2. Transcriptional control. of the arginine/lysine transporter, Cat-1, by physiological stress / J. Fernandez, A. B. Lopez, C. Wang [et al.] // Journal of Biological Chemistry. – 2003. – Vol. 278, № 48. – С. 50000–50009.

3. Асимметричный диметиларгинин в качестве лабораторного критерия после корригирующей терапии у пациентов с аневризмой восходящего отдела грудной аорты / Т. Ф. Субботина, Н. Д. Гаврилюк, Т. А. Дружкова [и др.] // Атеросклероз и дислипидемии. – 2022. – Т. 1, № 46. – С. 40–46.

4. L-аргинин и артериальная гипертензия: клинико-патогенетические взаимосвязи и коморбидность / В. А. Щербак, А. С. Медведева, Т. А. Аксенова [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 32–41.

5. Влияние холодового стресса и острой алкогольной интоксикации на аминокислоты с разветвлённой углеродной цепью в тимусе крыс / Н. А. Валько, А. А. Дробышевская, Т. Р. Блошко [др.] // Актуальные проблемы медицины : сб. материалов итоговой науч.-практ. конф., 29 янв. 2026 г. / отв. ред. И. Г. Жук. – Гродно, 2026. – С. 58–60.

6. Дорошенко, Е.М. Структура пула свободных аминокислот и их производных плазмы крови у пациентов с ишемической болезнью сердца и проявлениями хронической сердечной недостаточности / Е. М. Дорошенко, В. А. Снежицкий, В. В. Лелевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2017. – Т. 15, № 5. – С. 551–556.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПОКОЕ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У СПОРТСМЕНОВ

Титова Е. М.

Республиканский научно-практический центр спорта
Минск, Беларусь

Введение. Восстановление частоты сердечных сокращений (ЧСС) после физической нагрузки является важным показателем функционального состояния и адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы спортсменов. Скорость снижения ЧСС в постнагрузочном периоде отражает эффективность перестройки автономной регуляции после прекращения мышечной работы и зависит от интенсивности нагрузки, уровня тренированности, пола и особенностей восстановительного периода [1-3]. Для оценки исходного состояния автономной регуляции широко применяют анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР). Временные и спектральные показатели характеризуют особенности регуляции сердечного ритма в покое. Предполагается, что исходные параметры ВСР могут быть связаны с последующим восстановлением ЧСС [4], однако характер этих связей способен

Репозиторий ГрГМУ

различаться в зависимости от спортивной специализации и направленности нагрузки.

Цель. Установить взаимосвязь между временными и спектральными показателями ВСР, зарегистрированными в состоянии покоя и скоростью восстановления ЧСС после максимальной нагрузки аэробного и анаэробного характера у спортсменов с различной направленностью тренировочно-соревновательной деятельности.

Методы исследования. В исследовании приняли участие 1650 спортсменов: 1047 мужчин и 603 женщин. Спортсмены были объединены в 4 группы видов спорта, в зависимости от специфики движений, структуры соревновательной и тренировочной деятельности: циклические виды спорта – 576 человек (365 мужчин и 211 женщин), игровые – 580 человек (382 мужчины и 198 женщин), единоборства – 300 человек (194 мужчины и 106 женщин) и сложнокоординационные виды спорта – 194 человека (106 мужчин и 88 женщин). Обследование проводили в лабораторных условиях в первой половине дня после получения письменного информированного согласия; протокол был одобрен локальным этическим комитетом (12.05.2022, № 1). Сначала все спортсмены выполняли нагрузку аэробного характера: максимальное нагрузочное тестирование «до отказа» (спировелоэргометрия) на велоэргометре Shiller со ступенчатовозрастающей нагрузкой (начальная мощность – 50 Вт, шаг ступени – 25 Вт). После 30-минутного отдыха и восстановления спортсмены выполняли нагрузку анаэробного характера: Вингейт-тест на велоэргометре Monark Ergomedic 894e в течение 30 секунд с использованием отягощения в 7,5% от массы тела. После ступенчатовозрастающей нагрузки «до отказа» время восстановления ЧСС регистрировали в течение 5 минут, после Вингейт-теста – в течение 3 минут. Скорость восстановления ЧСС выражали в процентах как отношение разности между ЧСС на последней минуте восстановления и максимальной ЧСС к величине максимальной ЧСС на пике нагрузки: (ЧССв.−ЧССм.)/ЧССм.×100%, где ЧССв. – ЧСС на последней минуте восстановления, ЧССм. – пиковая ЧСС. Вследствие того, что ЧССв.<ЧССм., все значения ЧСС (%) были отрицательными; более отрицательные значения интерпретировались как более быстрое восстановление ЧСС. Для оценки состояния автономной регуляции использовали регистрацию временных (SDNN, мс; RMSSD, мс; pNN50,%) и спектральных (TP, мс^2; VLF, мс^2; LF, мс^2; HF, мс^2 и LF/HF) показателей ВРС и показателей кардиоинтервалографии (ИН. у.е.) на аппаратно-программном комплексе «Поли-Спектр» в первой половине дня, в положении лежа в течение 3 минут до выполнения нагрузочного тестирования. Статистический анализ выполняли с использованием Excel 2021 и STATISTICA 10.0; нормальность распределения проверяли критерием Шапиро-Уилка. Силу и направленность взаимосвязей между показателями оценивали по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена; статистическую значимость различий принимали при $p<0,05$.

