



SPORTCONSULT

электронный научно-
практический журнал

№ 2 | 2 | Август 2021

4 | Наука спорту

**СПОРТИВНАЯ
АНТРОПОЛОГИЯ:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ**

16 | Наука спорту

**ЗНАЧЕНИЕ
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
КОНТРОЛЯ В ПОДГОТОВКЕ
ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ**

44 | Заметки репортера

СОЛИГОРСКИЕ МАСШТАБЫ

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЗДРАВИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
КОБРИНСКОГО МИХАИЛА ЕФИМОВИЧА К НАЧАЛУ УЧЕБНОГО ГОДА.....3

Наука спорту

*Мельнов Сергей Борисович, Лебедь Татьяна Леонидовна,
Евдюлюк Сергей Викторович, Кручинский Николай Генрихович, Ма Мин*
СПОРТИВНАЯ АНТРОПОЛОГИЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....4

Чесноков Николай Николаевич, Морозов Антон Павлович
ЗНАЧЕНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПОДГОТОВКЕ
ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ.....16

*Корягина Юлия Владиславовна, Нопин Сергей Викторович,
Тер-Акопов Гукас Николаевич, Абуталимова Сабина Маликовна*
РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ АПК
СПОРТИВНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ДЕТЕЙ К ЗАНЯТИЯМ ДЗЮДО.....21

Надежда Оскаровна Блейх
РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ
(НА МАТЕРИАЛАХ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ–АЛАНИЯ).....28

Тренерская комната

Журавлёва Татьяна Васильевна
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ
И ОРГАНИЗАЦИИ СПОРТА В УСЛОВИЯХ УГРОЗЫ COVID-19.....35

Заметки репортера

Зданович Владимир
СОЛИГОРСКИЕ МАСШТАБЫ.....42

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЦЕНЗИРУЕМЫМ НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ
ЭЛЕКТРОННОГО НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА SPORTCONSULT.....44



Издатель:
ООО «Золотая амфора»

Главный редактор
М.Е. Кобринский

Шеф-редактор
В.А. Зданович

Технический секретарь
В.А. Самойлова

Адрес редакции:
220002 г. Минск,
ул. Киселева, 55-1
Тел. +375 29 348 10 17
Email: sportconsulttt@gmail.com

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Кобринский Михаил Ефимович,
доктор педагогических наук, профессор
Минск, Беларусь

ШЕФ-РЕДАКТОР

Зданович Владимир Александрович
Минск, Беларусь

ВЕРСТКА И ДИЗАЙН

Кунцевич Виталий Александрович
Минск, Беларусь

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕКРЕТАРЬ

Самойлова Виктория Александровна
Минск, Беларусь

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Блейх Надежда Оскаровна,
доктор педагогических наук, профессор
Владикавказ, Россия

Врублевский Евгений Павлович,
доктор педагогических наук, профессор
Гомель, Беларусь

Коваленя Владимир Владимирович
Минск, Беларусь

Корягина Юлия Владиславовна,
доктор биологических наук, профессор
Ессентуки, Россия

Кручинский Николай Генрихович,
доктор медицинских наук, профессор
Пинск, Беларусь

Логвина Татьяна Юрьевна
кандидат педагогических наук, доцент
Минск, Беларусь

Манолаки Вячеслав Григорьевич,
доктор педагогических наук, профессор
Кишинев, Молдова

Мельник Елизавета Вячеславовна,
кандидат психологических наук, доцент
Минск, Беларусь

Михалев Владимир Иванович,
доктор педагогических наук, профессор
Омск, Россия

Нарскин Геннадий Иванович,
доктор педагогических наук, профессор
Гомель, Беларусь

Никитушкин Виктор Григорьевич,
доктор педагогических наук, профессор
Москва, Россия

Имас Евгений Викторович,
доктор экономических наук, профессор
Киев, Украина

Пельменев Виктор Константинович,
доктор педагогических наук, профессор
Калининград, Россия

Плетнев Сергей Владимирович,
доктор технических наук, профессор
Минск, Беларусь

Сазонова Ася Владимировна,
кандидат педагогических наук, доцент
Минск, Беларусь

Самойлова Виктория Александровна,
магистр педагогических наук
Минск, Беларусь

Сотский Николай Борисович,
кандидат педагогических наук, доцент
Минск, Беларусь

Чесноков Николай Николаевич,
доктор педагогических наук, профессор
Москва, Россия



Дорогие читатели!

От редакции журнала поздравляем вас с началом учебного года. Желаем вам крепкого здоровья, вдохновения, оптимизма, энтузиазма, упорства, бодрости и многих замечательных идей, чтобы сделать этот учебный год успешным и плодотворным.

Пусть удача станет вашей постоянной спутницей, а новый учебный год принесет новые яркие перспективы и их успешные достижения, светлые идеи и их удачное воплощение, блестящее покорение новых высот и безусловное признание ваших профессиональных побед.

Счастья, любви, удачи и вдохновения!

С уважением,
от лица редакции **SPORTCONSULT**
Главный редактор журнала
Михаил КОБРИНСКИЙ

796.01:572

Спортивная антропология: состояние и перспективы развития



Мельнов
Сергей Борисович
доктор биологических
наук, профессор
Республика Беларусь,
г. Минск



Лебедь
Татьяна Леонидовна
заведующий
лабораторией
лонгитудинальных
исследований
Республика Беларусь,
г. Пинск



Евдолюк
Сергей Викторович,
Республика Беларусь,
г. Брест



Кручинский
Николай Генрихович
доктор медицинских
наук, доцент
Республика
Беларусь,
г. Пинск



Ма Мин
аспирант
Республика Беларусь,
г. Минск

Статья посвящена анализу современного состояния спортивной антропологии с учетом ее наиболее перспективных направлений в отношении спортивного отбора с особым упором на антропогенетику. Приводится анализ состояния антропогенетики, критический анализ значимости общего генетического бала для оценки генетической предрасположенности в спорте. Также проведен критический анализ проблемных вопросов генетики спорта и предложены возможные пути их решения.

Ключевые слова: антропология, антропогенетика, фенотип и генотип, генетическая предрасположенность, спортивный отбор, перспективы спортивной генетики

Sports anthropology: state and development prospects

The article is devoted to the analysis of the current state of sports anthropology, taking into account its most promising directions in relation to sports selection with a special emphasis on anthropogenetics. An analysis of the state of anthropogenetics and critical analysis of the significance of the general genetic score for the evaluation of genetic predisposition in sports are under discussion. Additionally critical analysis of the problematic issues in the genetics of sport are discussed and possible ways of solving them are suggested.

