



ПГУ
ФК
СИТ



ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ АДАПТАЦИИ К РАЗНЫМ ПО ВЕЛИЧИНЕ ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Материалы IV Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием

Казань, 22 ноября 2024 года

**МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА»
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ»
АКАДЕМИЯ СПОРТА АЗЕРБАЙДЖАНА
ПОВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
АДАПТАЦИИ К РАЗНЫМ ПО ВЕЛИЧИНЕ
ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ**

**Материалы IV Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием**

Казань, 22 ноября 2024 года

УДК 796/799
ББК 75.14

А 38 Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам». – Казань: Поволжский ГУФКСиТ, 2024. – 324 с.

В сборнике представлены материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам», проходившей на базе ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань. Сборник предназначен для специалистов в области физической культуры, спорта и туризма, преподавателей высших учебных заведений, научных работников, студентов, тренеров и спортсменов.

Материалы представлены в авторской редакции.

Редакционная коллегия:

Исхакова А.Т., Давлетова Н.Х.

Под общей редакцией:

Назаренко А.С., к.б.н., доцент, проректор по научной работе и международной деятельности Поволжского ГУФКСиТ

УДК 796/799
ББК 75.14

© Кафедра медико-биологических дисциплин, 2024
© Поволжский ГУФКСиТ, 2024

АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ НА ПИКЕ НАГРУЗКИ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Даутова А.З.¹, Валева Е.В.², Смолина Ю.И.¹, Мавлиев Ф.А.¹

¹Поволжский государственный университет
физической культуры, спорта и туризма

²Казанский государственный медицинский университет
Казань, Россия

Аннотация. Изучена ассоциация полиморфизмов генов rs6756667 (*EPAS1*), rs4253778 (*PRARA*) и rs1815739 (*ACTN3*) с показателями кардиореспираторной системы (КРС) при ступенчато-повышающейся нагрузке у спортсменов циклических видов спорта (плавание, академическая гребля, лыжные гонки). Было обследовано 71 спортсмена мужского пола в возрасте 22,78±4,85 лет. Установлено, что у спортсменов носителей аллеля rs6756667*А гена *EPAS1* при предельной нагрузке наблюдается более эффективное и экономичное дыхание, тогда как у носителей аллеля rs6756667*G на фоне гипервентиляции легких развивается гипокапния. Показано, что у носителей генотипа rs4253778GG гена *PRARA* на пике мышечной работы повышена глубина дыхания по сравнению с представителями CG генотипа. Носители аллеля rs1815739*С гена *ACTN3* характеризовались более высоким анаэробным порогом. Таким образом, аллели полиморфизмов rs6756667*А (*EPAS1*), rs6756667*G (*PRARA*) и rs1815739*С (*ACTN3*) могут быть протективными маркерами функциональных возможностей КРС и физической работоспособности спортсменов.

Ключевые слова: полиморфизмы генов, кардиореспираторная система, физическая работоспособность, спортсмены.

Введение. На физическую работоспособность и физические качества спортсменов влияет множество факторов. Наиболее важными факторами, повышающими спортивный успех, являются оптимальные тренировочные нагрузки и наследственный фактор. Несмотря на относительно сильное влияние генетических детерминант на профиль высококвалифицированного спортсмена [1; 3], поиск генетических маркеров, способствующих росту спортивного мастерства, является сложной задачей.

На сегодняшний день известно о 251 полиморфизме, ассоциированных с предрасположенностью к занятиям спортом [5]. Одними из представляющих интерес для исследователей являются полиморфизмы таких генов, как rs4253778 (*PRARA*) и rs1815739 (*ACTN3*).

Ген α -актинина-3 (*ACTN3*) отвечает за выработку актин-связывающего белка альфа-актина-3. Данный белок играет структурную и регуляторную роль в сокращении мышц [6]. Замена С>Т в кодоне 577 гена *ACTN3* является наиболее

распространенной генетической вариацией, приводящей к образованию стоп-кодона (X) и выработке нефункционального генного продукта.

Другой полиморфизм, ассоциированный с функциональными возможностями спортсменов, находится в гене рецептора, активируемом пролифератором пероксисом альфа (*PPARA*), интрон 7 G > C (rs4253778) [2; 3; 5].