Репозиторий ГГПУ

Результаты и их обсуждение. По данным корреляционного анализа скорость восстановления ЧСС (%) после максимальной нагрузки аэробного характера (спировелоэргометрии) у мужчин *циклических* видов спорта имела слабую положительную связь с показателями LF/HF симпато-вагусного баланса и индексом напряжения ИН (r=0,163 и 0,234, p<0,05, соответственно) и слабую отрицательную связь с временными показателями SDNN, RMSSD, pNN50 (r=-0,146, -0,215 и -0,249, p<0,05, соответственно). У женщин этой группы спорта выявлена только слабая связь с индексом напряжения (r=0,153 p<0,05). У мужчин *игровых* видов спорта зарегистрирована слабая отрицательная связь с показателями RMSSD, pNN50 (r=-0,117 и -0,117, p<0,05, соответственно). Слабая положительная связь ИН со скоростью восстановления после аэробной нагрузки выявлена и у мужчин, и у женщин (r=0,143 и 0,172, p<0,05, соответственно). У представителей *единоборств* слабая связь скорости восстановления ЧСС (%) со спектральными и временными показателями ВСР в покое LF/HF, RMSSD, pNN50 была выявлена только у мужчин (r=0,216, -0,142 и -0,237, p<0,05, соответственно). У мужчин *сложнокоординационных* видов спорта скорость восстановления ЧСС (%) после физической нагрузки аэробного характера была слабо связана со спектральными показателями HF и LF/HF, (r=-0,220 и 0,218, p<0,05, соответственно). и временными показателями SDNN, RMSSD, pNN50 (r=-0,217, -0,351 и -0,346, p<0,05, соответственно). У женщин сложнокоординационных видов спорта скорость восстановления ЧСС была слабо связана со спектральными показателями TP, LF, и HF (r=-0,285, -0,276 и -0,294, p<0,05, соответственно) и временными показателями SDNN, RMSSD, pNN50 (r=-0,303, -0,377 и -0,377, p<0,05, соответственно).

Скорость восстановления ЧСС (%) в ближайшем восстановительном периоде после достижения максимальных значений в анаэробном Вингейт-тесте имела слабую связь с ИН у мужчин циклических видов спорта (r=0,132, p<0,05) и с LF у мужчин сложнокоординационных видов спорта (r=0,233, p<0,05). Достоверных связей скорости восстановления ЧСС после нагрузки анаэробного характера с показателями ВСР у женщин и у мужчин единоборцев и представителей игровых видов спорта не выявлено.

Выводы. У спортсменов выявлены статистически значимые взаимосвязи между показателями ВСР в покое и скоростью восстановления ЧСС после физической нагрузки, однако большинство корреляций были слабыми. Связи между ВСР в покое и восстановлением ЧСС чаще выявлялись после максимальной нагрузки аэробного характера, чем после анаэробного Вингейт-теста, что указывало на различия в механизмах автономного обеспечения восстановления после нагрузок разной направленности. Отрицательные связи скорости восстановления ЧСС с RMSSD, pNN50, SDNN и HF свидетельствовали о том, что более высокие значения показателей, связанных с вариабельностью и парасимпатической регуляцией, ассоциированы с большим снижением ЧСС и более быстрым восстановлением. Положительные связи ЧСС (%) с LF/HF и индексом напряжения указывали на ассоциацию повышенного

Репозиторий ГрГМУ

симпато-вагусного баланса и индекса напряжения регуляторных систем с менее выраженным восстановлением ЧСС после физической нагрузки. Наиболее широкий спектр взаимосвязей после аэробной нагрузки выявлен у представителей сложнокоординационных видов спорта, а у женщин этой группы корреляции были более многочисленными и выраженными. После анаэробной нагрузки корреляционные связи обнаружены только у мужчин циклических и сложнокоординационных видов спорта. У женщин и мужчин игровых видов спорта и единоборств статистически значимых корреляций не выявлено. Взаимосвязь показателей вариабельности сердечного ритма в покое со скоростью восстановления ЧСС после физической нагрузки у спортсменов зависит от характера нагрузки, пола и спортивной специализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Peçanha, T. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases // T. Peçanh, N. D. Silva-Júnior, C. L. M. Forjaz / Clin Physiol Funct Imaging. – 2017. – Vol. 37, № 4. – P. 327–339.

2. Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically active individuals // R. F. Bentley, E. Vecchiarelli, L. Banks [et al.] / Appl Physiol Nutr Metab. – 2020. – Vol. 45, № 10. – P. 1138–1144.

3. Post-exercise heart rate recovery and parasympathetic reactivation are comparable between prepubertal boys and well-trained adult male endurance athletes / A. Dupuy, A. Birat, O. Maurelli [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2022. – Vol. 122, № 2. – P. 345–355.

4. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men // G. E. Molina, K. E. Fontana, L. G. Porto [et al.] / Clin Auton Res. – 2016. – Vol. 26, № 6. – P. 415–421.

ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ

Токарев В. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Из-за отсутствия в геноме млекопитающих соответствующих гидрогеназ, молекулярный водород (H_2) традиционно классифицировался как физиологически не активный газ, не вовлеченный в системный метаболизм человека и поэтому лишенный специфических молекулярных мишеней в тканях человека [1, с. 624].

Однако новаторская публикация в журнале Nature Medicine (2007) под авторством I. Ohsawa с соавторами, показала, что молекулярный водород селективно элиминирует цитотоксические реактивные формы кислорода,

Репозиторий ГрГМУ