

9. Sport and exercise medicine in undergraduate medical schools in the United Kingdom and Ireland / M. Cullen, O. McNally, S.O. Neill, D. Macauley // *Br J Sports Med.* – 2000. – Vol. 34, № 4. – P. 244–245.
10. Suggested curricular guidelines for musculoskeletal and sports medicine in family medicine residency training / F. H. Jr. Brennan, A. L. Rao, R. A. Myers [et al.] // *Curr Sports Med Rep.* – 2020. – Vol.19, № 5. – P. 180–188.

* * *

УДК 61:355.233.22

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-255

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА АТЛЕТА К ГИПОКСИИ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТА С ЗАДЕРЖКОЙ ДЫХАНИЯ НА ВДОХЕ (ПРОБЫ ШТАНГЕ)

**Левшин Игорь Викторович, Черный Валерий Станиславович,
Мызников Игорь Леонидович, Сорокин Николай Васильевич**

Военный институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Предложен и апробирован оптимизированный алгоритм тестирования при проведении пробы с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге), основанный на оценке группы предложенных временных интервалов и регистрации физиологических показателей (величины сатурации артериализованной крови кислородом по данным содержания оксигемоглобина, частоты сердечных сокращений, анализе полученной информации с целью оценки волевых возможностей и функционального состояния организма спортсмена.

Ключевые слова: гипоксия, гиперкапния, адаптация, проба Штанге, волевое усилие, устойчивость, чувствительность.

ASSESSMENT OF THE STABILITY AND SENSITIVITY OF THE ATHLETE'S BODY TO HYPOXIA BASED ON THE RESULTS OF A BREATH-HOLDING TEST ON INHALE (STANGE'S TEST)

Levshin Igor Viktorovich, Cherny Valery Stanislavovich, Myznikov Igor Leonidovich, Sorokin Nikolay Vasilyevich

Military Institute of Physical Training, Saint Petersburg, Russia

Abstract. An optimized testing algorithm is proposed and tested when conducting a breath-holding test (a Stange's test), based on an assessment of a group of proposed time intervals and registration of physiological parameters (the amount of arterialized blood saturation with oxygen according to the content of oxyhemoglobin, heart rate, analysis of the information received in order to assess the volitional capabilities and functional state of the athlete's body.

Keywords: hypoxia, hypercapnia, adaptation, Barbell test, volitional effort, stability, sensitivity.

Введение

Устойчивость и чувствительность к действию гипоксического стимула позволяют оценить функциональное состояние организма и отражают параметры резервных возможностей систем массопереноса кислорода, суммативно характеризующих его отношение к нарастающему гипоксическому состоянию, могут быть измерены и зависят от состояния функций отдельных систем организма атлета и уровня его физической работоспособности в целом [2,3]. Дополнительно, они также выступают в качестве оценочных критериев функционального состояния, индивидуальной реактивности организма в целом, могут использоваться в виде маркеров эффективности тренировочного процесса, объективного контроля выраженности волевого компонента организма атлета в различной обстановке и на всех этапах его спортивной деятельности [1, 4].

В практике медико-биологических исследований широко используется методика задержки дыхания на вдохе, предложенная в конце 19 века Владимиром Адольфовичем Штанге (1856–1918 гг.), врачом, окончившем в 1879 году Императорскую медико-хирургическую академию, профессором физических методов лечения в Императорском клиническом

институте великой княгини Елены Павловны и женских медицинских курсов, автором монографий «О роли лимфатической системы в учении о массаже» (1889), «О лечении брюшного тифа холодными ваннами» (на русском и немецком языках, 1899), «О массаже живота» (1903) и других трудов. Во время проведения пробы действующими факторами, активизирующими компенсаторные реакции организма, являются накопление диоксида углерода и уменьшение содержания кислорода в альвеолярном воздухе, что ведет к уменьшению насыщения артериальной крови кислородом. При этом, вовлечение резервов организма к поддержанию жизнедеятельности организма, направлено на увеличение утилизации кислорода за счет повышения активности газотранспортных систем, таких как увеличение сердечного выброса и кровотока, повышение кислородной емкости крови и субъективную возможность переносить данное воздействие, а именно, терпеть и переносить воздействие гиперкапнии и гипоксии, т.е. психофизиологическую устойчивость.

В настоящей работе проводилась апробация технологии тестирования, основанная на оценке группы временных интервалов и регистрации величины сатурации крови по данным содержания оксигемоглобина

(HbO₂), что позволило объективизировать изменение функционального состояния организма при гиперкапнии и гипоксии и оценить психофизиологическую устойчивость испытуемого.

