



МИНИСТЕРСТВО СПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПГУ
ФКС
СИТ
Поволжский государственный
университет физической культуры,
спорта и туризма

Э. Ш. Шамсувалеева, Р. С. Камахина

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Учебно-методическое пособие



КАЗАНЬ-2022

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА»

Э. Ш. Шамсувалеева, Р. С. Камахина

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Учебно-методическое пособие

КАЗАНЬ
2022

УДК 796/799
ББК 75.15.7я72
Ш19

Печатается по решению президиума Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 49.00.00 Физическая культура и спорт (протокол № 1 от 20 апреля 2022 года).

Рекомендовано учебно-научным методическим советом ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ» (протокол №10 от 10.06.2021 года)

Рецензенты:

И. И. Ахметов, доктор медицинских наук, доцент НИИ спорта Ливерпульского университета имени Джона Мурса;

А. В. Калинин, доктор медицинских наук, директор Института здоровья и реабилитологии НГУ имени П. Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург;

А. С. Назаренко, кандидат биологических наук, доцент, проректор по научной работе и международной деятельности ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»

Шамсувалеева, Э. Ш.

Ш19 Генетические аспекты спортивного отбора : учебно-методическое пособие / Э. Ш. Шамсувалеева, Р. С. Камахина. – Казань : ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», 2022. – 56 с.

ISBN 978-5-6048935-3-1

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения дисциплины «Генетические аспекты спортивного отбора» по направлению подготовки магистров 49.04.03 Спорт в соответствии с требованиями профессионального стандарта 05.003 Тренер.

Также оно представляет интерес для бакалавров по направлениям подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (биология) и магистрантов 44.04.01 Биологическое образование (педагогическое образование) в качестве пособия для организации элективного курса или профильного биологического обучения.

УДК 796/799
ББК 75.15.7я72

ISBN 978-5-6048935-3-1

© Шамсувалеева Э. Ш., Камахина Р. С., 2022
© ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», 2022

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Актуальность и практическое значение

Спортивный отбор становится областью научного поиска, когда среди относительно фенотипически однородных спортсменов необходимо выбрать одного или нескольких тех, кто гарантированно покажет высокий спортивный результат (поскольку чем выше квалификация спортсменов, тем меньше морфологические различия между ними). В противном случае это нерационально израсходованные финансовые и человеческие ресурсы, выделяемые из бюджета государства на развитие спорта высших достижений, а также возрастающая смертность во время тренировочно-соревновательной активности в спорте.

С 2012 года существует документ «Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов»¹. Образовательные программы подготовки бакалавров и магистров предполагают, что освоившие их обладают способностью проводить научный анализ результатов исследований и использовать их в практической деятельности для осуществления отбора и повышения эффективности тренировочного процесса. Тем не менее в среде спортсменов и тренеров существует мнение, что генетические тесты не играют су-

¹ Ахметов И. И. Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов. – URL: <http://csp-athletics.ru/images/doc/metod/sport/metod-sport-7.2.pdf> (дата обращения: 01.09.2022).

щественной роли ни в выявлении спортивной специализации, ни в коррекции тренировочного процесса.

Проведенное нами анкетирование для выявления уровня сформированности компетенций в сфере спортивной генетики показало, что 83 % спортсменов и 79 % тренеров на вопрос, нужны ли вам знания по молекулярной генетике спорта для осуществления отбора в вашу спортивную группу, ответили отрицательно.

Каждый тренер мог бы учитывать в своей работе закономерности спортивной генетики, исходя из того, что большинство индивидов склонны лишь к определенному типу спортивной деятельности, что существуют индивидуальные различия в способности развить какое-либо физическое качество (выносливость, силу, быстроту, гибкость и др.), что высоких спортивных результатов может достичь лишь талантливый человек, обладающий определенным комплексом генетических предпосылок к данной деятельности, что современные рекорды настолько высоки, что одного только трудолюбия и мотивации уже недостаточно и для достижения мировых рекордов требуется спортивная гениальность, которая генетически детерминирована².

Исследование родословных спортсменов показало, что наиболее часто спортивные династии характерны для таких видов спорта, как фехтование, бокс, стрельба, тяжелая и легкая атлетика, футбол, гимнастика.

Такой подход позволил бы минимизировать как физические, так и психологические травмы спортсмена, упростить и ускорить его путь к вершинам спортивной карьеры, продлить время результативной спортивной деятельности. В то же время никто не ограничивает прав личности и не обязывает ни самих спортсменов, ни родителей юных спортсменов проходить генетическое тестирование как обязательную процедуру.

Если считать, что тренер и спортсмен являются потребителями услуг лабораторий молекулярной генетики спорта, то

² Ахметов И. И. Молекулярная генетика спорта: монография. – Москва: Советский спорт, 2009. – 268 с.

заклучения лабораторий должны быть понятны потребителям, что предполагает достаточно высокий уровень их образованности в области молекулярной биологии для возможности грамотной интерпретации заключений генетического тестирования и применения его в практике спорта.

В настоящее время существует большое количество лабораторий и центров, проводящих генетические исследования с целью прогнозирования успешности спортсменов в спорте. В связи с чем возникает ряд вопросов, а именно: доверия к генетическому тестированию в принципе, однозначности толкования результатов тестирования, теоретической и практической готовности тренеров и спортсменов к интерпретации результатов тестирования с целью оптимизации спортивного отбора и специализации спортсменов, а также для предотвращения травм и коррекции тренировочного процесса.

К маркерам возможной успешности в различных видах спорта относятся: определенный генотип, антропометрические данные, количественный и качественный состав мышечных волокон, гормональный фон организма, психологические характеристики личности и многие другие показатели.

В перспективе, когда число маркеров будет исчисляться тысячами, успехи спортивной генетики позволят дать более объективную оценку спортсмену. Генетические исследования с целью прогнозирования успешности в спорте могли бы оценивать потенциал развития физических качеств, отсутствие ограничений по здоровью, способность к выполнению больших объемов тренировок и к восстановлению после них, риск получения травм. Но уже сегодня по исследованиям ДНК специалисты могут предположить при грубых расчетах выбор взаимоисключающих видов спорта: или на выносливость, или на быстроту, а при детальном анализе – конкретный вид спорта, вплоть до дистанции, например, плавание на 100 метров.

Спортивный прогноз не может основываться только на генетическом анализе спортсмена. Предположения, которые должны обеспечить результативность усилий спортсменов, тренеров и врачей, основываются не только на знаниях спортивной генетики, но и спортивной физиологии, спортивной

медицины, биомеханики и биохимии спорта. Наличие полиморфизмов одного или нескольких генов, ассоциированных со спортивной деятельностью, является основой преимущества спортсмена в определенном виде спорта, но фактическое проявление генетической предрасположенности зависит от множества факторов, начиная от питания спортсмена, режима дня, грамотной организации тренировочного процесса.

Для становления профессионального спортсмена высокого уровня необходимо как наличие соответствующих его спортивной деятельности генетических полиморфизмов, так и правильно подобранных средств и методов спортивной тренировки, вызывающих адекватное повышение функциональных возможностей его ведущих физиологических систем, а также усовершенствованной эффективной техники. Без совокупности этих составляющих спортсмен не сможет добиться высокого спортивного результата. Генетический анализ может дать возможность индивидуализировать построение тренировочного процесса спортсмена, что не исключает функциональные исследования организма. Генетическое тестирование – это один пункт из множества составляющих проблемы спортивного отбора и спортивной подготовки, а не универсальный ответ тренеру на все его вопросы.

Соответствие профессиональному стандарту «Тренер»

Формирование профессиональной компетенции «Способен выявлять перспективных спортсменов и проводить отбор для пополнения спортивного резерва спортивной сборной команды» у обучающихся по направлению подготовки 49.04.03 Спорт предполагает знание тенденций развития генетической науки в современный период и взаимосвязь их со сферой физической культуры и спорта, направлений экспериментальной и инновационной деятельности в области генетических аспектов подготовки спортивного резерва, основ молекулярной биологии как базиса для коррекции спортивной ориентации и отбора.

Одна из трудовых функций тренера среди указанных в профессиональном стандарте «Тренер» – управление системой

выявления перспективных спортсменов и проведения отбора для пополнения спортивного резерва спортивной сборной команды по виду спорта, что предполагает такие трудовые действия, как:

- определение состава, функций и механизмов взаимодействия участников системы выявления перспективных спортсменов и проведения отбора для спортивной сборной команды;
- формирование плана мероприятий по выявлению перспективных спортсменов и отбору в спортивный резерв для спортивной сборной команды;
- консультационная поддержка общественных организаций (в том числе общероссийских спортивных федераций по видам спорта), организаций системы подготовки спортивного резерва по вопросам модернизации выявления перспективных спортсменов и проведения отбора для пополнения спортивного резерва по виду спорта;
- обеспечение непрерывности подготовки спортивного резерва для спортивных сборных команд за счет оптимизации системы выявления перспективных спортсменов;
- выявление перспективных спортсменов для зачисления в резерв спортивной сборной команды;
- использование критериев спортивного отбора для выявления перспективных спортсменов.

