

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ГЕНЕТИКИ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ

И. Е. Плещёв¹ ✉, В. Н. Николенко^{2,3}, Е. Е. Ачкасов², А. Н. Шкребко¹

¹ Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия

² Первый МГМУ имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Исследования генома человека в спорте поднимают сложные этические вопросы, касающиеся пересечения генетики и спортивных результатов. Проведение генетических модификаций требует соблюдения принципов честности, равенства возможностей и сохранения человеческого достоинства. Данный аналитический обзор исследует этические и моральные аспекты геномных исследований в спортивной сфере, анализируя возможные влияния на целостность спорта. Методологически работа представляет собой систематический анализ, объединяющий научные публикации и экспертные заключения для изучения этических вызовов в области спортивной генетики. Исследование включает детальный анализ современных научных работ, охватывающих генетические основы спортивных возможностей, моральные и этические противоречия в современных условиях развития науки и спорта. Поиск литературы проводился в трех базах данных: Scopus, Google Scholar и PubMed. Поиск осуществлялся по таким ключевым словам, как «генетика», «спортивные результаты», «этика», «биоэтика», «генетическое тестирование», «права человека», «спорт». Стратегия поиска была разработана без конкретных временных ограничений, что позволяло включать как недавние, так и основополагающие работы в этой области. В заключение, в обзоре утверждается, что интеграция этических соображений в разработку и применение генетических технологий в спорте имеет решающее значение для поддержания основополагающих принципов справедливости, равенства и уважения человеческого достоинства. Что подчеркивает важность открытого диалога о потенциальных последствиях генетических достижений для спортивных результатов, будущих поколений и целостности спорта.

Ключевые слова: биоэтика, спорт, генетическое тестирование, спортивные результаты, этика, права человека

Вклад авторов: И. Е. Плещёв — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; В. Н. Николенко — концепция и дизайн исследования, ответственность за целостность всех частей статьи, редактирование; Е. Е. Ачкасов, А. Н. Шкребко — написание текста, сбор и обработка материала, редактирование.

✉ **Для корреспонденции:** Игорь Евгеньевич Плещёв
ул. Революционная, д. 5, г. Ярославль, 150000, Россия; doctor.pleshyov@gmail.com

Статья поступила: 16.07.2025 **Статья принята к печати:** 21.08.2025 **Опубликована онлайн:** 01.09.2025

DOI: 10.24075/medet.2025.013

BIOETHICAL ASPECTS OF HUMAN GENOME RESEARCH IN SPORTS: A BRIEF OVERVIEW

Pleshchev IE¹ ✉, Nikolenko VN^{2,3}, Achkasov EE², Shkrebko AN¹

¹ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

³ Moscow State University named after MV Lomonosov, Moscow, Russia

Human genome research in sports brings about complex ethical questions related to genetic manipulation for enhancement of performance among athletes. Genes enhancing raises concerns about fairness, equality, and respect for human dignity. This review explores the ethical aspects of human genome research in sports and its potential effect on the integrity of sports. Methodologically, this article provides a systematic analysis of scientific publications and expert insights to explore the ethical challenges of athletic genetics. This study extensively examined the current literature on genetics and sports performance, as well as ethical contradictions in modern science and sports. The literature was searched using Scopus, Google Scholar, and PubMed databases. Keywords included “genetics”, “sports performance”, “ethics”, “bioethics”, “genetic testing”, “human rights”, “sports”. The searching strategy was formulated without time constraints. Thus, both recent and fundamental works in this direction could be included. In conclusion, it is stated in this review that genetic technologies in sports should be developed and applied in accordance with ethical considerations. It is crucial because this is how fundamental principles of fairness, equality, and respect for human dignity can be supported. The review stresses the importance of an open dialogue about the potential influence of genetic advancements on athletic performance, future generations, and integrity of sports.

Keywords: bioethics, sports, genetic testing, sports performance, ethics, human rights

Authors contribution: Pleshchev IE — concept and design of research, data collection and processing, text writing; Nikolenko VN — concept and design of research, responsibility for the integrity of all parts of the article, editing; Achkasov EE, Shkrebko AN — text writing, data collection and processing, editing.