Также представляет интерес изучение полиморфизмов генов, влияние которых на функционирование кислородтранспортной системы (КТС) было ранее установлено на лицах, не занимающихся спортом, но при этом исследования на спортсменах приводятся в ограниченном количестве. К таким маркерам относят полиморфизм rs6756667 гена *EPAS1*. Ген эндотелиального белка 1 домена PAS (*EPAS1*) кодирует кислородчувствительную субъединицу транскрипционного фактора HIF-2 и играет роль в регуляции экспрессии эритропоэтина и фактора роста эндотелия сосудов в условиях гипоксии.

В связи с вышеизложенным целью исследования явилось изучение ассоциации полиморфизмов rs4253778 (*PPARA*), rs1815739 (*ACTN3*) и rs6756667 (*EPAS1*) с показателями кардиореспираторной системы у спортсменов циклических видов спорта.

Материалы и методы. В исследовании приняло участие 71 спортсмена циклических видов спорта (плавание, академическая гребля, лыжные гонки), возраст обследованных 22,78±4,85 лет, рост 183,7±8,95 см, вес 78,79±16,09 кг. Квалификация от 1 взрослого до мастеров спорта. Исследование проводилось на базе НИИ Физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «ПГУФКСиТ».

Для изучения полиморфизмов генов использовали образцы геномной ДНК, выделенные из эпителиальных клеток буккального эпителия, полученные с помощью соскоба стерильным универсальным одноразовым зондом. Образцы были генотипированы с помощью ПЦР в реальном времени в дубликate с использованием коммерческих реагентов (Тест-ген, Россия) на амплификаторе CFX96 Touch™ (Bio-Rad, США).

Для лыжников применялось нагрузочное тестирование с повышающейся нагрузкой на тредбан Cosmos Quasar (Германия). Для гребцов нагрузка проводилась на гребном эрометре Concept 2. Все спортсмены выполняли нагрузку до отказа. Во всех случаях использовался газоанализатор Metalyzer 3В (Германия). На пике нагрузки были изучены следующие показатели: вентиляционный эквивалент по кислороду (VE/VO_{2max}) и углекислому газу (VE/VCO_{2max}); пик концентрации кислорода ($FEtO_2$) и углекислого газа ($FEtCO_2$) в конечной порции выдыхаемого воздуха; максимальное конечно-экспираторное парциальное давление выдыхаемого O_2 ($PetO_2$) и CO_2 ($PetCO_2$); частота ($ЧД_{max}$) и глубина дыхания (VT_{max}); потребление кислорода при достижении анаэробного порога ($ПК_{пано}$); АП% от МПК.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 10.0. При сравнении средних значений применялся однофакторный дисперсионный анализ, при наличии влияния фактора проводили апостериорный анализ с поправкой Бонферрони. Количественные данные в

тексте представлены в виде среднего (M) и стандартной ошибки ($\pm m$). Уровень значимости принимался при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Результаты дисперсионного анализа позволили установить влияние полиморфизма rs6756667 гена *EPAS1* на некоторые показатели газообмена в легких: на VE/VO_{2max} ($F = 6,96$, $p = 0,02$), $VE/VC_{O_{2max}}$ ($F = 4,82$, $p = 0,013$), $FEtO_2$ ($F = 8,92$, $p = 0,0006$), $FEtCO_2$ ($F = 7,19$, $p = 0,002$), $PetO_2$ ($F = 8,56$, $p = 0,0007$), $PetCO_2$ ($F = 7,19$, $p = 0,002$). У спортсменов, имеющих генотип AA гена *EPAS1* наблюдалось более низкое значение VE/VO_{2max} ($32,29 \pm 4,54$ против $37,78 \pm 4,04$), $VE/VC_{O_{2max}}$ ($26,59 \pm 4,07$ против $29,99 \pm 2,16$), $FEtO_2$ ($16,06 \pm 0,62$ % против $16,79 \pm 0,38$ %), $PetO_2$ ($113,6 \pm 4,3$ мм.рт.ст против $119 \pm 2,67$ мм.рт.ст) и более высокое значение $FEtCO_2$ ($5,61 \pm 0,73$ % против $4,89 \pm 0,33$ %), $PetCO_2$ ($39,73 \pm 5,22$ мм.рт.ст против $34,71 \pm 2,37$ мм.рт.ст.) по сравнению с носителями аллеля G (генотип AG) ($p < 0,05$). У носителей генотипа GG (*EPAS1*) на пике мышечной нагрузки наблюдалось состояние гипокапнии, что обусловлено чрезмерной гипервентиляцией легких. Удаление CO_2 из организма зависит от нескольких факторов: скорости метаболизма, состояния системы легочного кровообращения и состояния системы альвеолярной вентиляции. Из данных литературы известно, что аллель rs6756667*A гена *EPAS1* ассоциирован с устойчивостью к гипоксии у коренного населения высокогорных районов [4].