Для этого среди необходимых умений, сформированных у тренера, должны быть:

- умение использовать и модифицировать методики и средства спортивного отбора перспективных спортсменов по виду спорта;
- умение методически обосновывать новые технологии отбора перспективных спортсменов, критерии отбора спортсменов в спортивный резерв.

Перечисленные трудовые действия и умения базируются на необходимых знаниях:

- механизмов отбора перспективных спортсменов в состав спортивной сборной команды по виду спорта;

- модельных характеристик подготовленности спортсменов высокого класса по виду спорта;
- федеральных стандартов спортивной подготовки по виду спорта.

Среди итогов освоения содержания учебно-методического пособия:

- приобретение навыков решения многообразия проблем спортивного отбора, в частности, навыков определения приоритетов в процессе подготовки спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей с использованием генетического тестирования;
- совершенствование навыков подготовки рекомендаций по достижению качественной спортивной подготовки на основе представленной информации в области спортивной генетики.

В пособии представлены задания, выполнение которых формирует и развивает те компетенции, которые будут востребованы в профессиональной деятельности. Освоение учебной дисциплины предполагает написание статьи по генетическому прогнозированию в избранном виде спорта, а также приобретение опыта публичных выступлений на конференции «Генетические аспекты спортивного отбора и спортивной подготовки».

Балльно-рейтинговая система оценки

Учебно-методическое пособие включает в себя десять занятий, которые распределены по двум модулям.

Первый модуль «Молекулярная генетика спорта» нацелен:

- на обеспечение понимания современных достижений спортивной генетики;
- решение задач по молекулярной биологии;
- объяснение принципа действия и методов обнаружения генного допинга;
- выявление особенностей наследования признаков у спортсменов.

Второй модуль «Генетическое прогнозирование в спорте» предполагает изучение текста лабораторного заключения индивидуальной генетической предрасположенности к занятиям спортом на основе ДНК-анализа: интерпретацию результатов и составление рекомендаций, а также составление фенотипического и генотипического портретов успешного спортсмена в определенном виде спорта, оформленного в виде статьи.

Балльно-рейтинговая система текущей аттестации

Модуль 1. Молекулярная генетика спорта	Балл освоения	Балл посещения
Занятие 1. Реализация наследственной информации	4	5 (вместе с посещением лекций)
Занятие 2. Молекулярно-генетические методы	4	
Занятие 3. Генетические маркеры предрасположенности к спорту	4	
Занятия 4. Закономерности наследования признаков у спортсменов	4	
Занятия 5. Генный допинг и его обнаружение	4	
Всего по модулю	20	5
Модуль 2. Генетическое прогнозирование в спорте	Балл освоения	Балл посещения
Занятие 6. Интерпретация результатов генетического исследования	4	5 (вместе с посещением лекций)
Занятие 7. Достижения спортивной генетики в различных видах спорта	4	
Занятие 8–9. Маркеры успешности спортсмена в избранном виде спорта	12	
Занятие 10. Генетические аспекты спортивного отбора и спортивной подготовки	5 баллов к промежуточной аттестации	
Всего по модулю	20	5
Всего за два модуля	40	10
Итого	50	

Балл посещения выставляется автоматически системой 1С: Университет. Пропущенные учебные занятия подлежат отработке. Балл посещения отрабатывается созданием глоссария в системе дистанционного обучения (семь терминов по одной пропущенной теме). Отработка балла освоения предполагает сдачу работы преподавателю лично или прикрепление электронного документа в системе дистанционного обучения.

Выступление на десятом занятии, организованном в форме конференции, может учитываться в качестве оценочного средства промежуточной аттестации «Презентация по статье» и «Выступление с презентацией».

Промежуточная аттестация складывается из нескольких составляющих.

Балльно-рейтинговая система промежуточной аттестации

Оценочное средство	Балл
Тест в системе дистанционного обучения	30
Устный ответ по вопросам теоретического минимума (1 из 25)	5
Решение задач (по образцу из занятий 1 и 4)	5
Презентация по статье, разработанной на занятиях 8 и 9	5
Выступление с презентацией (возможно получение баллов непосредственно на занятии 10)	5
Итого	50

Банк тестовых вопросов курса содержит солидную базу, из которой генератор случайных вопросов выдает для каждого студента свой вариант теста из 18 вопросов.

Максимально возможные баллы по результатам текущего и промежуточного контроля

	Максимум баллов за посещение	Максимум баллов за освоение	Итого
Первый модуль	5	20	25
Второй модуль	5	20	25
Всего за текущую аттестацию			50
Экзамен			50
Итого за весь курс			100

Теоретический минимум для промежуточной аттестации

1. Определение термина «спортивная генетика».
2. Характеристика спортивной генетики в догеномный и постгеномный периоды.
3. Использование терминов «маркер» и «генетический маркер» в спортивном отборе.
4. Использование терминов «ген», «генотип», «аллель» в спортивном отборе.
5. Использование термина «полиморфизм ДНК» в спортивном отборе.
6. Роль наследственности и изменчивости в процессе спортивного отбора.
7. Типы ДНК и их значение для спортивного отбора.
8. Реализация наследственной информации в клетке.
9. Генетически модифицированные организмы.
10. Оценка реализации наследственной информации вирусами с позиции недопустимости генного допинга.
11. Роль наследственности и среды в проявлении признаков организма.
12. Предрасположенность населения РФ к основным группам видов спорта (перечислить группы и указать соотношение).
13. Распределение спортивных способностей в мировой популяции.
14. Взаимосвязь наследуемости и тренируемости физических качеств спортсмена.
15. Наследуемость признаков, значимых для спорта (рост, гибкость, ловкость, выносливость, сила, быстрота).
16. Механизмы влияния полиморфизма ДНК на физические качества человека.
17. Виды полиморфизмов ДНК как маркеры физической работоспособности.
18. Полиморфизм гена ACE и его связь со спортом.
19. Полиморфизм гена ACTN3 и его связь со спортом.
20. Полиморфизм гена PPAR α и его связь со спортом.
21. Главные факторы, влияющие на экспрессию генов, ассоциированных с признаками, значимыми в спортивной деятельности.

Организация элективного курса

Концепция модернизации российского образования предусматривает развитие профильного обучения, когда происходит создание условий для образования учащихся выпускных классов с учетом их индивидуальных склонностей, а организация элективных курсов по профильным предметам становится неотъемлемой частью обучения старшеклассников. Целью элективных курсов и профильных школ является углубление содержания базового курса биологии для удовлетворения познавательных интересов обучающихся и систематизации имеющихся у них знаний.

Целью освоения элективного курса «Генетические аспекты спортивного отбора» являются формирование и развитие у обучающегося мышления, позволяющего творчески решать многообразие современных практических задач по разработке, реализации, оценке эффективности и коррекции индивидуальных тренировочных программ с возможностью прогнозирования результатов своей спортивной деятельности. Кроме того, курс дает общее представление о методах молекулярной биологии и возможности использования их в современной жизни, что предполагает возможность более осознанного мониторинга своего здоровья и образа жизни для значительного улучшения ее качества, в том числе за счет осознанного избегания факторов повышенного риска для организма.

Спортивная генетика – метапредметный курс, позволяющий активизировать познавательную деятельность обучающихся на основе развития их интереса к изучению возможностей человека при знакомстве с трендовым направлением современной науки.

Предлагаемый элективный курс рассчитан на 17 часов, т. е. на одно занятие в неделю в течение полугодия.

При организации изучения элективного курса «Генетические аспекты спортивного отбора» в условиях школы желательно предоставить педагогам и учащимся возможность использовать данное пособие после изучения раздела «Цитология».

Тематический план элективного курса

	Тема занятия	Количество часов
1	Спортивная генетика как наука	1
2	Реализация наследственной информации	2
3	Молекулярно-генетические методы	2
4	Генетические маркеры предрасположенности к спорту	2
5	Закономерности наследования признаков у спортсменов	2
6	Генный допинг и его обнаружение	2
7	Интерпретация результатов генетического исследования	2
8	Достижения спортивной генетики в различных видах спорта	2
9	Генетические аспекты спортивного отбора и спортивной подготовки	2
	Всего часов	17

В числе результатов освоения элективного курса обучающимися – осознанная профессиональная ориентация.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

МОДУЛЬ 1 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА СПОРТА

Занятие 1 Реализация наследственной информации

Задания для самостоятельной работы

1. Устно дайте определения следующим терминам: молекулярная биология, нуклеиновые кислоты, ген, интрон, экзон, репликация, транскрипция, сплайсинг, альтернативный сплайсинг, экспрессия, трансляция, генетический код, кодон, антикодон, аллель, геном, кариотип, генетическая карта хромосомы, аутосомы, половые хромосомы, локус, гаметы, альтернативные признаки.

2. Вспомните правила пользования таблицей генетического кода.