✉ **Correspondence should be addressed:** Igor E Pleshchev
Revolutionnaya st., 5, Yaroslavl, 150000, Russia; doctor.pleshyov@gmail.com

Received: 16.07.2025 **Accepted:** 21.08.2025 **Published online:** 01.09.2025

DOI: 10.24075/medet.2025.013

Поиск и развитие спортивных талантов наряду с морально-этическими вызовами в области генетики спорта приобретают все более значимый характер и вызывают активные дискуссии в научном мире. Изучение наследственных механизмов, влияющих на спортивные достижения, способствовало революционным открытиям

в области молекулярной биологии и генетических исследований, открывая инновационные подходы к обнаружению способностей и повышению эффективности в спорте. Данное направление породило многослойные этические дилеммы, касающиеся принципов честности, равноправия и защиты интересов атлетов. Взаимодействие

генетической науки со спортивной деятельностью создает серьезные этические противоречия, требующие детального анализа и разработки моральных принципов для поддержания честности спортивных состязаний и гарантирования одинаковых шансов для всех участников.

Сформировались дискуссионные теории касательно этических последствий генетических изменений, охватывающие: дискриминации на генетическом уровне, риск формирования генетически обусловленной иерархии среди спортсменов, а также возможные последствия для будущих поколений.

Параллельно с этим генетические исследования способны существенно повысить спортивную эффективность и кардинально расширить пределы физических возможностей человека.

Подобные противоположные точки зрения демонстрируют острую потребность в создании комплексной этической платформы для управления ответственным развитием и внедрением генетических инноваций в современный спорт.

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СПОРТИВНОЙ ГЕНЕТИКЕ

Поиск природного спортивного таланта представляет собой сложный процесс, основанный на эволюционном отборе специфических физических и психологических характеристик, оптимальных для конкретных дисциплин. Эффективная система выявления перспективных атлетов требует способности прогнозировать траектории развития двигательных навыков и предсказывать трансформацию компетенций, необходимых для достижения элитного уровня мастерства в период между первичным отбором и демонстрацией высших спортивных достижений [1, 2].

Тем не менее, процесс идентификации таланта выходит за рамки простого учета эволюционных адаптаций. Комплексная модель отбора охватывает многофакторную систему, включающую качество тренировочного процесса, условия окружающей среды и уровень индивидуальной мотивации спортсмена, подчеркивая фундаментальную роль генетических факторов в формировании спортивных способностей человека. Благодаря применению методов анализа генов-кандидатов и полногеномных ассоциативных исследований (genome-wide association studies: GWAS) учеными выявлен 251 полиморфизм, демонстрирующий связь со спортивной результативностью, что свидетельствует о значительном технологическом прогрессе в данной области [3].

Научное сообщество прогнозирует наступление революционного периода в спортивной геномике, характеризующегося прорывными достижениями в области ДНК-технологий. Ключевые направления развития включают: а) полногеномное секвенирование, б) расширенные GWAS-исследования, в) эпигеномный и транскриптомный анализ, г) биоинформатику и протеомное профилирование.

Данный технологический прогресс открывает новые возможности для углубленного изучения генетического влияния на физическую работоспособность. Исследовательский потенциал будет усилен благодаря расширению доступа к комплексным омическим базам данных и высокопроизводительным скрининговым технологиям. Также большой интерес представляют мультиомические подходы, поскольку позволяют интегрировать данные различных уровней (геномика, метабеномика, эпигеномика, транскриптомика) для

понимания их взаимного влияния на биологические механизмы физической деятельности [4, 5].

Несмотря на существующие этические дилеммы, связанные с применением генетических технологий в спорте, их потенциальные преимущества в области выявления талантов и оптимизации спортивной результативности заслуживают серьезного внимания [3, 6, 7]. К примеру, персонализированные тренировочные программы, основанные на генетической информации, обеспечивают более эффективную подготовку спортсменов путем акцентирования природных преимуществ и компенсации потенциальных слабых сторон, что способствует общему повышению спортивной результативности [8]. Генетический анализ маркеров, ассоциированных с процессами регенерации тканей, предрасположенностью к травмам и скоростью восстановления, позволяет разрабатывать персонализированные протоколы минимизации травматических рисков и ускорения реабилитационных процессов. Такой подход обеспечивает более рациональную стратегию поддержания здоровья атлетов и продления их спортивной карьеры [9].

