онтогенезе и при изменении артериального давления в эксперименте : автореф. дис. … д-ра мед. наук / И. К. Жмакин. – Москва, 1974. – 54 с.

3. 40 лет кафедре нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского института / Гродн. гос. мед. ун-т ; сост.: И. К. Жмакин, В. В. Зинчук. – Гродно : ГрГМУ, 2000. – 56 с.

4. Жмакін Ігар Канстанцінавіч // Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. / рэдкал.: Г. П. Пашкоў (гал. рэд.). – Мн., 1998. – Т. 6 : Дадаізм – Застава. – С. 435.

ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ У СПОРТСМЕНОВ

Акулич Н. В.[1], Малашевич П. Н.[2]

[1]Республиканский научно-практический центр спорта
Минск, Беларусь
[2]Республиканский центр олимпийской подготовки по зимним видам спорта «Раубичи»
с/с Острошицко-Городокский, Минский район, Беларусь

Введение. Гипоксические состояния, возникающие у атлетов в рамках тренировочного процесса и, особенно, в условиях средне- и высокогорья используются в качестве основного фактора, повышающего устойчивость организма спортсменов к физическим нагрузкам. Основной задачей тренировочного процесса в циклических видах спорта является повышение аэробной и анаэробной производительности, а важнейшим его результатом служит повышение доставки и утилизации тканями кислорода.

Согласно современным исследованиям, гипоксия, оказывая положительное влияние на физическую работоспособность, реализует свое влияние с участием монооксида азота (NO), который, обладая рядом уникальных физико-химических свойств, играет роль регулятора функциональной активности гемоглобина эритроцитов [1]. В результате взаимодействия NO и гемоглобина происходит образование его различных форм [2], что может иметь значение как для развития гипоксии, так и для адаптации к ней.

Известно, что важнейшим фактором, определяющим выносливость в циклических видах спорта, является аэробная производительность, а ее составляющей – кислородтранспортная функция крови, которая определяет не только скорость поступления кислорода из альвеол легких в кровь, но и эффективность доставки O_2 в работающие мышцы [3].

Цель. В рамках выполнения отраслевого проекта Министерства спорта Республики Беларусь разработана методика повышения эффективности

Репозиторий ГрГМУ

адаптации к гипоксии, а одним из этапов ее внедрения является процедура валидации.

В рамках валидации методики оценивали влияние гипобарической гипоксии на ключевые показатели адаптации, определяли надежность методики, практическую применимость, безопасность и экономическую эффективность.

Методы исследования. Участниками исследования являлись спортсмены 23-29 лет, специализирующиеся в циклических видах спорта, квалификация не ниже мастера спорта. Группы: основная – применение гипобарической гипоксии в тренировочном процессе, контрольная – нормобарические условия тренировки. Объем выборки: 32 человека, критериями включения/исключения были отсутствие травм, стабильный тренировочный фон, отсутствие приема препаратов/добавок, влияющих на метаболизм NO. Исследовались специальная работоспособность (ступенчатый тест на велоэргометре или 30-ти минутный Dauer-тест), адаптация и восстановление, а биомаркерами адаптации являлись лактат и глюкоза крови, показатели ретикулоцитов и эритроцитов, содержание NO в эритроцитах.

При статистическом анализе использовался непараметрический анализ (U-критерий Mann-Whitney) и методы апостериорной статистики. Критерием успешности валидации методики были статистически значимые улучшения в основной группе, воспроизводимость и валидность методики, положительная «обратная связь» от спортсменов и/или тренеров. Для каждой группы (гипоксия или нормоксия) выполнялись два исследования: 1-е за 1-3 дня до интервенции – нагрузочный тест с оценкой биомаркеров крови; 2-е через 1-3 дня после интервенции – повтор нагрузочного теста и оценка биомаркеров.

Для доказательства эффективности методики использовался Mann-Whitney U-тест для двух групп X и Y с оценкой апостериорного распределения параметра сдвига:

$$U = n_1 n_2 \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R1, \text{ где}$$

R1 – сумма рангов первой группы, n_1, n_2 – объемы выборок.

Далее оценивалось апостериорное распределение сдвига δ между группами, используя ранговые данные:

P(δ|данные) ∝ P(данные|δ) × P(δ), где
P (δ) – априорное распределение,
P (данные|δ) – правдоподобие, основанное на ранговых различиях.

Репозиторий ГрГМУ

Далее вычислялся Bayes Factor (BF_{10}) – отношение правдоподобий гипотез H1 (различие имеется) и H0 (различия отсутствуют):

$$BF10 = \frac{\text{P(данные | H1)}}{\text{P(данные | H0)}}$$

Апостериорное распределение визуализировалось как плотность вероятности, показывающая направление и величину эффекта (рис. 1).