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	–	–	А
	Лей	Сер	–	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Практическая работа

Задание 1. Задачи на определение нуклеотидного или аминокислотного состава органических молекул

1. Дан участок полипептида, состоящий из трех аминокислот: мет-три-цис. Пользуясь таблицей генетического кода, закодируйте в кодонах ДНК этот участок. Сколько нуклеотидов содержится в кодирующем участке молекулы ДНК?

2. Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение:



Определите последовательность аминокислот в полипептиде.

3. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов:



Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если ее третий триплет с 5' конца соответствует антикодону тРНК.

4. Антикодоны молекул тРНК входят в рибосому в следующем порядке: УУА, ГУА, ГГЦ. Определите нуклеотидную

последовательность обеих цепей ДНК, РНК и аминокислот в молекуле образующегося пептида.

5. В состав какого-то гена входит 5 интронов (по 42 нуклеотида каждый) и 6 экзонов (два по 18, два по 24 и два по 33 нуклеотида). Найдите количество аминокислот в белке, закодированном в указанном гене, и число кодонов в про-иРНК.

6. Пусть один из генов эукариотической клетки содержит 2 интрона (93 нуклеотида и 117 нуклеотидов) и 3 экзона (два по 63 нуклеотида и один 48 нуклеотидов). Рассчитайте: количество нуклеотидов и кодонов в про-иРНК; количество аминокислот пептида и количество тРНК, участвующих в трансляции.

7. Пусть в гене содержится 7 одинаковых интронов и 8 одинаковых экзонов. При этом в каждом интроне 240 нуклеотидов, а во всем гене – 2520. Сколько кодонов будет иметь про-иРНК, каждый из восьми указанных экзонов, иРНК и сколько аминокислот содержится в белке, закодированном в гене?

Задание 2. Задачи на определение массы или длины органических молекул

1. Молекулярная масса одной аминокислоты в среднем 100. Расстояние между нуклеотидами 0,34 нм. Определите длину гена и число аминокислот, закодированных в этой ДНК, если молекулярная масса белка равна 3000.

2. Молекулярная масса одного нуклеотида 345. Одна из цепей ДНК имеет молекулярную массу 34155. Определите число мономеров белка, закодированного в этой ДНК, и длину гена.

3. Какова молекулярная масса и длина гена, если в одной его цепи запрограммирован белок с молекулярной массой 4500?

4. Фрагмент молекулы ДНК содержит 720 нуклеотидов. На долю адениновых приходится 120. Сколько других нуклеотидов содержится в молекуле? Найдите массу и длину фрагмента ДНК.

Задание 3. Задачи на выявление изменений в составе биополимеров

1. Участок молекулы ДНК содержит нуклеотиды в следующей последовательности:



Запишите первоначальную последовательность аминокислот синтезируемого полипептида. В результате генной мутации третья аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту мет. Запишите получившуюся цепь аминокислот и последовательность нуклеотидов обеих цепей мутированной ДНК.

2. Существуют редкие формы гемоглобина, в молекулах которых как результат мутаций наблюдается замена аминокислоты аланин в цепи нормального гемоглобина аспарагином. Запишите возможные варианты нуклеотидов нормального и мутированного гемоглобинов.

3. Как изменится структура белка, если из кодирующего его участка ДНК:



удалить 3-й, 4-й и 14-й слева нуклеотиды?

Сформулируйте вывод по всей работе.

Балльно-рейтинговая система оценки

Критерии оценки	Балл
Верный устный ответ по трем терминам (выбор преподавателя) из заданий для самостоятельной работы	1
Верно решенная одна задача практического занятия из задания 1 по выбору преподавателя	1
Верно решенная одна задача практического занятия из задания 2 по выбору преподавателя	1
Верно решенная одна задача практического занятия из задания 3 по выбору преподавателя	1
Максимально возможный балл за занятие	4

Занятие 2

Молекулярно-генетические методы

Задания для самостоятельной работы

1. Расскажите о способах получения образцов ДНК.
2. Расскажите о методах выделения ДНК из биологического материала: фенольной экстракции, щелочной экстракции, сорбентном способе, экспресс-методах.
3. Устно объясните смысл ПЦР в пяти коротких предложениях: дайте определение термину и раскройте возможности использования ПЦР-диагностики в спортивной деятельности.

Практическая работа

Задание 1. Исследование молекулы гемоглобина

1. Ознакомьтесь с текстом.

Гемоглобин участвует в переносе O_2 из легких к тканям. В 1904 году была описана тяжелая анемия с обнаружением в крови множества удлинённых, похожих на полумесяц эритроцитов, которая вызывается изменением первичной структуры гемоглобина – HbA. Аномальный гемоглобин назван HbS. Молекулы гемоглобина деформируются, образуя удлинённые фибриллярные агрегаты, приводящие к возникновению аномальных эритроцитов в виде серпа. Серповидно-клеточная анемия – гомозиготное рецессивное заболевание. У больных выявляют симптомы анемии: головокружение, головные боли, одышку, учащённое сердцебиение, боли в конечностях и др. Дети, гомозиготные по мутантному гену, часто умирают в раннем возрасте.

Виды гемоглобина	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>HbA участок цепи</i>	<i>Вал-</i>	<i>Гис-</i>	<i>Лей-</i>	<i>Тре-</i>	<i>Про-</i>	<i>Глу-</i>	<i>Глу-</i>	<i>Лиз-</i>
<i>HbS участок цепи</i>	<i>Вал-</i>	<i>Гис-</i>	<i>Лей-</i>	<i>Тре-</i>	<i>Про-</i>	<i>Вал-</i>	<i>Глу-</i>	<i>Лиз-</i>

Химический дефект при серповидно-клеточной анемии сводится к замене глутаминовой кислоты в 6-м положении на валин в молекуле гемоглобина. Это пример наследственной патологии, распространенной в Южной Америке, Африке, Юго-Восточной Азии. Первичная структура белковой молекулы может определять все ее последующие уровни организации, поэтому изменение одной аминокислоты только в одном белке может быть причиной нарушений функций всего организма.

2. Решите задачу.

• Участок молекулы смысловой цепи ДНК содержит следующие триплеты:

5' – ГТТ – ЦАТ – ЦТТ – АЦТ – ЦЦТ – ГАА – ГАА – ААА – 3'

Воспользуйтесь вспомогательными материалами и запишите соответствующую цепи ДНК последовательность аминокислот синтезируемого фрагмента белка (цепь 1).

• Из-за мутации третий от 5'-конца триплет в транскрибируемой цепи ДНК заменился на –ЦАЦ–. Запишите образовавшуюся цепь ДНК и получившуюся последовательность аминокислот синтезируемого фрагмента белка (цепь 2).

• Сравните полученные данные с таблицей в тексте и объясните последствия такой мутации.

• Из-за мутации в первоначальной смысловой цепи ДНК произошло выпадение во втором от 5'-конца триплете центрального нуклеотида. Запишите образовавшуюся цепь ДНК и получившуюся последовательность аминокислот (цепь 3).

• Сравните между собой цепь 1, цепь 2, цепь 3. Объясните отличия между проявлениями мутаций как результата выпадения одного нуклеотида в цепи и замены целого триплета. Укажите, в каком случае изменения более очевидны.

Задание 2. Исследование молекулы инсулина

1. Ознакомьтесь с текстом.

Число белков, химическое строение которых полностью расшифровано, растет с каждым годом. У разных представителей животного мира строение определенного белка очень сходно, но существуют четкие видовые различия. Так, например, инсулин, выделенный из организма кита и свиньи,

совершенно тождествен, в то время как инсулин лошади отличается тем, что одна из 51 аминокислоты (серин) заменена на другую – глицин. Порядок чередования аминокислотных остатков в полипептидных цепях, называемый первичной структурой белка, впервые был установлен для инсулина. Его молекула состоит из двух цепей, одна из которых содержит 21 аминокислотный остаток, вторая – 30. В 1958 году Сэнгер был удостоен Нобелевской премии по химии за расшифровку первичной структуры инсулина.

Для определения последовательности расположения аминокислот в каждой полипептидной цепи ее подвергают расщеплению с помощью ферментов, каждый из которых разрывает полипептидную цепь только в определенных местах. Таким образом получают несколько наборов.

2. Решите задачу.

Меньшая цепь мономеров в молекуле инсулина (так называемая цепь А) заканчивается аминокислотой аспарагиновой кислотой, начинается с глицина. Определите порядок следования аминокислот в цепи А инсулина, если образовались следующие наборы:

- глн – цис – цис – тре – сер – иле;
- гли – иле – вал – глу;
- асн – тир – цис – асн;
- тир – глн – лей – глу;
- сер – лей – тир;
- глн – лей – глу – асн – тир;
- цис – асн;
- гли – иле – вал – глу – глн – цис – цис – тре – сер – иле – цис.

Сформулируйте вывод по всей работе.