Key words: anthropology, anthropogenetics, phenotype and genotype, genetic predisposition, sports selection, sports genetics perspectives

Антропология (от греч. «*anthropos*» – человек, «*logos*» – слово, учение) – наука о человеке, занимающая пограничное положение в системе естественных и гуманитарных дисциплин циклов. По мере развития и формирования современной антропологии ее содержание и взаимоотношения со смежными науками истолковывались неоднозначно и постоянно менялись. Считают, что впервые это слово употребил Аристотель (384-322 до н. э), крупнейший натуралист и философ древности, изучая духовное начало человека. Первые ростки научных знаний о человеке мы находим в трудах античных философов. Вопросы морфологии и анатомии человека, его места в системе природы, телесные различия в физическом типе отдельных народов, нравы и быт многочисленных племен и народов, с которыми сталкивались путешественники во время своих странствий, волновали и были предметом исследований многих ученых Древней Греции и Рима. Толкование антропологии как универсальной науки о человеке, систематизирующей знания о его естественной истории, физической организации, материальной и духовной культуре, психологии, языке и т. д., восходит к взглядам французских просветителей XVIII в. Речь в этом случае должна идти о целой системе наук о человеке, включающей и такие направления, которые впоследствии выделились в самостоятельные научные дисциплины. До определенной степени такая расширительная тенденция сохраняется в некоторых антропологических школах и поныне, прежде всего в США [32]. На наш взгляд, принимая во внимание многообразие и разветвленность различных сфер исследования человека в современной науке, подобный подход правомернее рассматривать скорее как перспективу и стимул к интеграции результатов исследований различных сторон биосоциальной природы человека и общества [23].

Более конкретизированное понимание антропологии как науки по преимуществу о физической организации человека, ее изменчивости во времени

и пространстве (антропоморфология, антропогенез, этническая антропология) существовало на протяжении большей части истории ее развития во многих странах. Современное состояние антропологии тесно переплетается с общим научным прогрессом. Так, в настоящее время сформировалось новое научное направление – спортивная антропология, прикладная наука, ориентированная на потребности современного спорта высоких достижений, адаптацию организма человека к разным физическим нагрузкам.

Новые подходы к изучению анатомии человека, создавшие мост между классической анатомией и современной антропологией, были сформулированы выдающимся российским анатомом и педагогом, основателем научной системы физического воспитания и динамической анатомии, профессором П.Ф. Лесгафтом (1837-1909 гг.) в его уникальной работе «Основы теоретической анатомии». Это были новаторские для того времени взгляды, когда Лесгафт рассматривал строение тела человека или отдельных его органов в тесной взаимосвязи с их функцией. По его мнению, строение и форма любого органа обусловлена его функцией. Кроме того, П.Ф. Лесгафт был одним из пионеров использования и рентгенологического метода в анатомии.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество хорошо известных работ, в которых констатируются те или другие морфологические особенности спортсменов. Например, С.Ф. Баронов исследовал конституцию и пропорции тела легкоатлетов, И. М. Краковяк – особенности строения тела пловцов, К.И. Личина – кисть спортсменов, а Я.И. Кушнаревский описал морфологические особенности позвоночного столба у спортсменов разных специализаций.

Ведущую роль в развитии спортивной морфологии сыграла кафедра анатомии Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры, на которой изучение морфологических особенностей спортсменов было начато под руководством проф. М.Ф. Иваницкого.

Развивая прогрессивные традиции науки, заложенные Н. И. Пироговым, П.Ф. Лесгафтом, В.Н. Шовкуненко и В.Н. Тонковым, М.Ф. Иваницкий создал новые оригинальные направления в анатомии. Морфология человека (от греческого *morphe* – форма) – наука о форме и строении тела человека на разных уровнях организации. Спортивная морфология – это специальный курс анатомии, в котором детально изучаются особенности строения тела спортсмена. Морфофункциональные признаки организма спортсмена имеют большое профессиональное значение при решении таких вопросов, как прогнозирование технических результатов, спортивная ориентация, индивидуализация тренировочного процесса, усовершенствование спортивной техники. Спортивная морфология изучает реактивные, адаптационные и компенсаторные изменения в организме спортсмена на разных уровнях его строения: клеточном, тканевом, органном и системном. С учетом использования новой приборной базы это направление получило название «антропометрия».

Методическую базу современной антропологии составляют следующие классические методы:

- антропоскопия (описательная методика);
- антропометрия (измерительная методика);
- краниология (изучение черепа);
- остеология (изучение костного скелета);
- одонтология (изучение зубо-челюстной системы);
- дерматоглифика, палмоскопия, плантография (изучение особенностей кожного рельефа);
- пластическая реконструкция (восстановление лица человека по черепу);
- исследование крови;
- микроанатомия и специальные методы исследований (генетика, физиология, эмбриология человека, антропоэкология и др.).

Учитывая специфику спортивной антропологии, классически основной упор делался на антропометрию,

антропоскопию и, в той или иной степени, медико-физиологические исследования и психологию.

Сегодня современная спортивная антропология рассматривается как научное направление, которое синтезирует опыт, знания и использует методы ряда пограничных биологических и педагогических дисциплин, таких как анатомия, физиология, рентгенология, биохимия, генетика, экология, психология, биомеханика, биофизика, радиология, гистология и др. Большой вклад в ее развитие внесли и наши современники в числе которых необходимо в первую очередь упомянуть Эдуарда Георгиевича Мартиросова, создавшего на базе Всероссийского научно-исследовательского института физической культуры и спорта (ВНИИФК) в 1972 году Лабораторию спортивной антропологии (впоследствии получившая название «Лаборатория спортивной антропологии, морфологии и генетики»). Сейчас лаборатории и центры такого типа функционируют практически по всему постсоветскому пространству.

В спортивной антропологии выделяются четыре базовые проблемы:

- начальный отбор и профилизация начинающих спортсменов;
- формирование определенного «профильного» телосложения у представителей различных спортивных специализаций;
- индивидуализация тренировочного процесса спортсменов на основе учета особенностей его организма;
- ориентация жителей различных экологических зон в выборе спортивной специализации и индивидуализация подготовки к высоким достижениям в различных условиях среды (на основе учета морфофункциональных особенностей спортсменов, антропоэкология).

Особое значение при решении этих проблем в настоящее время приобретает относительно новое направление – антропогенетика. Относительно, потому что в развитых странах это стандартный широко используемый инструмент при отборе и профиликации (при-



мер – США, Китай и другие спортивные лидеры), но мало изученный и еще менее известный в нашей стране и вообще на постсоветском пространстве. Причин возникновения такой ситуации несколько. С одной стороны, это отсутствие необходимых знаний не только у тренеров, но и у большинства спортивных врачей. Так, например, в БГУФК курс антропологии читается только магистрантам. Ранее преподаваемый курс спортивной морфологии (по сути дела, антропометрия, антропоскопия и функциональная анатомия), ранее читавшийся на кафедре анатомии в настоящее время утрачен. Эта картина типична и для других ВУЗов, занимающихся подготовкой тренеров. А как, например, грамотно заказать генетический анализ спортсмена, а затем понять и использовать полученные данные? Узкие специалисты-генетики не обладают достаточной тренерской подготовкой и также не в состоянии ни грамотно определить спектр необходимых генов, ни интерпретировать результат в понятной для тренера форме. Единственное исключение в Беларуси – Полесский государственный университет, где уже много лет функционирует лаборатория «Лонгитудинальные исследования», в которой совместно работают специалисты-генетики, врачи и квалифицированный тренерско-педагогический коллектив. Уже на протяжении 5 лет научные разработки ПолесскогоГУ в области спортивной генетики и антропометрии

внедряются в практику Брестским областным диспансером спортивной медицины. Выявленные в результате отбора юниоры сегодня показывают высокие результаты на международном уровне в составе Национальных команд по плаванию, легкой атлетике, гребле.