Материалы и методы

Проведено экспериментальное исследование с участием 12 испытуемых, лиц мужского пола, в возрасте 23–30 лет. По данным углубленного медицинского обследования все испытуемые признаны здоровыми. Условия проведения пробы с задержкой дыхания были одинаковыми для всех испытуемых и включали 2 минутный отдых в положении «сидя», затем глубокий вдох, незначительный выдох и задержку дыхания без предварительной гипервентиляции. Во время задержки дыхания и после окончания пробы в течение 5 минут, каждые 5 с регистрировались значения HbO₂ и частота сердечных сокращений (ЧСС).

Статистическое исследование проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0» для «Windows». Определяли: характер распределения, средние значения, стандартные отклонения и ряд других статистических параметров.

Результаты исследований и их анализ

Динамика регистрируемых показателей оценивалась на основе данных сатурации крови кислородом и данных частоты сокращения сердца. На первом этапе произвольной задержки дыхания сохраняется устойчивый уровень оксигенации крови, затем происходит снижение SpO₂. Дальнейшее продолжение произвольной задержки дыхания ведет к прогрессивному снижению уровня оксигенации. После прекращения задержки дыхания, кривая сатурации продолжает снижаться, достигая своего минимума, а затем после начала дыхания, быстро восстанавливается

до исходных величин. Обращают на себя внимание следующие временные интервалы. Первый интервал – t₁, время поддержания относительно неизменной величины SpO₂. Вторым временным интервалом – t₂, время начала и дальнейшего существенного падения величины SpO₂. Третий интервал – t₃, время восстановления величины до исходных значений SpO₂. Обозначения и полученные результаты представлены на рис. 1.

Общепринятый анализ результатов пробы Штанге предполагает следующую интерпретацию суммы интервалов t₁ и t₂. При неудовлетворительном результате эта величина составляет менее 40 с, 41–50 с – удовлетворительно, 51 с и более – хорошо.

Дополнительно, представляется возможным оценить волевые усилия испытуемого, а именно: возможность максимально длительное время продолжать не дышать и переносить максимальное падение параметра SpO₂, достигая минимального уровня сатурации крови.

Представляет интерес и оценка времени восстановления исходного уровня сатурации крови, характеризуя при этом, лабильность и подвижность регуляторных процессов организма, и скорость протекания восстановительных реакций организма.

Ухудшение функционального состояния организма сопровождается уменьшением общего времени поддержания высокой оксигенации крови и уменьшении скорости оксигенации в восстановительный период. Дополнительную информацию можно получить о выраженности астенической реакции спортсмена и возможного нарастания утомления.

Базируясь на этих концепциях, процесс адаптации к гипоксии можно представить себе как приспособление к изменяющейся силе обычно действующих раздражителей, как процесс, осуществляющийся

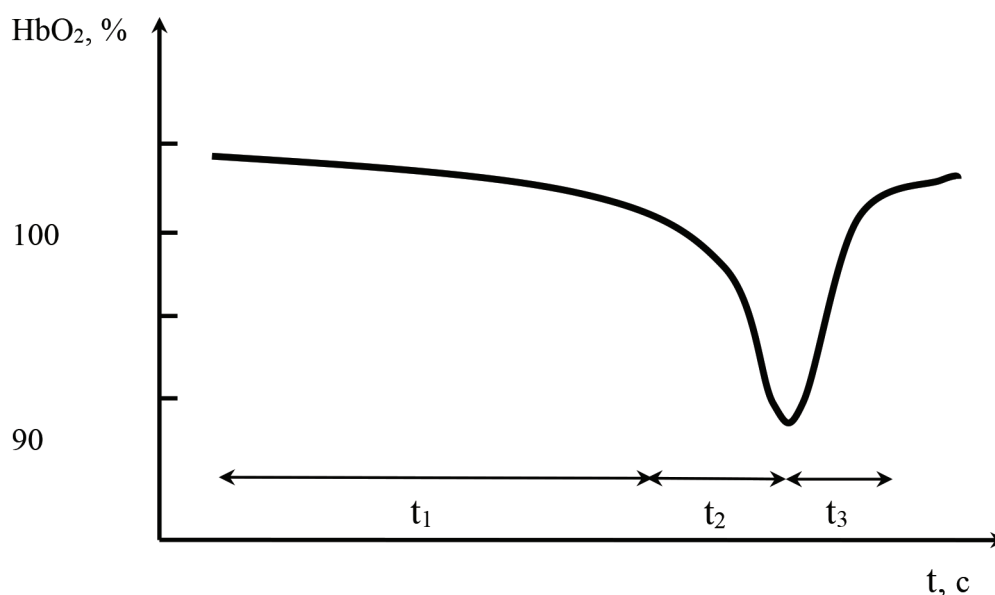


Рис. 1. Схема динамики содержания HbO₂ во время выполнения задержки дыхания на вдохе (проба Штанге).

