

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

Бут-Гусаим В.В., Пирогова Л.А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Республика Беларусь

Современный спорт высших достижений – это не только физическая нагрузка, но и мощное психоэмоциональное напряжение. Часто психоэмоциональный стресс способствует мобилизации ресурсов. Однако давление соревнований, ожидания тренеров, медиа и болельщиков, а также внутренняя мотивация к победе часто создают такую стрессовую среду, которая способна неблагоприятно повлиять на здоровье и результативность спортсмена. Психоэмоциональный стресс в спорте имеет многофакторную природу, на что указывают работы, посвященные данной тематике. На основании данных исследований можно выделить следующие факторы: внешние стрессоры (организация соревнований, коммуникация, межличностные факторы) и внутренние (оценка ситуации, уровень готовности). Указанные факторы вызывают специфические изменения в четырех сферах – физиологической, когнитивной, эмоциональной и поведенческой, что подтверждено моделями классификации стрессоров и реакций, разработанными на основе теоретических обзоров и эмпирического анализа в спорте [1, 2].

Учитывая специфику спортивной деятельности, ряд требования и правил, предъявляемых к спортсменам, возрастает потребность в неинвазивных методах оценки последствий психоэмоционального стресса, позволяющих своевременно выявлять риски и корректировать тренировочный процесс. В этой связи возрастает интерес к биомаркерам, способным объективно отражать уровень и последствия стресса. Их неинвазивное выявление открывает новые горизонты в спортивной медицине и психологии. Биомаркеры – это биологические показатели, отражающие физиологические или патологические процессы. В контексте психоэмоционального стресса они позволяют оценить уровень активации стресс-реакции, выявить риски переутомления и эмоционального выгорания, индивидуализировать восстановительные и тренировочные стратегии. Воздействие любого стрессового фактора неизбежно приводит к изменениям на биохимическом уровне. Сочетанный анализ изменений на биохимическом уровне и спортивной результативности позволяет судить о функциональном состоянии, переносимости тренировочного стресса и рисках перетренированности. Также подчеркивается важность мониторинга и индивидуальных референтных интервалов [3–5]. Для более точной и расширенной оценки воздействия стрессора на организм целесообразно применять комплексный подход с оценкой физиологических и биохимических маркеров в сочетании с результатами психологических тестов.

В настоящее время биохимические маркеры стресса определяют в различных биоматериалах, но наиболее часто для этого используют кровь, слюну и мочу. В слюне человека присутствует ряд маркеров, уровень которых тесно коррелирует с фазами стресса и его видами [6–10]. Работа с данным биологическим материалом не носит выраженного стрессового характера для спортсмена и не противоречит отдельным правилам спортивной деятельности. Изучение психологических маркеров позволяет провести оценку как отдельных состояний (соревновательная тревожность, напряжение, усталость), так и ресурсов (устойчивость, копинг-стратегии, командная поддержка). Известно, что профиль копинга и детерминант устойчивости существенно меняется на разных этапах спортивной карьеры [11]. Совокупность биохимических, физиологических и психологических показателей даёт наиболее содержательную картину о реакции на стресс и способность к восстановлению, что, в перспективе может способствовать снижению риска нарушений адаптации, заболеваний и травм при условии регулярности измерений и учета специфики вида спорта [3, 5, 7, 11].

Одним из наиболее изученных биохимических маркеров стресса является кортизол. Его уровень в слюне, крови или моче отражает степень активации гипоталамо-гипофизарно-адреналовой оси. Он регулирует обмен веществ, уровень глюкозы, артериальное давление и активность иммунной системы. В спорте высших достижений кортизол играет роль индикатора адаптационного ресурса и перетренированности так как его уровень отражает способность организма справляться с физическими и психоэмоциональными нагрузками, а длительное повышение концентрации может свидетельствовать о нарушении восстановительных процессов. Таким образом изучение динамики кортизола в биологических средах позволяет оценивать эффективность тренировок и риск выгорания. Несмотря на высокую информативность применения кортизола в качестве биомаркера стресса, существуют и значимые ограничения. Одними из наиболее существенных проблем являются суточная вариабельность и влияние на концентрацию питания, сна, эмоционального состояния и ряда физических факторов. Также необходимо учитывать генетику, тип нервной системы, психотип и то, что уровень кортизола может быть высоким у устойчивых к стрессу спортсменов без негативных последствий.

