уровня МПК у лиц с различным уровнем аэробных возможностей организма. Выявлены особенности динамики показателей кислородных режимов и степень их эффективности и экономичности в зависимости от уровня максимального потребления кислорода.

Ключевые слова: кислородные режимы организма, максимальное потребление кислорода, аэробные возможности организма, вентиляционный эквивалент, гемодинамический эквивалент, кислородный эффект дыхательного цикла, кислородный эффект сердечного цикла.

Введение. Кислородный режим организма (КРО) является одним из объективных показателей уровня функционирования организма (Колчинская А.З., 1973).

Цель исследования. Выявление особенностей кислородных режимов в покое и при максимальной нагрузке у лиц с различным уровнем аэробных возможностей по уровню максимального потребления кислорода (МПК).

Материалы и методы. В исследовании приняли участие практически здоровые мужчины в возрасте 18–21 лет, в количестве 150 человек. Испытуемые выполняли велоэргометрическую нагрузку в режиме ступенчато-повышающейся мощности с определением МПК прямым методом. Тестовая физическая нагрузка выполнялась на велоэргометре ВЭ-02 в диапазоне мощности от 75 Вт до 300 Вт. Частота педалирования составляла 60 об./мин, длительность выполнения каждой ступени нагрузки равнялась 3 мин.

Потребление кислорода определялось газоанализатором «Спиrolит-2» (Германия), сатурация артериальной крови измерялась при помощи оксигемометра «Nonin» (США), спирографические параметры (минутный объём дыхания, частота дыхания, дыхатель-

ный объём) определялись с использованием спирографа СМП-21/01-«РД» (Россия). Парциальное напряжение кислорода артериальной крови определялись микрометодом Аструпа, показатели гемодинамики (минутный объём крови, частота сердечных сокращений, ударный объём) измерялись реографом РГПА-6/12-«РЕАН-ПОЛИ». Показатели кислородного режима организма (вентиляционный эквивалент, VE , гемодинамический эквивалент, HE кислородный эффект дыхательного цикла, O_{2RC} , кислородный эффект сердечного цикла, O_{2CC} , отношение скорости поступления кислорода в лёгкие к потреблению кислорода, отношения транспорта кислорода артериальной и венозной кровью к потреблению кислорода) рассчитывались по методике А.З. Колчинской (1973).

В зависимости от потребления кислорода при выполнении максимальной нагрузки все участники исследования были поделены на 5 категорий по И. Астранду.

Низкое потребление кислорода –
 ≤ 38 мл/мин/кг.

Умеренное потребление кислорода –
39–43 мл/мин/кг.

Среднее потребление кислорода –
44–51 мл/мин/кг.

Хорошее потребление кислорода –
52м56мл/мин/кг.

Высокое потребление кислорода –
≥57 мл/мин/кг.

Результаты и обсуждение. В состоянии относительного мышечного покоя величины VE во всех группах соответствовали физиологической норме. Наибольшее значение VE зарегистрировано в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей, наименьшее значение – в группе с высоким уровнем аэробных возможностей.

На начальных этапах выполнения нагрузки отмечалось повышение величины VE, из-за уменьшения эффективности вентиляции в последующем снижением. в результате активизации компенсаторных механизмов, обеспечивающих усиление доставки кислорода.

В группах с низким и умеренными уровнями аэробных возможностей наблюдалась тенденция к увеличению величины VE, в группе с средними уровнями аэробных возможностей наблюдалась тенденция к уменьшению, в группах с хорошим и высоким уровнями аэробных возможностей отмечено существенное снижение величины VE по сравнению с состоянием относительного мышечного покоя. Это позволяет говорить о более эффективной вентиляции в этих группах при выполнении максимальной нагрузки. Максимальное повышение VE отмечено в группах с низким и умеренными уровнями аэробных возможностей.

Величины HE, отражающего эффективность утилизации кислорода из крови, протекающей к работающим органам, в состоянии относительного покоя во всех группах соответствовали физиологической норме. При этом существенного различия между группами не наблюдалось. На начальных этапах выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки наблюдалось снижение величины HE, затем было при нагрузках, близких к максимальной отмечено некоторое увеличение, указывающее на снижение экономичности кислородного режима.

Наименьшее значение HE при выполнении максимальной нагрузки на уровне МПК,

указывающее на более эффективную систему утилизации кислорода, зарегистрировано в группах с низким и хорошим уровнями аэробных возможностей, наибольшее значение – в группе с высоким уровнем аэробных возможностей. Максимальное снижение HE отмечено в группах с хорошим и высоким уровнями аэробных возможностей при более высоких величинах нагрузки, чем в других группах.