Понимание генетической предрасположенности к метаболическим процессам и усвоению питательных веществ создает основу для разработки индивидуальных нутритивных стратегий, оптимизирующих энергетический баланс, мышечный рост и общее состояние здоровья. Персонализированные планы питания будут способствовать достижению пиковых результатов за счет обеспечения организма питательными веществами, наиболее соответствующими генетическому профилю спортсмена [10].

В свою очередь, генетические технологии потенциально способны демократизировать процесс выявления талантов, предоставляя доступ к ранее эксклюзивным знаниям для широкого круга спортсменов. По мере снижения стоимости и повышения доступности генетического тестирования все больше атлетов получают возможность использовать персонализированную обратную связь и возможности развития, что может способствовать формированию более инклюзивной спортивной среды, где талант признается и развивается независимо от социально-экономического статуса [11].

Вместе с тем, текущая практическая ценность ДНК-тестирования для идентификации спортивного таланта или прогнозирования фенотипов спортивной результативности остается весьма ограниченной [12]. Несмотря на очевидное влияние генетических факторов на спортивные достижения, количество убедительных доказательств специфических генетических вариаций, оказывающих значительное воздействие на спортивную результативность в пределах нормального диапазона человеческих характеристик, остается недостаточным. Данная проблема может быть обусловлена комплексностью признаков, находящихся под влиянием множественных генов с минимальными эффектами, а также сложностью контроля факторов окружающей среды в исследованиях. Важно понимать, что индивидуальные характеристики ДНК, вероятно, составляют лишь незначительную долю от общих физических признаков, обычно варьируясь в диапазоне от 0,005 до 0,1% [13]. Научная литература содержит доказательства ограниченной ценности геномного тестирования как инструмента выявления таланта. В одном показательном исследовании проводилось сравнение объединенных генотипических показателей для статуса элитных спортсменов, специализирующихся в видах

спорта на выносливость (68 генетических вариантов) и в скоростно-силовых дисциплинах (48 генетических вариантов), среди пяти элитных легкоатлетов. Однако 68 представителей неспортивной контрольной группы продемонстрировали еще более высокие показатели по данной шкале, чем элитные силовые спортсмены. Удивительно, но элитные скоростно-силовые атлеты также превосходили элитных спортсменов на выносливость по показателям «выносливость–сила». Исследование привело к выводам, что генетическая информация является ненадежным критерием для дифференциации элитных спортсменов от неспортивной контрольной группы, что ставит под сомнение ее эффективность как метода идентификации спортивного таланта [14].

Британские исследователи Pickering C. и Kiely J. из Университета центрального Ланкашира провели масштабное исследование, охватившее 243 представителя спортивного сообщества, среди которых были 110 атлетов и 133 сотрудника вспомогательного персонала. Целью работы было изучение распространенности генетического тестирования в спорте и мнения участников в отношении этичности применения данного метода. Полученные данные демонстрируют крайне низкую популярность генетических тестов для оценки спортивных показателей: лишь каждый десятый спортсмен (10%) и незначительно больше представителей персонала (11%) прибегали к подобному анализу. Тем не менее, подавляющее большинство респондентов признают значимость генетических факторов в достижении спортивных результатов и процессах адаптации к физическим нагрузкам. Исследование выявило три ключевые преграды, препятствующие широкому внедрению генетического тестирования в спортивную практику: недостаточная информированность специалистов, высокие финансовые затраты и отсутствие убедительной научной доказательной базы. Среди тех, кто уже воспользовался генетическим анализом, отзывы оказались преимущественно положительными: 73% атлетов и 64% представителей персонала оценили полученную информацию как практически значимую. Примечательно, что основное применение генетического тестирования связано не с выявлением спортивного таланта, а с индивидуализацией тренировочных программ. Наиболее показательным результатом исследования стало выявление кардинальных различий в этическом восприятии генетического тестирования между спортсменами и тренерским составом. Этические соображения как фактор отказа от генетического анализа отметили всего 4% атлетов, в то время как среди тренеров этот показатель достиг 19%, что почти в пять раз выше [15].