В спорте высших достижений такие биомаркеры, как адреналин и норадреналин являются показателями симпатической активации, отражают уровень психоэмоционального напряжения, особенно в предсоревновательные и критические моменты. Они способствуют повышению частоты сердечных сокращений и артериального давления, усилению концентрации внимания и когнитивной активности, расширяют бронхи и улучшают качество дыхания, способствуют мобилизации энергетических ресурсов, подготавливают организм к интенсивной физической активности. Несмотря на высокую физиологическую значимость, применение адреналина и норадреналина как биомаркеров сопряжено с рядом трудностей. Концентрация этих гормонов быстро меняется

и возвращается к базовому уровню. Для качественного определения уровня необходимо использовать инвазивные методы исследования. На уровень адреналина и норадреналина в значительной степени влияют тип нервной системы и тренированность, физическая нагрузка, питание, сон, температура окружающей среды и другие физические факторы.

Ещё одной перспективной группой биомаркеров стресса являются цитокины. В условиях психоэмоционального стресса они играют роль посредников между нервной, эндокринной и иммунной системами, формируя так называемую психо-нейро-иммунную ось. В спорте высших достижений цитокины могут служить индикаторами адаптационного ответа на стресс, свидетельствовать о наличии воспаления, связанного с хроническим напряжением, являются индикаторами иммунной устойчивости или истощения. Проблемы использования цитокинов как биомаркеров в спорте связана, в первую очередь с тем, что их уровень зависит от времени суток, фазы тренировочного цикла, питания, сна и даже микробиома, в большинстве случаев анализ уровня требует забора крови, что ограничивает частоту и удобство мониторинга. Также одной из основных проблем применения цитокинов как биомаркеров психоэмоционального стресса является их неспецифичность – изменения цитокинового профиля могут быть вызваны не только стрессом, но и инфекциями, травмами, аллергиями.

В контексте психоэмоционального стресса в спорте стоит уделить внимание иммуноглобулинам, так как их уровень отражает состояние иммунной защиты и может изменяться при стрессе. В спорте высших достижений иммуноглобулины используются как индикаторы нарушения иммунной регуляции на фоне психоэмоционального напряжения, как маркеры снижения устойчивости к инфекциям в периоды интенсивных тренировок и соревнований, как индикаторы риска развития синдрома перетренированности и эмоционального выгорания. Однако уровень иммуноглобулинов может изменяться не только в результате воздействия стресса, но и указывать на наличие инфекции, аллергии или отражать реакцию на вакцинацию. При исследовании слюны можно изучить иммуноглобулин А, однако его уровень в значительной мере зависит от генетики, питания, гигиены полости рта и времени суток.

Глюкоза является основным источником энергии для мозга и мышц. В условиях психоэмоционального стресса активируется гипоталамо-гипофизарно-адреналовая ось, что приводит к выбросу кортизола и адреналина, стимулирующих глюконеогенез и мобилизацию глюкозы в кровь. В спорте высших достижений уровень глюкозы может отражать степень активации центральной нервной системы, энергетическую готовность организма к нагрузке, нарушения метаболической регуляции при хроническом стрессе или перетренированности. Исследования показывают, что гипогликемия может сопровождаться раздражительностью, тревожностью, снижением концентрации и когнитивных функций, а гипергликемия – быть маркером чрезмерной активации стресс-реакции. При изучении глюкозы в качестве

биомаркера стресса у спортсменов необходимо помнить, что её уровень зависит не только от стресса, но и от питания, физической активности, сна, гормонального фона и даже времени суток. Глюкоза реагирует на стресс мгновенно, но также быстро возвращается к норме, что требует точного тайминга при измерении. У спортсменов с высокой тренированностью глюкозный ответ может быть сглажен, а у лиц с нарушениями углеводного обмена – искажен.

Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время существует возможность изучения ряда перспективных биологических маркеров стресса в спорте высших достижений. Развитие данного направления будет способствовать разработке методов ранней диагностики стресс-реакции у спортсменов.

