

**Николаев Петр Петрович**

канд. пед. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»

г. Самара, Самарская область

**Казначеев Валерий Александрович**

канд. психол. наук, доцент

ФКОУ ВО «Самарский юридический институт ФСИН России»

г. Самара, Самарская область

## **О ВЗАИМОСВЯЗИ ГЕНЕТИКИ И СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

*Аннотация: влияние генетики на физиологию и спортивные результаты является одним из наиболее обсуждаемых аспектов в области спортивных наук. Однако исследования по данной тематике представляют методологические ограничения, такие как отсутствие измерения действительных фенотипов результатов упражнений, что затрудняет интерпретацию результатов. Кроме того, во многих работах представлена недостаточная когорта спортсменов или сомнительная их классификация как «элитных», что может привести к искажению ожиданий. Цель статьи – обсудить влияние генетики на выносливость спортсмена и силовую производительность упражнений, чтобы определить потенциальную полезность генотипирования для выявления спортивного таланта и улучшения тренировок.*

*Ключевые слова:* спортивные достижения, профессиональный спортсмен, гены, врожденные факторы, наследственность, спортивная геномика.

Общепризнанно, что некоторые врожденные факторы играют ключевую роль в спортивных результатах и связанных с ними фенотипах, таких как мощность, сила, аэробная способность, гибкость, координация и темперамент. Несмотря на значительное влияние наследственности на возможность стать элитным спортсменом или на значения фенотипов, связанных со спортивными результатами, поиск генетических вариантов, способствующих большей предрасположенности к успеху в определенных спортивных дисциплинах, является сложной задачей.

Спортивная геномика – это новая научная дисциплина, изучающая организацию и функционирование генетики у элитных спортсменов. Эра спортивной геномики началась в 2000-х годах с открытием первых генетических маркеров, связанных со спортивными результатами (например, ангиотензинпревращающий фермент (АПФ),  $\alpha$ -актинин 3 (ACTN3), аденоzinмонофосфатдеаминаза 1 (AMPD1) [1].

С появлением генотипирования, секвенирования и использования анализа микрочипов дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) появилось большое количество генетических исследований с ассоциациями в вариантах генов-кандидатов для появления статуса элитного спортсмена. На сегодняшний день утверждение о том, что генетическая изменчивость способствует межиндивидуальным реакциям во время упражнений или вероятности стать элитным спортсменом, в целом поддерживается, однако, когда это утверждение переносится на определение того, какие полиморфизмы способствуют фенотипу чемпиона, доказательства становятся слабее из-за небольшого количества исследований по репликации [2]. Кроме того, генетическая предрасположенность не является единственным фактором, позволяющим спортсменам стать чемпионами, поэтому необходимо учитывать множество экологических и эпигенетических переменных, которые создают окончательный фенотип элитного спортсмена.

Фундаментальным аспектом, который может повлиять на связь между спортивными результатами и генетикой, является область нутригеномики и нутригенетики, которые представляют собой экспериментальные подходы, использующие технологии генетического тестирования для изучения роли индивидуальных генетических различий в адаптации реакции спортсмена на пищевые вмешательства. Это важно при оценке влияния генетики на спортивные результаты, поскольку диетические и пищевые стратегии человека могут влиять на спортивные результаты. Персонализированное питание у элитных спортсменов на основе генетического профиля направлено на оптимизацию здоровья, состава тела и спортивных результатов.

Способность выполнять упражнения на выносливость также связана с аэробным метаболизмом или способностью эффективно использовать кислород для производства энергии, что в значительной степени поддерживается улучшенной функцией митохондрий, экспрессией генов и активностью ферментов у элитных спортсменов.

В более широкой перспективе способность выполнять упражнения на выносливость зависит от нескольких центральных факторов, связанных с мышечной и сердечно-сосудистой функцией. К ним относятся доля медленно сокращающихся волокон в скелетных мышцах и такие факторы, как максимальный сердечный выброс, который лежит в основе максимальной скорости потребления кислорода. Регулярные тренировки на выносливость вызывают серьезные адаптации в скелетных мышцах, благоприятствуя метаболическим последствиям адаптации скелетных мышц к таким упражнениям.

