

Хадарцев Александр Агубечирович, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки, эксперт РАН, директор медицинского института, ФГБУ ВО «Тульский государственный университет»

e-mail: ahadar@yandex.ru

Токарев Алексей Рафаилович, ассистент кафедры «Анестезиологии и реаниматологии», ФГБУ ВО «Тульский государственный университет»

e-mail: medins@tsu.tula.ru

Ластовецкий Альберт Генрихович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры здравоохранения и общественного здоровья, медицинского страхования и государственного контроля в сфере здравоохранения Федерального государственного бюджетного учреждения дополнительного профессионального образования «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации

e-mail: lastovetsky@mail.ru

Хромушин Виктор Александрович, доктор биологических наук, кандидат технических наук, зам. директора медицинского института, ФГБУ ВО «Тульский государственный университет»

e-mail: vik@khromushin.com

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

Аннотация: в статье предлагается использовать для многофакторного анализа алгебраическую модель конструктивной логики, позволяющей мощным результирующим составляющим выявлять и количественно оценивать проблемы в достижении требуемых результатов, а также программно-аппаратный комплекс по оценке стрессоустойчивости спортсменов.

Ключевые слова: многофакторный анализ, алгебраическая модель конструктивной логики, стрессоустойчивость.

Khadartsev Alexander Agubechirovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Scientist, Expert of the Russian Academy of Sciences, Director of the Medical Institute, FSBI VO Tula State University

e-mail: ahadar@yandex.ru

Tokarev Alexey Rafailovich, Assistant of the Department of Anesthesiology and Resuscitation, FSBI VO Tula State University

e-mail: medins@tsu.tula.ru

Albert Genrikhovich Lastovetsky, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Health and Public Health, Copper-Zinc Insurance and State Control in the Field of Health Care, Federal State Budgetary Institution for Additional Professional Education, Central State Copper-Zinc Academy, Office of the President of the Russian Federation

e-mail: lastovetsky@mail.ru

Khromushin Viktor Alexandrovich, Doctor of Biological Sciences, Dean-Didate of Technical Sciences, Deputy Director of the Medical Institute, FSBI VO Tula State University

e-mail: vik@khromushin.com

METHODOLOGICAL VIEW ON ANALYTICAL STUDIES ON STRESS RESISTANCE IN HIGHER ACHIEVEMENT SPORT

Abstract: The article proposes to use for multivariate analysis an algebraic model of constructive logic, which makes it possible to identify and quantitatively evaluate problems in achieving the required results using powerful resulting components, as well as a software and hardware complex for assessing athletes' stress resistance.

Keywords: multivariate analysis, algebraic model of constructive logic, stress resistance.

Спорт высших достижений является весьма важной составляющей спорта, требующий максимально полного задействования всех физических, психических и духовных качеств спортсмена. Это требует принципиально иного подхода, по сравнению с массовыми видами спорта, в подготовке спортсменов с использованием современных научных методов диагностики функционального состояния организма (ФСО). При этом «в настоящее время существует настоятельная необходимость сделать акцент на качестве научных исследований, выработав наиболее целесообразный и верный стратегический подход к диалектическому единству научной теории и повседневной спортивной практики» [7].

Проведение научных исследований с требуемым качеством нуждается в использовании многофакторного анализа полученных первичных данных, характеризующих ФСО. Анализ по отдельным факторам или анализ только конечного результата, не позволяет выявить слабые места и оценить резервы организма спортсмена.

Целью данной работы является оценка возможностей:

- использования многофакторного анализа с легко интерпретируемым результатом, позволяющим выявить слабые места и резервы организма;
- многофакторного анализа показателей стрессоустойчивости как примера весьма важного направления исследований в спорте высших достижений.

Методы и организация исследований. Предлагается использовать опыт здравоохранения в организации методов многофакторного анализа:

- с помощью математического аппарата алгебраической модели конструктивной логики [5, 6, 9];
- с использованием аппарата “Симона111” в оценке стрессоустойчивости спортсмена [1-3].

Результаты и их обсуждения.