С другой стороны, хорошо известно, что в настоящее время выявлено около 240 генов-маркеров, влияющих на формирование спортивных задатков, а так называемые генетические паспорта определяют в лучшем случае 2-3 десятка генов, а обычно – 8-12, и это количество маркеров, конечно, не охватывает весь необходимый диапазон генов-маркеров, что в целом ставит под сомнение эффективность такой паспортизации спортсменов. Да и сам основной подход к анализу генетических данных, основанный на выявлении нейтрального, позитивного или негативного генотипов с последующим расчетом общего генетического бала по анализируемым генам может рассматриваться как необходимое зло или как способ формализации и количественной оценки данных на современном этапе развития науки. В этом плане необходимо расширение аппаратных возможностей исследований, когда одновременно можно проанализировать большое количество генов. Так, например, с помощью имеющегося в Полесском государственном университете секвенатор Ion Torrent Personal Genome Machine (PGM™). На сегодня он – самый высокопроизводи-

тельный секвенатор с возможностью анализа до 50 Гб данных в день (260 млн прочтений), на основе полупроводниковой технологии (NGS) определяется последовательность ДНК методом, основанном на обнаружении ионов водорода, которые выделяются во время полимеризации ДНК при этом изменяется уровень pH в ячейке чипа. Цикл за циклом прибор детектирует и документирует эти изменения, напрямую оцифровывая биологическую молекулу ДНК. Секвенирование происходит на чипе, который содержит десятки миллионов ячеек, реакция в которых проходит параллельно, что позволяет за короткое время получить большой объем информации. Эта технология отличается от других технологий секвенирования тем, что не использует модифицированные нуклеотиды и оптические датчики. Комбинация полупроводниковых микрочипов и природной биохимии позволяет напрямую переводить биологическую информацию в цифровой вид. Использование только одного такого прибора могло бы полностью решить проблему генетической паспортизации для всей Республики. При этом количество генов для каждого вида спорта могло бы составлять от 100 до 150 маркеров, а цена бы за счет массового скрининга существенно бы снизилась.

Вторая болевая точка, как уже упоминалось выше, необходимость перехода от простой суммации генетических баллов к методам, позволяющим учесть взаимодействие генов. И такие методы существуют, например, MDR-анализ (Multifactor Dimensionality reduction) [31,25]. Использование этого метода уже на практике доказало, что одна и та же аллель конкретного гена в зависимости от окружения может проявлять себя по-разному, что еще раз подчеркивает несовершенство метода подсчета общего генетического балла. MDR-метод, дает возможность оценить как межгенные, так и генно-средовые взаимодействия, ассоциированные с формированием фенотипа [31]. Метод снижения размерности MDR позволяет уменьшить размерность числа рассматриваемых параметров при одно-

временной оценке взаимодействий большого количества полиморфизмов за счет конструирования новых переменных на основе суммирования сочетаний генотипов повышенного и пониженного риска формирования патологического состояния [5, 14, 1].

Еще одним методом, используемым для оценки межгенных взаимодействий, является метод Монте-Карло Марковскими цепями (Markov Chain Monte Carlo, MCMC), реализованный в программном обеспечении APSampler. В рамках этого подхода осуществляется поиск генетических особенностей, ассоциированных с фенотипическим признаком [2, 13].

Использование подходов подобного типа реально позволяют делать настоящий прогноз спортивной успешности и выявлять спортивный талант на ранних этапах тренировочного процесса.

АНТРОПОГЕНЕТИКА И СПОРТИВНЫЙ ОТБОР

Несмотря на отмеченные выше проблемные вопросы авторы не согласны с мнением некоторых ученых, утверждающих «Генетическое тестирование на основе природных аллелей научно слабо обосновано, его результаты плохо воспроизводятся. Его методы не регламентированы, не стандартизированы и не верифицированы. Поэтому нельзя исключить, что такие действия принесут больше вреда, чем пользы...» («ГГГ – Гадание на Генной Гуще» Н.Н. Хромов-Борисов РНИИТО им. Р.Р. Вредена ООО «ЦифраКом»). Подобный подход контрпродуктивен, ибо он ориентирован на прекращение исследований, вместо того, что бы предложить хоть какое-нибудь решение. Подобную практику наука уже не раз переживала, и результат всегда был связан с потерями и неизбежным отставанием.

Совокупность всех наследственных задатков называется генотипом, а совокупность всех признаков организма – фенотипом. Фенотип зависит от возможности врожденных задатков проявиться в определенных условиях среды обитания. Следовательно, основные черты организма определяют-

ся как унаследованными свойствами, так и влиянием различных факторов внешней среды (питание, климат-географические и экологические условия, социальная среда, особенности воспитания и пр.), а правильная интерпретация полученных данных позволяет выделить маркеры спортивной успешности – основы прогноза спортивной успешности.

Маркером называют легко определяемый, устойчивый признак организма, по которому можно судить о вероятности проявления другой, трудно определяемой характеристики организма. Генетические маркеры позволяют распознавать наследственные задатки человека, его врожденные возможности. В молекулярной генетике спорта под термином «генетический маркер» понимается определенный аллель гена, который ассоциирован с развитием и проявлением какого-либо физического качества, антропометрических и композиционных показателей.

Морфологический статус человека во многом предопределяется его функциональными возможностями, которые, в конечном счете, определяют генетической предрасположенностью к различным видам деятельности. Эта общая концепция наиболее детально выражается именно в спортивной деятельности, осуществляемой, как правило, в экстремальных условиях, связанных с проявлением максимально продуктивного взаимодействия органов и систем сверх порогового уровня.

Поэтому лица с определенными генетическими характеристиками оказываются более, чем другие, приспособленными к высоким достижениям в конкретных видах спорта.

Одним из центральных вопросов спортивной антропогенетики является проблема спортивного отбора. Общепринято считать, что целью спортивной деятельности является достижение максимально возможного для конкретного индивидуума спортивного результата. На подготовку спортсменов тратятся огромные государственные средства. Однако в связи с несовершенной системой спортивного отбора

вершин спортивных пьедесталов добиваются только единицы. Отсюда – нерентабельность широкого охвата специализированной подготовкой большой массы спортсменов, многие из которых, как правило, не соответствуют по своим морфофункциональным показателям избранной спортивной специализации. Любая спортивная специализация должна опираться на соответствующую генетическую основу, без которой достижение соответствующего результата – просто несбыточная мечта либо долгий процесс, опирающийся часто просто на удачу.

Многочисленные исследования свидетельствуют с одной стороны, что индивидуумы, отличающиеся друг от друга по морфологическим и функциональным особенностям по-разному адаптируются к различным экстремальным условиям спортивной деятельности. С другой стороны, экстремальные факторы целенаправленной спортивной деятельности оказывают влияние на отбор к конкретной деятельности наиболее пригодных индивидов и на формирование у них специфического морфофункционального статуса [28, 10, 6, 19, 15].

Для объяснения морфологических изменений в организме под влиянием спортивной деятельности существует, на первый взгляд, простая причинно-следственная связь:

«Физическая нагрузка - ► рабочая гипертрофия - ► увеличение мышечной массы»

И, как следствие, большинство тренеров начального и среднего звена подготовки демонстрируют стремление к быстрому наращиванию мышечной массы, а вместе с ней и силовых качеств, без учета возрастных, гендерных особенностей спортсмена и сенситивных периодов его развития. При этом не учитывается тот факт, что в перестройку втягивается не только мышечная система, но и все другие органы и системы организма человека. Фактически между причиной (физическая нагрузка) и следствием (наращивание мышечной массы) лежит сложная цепь последовательных взаимных приспособлений разных



систем организма к изменяющимся функциональным и средовым условиям (тренировочный процесс).