Спортивное сообщество демонстрирует неоднородное отношение к генетическому тестированию, при этом этические вопросы вызывают больше опасений у тренерского состава по сравнению со спортсменами. Данное различие в восприятии отражает многогранность проблемы использования генетических технологий в профессиональном спорте. Исследовательская группа под руководством Varley I. провела масштабный онлайн-опрос, охвативший 72 элитных спортсмена и 95 представителей британских спортивных организаций и управляющих структур. Целью исследования были изучение практического опыта применения генетического тестирования и формирование представления о перспективах его внедрения в спортивную практику.

Результаты опроса показали поразительно единодушные респондентов: приблизительно 80% элитных атлетов

и практически все представители вспомогательного персонала признали генетические факторы ключевыми в формировании спортивного потенциала. Более того, участники исследования выразили убежденность в том, что генетическое профилирование способно стать эффективным инструментом для прогнозирования спортивных результатов и восприимчивости к различным видам травм [16].

Критика генетических тестов для определения спортивного потенциала основывается на применении модели ACCE — комплексной системы оценки генетических исследований. Данная модель анализирует несколько ключевых аспектов: аналитическую точность результатов, клиническую достоверность методов, а также этические, юридические и социальные риски их применения. Несмотря на то что профессиональная и этически обоснованная идентификация спортивных способностей может иметь определенные основания, критерии профессиональной компетентности не распространяются на область генетического тестирования. Это создает существенный пробел в системе оценки качества и надежности подобных исследований [17].

Особую обеспокоенность вызывает проведение генетических исследований среди лиц, не достигших совершеннолетия. Ряд специалистов категорически не поддерживает использование таких методов у подростков и детей [18, 19]. Генетическое тестирование молодых людей порождает специфические этические противоречия, которые значительно превосходят стандартные вопросы профессиональной компетентности и научной обоснованности. Эта ситуация требует всестороннего анализа и взвешенного подхода к принятию решений о применении генетических тестов в молодежном спорте.

Одной из ключевых этических проблем в контексте генетики и спорта являются методы повышения производительности спортсмена, не предполагающие прямого вмешательства в генетический материал [20]. Так, генетическое тестирование часто используется для выявления и отбора перспективных спортсменов. Вместе с тем существуют и подходы, направленные на прямую модификацию человеческого генома, включая соматический перенос генов или модификацию половой линии. Модификации зародышевой линии могут создавать спортсменов с врожденными физическими преимуществами, которые сохраняются на протяжении всей их жизни, что дает значительное преимущество в соревновательных видах спорта. Кроме того, полезные черты имеют вероятность передаваться будущим поколениям, что потенциально приводит к появлению рода генетически улучшенных спортсменов с превосходными физическими возможностями [21]. Генетические инновации в спорте выходят далеко за рамки личных рекордов и открывают сложные этические и правозащитные вопросы. Технологии генетического улучшения могут создать два неравных класса атлетов: тех, кто имеет к ним доступ, и тех, для кого они остаются недоступными, что провоцирует генетическую дискриминацию. Формирование «генетически привилегированного» и «генетически обделенного» слоя спортсменов подчеркивает потребность в строгих законодательных рамках и единых международных стандартах регулирования. Применение подобных методик ставит под сомнение основы честной конкуренции, нарушая принципы равенства и справедливости, на которых зиждется дух соревновательного спорта [1, 22]. Существует риск усугубления неравенства между спортсменами, которые

могут позволить себе генетические улучшения, и теми, кто не может, что снижает равные условия игры, необходимые для подлинной конкуренции. Для решения этих проблем необходима разработка всеобъемлющих руководящих принципов, обеспечивающих равный доступ ко всем спортивным достижениям и надежную защиту прав спортсменов. Такие меры могли бы решать технические и этические аспекты и способствовать прозрачности и инклюзивности в спортивном сообществе. Более того, постоянство зародышевых модификаций и их влияние на будущие поколения требуют тщательного рассмотрения наших моральных обязательств по отношению к тем, кто унаследует эти изменения. Эти опасения подчеркивают важность интеграции этических соображений в разработку и применение генетических технологий в спорте, гарантируя, что стремление к улучшению результатов не ставит под угрозу основополагающие принципы справедливости, равенства и уважения человеческого достоинства. Поскольку научное сообщество продолжает изучать потенциал генетических модификаций, участие в открытом и инклюзивном диалоге о долгосрочных последствиях этих технологий для целостности спорта и общества имеет решающее значение.