Спорт высших достижений на наш взгляд требует:

- индивидуального подхода;
- мониторинга тренировочного процесса спортсмена;
- углубленного многофакторного анализа, позволяющего:
 - выявлять и количественно оценивать проблемы, включая здоровье спортсмена;
 - моделировать процесс минимизации значений взаимосвязанных факторов, обеспечивающих достижения требуемого результата.

Указанным требованиям к многофакторному анализу удовлетворяет алгоритм алгебраической модели конструктивной логики (АМКЛ), который используется в здравоохранении [6]. Программа АМКЛ позволяет строить математическую модель в виде набора результирующих составляющих, каждая из которых представляет собой набор отдельных факторов с пределами их определения и подсчитанной мощностью в достижении цели [5]. В качестве цели можно выбирать как набор положительных, так и отрицательных результатов спортсмена.

Использование многофакторного анализа предполагает мониторинг процесса тренировки спортсмена, в котором фиксируется не только результат, но и значения факторов влияющих на результат. Программа АМКЛ позволяет работать с массивами данных размерностью до 255 факторов.

Важной особенностью алгоритма АМКЛ является исключение из результирующей математической модели факторов, которые не оказывают значимого влияния на результат. Необходимо отметить, что в многофакторном анализе независимо от используемого алгоритма существует требование: чем больше размерность массива, тем больше случаев необходимо накапливать для анализа. При использовании АМКЛ также не рекомендуется завышать число анализируемых факторов, тщательно продумывая постановку задачи исследования.

АМКЛ в отличие от нейронных сетей не требует обучения, что в значительной степени упрощает работу пользователя.

Выбор факторов для анализа является принципиальным вопросом. В зависимости от направленности исследований и методологических взглядов уче-

ные по разному подходят к этому вопросу. Например, для проверки гипотезы исследования стрессоустойчивости используют такие методики, как [4]:

1. Анкету для сбора общей информации о спортсменах.
2. Методику Дж. Тейлора «Измерение уровня тревоги», адаптированной В.Г. Норикадзе.
3. Методику «Стрессоустойчивость и стрессовая адаптация» (Т. Холмс и Р. Райх).
4. Симптоматическую анкету А.Волкова, Н. Водопьянова «Самочувствие в экстремальных ситуациях»

«Повышение квалификации в спорте не избавляет от воздействия стресса, является доказательством активного поиска компетентными спортсменами стратегий, позволяющих преодолеть прогрессивный стресс в сложной и конкурентной спортивной деятельности» [4].

Ряд авторов считают, что «Стрессоустойчивость в спортивной деятельности практически не изученное явление» [8]. Тем не менее, достижения в этом весьма важном направлении имеются [1-3]. В частности нами используется объективный способ оценки стрессоустойчивости, реализованный на базе программно-аппаратного комплекса “Симона 111”[11,14]. Способ диагностики стрессоустойчивости позволяет вычислять интегральный баланс и индекс симпатической активности. Он осуществляется следующим образом [1]:

- пациент укладывают спиной на кушетку;
- на кожу грудной клетки накладывают датчики АПК “Симона 111” по методике тетраполярной реокардиографии по Кубичеку;
- на плечо одной руки надевают манжету измерителя артериального давления;
- на палец другой руки надевают датчик пульсоксиметра.

Измерения проводят в течение 5 минут, далее определяют индекс стрессоустойчивости по следующей формуле:

$$\text{ИСУ} = (\text{ИБ} + 1000) / (1,2 \times \text{ИСА} + 40) \text{ у.е., где:}$$

ИСУ – индекс стрессоустойчивости, у.е.,

ИБ – интегральный баланс, %,

ИСА – индекс симпатической активности, у.е.

Затем определяют процентное отклонение от среднего значения нормы индекса стрессоустойчивости по следующей формул:

$$\Delta ИСУ = ((ИСУ - 10) / 10) \times 100\%, \text{ где:}$$

$\Delta ИСУ$ - процентное отклонение от среднего значения нормы ИСУ, %,

10 – среднее значение нормы ИСУ, у.е.