Необходимо также помнить, что задачи элитного спорта выходят далеко за рамки формирования мышечного корсета тренирующихся атлетов.

В тоже время, знание индивидуального генотипа и особенностей взаимодействия генов позволяет выстраивать тренировочный процесс, формируя нагрузку таким образом, чтобы гены, способствующие развитию важных для вида спорта качеств, проявлялись фенотипически наиболее ярко.

Учитывая то, что фенотипические проявления ряда оцениваемых в спорте генов, формируются только в конце пубертатного периода, генетический анализ является серьезным информационной основой при переходе юниора в профессиональный спорт [28, 24].

На основании анализа генотипов современная наука предлагает тренеру методы, направленные как на изменение детерминации мышечных волокон, так и качественные характеристики их энергообеспечения, включая митохондриальный биосинтез [26, 4, 12].

Оценка генетических особенностей функционирования актин-миозинового комплекса дает дополнительную информацию при выделении пула атлетов с универсальным типом мышечного реагирования, что увеличивает способность выступать в разных видах спортивного многоборья.

Информации о генетических особенностях реакции мышечных капилляров в ответ на нагрузку разного объема и мощности позволяет индивидуализировать объем и мощность аэробной нагрузки. Важным в планировании соревновательной нагрузки в годичном цикле подготовки является прогноз скорости развития капиллярной сети во вновь образованных мышечных структурах [3, 5].

Выбор места учебно-тренировочного сбора будет более объективен, если минимизировать факторы внешней агрессии окружающей среды на спортсмена путем анализа генов, отвечающих за детоксикацию ксенобиотиков, а также определив варианты ответа системы эритропоэза на гипоксию [26, 26].

Современная спортивная медицина все шире использует генетику в качестве дополнительного инструмента выявления рисков развития пограничных состояний и факторов, лимитирующих спортивную деятельность. Анализ генетических факторов, влияющих на выработку ангиотензин конвертирующего фермента и синтез оксида азота, является основой программы профилактики спорт-ассоциированной гипертрофии миокарда.

Междисциплинарный подход в изучении причин развития нагрузочного остеопороза у юниоров подтвердил значимость исследований в генетически обусловленной активно-

сти эндопептидаз, чувствительности рецепторного аппарата к витамину Д, способности к синтезу коллагена.

Своевременно полученная от генетиков информация о наследственной инсулинорезистентности является показателем к ее коррекции путем увеличения доли аэробной подготовки в силовых видах спорта.

Учет генетических особенностей функционирования центральной нервной системы, даже в отсутствие в спортивной организации штатного психолога, снабдит тренера информацией о приоритетах в педагогическом подходе к каждому ребенку. Сведения о стрессоустойчивости, задатках развития спортивной агрессии, склонностью к развитию тактических, либо технических навыков, творческих способностях юного спортсмена могут явиться действенной основой индивидуальной педагогической программы.

Организация нутрициологического обеспечения в современной спортивной медицине является залогом развития спортивной успешности при переходе юниора в профессиональный спорт. Разработчики индивидуальных программ спортивного питания национальных команд все чаще делают упор на предоставленные генетическими лабораториями данные о способности спортсмена к усваиванию протеинов, оксидации глюкозы и жирных кислот, а также его потенциалу к восстановлению мышечного гликогена и синтезу мышечного протеина. Раскрывая особенности даже относительно небольшого количества полиморфизмов, спортивные медики используют полученные данные для привязки программы функционального и биохимического мониторинга обменных процессов к фазам тренировочного цикла. Это дает возможность таргетного воздействия на обменные процессы атлета с помощью применения продуктов спортивного питания и биологически активных добавок. Существует обширная доказательная база, что разработка нутриентной поддержки на основании оценки генотипа оптимизирует программы коррекции компонентного состава спортсменов,

исключив у них потребность в бесконтрольном приеме фармакологических средств и избыточного потребления продуктов спортивного питания.

В связи с проблемой спортивного отбора и спортивной ориентации показатели телосложения и их генетическая преддетерминация справедливо приобретают все большее признание специалистов. Морфогенетические особенности спортсменов исследуются практически во всех странах мира, активно развивающих спорт: определяются нормативные показатели спортсменов разного возраста, квалификации, специализации и пола, пользуясь которыми оценивают пригодность «соискателей» и их перспективность для той или иной групп видов спорта. Полученные данные генетического обследования являются не только инструментом отбора юных спортсменов, а и основой стратегии биохимического и медицинского мониторинга на этапах подготовки, а также структурирования тренировочного процесса у профессионалов, в том числе, с учетом наличия у атлета аллелей, не способствующих развитию желаемых спортивных качеств. Однако, несмотря на то, что актуальность изучения этих вопросов очевидна, прогресс и темпы их разработки недостаточны.

Общеизвестно, что все люди различаются по своим природным способностям. Один из аспектов природных способностей отражает так называемую внутреннюю способность или способность добиваться высоких результатов при минимальной тренировке. Вторая грань природных способностей – это то, насколько быстро человек адаптируется к тренировкам – это называется тренируемостью. Третья грань – это верхний предел, достижимый после многих лет длительных интенсивных тренировок. Он отражает как врожденные способности, так и обучаемость спортсмена. Есть и другие характеристики природных способностей, которые также необходимо учитывать, например, размер тела, поскольку некоторые виды спорта, соревнования или позиции благоприятствуют участникам разных

размеров. В этом контексте некоторые физиологические детерминанты и их динамика в ходе тренировочного процесса также являются краеугольным камнем спортивной антропологии.

Наследственные влияния на физические качества не однотипны. Они имеют различную степень генетической обусловленности и проявляются на различных этапах онтогенеза (табл. 1) и количественно оцениваются с помощью коэффициента наследуемости. Чем он выше, тем больше вклад генетических факторов.

В наибольшей степени генетическому контролю подвержены быстрые движения, требующие, в первую очередь, особых скоростных свойств нервной системы – высокой лабильности (скорости протекания возбуждения) и подвижности нервных процессов (смены возбуждения на торможение и наоборот), а также развития баланса, анаэробных возможностей организма и наличия быстрых волокон в скелетных мышцах.

Таблица 1. Показатели влияния наследственности на некоторые морфофункциональные признаки организма человека

Морфофункциональный признак	Коэффициент наследуемости, %
Состав мышечных волокон	90
Максимальное потребление кислорода	80
Динамометрические показатели силы руки	60
Масса тела	65
Общая выносливость	65
Взрывная сила	68
Кожно-жировая складка	88
Длина тела	80
Гибкость	75

Так, для различных элементарных проявлений качества быстроты – времени простых и сложных двигательных реакций, максимального темпа движений, скорости одиночных

двигательных актов (ударов, прыжков, метаний) – получены высокие показатели наследуемости. С помощью близнецового и генеалогического методов подтверждена высокая зависимость от врожденных свойств ($H = 0.70 - 0.90$) показателей скоростного бега на короткие дистанции, теппинг – теста, кратковременного педалирования на велоэргометре в максимальном темпе, прыжков в длину с места и других скоростных и скоростно-силовых упражнений. Высокая генетическая обусловленность получена также для качества гибкости.