Этические вопросы, связанные с исследованием человеческого генома в спорте, приобретают первостепенное значение при оценке возможных последствий генетических инноваций для повышения спортивных результатов [23]. Объединение генетики и спортивной практики порождает сложные дилеммы, касающиеся обеспечения справедливости, создания равных условий и сохранения благополучия атлетов. Понимание этих аспектов необходимо, чтобы внедрение генетических методов улучшения не нарушало принципы

честной конкуренции, уважения достоинства человека и равного доступа для всех участников.

Кроме того, долгосрочные последствия генетических модификаций в спорте требуют всеобъемлющей этической структуры для руководства ответственной разработкой и применением генетических технологий. Этические аспекты исследования генома человека в спорте будут играть важную роль в решении потенциального воздействия на спортсменов, будущие поколения и целостность спорта.

ВЫВОДЫ

Исследования генома человека в спорте представляют собой сложную этическую дилемму, которая требует баланса между научным прогрессом и фундаментальными принципами справедливости. Генетическое тестирование спортсменов открывает новые возможности для оптимизации тренировочных процессов, но одновременно создает риски дискриминации и нарушения равенства возможностей.

Проблема генного «допинга» становится все более актуальной по мере развития технологий геномной терапии, что заставляет спортивные организации разрабатывать новые методы контроля и регулирования. Использование генетических данных для отбора и подготовки спортсменов поднимает этические вопросы, связанные с созданием «генетического класса» элитных атлетов.

В конечном счете, этические аспекты исследования генома человека в спорте требуют постоянного пересмотра и адаптации к новым научным достижениям, сохраняя при этом основные моральные принципы и ценности спортивной деятельности.

Литература

1. Zhao J, Xiang C, Kamalden TFT, Dong W, Luo H, Ismail N. Differences and relationships between talent detection, identification, development and selection in sport: A systematic review. *Heliyon*. 2024; 10(6): e27543. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e27543.
2. Bojarczuk A. Ethical Aspects of Human Genome Research in Sports — A Narrative Review. *Genes*. 2024; 15(9): 1216. DOI: 10.3390/genes15091216.
3. Semenova EA, Hall ECR, Ahmetov II. Genes and Athletic Performance: The 2023 Update. *Genes (Basel)*. 2023; 14(6): 1235. DOI: 10.3390/genes14061235.
4. Ginevičienė V, Utkus A, Pranckevičienė E, Semenova EA, Hall ECR, Ahmetov II. Perspectives in Sports Genomics. *Biomedicines*. 2022; 10(2): 298. DOI: 10.3390/biomedicines10020298.
5. Ahmetov II, John G, Semenova EA, Hall ECR. Genomic predictors of physical activity and athletic performance. *Adv Genet*. 2024; 111: 311–408. DOI: 10.1016/bs.adgen.2024.01.001.
6. John R, Dhillon MS, Dhillon S. Genetics and the Elite Athlete: Our Understanding in 2020. *Indian J Orthop*. 2020; 54(3): 256–263. DOI: 10.1007/s43465-020-00056-z.
7. Aasdahl L, Nilsen TIL, Meisingset I, et al. Genetic variants related to physical activity or sedentary behaviour: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 18, 15 (2021). DOI: 10.1186/s12966-020-01077-5.
8. Jones N, Kiely J, Suraci B, et al. A genetic-based algorithm for personalized resistance training. *Biol Sport*. 2016; 33(2): 117–126. DOI: 10.5604/20831862.1198210.
9. Dlamini SB, Saunders CJ, Laguet MN, et al. Application of an in silico approach identifies a genetic locus within ITGB2, and its interactions with HSPG2 and GGF9, to be associated with anterior cruciate ligament rupture risk. *Eur J Sport Sci*. 2023; 23(10): 2098–2108. DOI: 10.1080/17461391.2023.2171906.
10. Guest NS, Horne J, Vanderhout SM, El-Sohemy A. Sport Nutrigenomics: Personalized Nutrition for Athletic Performance. *Front Nutr*. 2019; 6: 8. DOI: 10.3389/fnut.2019.00008.
11. Reynoso-Sanchez LF. Tech-Driven Talent Identification in Sports: Advancements and Implications. *Health Nexus*, 2023; 1(3): 77–82. DOI: 10.61838/kman.hn.1.3.11.
12. Varillas-Delgado D, Del Coso J, Gutiérrez-Hellín J, et al. Genetics and sports performance: the present and future in the identification of talent for sports based on DNA testing. *Eur J Appl Physiol*. 2022; 122(8): 1811–1830. DOI: 10.1007/s00421-022-04945-z.
13. Ahmetov II, Hall ECR, Semenova EA, Pranckevičienė E, Ginevičienė V. Advances in sports genomics. *Adv Clin Chem*. 2022; 107: 215–263. DOI: 10.1016/bs.acc.2021.07.004.
14. Pickering C, Kiely J. Can Genetic Testing Predict Talent? A Case Study of 5 Elite Athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2021; 16(3): 429–434. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0543.
15. Pickering, C, Kiely, J. The frequency of, and attitudes towards, genetic testing amongst athletes and support staff. *Perform. Enhanc. Heal*. 2021; 8: 100184. DOI: 10.1016/j.peh.2020.100184.
16. Varley I, Patel S, Williams AG, Hennis PJ. The current use, and opinions of elite athletes and support staff in relation to genetic testing in elite sport within the UK. *Biol Sport*. 2018; 35(1): 13–19. DOI: 10.5114/biolSport.2018.70747.
17. Loland S. Against Genetic Tests for Athletic Talent: The Primacy of the Phenotype. *Sports Med*. 2015; 45(9): 1229–1233. DOI: 10.1007/s40279-015-0352-5.
18. Camporesi S, McNamee MJ. Ethics, genetic testing, and athletic talent: children's best interests, and the right to an open (athletic) future. *Physiol Genomics*. 2016; 48(3): 191–195. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00104.2015.