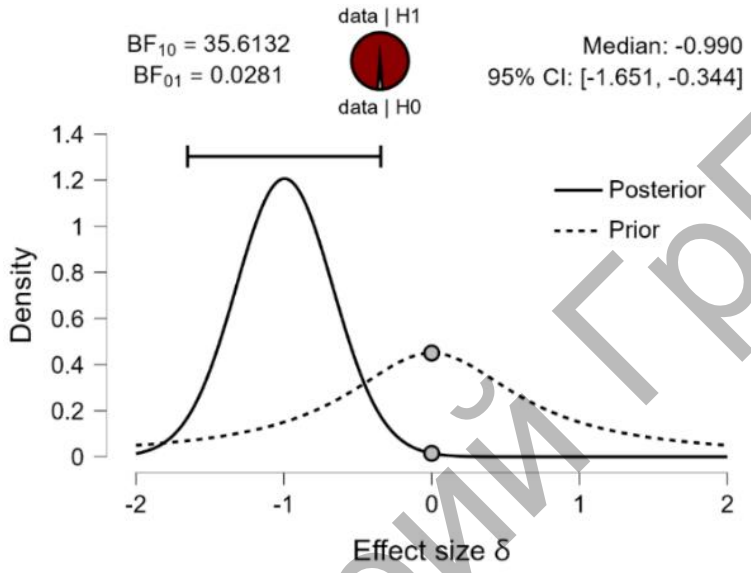


Рисунок 1 – Пример оценки апостериорной вероятности гипотезы

Например, при оценке показателя средний объем эритроцита проведен сравнительный анализ у спортсменов двух групп и получены значения BF_{10} 35.6, что указывает на сильные доказательства в пользу гипотезы H1: группы различаются, а апостериорное распределение и интервал [-1.65, -0.34] указывает на устойчивый эффект.

Таким образом, получены сильные доказательства (Mann-Whitney U-тест и критерий Байеса, BF_{10}>10), что спортсмены, получившие преимущества в адаптации к гипоксии, поскольку прошли горную подготовку, характеризуются ростом среднего объема эритроцита.

Результаты и их обсуждение. При проведении специального тестирования установлено, что при применении гипоксии выявлено меньшее значение (на 15% и более) лактата крови при сходной мощности нагрузки, соответствие концентрации лактата применяемой скорости движения дорожки, меньшая вариабельность пульса, что указывает на эффективность предшествующей подготовки и соответственно положительное влияние УТС в условиях среднегорья. В частности, у конькобежцев, специализирующихся на длинных дистанциях, δ лактата достигала -55% и -58% на 175 и 275 Ваттах мощности, что соответствовало аэробному механизму энергообеспечения.

Репозиторий ГрГМУ

Меньшая и большая мощность работы при проведении нагрузочного тестирования в группе «гипоксия» сопровождалась менее выраженными различиями, а при приближении интенсивности нагрузки к зоне максимального потребления кислорода они составляли менее 10%, что является существенным для спортсменов высокой квалификации. Спортсмены контрольной группы характеризовались высокой вариабельностью ЧСС, переносимость нагрузки по данным RPE Borg была выше в группе «гипоксия» (BF_{10} 261,0 – очень сильные доказательства). Воздействие гипобарической гипоксии привело к 13% приросту содержания гемоглобина в ретикулоцитах (BF_{10} 900,5 – очень сильные доказательства), более чем 2-х кратному увеличению содержания NO в эритроцитах (BF_{10} 795,1).

Выводы. Разработана и валидирована методика повышения эффективности тренировочного процесса при адаптации спортсменов к гипоксии, которая направлена на рост аэробной (в большей степени) и анаэробной производительности, а важнейшим ее результатом является увеличение доставки и утилизации тканями кислорода. Гипобарическая гипоксия, оказывая положительное влияние на физическую работоспособность, реализует свое влияние через специфический механизм, функционирующий с участием гемоглобина и монооксида азота эритроцитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. D’Alessandro, A. Erythrocyte adaptive metabolic reprogramming under physiological and pathological hypoxia / A. D’Alessandro, Y. Xia // Current Opinion in Hematology. – 2020. – Vol. 27, № 3. – P. 155-162.

2. Effect of an Eleven-Day Altitude Training Program on Aerobic and Anaerobic Performance in Adolescent Runners / P. Bahenský, V. Bunc, P. Tlustý [et al.] // Medicina. – 2020. – Vol. 56, № 4. – P. 184.

3. Hargreaves, M. Skeletal muscle energy metabolism during exercise / M. Hargreaves, L. L. Spriet // Nat Metab. – 2020. – Vol. 2, № 9. – P. 817-828.

ОЖИРЕНИЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Аль-Джебур Д. Ш. О.[1], Глуткина Н. В.[2], Подопригора М. В.[2]

[1]Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
[2]Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Избыточный вес и ожирение являются серьезной проблемой общественного здравоохранения, решение которой связано с высокими медицинскими и социальными издержками. Например, в Европейских странах финансовые затраты, связанные с лечением и профилактикой ожирения,

Репозиторий ГрГМУ