В меньшей степени генетические влияния выражены для показателей абсолютной мышечной силы. Так, например, коэффициенты наследуемости для динамометрических показателей силы правой руки $H \approx 0.61$, левой руки $H \approx 0.59$, становой силы $H \approx 0.64$, в то время как для показателей времени простой двигательной реакции $H \approx 0.84$, сложной двигательной реакции $H \approx 0.80$.

В наименьшей степени наследуемость обнаруживается для показателей выносливости к длительной циклической работе и качеству ловкости (координационных возможностей и способности формировать новые двигательные акты в необычных условиях).

Другими словами, наиболее тренируемыми физическими качествами являются ловкость и общая выносливость, а наименее тренируемыми – быстрота и гибкость. Среднее положение занимает качество силы. Это подтверждается данными Н.В. Зимкина (1970) и др. о степени прироста различных физических качеств в процессе многолетней спортивной тренировки: показатели качества быстроты (в спринтерском беге, плавании) увеличиваются в 1.5-2 раза, качества силы при работе локальных мышечных групп – в 3.5-3.7 раза, при глобальной работе – на 75-150%, качества выносливости – в десятки раз.

В этом плане обращает на себя внимание классическая пирамида подготовки элитных пловцов во Франции (рис.1):



Рисунок 1 – Группы спортсменов Федерации плавания Франции [8]:

Примечание: ИО – Игры Олимпиады; ЧМ – чемпионат мира; ЧЕ – чемпионат Европы; ЮЧМ – юниорский чемпионат мира; ЮОИ – Юношеские Олимпийские игры; ЮЕИ – Юношеские Европейские игры; ЮЧЕ – юниорский чемпионат Европы (<http://sportfiction.ru/articles/mezhdunarodnyy-opyt-finansirovaniya-natsionalnykh-sportivnykh-federatsiy-po-rezultatam-ikh-deyatelnosti>)

Представленная выше пирамида отражает реальную ситуацию отбора – поэтапное совершенствование спортсменов тесно сопряжено с уменьшением их количества и, как следствие, с утратой части потенциально значимых спортсменов. Эта закономерность не имеет большого значения для крупных стран с большим населением, таких как Китай, США, РФ и др. Однако, для стран с небольшим населением, таких как Беларусь, потеря потенциально сильных спортсменов может иметь критическое значение – количество их и без этого ограничено. В такой ситуации особое значение мог бы сыграть предварительный поиск наиболее одаренных на ранних этапах тренировочного отбора.

Использование генов-маркеров однозначно определяющих склонность потенциального соискателя к определенному виду спорта может сразу маркировать потенциал будущего спортсмена в самом начале его карьеры.

Сегодня тренер молодежной команды ориентирован на отбор наиболее эффективных молодых

спортсменов. И это правильно, так как его статус, его бонусы, определяются эффективностью его работы – сколько молодых спортсменов получат медали и какого уровня, сколько их он передаст во взрослую национальную команду... без учета их дальнейшего потенциала и перспективы. Жизнь есть жизнь, никто не дал ему ориентиров на перспективность молодых спортсменов в будущем, нет также необходимости печься об их возможном потенциале во «взрослой» команде. Результат нужен здесь и сейчас. В такой ситуации наилучшую перспективу получают т.н. «раннеспелые» спортсмены – они достигают максимума потенциала раньше позднеспелых, которые раскроются в более позднем периоде, а, именно, во взрослой команде.

Принято считать, что формирование спортсмена до элитного уровня занимает 6-8 лет. Да, опытный тренер за этот период в состоянии разглядеть спортивный талант, однако, сколько потенциальных позднеспелых талантов за это время будет потеряно,

сколько раннеспелых и подающих большие надежды уйдут из большого спорта? Ответ на этот вопрос дает практика – отсутствие результата и есть ошибка тренера.

А вот генетический анализ на ранних этапах тренировочного процесса (ведь геном человека изначально наследуется от родителей и не меняется на протяжении жизни) уже сегодня в состоянии дать тренеру определенные базовые ориентиры. Так, например, достаточно давно на большом практическом материале мы смогли дать ориентировочные маркеры для успешности в циклических (виды гребли) и сложно-координационных (единоборства) видах спорта. Результаты этого сравнительного анализа представлены в **таблице 2**.

Несколько более подробно об обследовании единоборцев. Нами было обследовано 107 человек (I разряд – 47 человек, мастера спорта – 37 человек и кандидаты в мастера спорта – 23 человека).

Исследования проводились по 19 полиморфизмам генов, определяющих психоэмоциональное состояние и такие физические показатели, как скорость, сила и быстрота.

Как оказалось, распространенность аллелей некоторых генов в исследуемой популяции существенно отличалась от популяционных показателей (**табл. 3**).

Суммируя наши результаты при первичном отборе в секции по циклическим видам спорта, можно рекомендовать анализ следующих полиморфных маркеров: I/D гена ACE, Thr174Met гена AGT, G2528C гена PPARA, Gly482Ser гена PPARGC1A, +294T/C гена PPARD, C102T гена 5HT2A, L/S гена 5HTT.

Общеизвестно, что циклический вид спортивной деятельности характеризуется доминирующим проявлением выносливости, обеспечиваемой функциональными особенностями дыхательной и сердечно-сосудистой систем, длительным энергообеспечением, а также устойчивостью организма к гипоксическим сдвигам и проявлению утомления. Учитывая вышеизложенное, важно было оценить сформированную панель генетических

Таблица 2. Критические гены-маркеры для альтернативных видов спорта

Анализируемые виды спорта	
Циклические (гребля)	Сложно-координационные
NFAM (митохондриальный транскрипционный фактор)	COMT, 5HTT, 5HT2A(высшая нервная деятельность)
PPARA	PPARGC1A (углеводный и липидный обмен)
BDKRB2 (кининовая система)	ACE, AT2R1 (ПААС)
HIF2A (фактор, индуцируемый гипоксией 2-го типа)	NFATC4(углеводный и липидный обмен, метаболизм в мышцах)
CYP1A1 (система цитохромов)	NFATC4

Таблица 3. Особенности генома спортсменов – единоборцев

Полиморфизм гена	Частота встречаемости аллелей в исследованной группе, %	Частота встречаемости аллелей в контрольной группе, %	Значение P
PPARGC1A_Gly482Ser (ген коактиватора PPARγ)	Ser – 50,8	Ser – 35,0	0,0159
PPARA_G2528C (ген α-рецептора, активированного пролифераторами пероксисом)	C – 33,9	C – 19,5	0,0122
AT2R1_C1166A (ген рецептора ангиотензина II тип 1)	A – 81,0	A – 65,2	0,0008
ACE_I/D (Alu) (ген АПФ)	D – 71,0	D – 57,0	0,0276
NFATC4_G479C (ген ядерного фактора активированных T-клеток)	G – 95,0	C – 36,7	0,0001