19. Pickering C, Kiely J, Grgic J, Lucia A, Del Coso J. Can Genetic Testing Identify Talent for Sport? *Genes (Basel)*. 2019; 10(12): 972. DOI: 10.3390/genes10120972.
20. Vlahovich N, Fricker PA, Brown MA, Hughes D. Ethics of genetic testing and research in sport: a position statement from the Australian Institute of Sport. *Br J Sports Med*. 2017; 51(1): 5–11. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096661.
21. Tournas L, Johnson WG, Bowman DM. Germline doping for heightened performance in sport. *Aust. New Zeal. Sport. Law J*. 2019; 12: 1–24.
22. Atutornu J, Milne R, Costa A, Patch C, Middleton A. Towards equitable and trustworthy genomics research. *EBioMedicine*. 2022; 76: 103879. DOI: 10.1016/j.ebiom.2022.103879.
23. Patel S, Varley I. Exploring the Regulation of Genetic Testing in Sport. *Entertain. Sport. Law J*. 2019; 17: 1–13. DOI: 10.16997/eslj.223.

References

1. Zhao J, Xiang C, Kamalden TFT, Dong W, Luo H, Ismail N. Differences and relationships between talent detection, identification, development and selection in sport: A systematic review. *Heliyon*. 2024; 10(6): e27543. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e27543.
2. Bojarczuk A. Ethical Aspects of Human Genome Research in Sports — A Narrative Review. *Genes*. 2024; 15(9): 1216. DOI: 10.3390/genes15091216.
3. Semenova EA, Hall ECR, Ahmetov II. Genes and Athletic Performance: The 2023 Update. *Genes (Basel)*. 2023; 14(6): 1235. DOI: 10.3390/genes14061235.
4. Ginevičienė V, Utkus A, Pranckevičienė E, Semenova EA, Hall ECR, Ahmetov II. Perspectives in Sports Genomics. *Biomedicines*. 2022; 10(2): 298. DOI: 10.3390/biomedicines10020298.
5. Ahmetov II, John G, Semenova EA, Hall ECR. Genomic predictors of physical activity and athletic performance. *Adv Genet*. 2024; 111: 311–408. DOI: 10.1016/bs.adgen.2024.01.001.
6. John R, Dhillon MS, Dhillon S. Genetics and the Elite Athlete: Our Understanding in 2020. *Indian J Orthop*. 2020; 54(3): 256–263. DOI: 10.1007/s43465-020-00056-z.
7. Aasdahl L, Nilsen TIL, Meisingset I, et al. Genetic variants related to physical activity or sedentary behaviour: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 18, 15 (2021). DOI: 10.1186/s12966-020-01077-5.
8. Jones N, Kiely J, Suraci B, et al. A genetic-based algorithm for personalized resistance training. *Biol Sport*. 2016; 33(2): 117–126. DOI: 10.5604/20831862.1198210.
9. Dlamini SB, Saunders CJ, Laguet MN, et al. Application of an in silico approach identifies a genetic locus within ITGB2, and its interactions with HSPG2 and FGF9, to be associated with anterior cruciate ligament rupture risk. *Eur J Sport Sci*. 2023; 23(10): 2098–2108. DOI: 10.1080/17461391.2023.2171906.