Балльно-рейтинговая система оценки

Критерии оценки	Балл
Верный устный ответ по 1-му или 2-му вопросу из заданий самостоятельной работы по выбору преподавателя	1
Верный устный ответ по 3-му вопросу из заданий самостоятельной работы	1
Верно выполненное задание 1-й практической работы	1
Верно выполненное задание 2-й практической работы	1
Максимально возможный балл за занятие	4

Занятие 3

Генетические маркеры предрасположенности к спорту

Задания для самостоятельной работы

1. Изучите документ «Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов»³.

2. На основе указанного документа создайте инструкцию для тренера по особенностям организации отбора в избранный вами вид спорта, выбрав из документа только ту информацию, которая необходима для решения этого вопроса, и ту, которая может быть интересна для написания одного из разделов вашей магистерской диссертации.

Практическая работа

Озвучьте на занятии самостоятельно созданные инструкции для тренеров. Обсудите в группе. Найдите друг у друга достоинства и недостатки выполненных работ. При обсуждении обратите внимание:

- на взаимосвязь молекулярно-генетического тестирования и фенотипической диагностики;
- значимость конкретных генетических маркеров для избранного вида спорта;
- содержание разделов текста индивидуального заключения;
- значение открытий в области спортивной генетики для тренера.

Сформулируйте вывод по всей работе.

³ Ахметов И. И. Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов. – URL: <http://csp-athletics.ru/images/doc/metod/sport/metod-sport-7.2.pdf> (дата обращения: 01.09.2022).

Балльно-рейтинговая система оценки

Критерии оценки	Балл
Плохо структурированный первоначальный текст без анализа	1
Неполный объем работы с элементами анализа	2
Хорошо структурированный текст, содержащий аналитические материалы	3
Хорошо структурированный текст, содержащий аналитические материалы. Высокая активность студента при обсуждении конспектов друг друга	4
Максимально возможный балл за занятие	
	4

Занятие 4

Закономерности наследования признаков у спортсменов

Задания для самостоятельной работы

При решении генетических задач часто требуются дополнительные справочные материалы, например, схемы наследования групп крови, видов взаимодействия генов, обозначение генетических маркеров и ассоциированных с ними видов спортивной деятельности.

Для решения задач создайте справочные материалы в электронном виде.

Практическая работа

Задание 1. Решение задач

1. У человека полиморфизмы генов DMD, UGT2B4, SLC25A40, ACTN3, ACE, NFATC4, PPARA, PPARD влияют на предрасположенность человека к занятиям различными видами спорта. Подросток, желающий заниматься спортом, имеет папу с гипокинезией с детства и маму, являющуюся спортсменкой-триатлонисткой, чемпионкой Европы. Выпишите обозначение генов и их аллелей, которыми предположительно обладает мама. Предположите, может ли их сын стать выдающимся спортсменом.

2. В семье, где оба родителя – спортсмены, ребенок занимается греблей на байдарках. Его папа – мастер спорта по лыжным гонкам на 15–50 км – имеет генотип PPARD CT, а мама – мастер спорта по плаванию на дистанции 100 м – PPARD TT. Определите вероятность того, что ребенок в дальнейшем станет выдающимся гребцом-стайером.

3. Женщина, в прошлом пловец-спринтер (ACTN3 CT), страдающая диабетом (b), вступает в брак с мужчиной – спортсменом-стайером (ACTN3 TT), который не имеет диабета. Определите, может ли в этом браке родиться ребенок – будущий пловец-спринтер со склонностью к диабету.

4. Может ли ребенок, у которого от природы нет ярко выраженных признаков склонности организма к выносливости, стать выдающимся спортсменом-стайером, если его родители не спортсмены, но его дед по папиной линии – чемпион Европы по бегу на короткие дистанции (ACE DD), а бабушка по папиной линии – мастер спорта по бегу на длинные дистанции (ACE II)?

5. Средний рост высококвалифицированных баскетболистов – 192 сантиметра. Успешные защитники имеют рост 185 см, центровые – 199, форварды – 193 см. Наследование роста человека происходит по типу кумулятивной полимерии, когда доминантные аллели разных генов совместно усиливают степень проявления одного признака. Предположим, что этот признак у человека определяется взаимодействием всего трех генов с различными генотипами. Если считать, что лица с генотипом AABVCC будут иметь рост 200 см, а с генотипом aаввсс – 170 см, какова вероятность того, что мальчик станет выдающимся баскетболистом, если его мама имеет рост 180 см, а папа – 195 см? Предположите его игровое амплуа в процентах.

6. Рост и жировая масса – это полигенные признаки. Допустим, что рост зависит от 10 000 полиморфизмов, локализованных в аутосомах. В таком случае индивиды могут быть носителями от 0 до 20 000 благоприятных аллелей. Крайние значения в природе обычно не существуют. Представим очень упрощенную модель, когда 33,3 % людей являются носителями от 500

до 3000 аллелей высокого роста (политип S – short), еще 33,3 % людей – носители 3001–8000 аллелей (политип M – medium), и оставшиеся 33,3 % людей – носители 8001–13 000 аллелей (политип T – tall). То же можно сказать и про жировую массу: политипы T – thin, N – normal, F – fat). Может ли у родителей Tall N и Tall N родиться ребенок Medium Fat? Ответ поясните.

7. Прирост абсолютной мышечной массы и обхватных размеров у бодибилдеров зависит от количества встречаемости аллелей гипертрофии: Ala по UCP2, Ser по PGC1A, и L по AR. Предположите у супружеской пары бодибилдеров с разным числом аллелей гипертрофии фенотипическое проявление в F1, если папа обладает 4 аллелями по каждому гену, а мама – 3.

8. Гипертрофия мышц человека контролируется по типу полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться 4 аллелями, то можно допустить, что в какой-то популяции есть люди с минимальной окружностью плеча в покое, которая составляет 35,3 см, которые имеют все рецессивные гены, и люди с максимальной окружностью плеча в покое (48 см), которые имеют все доминантные гены. В семье бодибилдеров женщина обладает 2 аллелями гипертрофии, а у мужчины окружность плеча в покое составляет 48 см. Каким количеством аллелей могут обладать их дети? Можно ли ждать от них высоких спортивных результатов в этом виде спорта?

9. Предположите спортивную успешность ребенка родителей, у которых женщина гомозиготна по генам ACTN3 и PPARD, причем по гену ACTN3 – с предрасположенностью к спринту, а по гену PPARD – к выносливости. Мужчина имеет гены с предрасположенностью к выносливости: гетерозиготен по гену PPARD и гомозиготен по ACTN3. Посоветуйте родителям те виды спорта, к которым предрасположен их ребенок.

Задание 2. Составление задач

На примере задания 1 придумайте подобную задачу для своего вида спорта, которая способствовала бы пониманию особенностей спортивного отбора для занятий этим видом спорта с учетом генетических маркеров.

Сформулируйте вывод по всей работе.***Балльно-рейтинговая система оценки***

Критерии оценки	Балл
Представленные справочные материалы верные	1
Верно решены две задачи практического занятия из задания 1 по выбору преподавателя	2
Верно составлена одна задача практического занятия из задания 2	1
Максимально возможный балл за занятие	4

Занятие 5**Генный допинг и его обнаружение*****Задания для самостоятельной работы***

1. Изучите документ «Генетика в современном спорте: научные технологии для новых достижений»⁴. Создайте рукописный план документа.

2. Проанализируйте страничку одного из спортивных сайтов⁵, в частности инфографики сайта, посвященные генному допингу. Одна из инфографик приведена ниже. Дайте ей свою оценку с позиции молекулярной генетики спорта.

3. Создайте рукописный перечень аргументов, которые приводятся в статье, и к каждому аргументу приведите контраргумент, основываясь на знаниях молекулярной генетики спорта. Оформите работу в виде рукописной таблицы из двух столбиков.

⁴ Пономарева О. В. Генетика в современном спорте: научные технологии для новых достижений // Наука молодых – Eruditio Juvenium. – 2018. Т. 6, № 4. С. 569–581. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genetika-v-sovremennom-sporte-nauchnye-tehnologii-dlya-novyh-dostizheniy> (дата обращения: 03.06.2021).

⁵ Генный допинг. – URL: <https://fit4power.ru/sportivnaya-farmakologhia/gennii-doping> (дата обращения: 03.06.2021).

Практическая работа

Выступление перед целевой аудиторией с докладом «Особенности генного допинга и его обнаружения»

1. Разделитесь на 10 групп и выберите себе целевую аудиторию.

2. Обсудите в группе свои самостоятельные работы. Сформулируйте тезисы выступления по теме генного допинга, ориентируясь на особенности восприятия информации различными целевыми аудиториями.

№	Целевые аудитории
1	Дети и молодежь
2	Медицинский персонал
3	Менеджеры спортивных команд
4	Родители
5	СМИ
6	Спортивные психологи
7	Спортивные чиновники в регионах
8	Спортсмены
9	Спортсмены, в отношении которых действуют санкции
10	Тренеры

3. Выступите друг перед другом. Оцените выступления друг друга.

Сформулируйте вывод по всей работе.