Стрессоустойчивость оценивают:

- при значениях ИСУ больше 12,0, а $\Delta ИСУ$ больше 20% диагностируют высокую стрессоустойчивость;
- при значениях ИСУ от 8,0 до 12,0, а $\Delta ИСУ$ от -20% до 20% диагностируют нормальную стрессоустойчивость;
- при ИСУ меньше 8,0, а $\Delta ИСУ$ меньше -20% диагностируют низкую стрессоустойчивость [1].

Наряду с этим АПК “Симона111” позволяет в процессе оценки стрессоустойчивости:

- накапливать через каждые 6 сек. 120 значений факторов для последующего многофакторного анализа;
- моделировать процесс, задавая желаемое значение выбранного фактора и прослеживая изменения других взаимосвязанных с ним факторов.

Для корректировки стрессоустойчивости патогенетически обосновано применение транскраниальной электростимуляции в спорте высших достижений с позиций теории стресса Г. Селье [2,15]. Этот метод был разработан в Институте физиологии им. И.П. Павлова РАН коллективом авторов во главе с В. П. Лебедевым, позволяющий получить положительные ответные реакции организма, такие как:

- восстановление центральной регуляции гемодинамики;
- нормализацию периферического кровообращения;
- нормализацию водно-солевого и азотистого обмена;
- активизацию процессов окислительного фосфорилирования [2].

Многочисленные исследования доказывают эффективность и сочетаемость транскраниальной электростимуляции с другими фармакологическими и физиотерапевтическими методами лечения [10,12,13].

Приведем клинический пример применения ИСУ у профессионального спортсмена:

Мужчина Б., 25 лет, рост 179 см, вес 66 кг, новобранец национальной сборной команды РФ по биатлону. Жалоб нет.

Был обследован впервые на АПК Симона в начале зимнего соревновательного сезона в конце октября. Обнаружены очень высокие показатели ФСО, характерные для профессионального спортсмена: кардиальный резерв (КР) равен 10,1 у. е. (значительно выше диапазона нормы), адаптационный резерв (АР) равен 1238 у. е. (значительно выше диапазона нормы), ИБ равен 222% (значительно выше диапазона нормы). ИСА равный 27 у. е. свидетельствовал о низкой симпатической активности. Был вычислен ИСУ равный 16,9 у. е., значение которого соответствовало высокой стрессоустойчивости, что характерно для профессионального спортсмена. В то же самое время на основании анамнеза и отсутствия жалоб у спортсмена не была нарушена стрессоустойчивость, код МКФ d2408.0 «Нет проблем (никаких, отсутствуют, ничтожные) – 0-4%».

В конце декабря во время короткого учебно-тренировочного сбора, характеризующегося воздействием сильных физических и психоэмоциональных нагрузок, спортсмен не отмечал каких-либо жалоб. Было проведено второе обследование на АПК Симона, которое показало снижение интегральных показателей ФСО: КР равен 8,6 у. е., АР равен 986 у. е., ИБ равен 136%. ИСА равен 41 у. е., что характеризует рост активности СНС. Был вычислен ИСУ равный 12,7 у. е., значение которого осталось в зоне высокой стрессоустойчивости, характерной для спортсмена высокой квалификации. Его отрицательная динамика соответствовала чувствительности этого показателя, который отразил воздействие на организм спортсмена высоких и избыточных физических и психоэмоциональных нагрузок.

В начале февраля во время следующего учебно-тренировочного сбора, перед чемпионатом мира по биатлону, на фоне продолжающихся физических и психоэмоциональных нагрузок спортсменов не отмечал каких-либо жалоб. Было проведено третье обследование на АПК Симона, которое показало, что все показатели ФСО вернулись на уровень первого обследования: КР равен 10,3 у. е. (значительно выше диапазона нормы), АР равен 1225 у. е. (значительно выше диапазона нормы), ИБ равен 187% (значительно выше диапазона нормы). ИСА равен 42 у. е., что соответствует нормосимпатикотонии. По разработанной и запатентованной формуле (8) был вычислен ИСУ равный 13,1 у. е., значение которого немного увеличилось по сравнению со вторым обследованием и осталось в зоне высокой стрессоустойчивости. В то же самое время, на основании анамнеза и отсутствия жалоб у спортсмена стресс не определен, код МКФ d2408.0 «Нет проблем (никаких, отсутствуют, ничтожные) – 0-4%».