Также нами было обнаружено, что полиморфизм rs4253778 гена *PRARA* ассоциирован с дыхательным объемом спортсменов: носители GG генотипа имели более глубокое дыхание во время выполнения предельной мышечной работы ($2,99 \pm 0,48$ л) по сравнению с носителями CG генотипа ($2,55 \pm 0,48$ л). Сообщалось, что *G аллель дает преимущество в развитии и проявлении выносливости, в то время как *C аллель благоприятен для развития и проявления скоростно-силовых качеств [3; 5].

По результатам данного исследования установлена ассоциация полиморфизма гена *ACTN3* с ПК_{пано}: носители аллеля C продемонстрировали статистически значимое повышение показателя по сравнению с обладателями аллеля T ($38,76 \pm 10,61$ мл/мин/кг против $30,78 \pm 5,15$ мл/мин/кг, $p = 0,04$). Также у носителей аллеля C полиморфизма rs1815739 ПАНО было выше и наступало при ПК на уровне 76,57% от МПК, тогда как у спортсменов с TT генотипом на уровне 62,11% от МПК ($p = 0,007$).

Заключение. Установлено, что у спортсменов носителей аллеля rs6756667*A гена *EPAS1* во время выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки наблюдается более эффективное и экономичное дыхание, тогда как у носителей аллеля rs6756667*G гипервентиляция легких приводит к гипокапнии. Показано, что у носителей генотипа rs4253778 GG гена *PRARA* на пике мышечной работы повышена глубина дыхания по сравнению с представителями rs4253778 CG генотипа. Носители аллеля rs1815739*C гена *ACTN3* характеризовались более высоким анаэробным порогом.

Таким образом, полиморфные варианты генов rs6756667*A, rs6756667*G и rs1815739*C могут рассматриваться как протективные маркеры

функциональных возможностей КРС и физической работоспособности спортсменов циклических видов спорта.

Список литературы

1. Генетический профиль хоккеистов, находящихся на разном этапе спортивной подготовки / А.З. Даутова, Е.А. Семенова, А.А. Зверев, А.С. Назаренко, В.Г. Шамратова // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2023. – №3 (45). – С. 83-91.

2. Генетические маркеры *ACE*, *PPARA* и *PPARG* как предикторы спортивного мастерства в различных видах спорта / А.З. Даутова, Е.А. Семенова, А.А. Зверев, А.С. Назаренко, В.Г. Шамратова // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Т. 11. – № 3 – С. 12-21.

3. Genetic markers associated with power athlete status / A. Maciejewska-Skrendo, P. Cieszczyk, J. Chycki, M. Sawczuk, W. Smolka // J Hum Kinet. – 2019. – V.68. – pp. 17–36.

4. Metabolic insight into mechanisms of high-altitude adaptation in Tibetans / Ge R.-L., Simonson T. S., Cooksey R. C., et al. // *Molecular Genetics and Metabolism*. – 2012. – V.106(2). – pp. 244–247.

5. Semenova E.A, Hall E.C.R, Ahmetov I.I. Genes and Athletic Performance: The 2023 Update // *Genes (Basel)*. – 2023. – V.14. – №6. - p.1235.

6. The dependence of preferred competitive racing distance on muscle fibre type composition and *ACTN3* genotype in speed skaters / I.I. Ahmetov, A.M. Druzhevskaya, E.V. Lyubaeva, D.V. Popov, O.L. Vinogradova, A.G.Williams // *Exp Physiol*. – 2011. – V.96. – pp. 1302–1310.