Балльно-рейтинговая система оценки

Критерии оценки	Балл
Рукописно выполнены оба задания самостоятельной работы	1
Выступление разработано на бытовом уровне	1
В хорошо структурированном выступлении используется терминология изученного курса, подобранные примеры убедительны, особенности целевой аудитории учтены	2
В хорошо структурированном выступлении используется терминология изученного курса, подобранные примеры убедительны, особенности целевой аудитории учтены. Магистрант принимал активное участие в обсуждении работ	3
Максимально возможный балл за занятие	4

Рерохуген - это новый способ искусственного повышения производительности спортсменов с потенциально постоянными эффектами, который трудно обнаружить

Как он работает?

Рерохуген был разработан как генная терапия для лечения тяжелой анемии. Пациенту вводят безвредный вирус, несущий модифицированный ген, который кодирует эритропоэтин. Клетки хозяина могут перевести этот ген в активные белки, как если бы чужеродный ген был собственным.

1 Доставка

ДНК, упакованная в вирус, вводится спортсмену и проникает через кровотоки в мышцы. Опасность: Измененные вирусы могут вызывать опасные реакции иммунной системы.

Альтернативы: Вирусы - не единственный способ доставить гены, повышающие производительность в клетки.

2 Изменение

Вирусы связываются с мышечными клетками и вносят в них инородный ген, где он интегрируется в хромосомы клеток. Ген стимулирует выработку белкового эритропоэтина.

Опасность: Вставка чужеродной ДНК может повредить клеточные гены, что повышает риск развития рака.

Обнаружение: Наличие чужеродного гена в ДНК спортсмена.

Другие возможности генного допинга

В 1988 году Ли Суини и его коллеги из Школы медицины Университета Пенсильвании вводили мышам вирус, несущий ген, стимулирующий производство инсулиноподобного фактора роста (ИФР-1). У подопытных было на 15% больше мышечной массы, чем у мышей из контрольной группы.

В 2004 году Рональд Эванс и его коллеги из Калифорнийского Института Биологических Исследований создали мышей с дополнительными копиями гена, воздействующего на рецепторы, активируемые пероксисомным пролифератором.



4 Усиление

Дополнительные эритроциты разносят по организму больше кислорода, что увеличивает выносливость.

3 Рассеивание

Эритропоэтин, продуцируемый измененными мышечными клетками, попадает через кровотоки в костный мозг, стимулирует выработку эритроцитов, которые являются основным переносчиком кислорода в организме.

Обнаружение: Изменения концентрации нескольких белков в крови или моче.

МОДУЛЬ 2

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СПОРТЕ

Занятие 6

Интерпретация результатов генетического исследования

Задания для самостоятельной работы

В изученном на третьем занятии документе «Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов»⁶ проанализируйте главу «Интерпретация данных молекулярно-генетического анализа и составление заключений». Обратите особое внимание на содержание разделов текста индивидуального заключения.

Практическая работа

1. Разделитесь на четыре группы с примерно равным числом участников в каждой. Выберите близкий группе вид спорта для выявления предрасположенности исследуемого спортсмена к занятиям этим видом.
2. Проанализируйте вариант результата генетического исследования спортсмена (стр. 34) и напишите ему индивидуальное заключение:

⁶ Ахметов И. И. Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов. – URL: <http://csp-athletics.ru/images/doc/metod/sport/metod-sport-7.2.pdf> (дата обращения: 01.09.2022).

- перечислите все выявленные генотипы по изучаемым локусам ДНК и сформулируйте короткий вывод⁷;
- проанализируйте интерпретационную часть заключения, составленного лабораторией, дайте описание сильных и слабых сторон систем организма с позиции возможностей их развития и сформулируйте по этой части короткий вывод;
- выясните особенности связей между генетическими вариантами, ассоциированными с развитием физических качеств спортсмена и его медицински значимыми генетическими вариантами. Сформулируйте короткий вывод;
- подберите группы видов спорта, в которых исследованный спортсмен предположительно сможет достичь выдающихся результатов, и сформулируйте короткий вывод.

Сформулируйте вывод по всей работе.

Балльно-рейтинговая система оценки

Критерии оценки	Балл
Интерпретация данных молекулярно-генетического анализа формальна, заключение ошибочно	1
Интерпретация данных молекулярно-генетического анализа и составленное заключение имеют серьезные замечания	2
Интерпретация данных молекулярно-генетического анализа и составленное заключение без серьезных замечаний	3
Интерпретация данных молекулярно-генетического анализа и составленное заключение без серьезных замечаний. Магистрант принимал активное участие в обсуждении работ	4

⁷ Ахметов И. И. Молекулярная генетика спорта: монография. – Москва: Советский спорт, 2009. – 268 с.

Занятие 7

Достижения спортивной генетики в различных видах спорта

Задания для самостоятельной работы

1. Создайте вариант кластера «Современные методы спортивной генетики» – 1 слайд в PowerPoint.

2. Составьте ментальную карту «Факторы генетического прогноза» – 1 слайд в PowerPoint.

3. Подготовьте выступление по теме вашей магистерской диссертации в ракурсе современных достижений спортивной генетики – 4 слайда в PowerPoint.

- Первый слайд должен содержать информацию об авторе (ФИО, тема диссертации, избранный вид спорта).
 - На втором – обоснуйте актуальность темы выбранной диссертации (обозначьте главную проблему).
 - На третьем – представьте результаты своей работы по теме диссертации на текущее время.
 - На четвертом – сформулируйте несколько тезисов, касающихся проблематики вашей диссертации, избранного вида спорта и достижений спортивной генетики в этих областях.
4. Соберите все в одну презентацию из шести слайдов.

Практическая работа

Защита проекта

Представьте группе свою самостоятельную работу. Во время выступления охарактеризуйте проблему использования достижений спортивной генетики в избранном вами виде спорта. Объясните свое понимание проблемы. Примите участие в обсуждении докладов друг друга.

Время для доклада – 40 секунд. Критерии оценки представлены в таблице.

Максимально возможное количество баллов – 2.

№	ФИО студента	Содержание выступления	Ориентация в теме (ответы на вопросы)	Участие в обсуждении (заданные вопросы)
		Max 0,5 б.	Max 0,5 б.	Max 1 б.
1				

Сформулируйте вывод по всей работе.

Балльно-рейтинговая система оценки

Критерии оценки	Балл
Кластер «Современные методы спортивной генетики» не содержит ошибок или недочетов, студент активно принимал участие в обсуждении кластеров одногруппников	1
Ментальная карта «Факторы генетического прогноза» не содержит ошибок или недочетов, студент активно принимал участие в обсуждении ментальных карт одногруппников	1
Защита проекта по указанным выше критериям	2
Максимально возможный балл за занятие	4

Занятия 8–9

Маркеры успешности спортсмена в избранном виде спорта

Задания для самостоятельной работы

1. На основе седьмого занятия продумайте и сформулируйте актуальность вашего исследования, касающегося проблематики вашей диссертации, избранного вами вида спорта и современных достижений спортивной генетики в этих областях.

2. Проанализируйте Федеральный стандарт спортивной подготовки по избранному виду спорта, раздел «Влияние физических качеств на результативность» с позиции спортивной генетики.

3. Подберите материал по теме «Фенотипический портрет олимпийщика в избранном виде спорта».

4. Подберите материал по теме «Генотипический портрет олимпийщика в избранном виде спорта».

5. Для использования генеалогического метода разработайте анкеты (для родителей, для воспитанников) и организуйте анкетирование.

Практическая работа

«Стратегия статья» – это особый вид работы, когда в течение нескольких практических занятий будет создан текстовый документ «Маркеры успешности спортсмена в избранном виде спорта».

Задание выполняется и представляется в виде электронного документа формата Word (Times New Roman; 12 пт, интервал 1,15; абзацный отступ 1,25 см; поля 2 со всех сторон). В работе следует выделить актуальность, методы, результаты и их обсуждение, заключение, список литературы.

1. Дайте название своей статье, указав избранный вид спорта.

2. На основе заданий для самостоятельной работы напишите литературный обзор, в котором можно отразить следующие аспекты теоретического исследования:

- обоснование актуальности исследования для современного спорта;
- анализ физических качеств, необходимых в избранном виде спорта с позиции спортивной генетики;
- фенотипический портрет идеального спортсмена в избранном виде спорта (антропометрия, физиологические показатели, биохимические показатели, психологическая характеристика и др.);
- генотипический портрет идеального спортсмена в избранном виде спорта;
- наследуемость и тренируемость физических качеств, необходимых в избранном виде спорта;
- связь достижений спортивной генетики с сутью вашей диссертации.

3. Опишите результаты собственного научного исследования (анализ антропометрических данных, результаты генеалогических исследований, анализ анкетных данных и др.).

Сформулируйте вывод по всей работе.