Среди ключевых нерешённых задач в данном направлении следует отметить невозможность использования одного универсального биохимического маркера и ограниченную информативность однократных анализов. Для повышения качества исследований необходимо применять динамический подход с использованием нескольких показателей и их сравнением с индивидуальными фоновыми значениями. Комплексная оценка состояния на основе объединения различных маркеров создаёт основу для формирования мультибиомаркерных панелей. Развитие неинвазивных методов мониторинга реакции спортсмена на стресс позволит получать данные с высокой частотой, а интеграция биомониторинга с портативными цифровыми устройствами откроет возможности для сбора информации в реальном времени и упростит создание персонализированных биомаркерных профилей.

Будущее спорта высших достижений невозможно без глубокого понимания психоэмоционального состояния спортсменов. Неинвазивные методы оценки становятся ключевым инструментом в руках тренеров, врачей и психологов. Их развитие является шагом к более гуманному, научно обоснованному и эффективному подходу к подготовке элитных спортсменов.

Литература

1. Нугманов, Д. Г. Исследование стресс-реакций и внешних факторов стресса в спортивной деятельности (теоретические и практические аспекты) / Д. Г. Нугманов // Акмеология. – 2019. – Т. 1, № 69. – С. 48–54.
2. International Society of Sport Psychology Position Stand: Athletes' Mental Health, Performance, and Development / R. Schinke, N. Stambulova, G. Si, Z. Moore // International Journal of Sport and Exercise Psychology. – 2017. – № 16. – P. 1–18.
3. Гаврилова, С. О. Персонализированный подход в обосновании референтных интервалов биохимических маркеров перетренированности на примере гребцов-академистов / С. О. Гаврилова // Прикладная спортивная наука. – 2022. – Т. 1, № 15. – С. 71–79.
4. Раджабкадиев, Р. М. Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам / Р. М. Раджабкадиев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 23, № 2. – С. 81–91.
5. Психофизиологические и биохимические подходы к оценке уровня стресса у студентов-медиков / О. А. Залата, Е. В. Серeda, А. Н. Кравченко [и др.]

// Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2020. – Т. 10, № 4. – С. 17–23.

6. Salivary cortisol and cortisone in the clinical setting / J. Blair, J. Adaway, B. Keevil, R. Ross // *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity*. – 2017. – Vol. 24, № 3. – P. 161–168.

7. Саф, Е. А. Оценка уровня психоэмоционального стресса у обучающихся с использованием биохимического анализа слюны / Е. А. Саф, Л. В. Бельская // *Science for Education Today*. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 218–240.

8. Salivary Cortisol Analysis in Collegiate Female Lacrosse Athletes / J. Carter, S. L. Mathews, Y. L. Figueroa, J. A. Bunn // *International Journal of Exercise Science*. – 2023. – Vol. 16, № 6. – P. 242–251.

9. Slater, R. E. Detection and Correlation of Salivary Biomarkers to Burnout in Athletes / R. E. Slater. – York St John University, 2025. – 43 p.

10. Connections between Different Sports and Ergogenic Aids—Focusing on Salivary Cortisol and Amylase / C. Honceriu, A.-S. Curpan, A. Ciobica [et al.] // *Medicina*. – 2021. – Vol. 57, № 8. – P. 753.

11. Горская, Г. Б. Психологические ресурсы преодоления долговременных психических нагрузок на разных этапах профессиональной карьеры спортсменов командных видов спорта / Г. Б. Горская, З. Р. Совмиз // *Физическая культура, спорт - наука и практика*. – 2018. – № 3. – С. 88–93.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В НЕЙРОКОГНИТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА: АНАЛИЗ ПРЕДИКТОРОВ НИЗКОГО ОТВЕТА НА ТЕРАПИЮ

Горбачева А.В., Тынтерова А.М.

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта
г. Калининград, Российская Федерация

Актуальность. Инсульт – ведущая причина инвалидизации взрослого населения, в связи с чем постинсультная реабилитация становится ключевым направлением для восстановления функциональной независимости и улучшения качества жизни пациентов, а также важным инструментом снижения социально-экономического бремени. Применение технологий виртуальной реальности (VR – virtual reality) является актуальным и современным способом ранней реабилитации, однако новизна и недостаточная изученность данного метода требует выявления факторов, ассоциированных с низким ответом, для персонализации реабилитационных программ.

Цель. Выявить предикторы, снижающие эффективность VR-реабилитации у пациентов в остром периоде ишемического инсульта.