наличными, т. е. имеющимися в организме готовыми функциональными системами. Так, в частности, приспособление к гипоксической гипоксии осуществляется функциональной системой дыхания и ее составной частью – системой регулирования кислородных режимов организма. Система включает такие рабочие органы, как органы внешнего дыхания, кровообращения, кроветворения, вырабатывающие управляющие воздействия (дыхательный и минутный объемы дыхания, ударный и минутный объемы крови, содержание в крови гемоглобина), механизмы тканевого дыхания и центр управления, осуществляющий нервную и гуморальную регуляцию функций рабочих органов.

Как известно, в условиях нормального атмосферного давления и содержания кислорода во вдыхаемом воздухе следящая функциональная система дыхания реагирует даже на небольшие колебания pO_2 и pCO_2 , в альвеолярном воздухе и артериальной крови, происходящие на протяжении дыхательного цикла, обеспечивая благодаря согласованной деятельности внешнего дыхания и кровообращения соответствие поэтапной доставки кислорода меняющемуся на протяжении суток кислородному запросу тканей. При гипоксической гипоксии – состоянии, развивающемся в организме при снижении pO_2 , сопровождающемся снижением pAO_2 – функциональная система дыхания может обеспечивать в определенных рамках снижения pO_2 соответствие скорости поэтапной доставки кислорода кислородному запросу тканей и поддержание напряжения кислорода в артериальной крови на уровне, выше критического благодаря увеличению дыхательного и минутного объемов дыхания, альвеолярной вентиляции, кровоснабжения альвеол, более равномерным вентиляционно-перфузионным отношениям в легких, увеличению диффузионной способности легких, общего и легочного минутного объемов крови, кислородной емкости крови и кислород-транспортных свойств гемоглобина крови, благодаря улучшению кровоснабжения клеток,

активизации использования запасов использования кислорода из крови и из тканевых образований [5].

Заключение

Таким образом, предлагаемая технология проведения пробы с задержкой дыхания на вдохе позволяет получить дополнительные данные о функциональном состоянии испытуемого. Включение дополнительно измерения насыщения кислородом в процессе выполнения пробы позволяет оценить резервы системы внешнего дыхания, а также уровень мотивации и волевой компонент испытуемого. В итоге, повышается объективность и информативность проводимого исследования, улучшается диагностика оперативного функционального состояния спортсмена.

Литература

1. **Левшин И. В.** Коррекция функциональных состояний в спорте / И. В. Левшин, Е. Н. Курьянович, С. А. Трапезников / Теория и практика физической культуры. – 2019. – №8. – С. 48–51.
2. **Левшин И. В.** Способ коррекции функционального состояния спортсменов ситуационного характера деятельности с помощью фармакологического препарата Мексидол и гипербарической оксигенации в спорте высших достижений / И. В. Левшин, А. Н. Поликарпочкин, Н. В. Поликарпочкина. – СПб. : СПб ГУФК им. П. Ф. Лесгафта. – 2006. – 20 с.
3. **Левшин И. В.** Дополнительные диагностические возможности пробы с задержкой дыхания на вдохе (Штанге) / И. В. Левшин, И. Л. Мызников // Сборник статей Итоговой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Военного института физической культуры за 2019 год, посвященный Дню российской науки. Материалы конференции. Под ред. В. Л. Пашута. – Санкт-Петербург, 03-04 марта 2020 года. – С. 235–238.
4. **Озолин Н. Г.** Настольная книга тренера: Наука побеждать / Н. Г. Озолин. – М. : ООО «Издательство Астрель», 2004. – 863 с.
5. **Kirchov Y. W., Laushner E. A.** Early diagnosis of cardiovascular disease among aircrew // Aerospace Med. – 1966. – Vol. 37, № 5. – P. 509–514. (in Rus.)

* * *

УДК 615.8

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-256

СОСТОЯНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Макаренко Станислав Вячеславович

СПб ГБУЗ «Городская больница №40», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы современного положения в области реабилитации в Санкт-Петербурге, существующие программы развития здравоохранения, в которых уделяется внимание вопросам восстановительного лечения. На примере СПб ГБУЗ «Городская больница №40» показана эффективность комплексной медицинской реабилитации, ее основные составляющие и перспективы развития.

Ключевые слова: реабилитация, инвалидность, восстановительное лечение, больница.