Ведомость балльно-рейтинговой оценки статьи

Раздел	Критерий	Балл
Структура и оформление работы требованиям к оформлению работ (название работы, актуальность, методы, результаты и их обсуждение, заключение, список литературы; объем 4 стр; Times New Roman, 12 пт, интервал одинарный; абзацный отступ 1,25 см; все поля 2 см):	соответствует	1
	не соответствует	0
Методы и организация исследования для заявленной темы:	подобраны верно, их применение обосновано	1
	подобраны неверно	0
В разделе результатов исследования представлен литературный обзор, где:	автором проведен достаточно подробный анализ литературных источников, включая иностранные	2
	автором проведена работа с элементами анализа литературных источников	1
	имеется только переписанный учебный материал без научного анализа рассматриваемых вопросов	0
В представленном литературном обзоре:	ссылки на литературные источники имеются	1
	ссылки на источники не всегда соответствуют источникам или отсутствуют	0

Продолжение таблицы

В разделе результатов исследования:	имеется хорошо выполненное самостоятельное исследование, содержатся элементы новизны и практической значимости	3
	имеется хорошо выполненное самостоятельное исследование	2
	имеется недостаточно хорошо выполненное самостоятельное исследование	1
	исследовательской части не имеется	0
Сформулированные в работе выводы:	достаточно обоснованы, соответствуют цели и результатам исследования, могут быть использованы в практической деятельности	3
	достаточно обоснованы, соответствуют цели и результатам исследования	2
	недостаточно обоснованы	1
	не соответствуют цели и результатам исследования	0
Список использованных источников и литературы (5 и более) оформлен:	правильно, количество источников достаточное	1
	небрежно, количество источников недостаточно	0
<i>Максимально возможная сумма баллов за статью по всем критериям</i>		12

Занятие 10

Генетические аспекты спортивного отбора и спортивной подготовки

Задания для самостоятельной работы

На основе своей статьи подготовьте:

- выступление (доклад) для аудиторного занятия-конференции «Генетические аспекты спортивного отбора и спортивной подготовки»;
- презентацию для сопровождения выступления.

Практическая работа

1. Выступите с докладом по своей работе.
2. Проанализируйте выступления друг друга. Участвуйте в обсуждении презентаций – найдите достоинства и недостатки.
3. Подведите итоги.

Балльно-рейтинговая система оценки конференции

Критерии оценки	Балл
Магистрант доклад читает, на поставленные вопросы не отвечает	1
Магистрант недостаточно ориентируется в теме, испытывает затруднения, отвечая на вопросы, презентация не структурирована	2
Магистрант ориентируется в теме, презентация не структурирована	3
Магистрант свободно ориентируется в теме, презентация структурирована, отражает основные факты и идеи	4

ВАРИАНТ РЕЗУЛЬТАТА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Генетический анализ физических качеств (на основе данных по генотипам 210 ДНК-полиморфизмов)

Потенциал развития выносливости (оценка и баллы)				Средние значения по популяции
Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
29				35–39

Потенциал развития быстроты (оценка и баллы)				Средние значения по популяции
Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
			50	26–34

Потенциал развития силы (оценка и баллы)				Средние значения по популяции
Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
27				29–32

Потенциал развития мышечной массы (оценка и баллы)				Средние значения по популяции
Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	
		58		50–55

Скорость восстановления скелетных мышц после выполнения физических упражнений		
Низкая	Средняя	Высокая
		*

**Риск повреждения мышечных волокон
при физических нагрузках высокой интенсивности**

Низкий	Умеренный	Высокий
*		

Риск развития мышечных судорог при физической нагрузке

Низкий	Умеренный	Высокий
*		

Устойчивость к утомлению

Низкая	Ниже среднего	Средняя	Выше среднего	Высокая
	*			

Риск обезвоживания организма при физической нагрузке

Низкий	Средний	Выше среднего	Высокий
	*		

Скорость накопления в крови молочной кислоты (лактата)

Низкая	Ниже среднего	Средняя	Выше среднего	Высокая
				*

Скорость удаления из крови молочной кислоты (лактата)

Низкая	Ниже среднего	Средняя	Выше среднего	Высокая
				*

Функции внешнего дыхания

Низкая	Ниже среднего	Средняя	Выше среднего	Высокая
		*		

Риск развития гипертрофии миокарда левого желудочка				
Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
*				

Минеральная плотность костной ткани				
Низкая	Ниже среднего	Средняя	Выше среднего	Высокая
		*		

Уровень тестостерона				
Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
				*

Анализ медицински значимых генетических вариантов

1. Выявлены генетические варианты, ассоциированные с риском развития резистентности к инсулину. Полиморфизм rs1799999 (TT) гена PPP1R3A, rs7754840(CC) гена CDKAL1, rs1470579(CC) гена IGF2BP2.

2. При курении в большей степени, чем для других, повышен риск хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ). Гетерозиготный вариант полиморфизма rs2250889 гена MMP9.

3. Повышен риск развития желчнокаменной болезни. Гетерозиготный вариант (CG) полиморфизма rs11887534 гена печеночного транспортера холестерина (ABCG8).

4. Выявлен гетерозиготный вариант полиморфизма rs1815739 гена ACTN3, влияющий на функциональные качества быстрых мышечных волокон. Генотип СТ.

**Генетические варианты
(нуклеотидные полиморфизмы) и их генотипы,
использованные для аннотации потенциала
физических качеств**

Ген	Полиморфизм	Генотип
10kb 5' of U1	rs11132733	GG
135kb 5' of RP11-354I10.1	rs1359638	GG
193kb 3' of RP5-1069C8.2	rs6041532	GG
20kb 3' of LINC00444	rs4941615	GG
21kb 3' of CNR1	rs3857490	GG
36kb 5' of USH2A	rs10495024	AG
46kb 3' of MOB1P	rs816504	CC
RP11-125M16.1	rs12199205	GG
90kb 3' of C4orf52	rs17685537	GG
ACE	rs4343	AG
ACOXL	rs13027870	AG
ACTN3	rs1815739	AG
ADAM19	rs2277027	CC
ADGRG6	rs11155242	AC
ADRA1D	rs4815670	AG
ADRB2	rs1042713	GC
ADRB2	rs1042714	AG
ADRB3	rs4994	AA
AGT	rs699	AA
AGT	rs4762	GG
AGT	rs5051	GG
AGTR1	rs5186	AA
AHSG	rs4917	GG
AKAP11	rs9533090	AA
AMPD1	rs17602729	GG
AQP4-AS1	rs4800797	AG
ARHGAP15	rs938817	GG
<i>EPAS1/HIF2A</i>	rs1867785	GG
<i>ERCI</i>	rs10505721	AA
<i>ERS1</i>	rs1999805	AG

<i>ESR1</i>	rs2504063	AG
<i>ETV6</i>	rs729697	AA
<i>FAM9B</i>	rs5934505	AA
<i>FIP1L1</i>	rs10866415	AC
<i>FLJ42280</i>	rs4729260	CC
<i>FMNL2</i>	rs12693407	GG
<i>FOCAD</i>	rs17759424	AC
<i>FOXL1</i>	rs10048146	AG
<i>FSHR</i>	rs1394205	AA
<i>FSHR</i>	rs6166	AG
<i>FUBP3</i>	rs7466269	AA
<i>GABRR1</i>	rs282114	GG
<i>GALM</i>	rs3821023	AG
<i>GALNT13</i>	rs10196189	GG
<i>GCKR</i>	rs780094	AG
<i>GNB3</i>	rs5443	GG
<i>GPC5</i>	rs852918	CC
<i>GPR126</i>	rs3817928	AG
<i>GPR177</i>	rs1430742	GG
<i>GRM3</i>	rs724225	AG
<i>GRPEL1</i>	rs907526	AA
<i>HDAC5</i>	rs228769	GC
<i>HFE</i>	rs1799945	CC
<i>HHIP</i>	rs1980057	GG
<i>HIF1A</i>	rs11549465	GG
<i>HSD17B14</i>	rs7247312	AA
<i>HSD17B5/AKR1C3</i>	rs12529	CC
<i>HTR4</i>	rs3995090	AC
<i>IBSP</i>	rs1054627	GG
<i>ICAI</i>	rs1017002	AG
<i>IDUA</i>	rs3755955	GG
<i>IGF1</i>	rs35767	GG
<i>IGF1</i>	rs6214	AG
<i>IL12A</i>	rs7636840	CC
<i>IL12B</i>	rs1422882	AG
<i>IL15RA</i>	rs2228059	AA
<i>Intergenic</i>	rs10813121	AA