10. Guest NS, Horne J, Vanderhout SM, El-Sohemy A. Sport Nutrigenomics: Personalized Nutrition for Athletic Performance. *Front Nutr*. 2019; 6: 8. DOI: 10.3389/fnut.2019.00008.
11. Reynoso-Sanchez LF. Tech-Driven Talent Identification in Sports: Advancements and Implications. *Health Nexus*, 2023; 1(3): 77–82. DOI: 10.61838/kman.hn.1.3.11.
12. Varillas-Delgado D, Del Coso J, Gutiérrez-Hellín J, et al. Genetics and sports performance: the present and future in the identification of talent for sports based on DNA testing. *Eur J Appl Physiol*. 2022; 122(8): 1811–1830. DOI: 10.1007/s00421-022-04945-z.
13. Ahmetov II, Hall ECR, Semenova EA, Pranckevičienė E, Ginevičienė V. Advances in sports genomics. *Adv Clin Chem*. 2022; 107: 215–263. DOI: 10.1016/bs.acc.2021.07.004.
14. Pickering C, Kiely J. Can Genetic Testing Predict Talent? A Case Study of 5 Elite Athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2021; 16(3): 429–434. DOI: 10.1123/ijspp.2019-0543.
15. Pickering, C, Kiely, J. The frequency of, and attitudes towards, genetic testing amongst athletes and support staff. *Perform. Enhanc. Heal*. 2021; 8: 100184. DOI: 10.1016/j.peh.2020.100184.
16. Varley I, Patel S, Williams AG, Hennis PJ. The current use, and opinions of elite athletes and support staff in relation to genetic testing in elite sport within the UK. *Biol Sport*. 2018; 35(1): 13–19. DOI: 10.5114/biol sport.2018.70747.
17. Loland S. Against Genetic Tests for Athletic Talent: The Primacy of the Phenotype. *Sports Med*. 2015; 45(9): 1229–1233. DOI: 10.1007/s40279-015-0352-5.
18. Camporesi S, McNamee MJ. Ethics, genetic testing, and athletic talent: children's best interests, and the right to an open (athletic) future. *Physiol Genomics*. 2016; 48(3): 191–195. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00104.2015.
19. Pickering C, Kiely J, Grgic J, Lucia A, Del Coso J. Can Genetic Testing Identify Talent for Sport? *Genes (Basel)*. 2019; 10(12): 972. DOI: 10.3390/genes10120972.
20. Vlahovich N, Fricker PA, Brown MA, Hughes D. Ethics of genetic testing and research in sport: a position statement from the Australian Institute of Sport. *Br J Sports Med*. 2017; 51(1): 5–11. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096661.
21. Tournas L, Johnson WG, Bowman DM. Germline doping for heightened performance in sport. *Aust. New Zeal. Sport. Law J*. 2019; 12: 1–24.
22. Atutornu J, Milne R, Costa A, Patch C, Middleton A. Towards equitable and trustworthy genomics research. *EBioMedicine*. 2022; 76: 103879. DOI: 10.1016/j.ebiom.2022.103879.
23. Patel S, Varley I. Exploring the Regulation of Genetic Testing in Sport. *Entertain. Sport. Law J*. 2019; 17: 1–13. DOI: 10.16997/eslj.223.