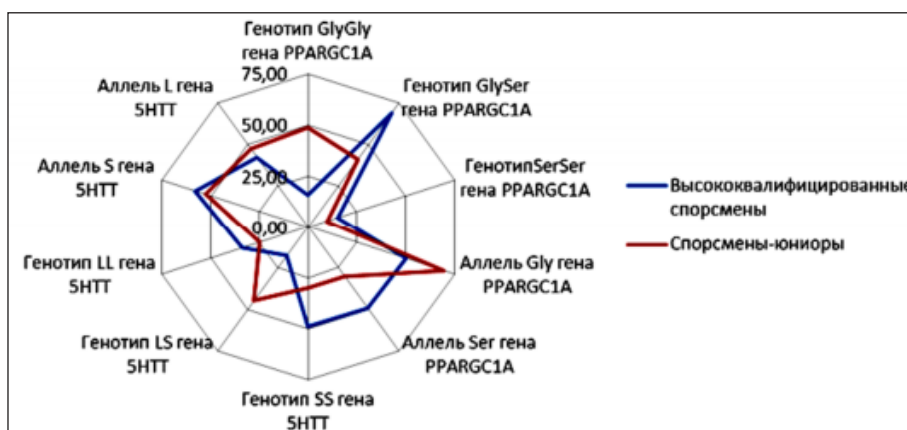


Рисунок 2 – Распределение генотипов и аллелей полиморфизма генов PPARGC1A и 5HTT у спортсменов-гребцов

маркеров среди спортсменов высокой квалификации, занимающихся таким видом спортивной деятельности как академическая гребля. В результате статистической обработки установлены значительные различия в распределении некоторых генотипов и аллелей (**рис.2**). Определив различия в распределении генотипов в группах

спортсменов высокой квалификации, занимающихся различными видами спорта, с определенной степенью уверенности можно осуществлять генетический прогноз успешности в группе спортсменов-юниоров [33].

Опираясь на результаты, изложенные в литературе за последние 10 лет, и наши собственные данные, можно

выявить комплекс ведущих молекулярных маркеров, способных прогнозировать необходимые антропометрические характеристики успешного спортсмена, занимающегося циклическими видами спорта (табл. 4) [28].

Таблица 4. Генетические маркеры антропометрических характеристик успешного спортсмена, занимающегося циклическими видами спорта

Полиморфизм	Ген	Аллель морфологического развития
I/D	ACE	D
Gly482Ser	PPARGC1A	Ser
Pro12Ala	PPARG2	Ala
C677T	MTHFR	T

В серии работ нами на примере гребных видов спорта [28, 29, 29, 33, 34, 27] продемонстрирован методический подход, позволяющий раскрыть индивидуально генетический потенциал спортсмена, соотнести его с выбранной тактикой тренировочного процесса. Данный подход ориентирован на достижение максимальных результатов спортсменом, но также на сохранение спортивного долголетия.

Еще один аспект отбора – генопрофилирование – комплексная оценка генетического статуса спортсмена, которая позволяет, как выбирать специализацию для начинающих спортсменов, так и повысить результативность подготовки высококвалифицированных спортсменов. В качестве примера ниже, на рисунках 3 и 4, суммированы результаты генотипирования спортсменов гребцов различной специализации по генам-маркерам сердечнососудистой системы и системе энергообеспечения организма.

Уже эти, весьма отрывочные данные убедительно свидетельствуют о том, что только 24,03% спортсменов-гребцов на байдарках и каноэ, а также 22,95% гребцов-академистов имеют достаточно высокий потенциал сердечнососудистой системы (ОГБ ≥ 75%, рис. 3).

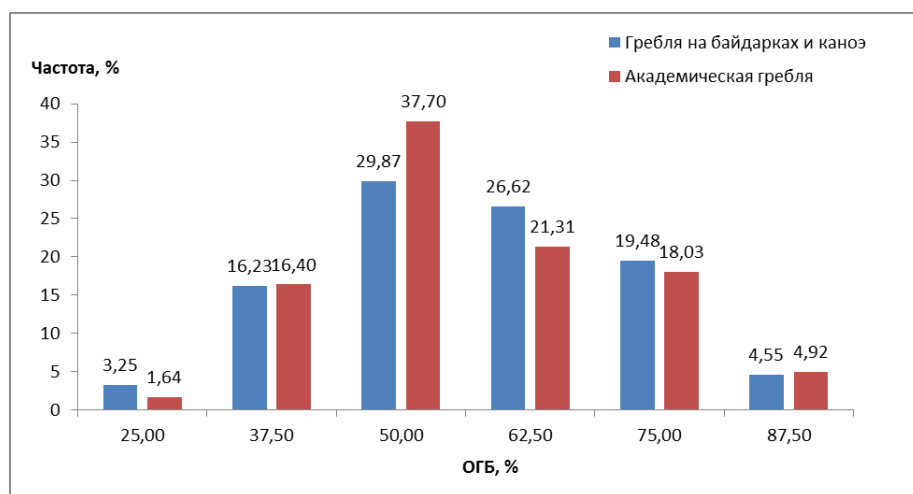


Рисунок 3 – Особенности частотного распределения общего генетического балла генов-маркеров сердечнососудистой системы спортсменов-гребцов различной специализации (здесь и далее ОГБ – общий генетический балл)

Исходя же из данных рисунка 4 очевидно, что энергетический потенциал спортсменов указанных специализаций существенно отличается, что необходимо учитывать при организации тренировочного процесса, а в случае гребли на байдарках и каноэ – при выборе оптимальной дистанции.

Расширение перечня тестируемых систем позволяет объективно оценить возможности спортсмена (его генетический потенциал) и риск «большого спорта» для состояния его здоровья.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СПОРТИВНОЙ АНТРОПОГЕНЕТИКИ

Казалось бы, вышеприведенные данные свидетельствуют о возможности не только оптимизации отбора, но и специализации в пределах одного вида спорта. Однако не все так просто. Существует достаточно много ограничений, снижающих эффективность отбора на основе только генетических данных.

Одно из этих ограничений очевидно. Как правило, отработка оптималь-

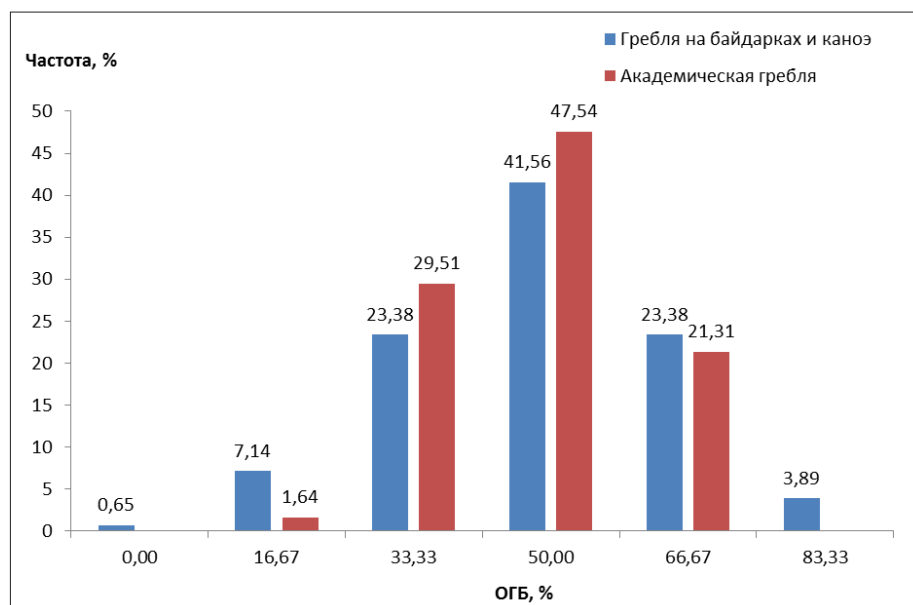


Рисунок 4 – Частотное распределение общего генетического балла генов-маркеров процесса энергообеспечения спортсменов-гребцов различной специализации

ного генетического профиля осуществлялась на весьма ограниченных когортах, насчитывающих от нескольких сотен до тысяч человек, когда эффект малых выборок действительно реален. Для того чтобы такая когорта стала реальностью, а результаты – информативными, помимо генотипирования биообразцов, необходимо детальное изучение физиологических детерминант как в покое, так и при субмаксимальной и максимальной нагрузке, включая измерение сердечного выброса и массы эритроцитов, а также серийное измерение лактата крови и т.д. Крайне необходима в этой ситуации и биопсия мышц для оценки типа волокон, функции митохондрий и плотности капилляров. Однако, финансовые и логистические барьеры для такой исследовательской программы выглядят пока труднопреодолимыми [10].