<i>Intergenic</i>	rs1878526	GG
<i>Intergenic</i>	rs2857595	GG
<i>Intergenic</i>	rs4420311	AG
<i>Intergenic</i>	rs640850	AG
<i>Intergenic</i>	rs683471	GG
<i>Intergenic</i>	rs7776375	AG
<i>Intergenic</i>	rs980171	AA
<i>Intergenic</i>	rs1021188	AA
<i>Intergenic</i>	rs12477314	AG
<i>Intergenic</i>	rs1463104	AA
<i>Intergenic</i>	rs153916	AA
<i>Intergenic</i>	rs388159	AG
<i>Intergenic</i>	rs9594738	AA
<i>Intergenic</i>	rs993925	GG
<i>Intergenic</i>	rs7071206	GG
IP6K3	rs6942022	GG
IREB2	rs2568494	AG
IRF2	rs3756089	AG
ITPR1	rs2131458	GG
ITPR1	rs1038639	AC
JMJD1C-MIR1296	rs7923609	AG
KIAA2018	rs1026364	CC
KLHDC4	rs3794671	AA
L3MBTL4	rs17483463	GG
LEKR1	rs344081	AA
LEPR	rs1137101	GG
LIPJ/RNLS	rs2296545	CC
LOC105370177	rs9594759	
LOC105373988	rs7566605	GG
LOC105378058	rs7751941	GG
<i>RSPO3</i>	rs17563605	AA
<i>SAMD12</i>	rs12548521	GG
<i>SETBP1</i>	rs1878315	AG
<i>SGMS1</i>	rs884880	AA
<i>SLC8A1</i>	rs6544334	CC
<i>SLCO3A1</i>	rs1568209	GG
<i>SLIT2</i>	rs7690492	GG

<i>SMOC1</i>	rs227425	CC
<i>SOD2</i>	rs4880	GG
<i>SOX4</i>	rs9466056	AG
<i>SOX6</i>	rs7117858	AG
<i>SOX9</i>	rs7217932	AA
<i>SP7</i>	rs2016266	AA
<i>SPATA8</i>	rs2715792	AC
<i>SPOCK1</i>	rs1051854	CC
<i>SPTBN1</i>	rs11898505	AG
<i>STARD3NL</i>	rs1524058	AG
<i>STAT4</i>	rs925847	GG
<i>SV2B</i>	rs8027498	AG
<i>THADA</i>	rs13429458	AA
<i>THSD4</i>	rs12899618	GG
<i>TLR4</i>	rs4986790	AG
<i>TMCO3</i>	rs2260722	AA
<i>TMEM74</i>	rs4469429	AA
<i>TNFA</i>	rs1800630	CC
<i>TNFA</i>	rs1799964	AG
<i>TNFAIP3</i>	rs5029939	CC
<i>TNFRSF11A</i>	rs884205	CC
<i>TNFRSF11B</i>	rs11995824	GG
<i>TNFSF12-TNFSF13</i>	rs12940684	AG
<i>TNSI</i>	rs2571445	GG
<i>TPK1</i>	rs10275875	AG
<i>TRHR</i>	rs7832552	GG
<i>TRHR</i>	rs4546626	AA
<i>TSHR</i>	rs7144481	AA
<i>TSPYL4</i>	rs3749893	AG
<i>UCP2</i>	rs660339	AG
<i>UR11</i>	rs10756	AA
<i>VEGFR2</i>	rs1870377	TT
<i>WAPAL</i>	rs4934207	AA
<i>WNT16</i>	rs2707466	AG
<i>WNT4</i>	rs2235529	GG
<i>WWOX</i>	rs2081174	AG

ГЛОССАРИЙ

Аллель – одна из возможных форм одного и того же гена: аллели, расположенные в одинаковых участках (локусах) гомологичных (парных) хромосом определяют варианты развития одного и того же признака.

Альтернативный признак – взаимоисключающий, один из двух единственно возможных признаков, например, желтая или зеленая окраска семян гороха, наличие белка ACTN3 в быстрых мышечных волокнах или отсутствие белка ACTN3 в быстрых мышечных волокнах.

Антикодон – участок молекулы транспортной РНК из трех нуклеотидов, комплементарный соответствующему ему участку из трех нуклеотидов (кодону) информационной РНК.

Аутосомный признак – признак, за развитие которого отвечают гены, расположенные не в половых хромосомах, а в аутосомах.

Аутосомы – идентичные у особей разного пола одного биологического вида хромосомы в клетках раздельнополых животных и растений (неполовые хромосомы).

Гаметы – половые (репродуктивные: яйцеклетки, сперматозоиды) клетки.

Гаплоидный набор хромосом – набор хромосом в гаметах, который равен половине диплоидного набора соматических клеток (одинарный набор хромосом).

Ген – материальный носитель наследственности, входящий в состав хромосом и расположенный в ее определенном локусе, единица наследственной информации, участок молекулы ДНК, кодирующий первичную структуру полипептида, молекулы транспортной или рибосомальной РНК.

«Гены спорта»

Ген ACE	Генотип DD: быстрота и сила	Генотип ID: средние дистанции, игровые виды, еди- ноборства	Генотип II: выносливость
---------	-----------------------------------	--	-----------------------------

Продолжение таблицы

Ген ACTN3	Генотип СС: спринт	Генотип СТ: спринт	Генотип ТТ: выносливость
Ген PPARC	Генотип ТТ: без особенностей	Генотип ТС: выносливость	Генотип СС: выносливость

Генетика – наука о закономерностях наследственности и изменчивости живых организмов.

Генетика спортивная – наука о закономерностях наследования генетически закрепленных признаков, значимых в условиях спортивной деятельности.

Генетическая карта хромосомы – графическое изображение хромосом, обычно в виде прямых линий, на которых схематично показано взаимное расположение генов в соответствии с расстояниями между ними, установленными по частоте кроссинговера.

Генетический код – свойственная всем живым организмам единая система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде специфического чередования четырех нуклеотидов (А, Т, Ц, Г в ДНК и А, У, Ц, Г в РНК), которое определяет последовательность включения аминокислот в синтезирующуюся на рибосоме полипептидную цепь.

Генетический маркер (в молекулярной генетике спорта) – определенный аллель гена, который ассоциирован с развитием и проявлением какого-либо физического качества, антропометрического, композиционного и других значимых для спортивной деятельности показателей.

Геном – геном, совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом данного организма.

Генотип – совокупность всех, включая внеядерные, генов организма, находящихся в сложном взаимодействии друг с другом, что определяет индивидуальность особи.

Гены аллельные – гены, которые занимают одинаковое

положение в локусах гомологичных хромосом и отвечают за развитие одного и того же признака организма.

Гены неаллельные – гены, занимающие неидентичные локусы хромосом.

Гетерозигота – клетка или организм, у которого гомологичные (парные) хромосомы несут разные формы (аллели) определенного гена.

Гибридизация (скрещивание) – процесс образования или получения гибридов, в основе которого лежит объединение генетического материала разных клеток в одной, приводящий к появлению организмов с новыми наследственными свойствами.

Гомозигота – клетка или одноклеточный организм, в наследственном наборе у которого гомологичные (парные) хромосомы несут одну и ту же форму данного гена.

Гомологичные хромосомы – парные, сходные по морфологическому строению хромосомы, способные конъюгировать и обмениваться участками в процессе кроссинговера в мейозе, содержащие один и тот же набор генов, которые могут быть представлены различными аллельными формами этих генов.

Группа сцепления – совокупность генов одной хромосомы, которые наследуются сцепленно (вместе).

Диплоидный набор хромосом – совокупность хромосом, присущая соматическим клеткам организма, которая содержит два гомологичных набора хромосом, из которых один передан (получен) от одного родителя, а второй от другого.

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота, высокомолекулярное природное соединение, носитель генетической информации, вместе с белками являющийся основным компонентом хромосом эукариотических клеток и некоторых вирусов, нуклеиновая кислота, отдельные участки которой соответствуют определенным генам.

ДНК – биологический линейный полимер, состоящий из двух полинуклеотидных цепей, соединенных друг с другом по принципу комплементарности, в котором мономеры каждой

из цепей – нуклеотиды – включают в себя: азотистое основание аденин (А), или тимин (Т), или цитозин (Ц), или гуанин (Г); пятиатомный сахар дезоксирибозу и остаток фосфорной кислоты.

ДНК митохондриальная – кольцевые ДНК, находящиеся в митохондриях.

ДНК ядерная – ДНК, расположенная в ядре клетки.

Доминантный признак – подавляющий признак одного из родителей у гибридов по отношению к альтернативному признаку другого родителя.

Изменчивость – одно из важнейших свойств живого организма или надорганизменных живых систем; биологическая степень способности к морфологическим, функциональным и другим изменениям в ходе индивидуального развития или в пределах групп организмов в ряду поколений при половом или бесполом размножении в результате взаимодействия с факторами среды.

Интрон – транскрибируемый участок гена, не несущий информации о первичной структуре белка, удаляемый из молекулы РНК при ее процессинге, заключенный между кодирующими участками (экзонами) гена.

Кариотип – типичная для вида совокупность морфологических признаков хромосомного набора (число, размер, форма, детали строения хромосом), лежащая в основе кариосистематики.

Кодон (триплет) – единица генетического кода в молекуле ДНК или иРНК, состоящая из трех последовательных нуклеотидов, кодирующий один аминокислотный остаток, т. е. отвечающая за включение в молекулу белка одной из аминокислот или служащая сигналом для завершения синтеза.