Параметр O_{2RC} в состоянии относительного мышечного покоя был в пределах физиологической нормы во всех группах. При выполнении нагрузки в группе с низким уровнем аэробных возможностей отмечался увеличение интенсивности прироста O_{2RC} на протяжении всего процесса выполнения нагрузки, в других группах наблюдалось снижение интенсивности прироста с увеличением величины нагрузки, и соответственно, потребления кислорода.

При выполнении максимальной нагрузки на уровне МПК наибольшее значение O_{2RC} зарегистрировано в группе с высоким уровнем аэробных возможностей, наименьшее – в группе с низким уровнем аэробных возможностей. Максимальное увеличение O_{2RC} по сравнению с состоянием относительного покоя отмечено в группе с высоким уровнем аэробных возможностей, минимальное – в группе с низким уровнем аэробных возможностей.

Параметр O_{2CC} в состоянии относительного мышечного покоя также был в пределах физиологической нормы во всех группах. При выполнении максимальной нагрузки на уровне МПК наибольшее значение O_{2CC} зарегистрировано в группе с высоким уровнем аэробных возможностей, наименьшее – в группе с низким уровнем аэробных возможностей. При этом, максимальное увеличение O_{2CC} по сравнению с состоянием относительного покоя отмечено в группе с высоким уровнем аэробных возможностей, минимальное – в группе с низким уровнем аэробных возможностей.

По отношению скорости поступления кислорода в лёгкие к потреблению кислорода

в процессе выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки в группе с низким уровнем аэробных возможностей наблюдалась тенденция к увеличению, в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей изменений не произошло, в группах с средним, хорошим и высоким уровнями аэробных возможностей – тенденция к уменьшению. Отношение транспорта кислорода артериальной кровью к потреблению кислорода при выполнении максимальной нагрузки на уровне МПК максимально снизилось в группах со средним и хорошим уровнями аэробных возможностей, минимально – в группе с низким уровнем

аэробных возможностей. Отношение транспорта кислорода венозной кровью к потреблению кислорода максимально снизилось в группе с средним уровнем аэробных возможностей, минимально – в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей.

Динамика изменения величин параметров КРО при ступенчато-возрастающей нагрузке в зависимости от потребления кислорода, были описаны полиномами 3-го порядка. Анализ знаков и величины коэффициентов полиномов позволяют говорить об особенностях изменения каждого параметра на различных этапах выполнения нагрузки.

Список литературы:

1. Колчинская А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка. – К.: «Наукова думка», 1973. – 320 с.
2. Давиденко Д.Н., Руденко Г.В., Чистяков В.А. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2010. – 12 (70). – С. 52–57.
3. Коц Я.М. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1998. – 200 с.
4. Abut F., Akay M.F., George J. Developing new VO₂max prediction models from maximal, submaximal and questionnaire variables using support vector machines combined with feature selection. *Comput Biol Med.* – 2016. – 1;79. – P. 182–192.
5. Montero D., Diaz-Cañestro C., Lundby C. Endurance Training and VO₂max: Role of Maximal Cardiac Output and Oxygen Extraction. *Med Sci Sports Exerc.* – 2015. – 47 (10). – P. 2024–2033.
6. Poole D.C., Jones A.M. Measurement of the maximum oxygen uptake $\dot{V}O_{2max}$: $\dot{V}O_{2peak}$ is no longer acceptable. *J. Appl Physiol* (1985). – 2017. – 1; 122 (4). – P. 997–1002.

DYNAMICS OF INDICATORS OF OXYGEN MODES OF THE ORGANISM AT STEP-INCREASING LOAD AT DIFFERENT LEVELS OF AEROBIC CAPACITY

S.N. Vinogradov

Ulyanovsk Institute of civil aviation named after B.P. Bugaev, Ulyanovsk, Russia

The study of indicators of oxygen modes of the body in a state of relative rest and when performing a step-increasing load to the level of MPC in persons with different levels of aerobic capacity of the body. The features of the dynamics of oxygen regimes and the degree of their efficiency and efficiency, depending on the level of maximum oxygen consumption are revealed.

Keywords: *oxygen modes of the organism, the maximum oxygen consumption, aerobic capabilities of the organism, ventilation equivalent, hemodynamic equivalent, oxygen effect of the respiratory cycle, oxygen effect of the cardiac cycle.*