Второй аспект – это идея о генетической избыточности, которая лежит в основе сложных многомасштабных физиологических реакций и адаптаций у человека [9]. По сути дела, благодаря, плейотропным эффектам, один и тот же физиологический результат может быть обусловлен различными генетическими механизмами. Это положение нашло свое отражение в одной из новых концепций и заключается в том, что «...существует множество потенциальных генетических путей к данному фенотипу...» [7]. Отсюда следует, что если даже нам удастся собрать необходимую когорту для исследований, отвечающую вышеуказанным требованиям, результат может оказаться довольно неожиданным. Так, судя по ранее опубликованным данным, можно предположить, что для каждой спортивно важной фенотипической особенности будет выявлено достаточно значимое количество генетических профилей с маленьким значением эффекта (для патологических состояний обычно сообщается об относительных рисках 1,1-1,5) [20]. Кроме того, любые редкие варианты ДНК, обнаруженные в небольших исследованиях типа «случай-контроль» (на поиск которых они



и были ориентированы), скорее всего, проявят снижение пенетрантности и, таким образом, объяснят меньшую часть физиологических особенностей в любых крупных когортах [21]. Важно отметить, что степень причинно-следственной или «случайной» связи этих вариантов с интересующим физиологическим фенотипом будет неопределенной, как и их общий прогностический потенциал. Для устранения этих проблем в исследованиях риска некоторых патологических состояний были разработаны так называемые полигенные генетические показатели [17]. Однако прогностическая полезность этих показателей сомнительна для некоторых полигенных фенотипов (ожирение, диабет, гипертония и т.д.), а общий генетический вклад в формирование соответствующего патологического фенотипа может оказаться гораздо менее значимым, чем вклад окружающей среды и поведения [10].

Необходимо также отметить, что одним из аспектов проблемы воспроизводимости результатов, является и специфика этнических когорт. Классическим примером этой проблемы

могут служить исследования по генетической предрасположенности к депрессии [6].

С прикладной точки зрения на основании приведенных выше данных можно предположить, что выявление спортивных талантов на основе анализа ДНК, скорее всего, будет иметь ограниченную ценность, и что полевое тестирование, вероятно, останется ключевым элементом выявления талантов в ближайшее время [19]. Хотя возможно (несмотря на многочисленные ограничения), что при детальном физиологическом фенотипировании больших когорт могут появиться и более ясные генетические ассоциации для сложных признаков, связанных со спортивными достижениями [10].

Подводя итог изложенному выше, представляется возможным констатировать, что вопрос о пределах генетической «предопределенности», являющийся частью общей задачи в исследованиях сложных полифакторных признаков человека, до сих пор в генетике человека не решен.

В конце 1990-х и начале 2000-х годов, особенно после завершения

проекта «Геном человека», было принято считать, что ограниченное число вариантов генов объясняет большую часть риска развития распространенных неинфекционных заболеваний. Предполагалось, что после выявления этих вариантов появится множество новых подходов к диагностике, профилактике и терапии такого рода патологических состояний. К сожалению, эта идея не была реализована, и сотни вариантов генов с относительно небольшим эффектом оказались связанными с полифакторными неинфекционными заболеваниями, что препятствовало выделению так называемых «ведущих» генов [10]. Важно отметить, что их роль в диагностике, профилактике и терапии этих заболеваний остается ареной постоянных споров [11].

В настоящее время можно считать общепризнанным факт того, что особенности генетического статуса влияют на формирование спортсменов для спорта высших достижений, однако нам до сих пор неясно, какие конкретно генетические тесты могут дать однозначный результат на перспективу [19, 18]. Еще одним из недостаточно изученных аспектов генетической преддетерминации спортивного потенциала является взаимосвязь между генетическим и эпигенетическим статусом спортсмена и это также накладывает определенные ограничения на эффективность выявления редких аллелей и однозначную интерпретацию получаемого генетического профиля [15]. И, тем не менее, количество работ, выполненных без учета вышеотмеченных недостатков, на небольших популяциях и с помощью простых методов продолжает нарастать [30, 32].

Оправданность такой ситуации не вызывает сомнения. Любые исследования, прежде чем дойти до успешных обобщений, должны пройти период накопления экспериментальных данных, т.н. «критической массы», когда накопленное количество экспериментальных исследований позволит совершить качественный скачок. Без этого невозможен прогресс. Легче всего критиковать и запрещать – од-



нако, повторим еще раз, – это дорого регресса. Приведенная в настоящей публикации «работа над ошибками» свидетельствует о том, что расширение спектра исследуемых аллелей, учет их взаимодействия и использование усовершенствованного математического аппарата позволят создать базу для прорывных событий в спортивной антропогенетике. Не случайно ведущие тренеры современности, такие как В.В. Шантарович [24] в Республике Беларусь или И.А. Виннер-Усманова в РФ [30] активно и успешно используют этот подход в своей работе.

На сегодняшний момент использование общего генетического балла, при всей его ограниченности, представляется существенным шагом вперед. Уже такой предварительный анализ может быть использован для пред-скрининга начинающих спортсменов. Отсутствие эффективного генотипа по генам выносливости явно указывает на низкую перспективность индивида для циклических видов спорта, а отсутствие соответствующих аллелей генов реакции «дикого типа» позволит четко рекомендовать спортсмену уйти из единоборств (или,

по крайней мере, не рассчитывать на выдающийся результат).

Подводя итог вышеизложенному материалу, хотелось бы констатировать следующее:

1. На сегодняшний день генетическое тестирование стало обязательным условием отбора перспективных спортсменов в передовых странах мира. Не смотря на наличие определенных просчетов и ошибок, это направление может стать базовым для организации предскрининга и профилизации начинающих спортсменов.
2. Обязательным условием совершенствования антропогенетических исследований является укрепление материально-технической базы, обеспечивающей расширение перечня генов-маркеров, внедрение новых методов исследований, адекватной математической обработкой, анализом и интерпретацией с обязательным персональным контентом получаемых результатов.
3. Одним из определяющих моментов должно стать широкое внедрение в подготовку и переподготовку тренерского коллектива современных методов антропологии и антропогенетики.