Статус выносливости спортсмена является наиболее изученной чертой, поскольку около 100 генетических вариантов связаны с генетической предрасположенностью [3]. Тем не менее все еще необходимо проводить дополнительные исследования, чтобы четко определить генетические варианты, которые обеспечивают лучшую выносливость или лучшую адаптацию к тренировкам на выносливость. Реакция на вмешательство в виде упражнений предполагает, что средний показатель является типичным для большинства групп спортсменов.

Однако существующий феномен «высокореагирующих» и «низкореагирующих» спортсменов после стандартизированного тренировочного вмешательства может дать полезную информацию о механизмах адаптации к тренировкам и методах индивидуального назначения. Потому что индивидуальные вариации при ответе на стандартизированное обучение не могут быть объяснены только генетическими влияниями – они также связаны с характеристиками программы обучения или различиями в факторах образа жизни спортсменов.

Известно, что в спорте уже давно используются различные вещества для улучшения спортивных результатов. С развитием знаний о физиологической динамике организма появились новые способы достижения улучшенных ре-

зультатов с помощью генной манипуляции, например, манипулирование генетическим материалом и регулирование экспрессии генов для увеличения или уменьшения выработки определенных ферментов и других белков, связанных с процессами, которые являются ключевыми для производительности. Генетическим материалом можно манипулировать с помощью обычных или генетически модифицированных клеток, включая перенос полимеров нуклеиновых кислот или их аналогов.

Чтобы ограничить данную практику, Всемирное антидопинговое агентство (WADA) добавило понятие «генный допинг» в «Запрещенный список» еще в 2004 году, позже запрет на генный допинг был расширен, путем добавления в список веществ и методов любых агентов редактирования генов, предназначенных для изменения последовательностей генома и/или транскрипционной или эпигенетической регуляции экспрессии генов [4]. Тем не менее, на сегодняшний день неясно, как WADA может обеспечивать соблюдение этих правил и имеет ли возможности обнаруживать любой тип модификации генов с помощью текущей методологии получения образцов.

Подводя итог можно сказать, что генетика и другие врожденные факторы представляют собой лишь часть вероятности стать элитным спортсменом, но в то же время генетика дает очень полезную информацию, поскольку спортивные результаты в конечном итоге можно определить как полигенные черты, тесно связанные с характеристиками вида спорта.

Хотя потенциал человека для достижения выдающихся результатов в выносливости или силовых показателях может быть частично предсказан на основе определенных генетических вариантов, вклад сложных взаимодействий генов, факторов окружающей среды и эпигенетических механизмов также является важным в определении «портрета» потенциального чемпиона.

Для будущих исследований, направленных на понимание взаимосвязей физиологии упражнений и спортивных результатов, требуется сочетание областей геномики, эпигеномики и транскриптомики вместе с улучшенными биоинформационными инструментами, в дополнение к точному фенотипированию.

Одно лишь ДНК-тестирование не может превзойти прогностические возможности полевых испытаний, но его можно использовать вместе с полевыми и лабораторными исследованиями для повышения вероятности выявления спортивных талантов.

### ***Список литературы***

1. Ahmetov I., Hall ECR, Semenova E.A. Advances in sports genomics // *Adv Clin Chem.* 2022. No. 107. Pp. 215–263. DOI: 10.1016/bs.acc.2021.07.004. EDN WWCYXC
2. Al-Khelaifi F., Yousri N.A., Diboun I., Semenova E.A., Kostryukova E.S., Elrayess M.A. Genome-Wide Association Study Reveals a Novel Association Between MYBPC3 Gene Polymorphism, Endurance Athlete Status, Aerobic Capacity and Steroid Metabolism // *Front Genet.* 2020, 16(11), P. 595. DOI: 10.3389/fgene.2020.00595. PMID: 32612638; PMCID: PMC7308547
3. Нгуен К.З. Генетические маркеры предрасположенности к спорту / К.З. Нгуен, А.Е. Смоля, Д.А. Шкrebцова // Актуальные проблемы, современные тенденции развития физической культуры и спорта с учетом реализации национальных проектов: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М., 2022. – С. 652–656. – EDN WWKSIH.
4. Всемирный антидопинговый кодекс. Запрещенный список 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusathletics.info/wp-content/uploads/2024/10/zapreshennyj-spisok-2025.pdf> (дата обращения: 20.01.2025).