Из этого примера следует, что ИСУ объективно отразил уровень и динамику стрессоустойчивости у спортсмена, изменяясь однонаправленно с интегральными показателями ФСО, в отличие от МКФ, которая не отразила динамику стрессоустойчивости у спортсмена с высокой стрессоустойчивостью.

Выводы:

1. Многофакторный анализ процесса тренировки спортсмена предлагается осуществлять с помощью АМКЛ, позволяющей:

- по мощным результирующим составляющим выявлять и количественно оценивать проблемы;
- использовать по различным направлениям исследований в спорте высоких достижений.

2. Комплекс “Симона111” позволяет:

- моделировать процесс минимизации значений взаимосвязанных факторов, обеспечивающих достижения требуемого результата;
- объективно оценивать стрессоустойчивость спортсмена;

- формировать многомерный массив для дальнейшего углубленного многофакторного анализа.

Список источников:

1. Токарев А.Р., Антонов А.А., Хадарцев А.А. Способ диагностики стрессоустойчивости // Патент на изобретение №2742161. Заявка 2020116266 от 24.04.2020. Дата регистрации 02.02.2021. Опубликовано 02.02.2021 Бюл. №4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/ppb/2742161.pdf>.

2. Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Иванов Д.В., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г.

Транскраниальная электростимуляция (ТЭС) в лечении стресса COVID-19. Издание второе, исправленное и дополненное. М.: ИНдрик, 2021. 32 с.

3. Хадарцев А.А., Стариков Н.Е., Грачев Р.В. Профессиональный стресс у военнослужащих (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2020. №2. С. 74–82. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16677.

4. Капашева Г.А. Исследование уровня тревожности и стрессоустойчивости у спортсменов // Инновационная наука. 2020. №2. С.108-109.

5. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Хадарцев А.А., Китанина К.Ю. Программа алгебраической модели конструктивной логики // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2018613348, 13.03.2018. Заявка № 2017662580 от 04.12.2017.

6. Хромушин В.А., Китанина К.Ю., Хромушин О.В. Алгебраическая модель конструктивной логики: монография. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. 245 с. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/mng/17m12.pdf>.

7. Болдырев Б.Н., Андрущишин И.Ф., Санауов Ж.А. Спорт высших достижений и инновационно-информационные технологии // Теория и методика физической культуры. 2017. №2(48). С.69-73.

8. Кочнева Е.М., Буянов К.В., Харитонов М.И. Стрессоустойчивость как ресурс результативности спортсменов // Проблемы современного педагогического образования. 20016. № 53-5. С.308-315.

9. Китанина К.Ю. Методология многофакторного исследования здоровья населения с использованием алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т.23. № 3. С.14-22.

10. Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Токарева С.В., Хромушин В.А., Иванов Д.В. Способ лечения профессионального стресса. Патент на изобретение RU 2703328 С1, Заявка № 2018137881 от 26.10.2018. Дата регистрации 16.10.2019. Бюл. № 29. Опубликовано 16.10.2019. Бюл. №4.

11. Федоров С.С., Токарев А.Р. Возможности медико-биологического контроля в спорте (краткий литературный обзор) // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 4. С. 294-298.

12. Токарев А.Р., Токарева С.В., Симоненков А.П., Каменев Л.И. Транскраниальная электростимуляция в сочетании с трансцеребральным электрофорезом серотонина в лечении профессионального стресса // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. № 5. С. 108-113.

13. Хадарцев А.А., Токарев А.Р. Профессиональный стресс (механизмы развития, диагностика и коррекция проявлений) / Тула, 2020.

14. Токарев А.Р. Возможности аппаратно-программного метода выявления психосоматических расстройств у инженерно-технических работников // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. № 4. С. 32-37.

15. Токарев А.Р. Нейро-цитокиновые механизмы острого стресса (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. № 3. С. 194-204.