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. A flexible computational framework for detecting, characterizing and interpreting statistical patterns of epistasis in genetic studies of human disease susceptibility / J. Moore [et al.] // *Journal of Theoretical Biology*. – 2006. – Vol. 241. – P. 252–261.
2. A Markov Chain Monte Carlo Technique for Identification of Combinations of Allelic Variants Underlying Complex Diseases in Humans / A.V. Favorov [et al.] // *Genetics*. – 2005. – Vol. 171. – P. 2113–2121.
3. A roadmap to multifactor dimensionality reduction methods / D. Gola [et al.] // *Brief Bio-inform.* – 2015. – Vol. 17. – P. 293–308.
4. ACTN3 R577X genotype and athletic performance in a large cohort of Japanese athletes [Electronic resource] / Naoki Kikuchi [et al.]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1071879>. – Date of access: 01.09.2015.
5. Alexander, B. T. McAuley the association of the ACTN3 R577X and ACE I/D polymorphisms with athlete status in football: a systematic review and meta-analysis [Electronic resource] / B. T. Alexander. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1812195>. – Date of access: 23.08.2021.
6. No support for historical candidate gene or candidate gene-by-interaction hypotheses for major depression across multiple large samples / R. Border [et al.] // *Am. J. Psychiatry*. – 2019. – Vol. 176, № 5. – P. 376–387.
7. Boyle, E. A. An expanded view of complex traits: from polygenic to omnigenic / E. A. Boyle, Y. I. Li, J. K. Pritchard // *Cell*. – 2017. – Vol. 169, № 7. – P. 1177–1186.
8. FFN: Projet de Performance Federal // Donnees de cadrage DTN : Assemblee Generale, 22–24 avril 2016. – Paris : Federation Francaise de Natation, 2016. – 25 p.
9. Joyner, M. J. Biological reductionism versus redundancy in a degenerate world / M. J. Joyner, L. G. Boros, G. Fink // *Perspect. Biol. Med.* – 2018. – Vol. 61, № 4. – P. 517–526.
10. Joyner, M. J. Genetic approaches for sports performance: how far away are we? / M. J. Joyner // *Sports Medicine*. – 2019. – Vol. 49. – P. 199–204.
11. Joyner, M. J. Promises, promises, and precision medicine / M. J. Joyner, N. Paneth // *J. Clin. Investig.* – 2019. – Vol. 129, № 3. – P. 946–948.
12. Keith Baar & Sean McGee Optimizing training adaptations by manipulating glycogen [Electronic resource]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1080/17461390801919094>. – Date of access: 25.03.2008.
13. Lvovs, D. A Polygenic Approach to the Study of Polygenic Diseases / D. Lvovs, O. O. Favorova, A.V. Favorov // *Acta naturae*. – 2012. – Vol. 4. – P. 59–71.
14. Multifactor-dimensionality reduction reveals high-order interactions among estrogen- metabolism genes in sporadic breast cancer / M. D. Ritchie [et al.] // *Am J Hum Genet*. – 2001. – Vol. 69. – P. 138–147.
15. Can Genetic Testing Identify Talent for Sport? / C. Pickering [et al.] // *Genes*. – 2019. – Vol. 10. – P. 972–985.
16. Said, M. A. Associations of combined genetic and lifestyle risks with incident cardiovascular disease and diabetes in the UK Biobank Study / M. A. Said, N. Verweij, P. Harst // *JAMA Cardiol*. – 2018. – Vol. 3, № 8. – P. 693–702.
17. Saracci, R. Epidemiology in wonderland: big data and precision medicine / R. Saracci // *Eur. J. Epidemiol.* – 2018. – Vol. 33, № 3. – P. 245–257.
18. Ethics of genetic testing and research in sport: a position statement from the Australian Institute of Sport / N. Vlahovich [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 51. – P. 5–11.
19. Direct-to-consumer genetic testing for predicting sports performance and talent identification: consensus statement / N. Webbom [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 49, № 23. – P. 1486–1491.
20. Weiss, K. M. Tilting at quixotic trait loci (QTL): an evolutionary perspective on genetic causation / K. M. Weiss // *Genetics*. – 2008. – Vol. 179, № 4. – P. 1741–1756.
21. Assessing the pathogenicity, penetrance, and expressivity of putative disease-causing variants in a population setting / C. F. Wright [et al.] // *Am. J. Hum. Genet.* – 2019. – Vol. 104, № 2. – P. 75–86.
22. Аблюкова, А. В. Спортивный отбор волейболистов: генетические критерии определения двигательной одаренности (сообщение 2) / А. В. Аблюкова, Л. П. Сергиенко // *Слобожанський науково-спортивний вісник*. – 2016. – № 2. – С. 7–13.
23. Хрисанфова, Е. Н. Антропология : учебник / Е. Н. Хрисанфова, И. В. Перевозчиков. – 4-е изд. – М. : Наука, 2005. – 400 с.
24. Комплексная оценка спортивного потенциала сильнейших гребцов на байдарках и каноэ Республики Беларусь / В. Ю. Давыдов [и др.] // *Теория и практика физической культуры*. – 2015. – № 3. – С. 94–98.
25. Кипень, В. Н. Роль генов XRCC1, XRCC3 и PALB2 в генезе рака молочной железы / В. Н. Кипень, Е. В. Снытков, С. Б. Мельнов // *Экологический вестник*. – 2015. – № 1. – С. 57–64.
26. Кручинский, Н. Г. Генотипирование энергообеспечения у спортсменов высокой квалификации на примере биатлона / Н. Г. Кручинский [и др.] // *Здоровье для всех*. – 2018. – № 2. – С. 9–17.
27. Лебедь, Т. Л. Особенности генетического статуса спортсменов-гребцов / Т. Л. Лебедь, Н. В. Шепелевич, С. Б. Мельнов // *Олимпийский спорт и спорт для всех : материалы XXV Междунар. науч. конгр., 15–17 окт. 2020 г. : в 2 ч. / Междунар. ассоц. ун-тов физ. культуры и спорта [и др.] ; редкол.: С. Б. Репкин (гл. ред.) [и др.]*. – Минск, 2020. – Ч. 2. – С. 136–142.
28. Лебедь, Т. Л. Молекулярно-генетическое типирование полиморфизмов: генетический прогноз антропометрических характеристик спортсменов-гребцов : метод. рекомендации / Т. Л. Лебедь, С. Б. Мельнов. – Пинск : ПолесГУ, 2016. – 25 с.
29. Мельнов, С. Б. Молекулярно-генетические аспекты спортивной успешности в циклических видах спорта / С. Б. Мельнов, Т. Л. Лебедь, Е. Б. Комар // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 67–76.
30. Пономарева, О. В. Генетика в современном спорте: научные технологии для новых достижений / О. В. Пономарева // *Наука молодых*. – 2018. – Т. 6, № 5. – С. 569–581.
31. Пономаренко, И. В. Использование метода Multi-factor Dimensionality Reduction (MDR) и его модификаций для анализа ген-генных и генно-средовых взаимодействий при генетико-эпидемиологических исследованиях (обзор) / И. В. Пономаренко // *Научные результаты биомедицинских исследований*. – 2019. – Т. 5, № 1. – С. 4–21.
32. Самохина, Н. Н. Социально-культурная американская антропология (в рамках дисциплины «Философия») : учеб. пособие / Н. Н. Самохина. – Нижневартовск : НВГУ, 2016. – 102 с.
33. Сравнительный анализ генетического статуса спортсменов-гребцов высокой квалификации и гребцов-юниоров / Т. Лебедь [и др.] // *Здоровье для всех*. – 2016. – № 1. – С. 51–55.
34. Шепелевич, Н. В. Особенности генетического профиля выносливости у спортсменов-гребцов / Н. В. Шепелевич, Т. Л. Лебедь, С. Б. Мельнов // *Экологический вестник*. – 2013. – № 4. – С. 20–24.