Кроссинговер – один из механизмов наследственной изменчивости живых организмов, включающий в себя перекрест и последующий взаимный обмен участками гомологичных (парных) хромосом в результате разрыва и соединения в новом порядке их нитей, хроматид, что в процессе мейотическо-

го деления клеток приводит к новым комбинациям аллелей локализованных в них генов.

Локус – место расположения определенного гена (конкретных его аллелей) в хромосоме или внутри сегмента геномной ДНК, а также местоположение его определенной мутации (полиморфизма) или гена на генетической карте.

Молекулярная биология – раздел биологии, который исследует основные свойства и проявления жизни на уровне макромолекул, преимущественно белков и нуклеиновых кислот, в немембранных структурах (рибосомы, клеточный центр), мембранных органоидах клетки, в вирусах и в самих клетках с целью установления роли и механизма функционирования этих макромолекул, клеточных структур и непосредственно клеток.

Молекулярная генетика – раздел генетики и молекулярной биологии, ставящий целью познание молекулярных основ наследственности и изменчивости организмов.

Молекулярная генетика спорта – спортивная генетика в период после расшифровки структуры генома человека.

Мутации – естественно возникающие или искусственно вызванные внезапные необратимые и постоянно наследуемые качественные или количественные изменения хромосом или генов, ведущие к изменению генетической информации, т. е. к изменению каких-либо признаков живого организма.

Наследственность – свойство организмов повторять в ряду поколений признаки и особенности развития, обеспечивающееся самовоспроизведением материальных единиц наследственности, генов, локализованных у животных в специфических структурах ядра клетки (хромосомах) или митохондриях, а у растений еще и в хлоропластах.

Норма реакции признака – диапазон изменений, в пределах которого один и тот же генотип способен образовывать различные фенотипы, т. е. амплитуды адаптации, определяющие границы изменчивости организма, возникающие под действием факторов среды и контролируемые его генотипом.

Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды) – высокомолекулярные органические соединения, ДНК и РНК, образованные цепочками нуклеотидов (две цепи в ДНК; одна – в РНК), которые отличаются входящими в их состав углеводами (дезоксирибоза в ДНК; рибоза в РНК) и азотистыми основаниями (А, Г, Т, Ц в ДНК; А, Г, У, Ц в РНК).

Нуклеотиды – органические вещества, являющиеся составной частью нуклеиновых кислот, в свою очередь, сами состоящие из пуринового (аденин (А) и гуанин (Г)) или пиримидинового (цитозин (Ц), урацил (У) и тимин (Т)) основания, углевода (рибозы или дезоксирибозы) и остатка фосфорной кислоты.

Плейотропия – множественное действие какого-либо гена, т. е. способность одного гена воздействовать на проявление сразу нескольких фенотипических признаков.

Полимерия – один из типов взаимодействия генов, при котором степень развития одного и того же признака обусловлена влиянием ряда так называемых полимерных генов (проявляющихся сходным образом), т. е. явление наследственности, при котором различные степени выражения тождественных наследственных признаков определяются количеством однозначно действующих генов.

Полиморфизмы – варианты последовательностей ДНК (отличающиеся друг от друга заменой одного нуклеотида на другой, изменением порядка нуклеотидов, вставкой или выпадением одного или нескольких нуклеотидов, кратной повторяемостью триплетов), встречающиеся с частотой не менее 1 % в популяции.

Половые хромосомы – два типа хромосом, содержащихся в ядрах клеток, в которых расположены гены, определяющие пол и сцепленные с полом признаки о половых различиях организма, условно обозначающиеся как X-хромосома и Y-хромосома.

Признак, сцепленный с полом – признак, обусловленный и контролируемый генами, локализованными в половых X- и Y-хромосомах.

ПЦР – полимеразная цепная реакция, экспериментальный метод молекулярной биологии, способ искусственного значительного увеличения малых концентраций определенных фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК).

ПЦР-тест – одно из самых главных открытий современности в области биологии. Для каждого организма, включая вирусы, бактерии и грибки, последовательность нуклеотидов уникальна. Укороченные последовательности нуклеотидов, характерные для каждого вида полиморфизмов, хранятся в базах научных лабораторий в виде праймеров – отдельных участков ДНК, которые значительно короче любой молекулы ДНК. Такие праймеры присоединяются к исследуемой ДНК в пробе и под действием катализаторов многократно воспроизводят (реплицируют) свои дубли до тех пор, пока не станут доступны для определения. Процесс репликации возможен только при наличии в пробе ДНК искомого полиморфизма. Ошибка в определении целевого ДНК или РНК исключена. Для проведения анализа необходимо небольшое количество любого биоматериала человека: кровь, моча, сперма, мокрота, гной и пр. Исследования ПЦР требуют строжайших соблюдения правил и серьезной оснащенности лабораторного комплекса. Не каждая лаборатория может позволить себе все необходимое оборудование для проведения ПЦР-теста. Существует несколько различных методик для его проведения: обратная транскрипция, вложенная (или «гнездовая») реакция, изотермические методы, инвертированная реакция и другие.

Репликация – редупликация, ауторепликация, процесс самовоспроизведения (у ДНК удвоения) макромолекул нуклеиновых кислот, обеспечивающий точное копирование генетической информации по принципу комплементарности и передачу ее от поколения к поколению при участии специальных ферментов.

Рецессивный признак – подавляемый, не развивающийся у потомства первого поколения при гетерозиготном состоянии определяющего его гена, признак одного из родителей

у гибридов по отношению к альтернативному признаку другого родителя.

РНК – биологический линейный полимер, состоящий из одной полинуклеотидной цепи, в которой мономерами являются нуклеотиды, включающие в себя: азотистое основание аденин (А), или урацил (У), или цитозин (Ц), или гуанин (Г); пятиатомный сахар рибозу и остаток фосфорной кислоты.

РНК – нуклеиновая кислота в клетках всех живых организмов, участвующая в реализации генетической информации в клетке и существующая в виде транспортной (тРНК доставляет аминокислоты на рибосому к месту синтеза белка, информационной (иРНК переносит информацию об аминокислотной последовательности синтезируемого белка от ДНК ядра в цитоплазму к рибосоме), рибосомальной (рРНК составляют основу рибосом) и др.

Скрещивание – гибридизация, объединение генетического материала разных клеток в одной клетке.

Соматическая клетка – любая неполая клетка многоклеточного организма.

Сплайсинг – внутримолекулярный процесс «сшивки» кодирующих участков (экзонов) после вырезания из транскрипционной РНК некодирующих участков (интронов), что приводит к формированию непрерывной смысловой последовательности кодонов (триплетов), содержащей информацию о первичной структуре белка.

Транскрипция – первый этап реализации генетической информации в живой клетке в виде биосинтеза, переписывания последовательности нуклеотидов молекулы ДНК в нуклеотидную последовательность молекул РНК на соответствующих участках ДНК.

Трансляция – второй этап реализации генетической информации в живой клетке в виде синтеза полипептидных цепей белков по матрице информационной РНК согласно генетическому коду.

Транскрипция и трансляция

В антипараллельных смысловой и транскрибируемой цепях молекулы ДНК смысловая цепь начинается с 5'-конца, а транскрибируемая – с 3'-конца. Смысловую цепь ДНК в молекулярной биологии принято писать сверху, а транскрибируемую – под ней. Кодоны принято писать от 5'-конца к 3'-концу. В таблице генетического кода кодоны записаны от 5'-конца к 3'-концу. Транскрипция идет в направлении от 3'-конца к 5'-концу. Трансляция идет в направлении от 5'-конца к 3'-концу.

Фенотип – совокупность всех признаков организма (как правило, но не только, его внешний вид), представляющих собой результат взаимодействия генотипа со средой.

Хромосомный набор ядер клеток – совокупность хромосом, заключенная в ядре любой клетки тела растительного или животного организма с характерным для каждого биологического вида постоянным числом хромосом, определенной их величиной и морфологическими признаками.

Хромосома – сложное надмолекулярное образование, в состав которого входит упакованная специальным образом молекула ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота), белки, липиды и катионы двухвалентных металлов.

Хромосомы – являющиеся носителями генов способные к самовоспроизведению структурные элементы ядра клетки, определяющие наследственные свойства клеток и организмов.

Экзон – участок эукариотического гена, транскрибируемый в матричную РНК, несущую информацию о первичной структуре белка, чередующийся с интронами, не несущими информации о первичной структуре белка и удаляемыми из молекулы РНК при ее процессинге.

Экспрессия гена – стадия функциональной активности молекулы ДНК, в которой происходит разрыв двухцепочечной молекулы ДНК и синтез на одной из цепей молекулы РНК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, И. И. Молекулярная генетика спорта: состояние и перспективы / И. И. Ахметов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2007. – № 5. – С. 88–104.
2. Ахметов, И. И. Оценка суммарного вклада аллелей генов в определение предрасположенности к спорту / И. И. Ахметов, А. М. Хакимуллина, А. М. Дружевская, И. А. Можайская, Ю. В. Шихова, С. Е. Хальчицкий, И. В. Астратенкова, А. И. Комкова, В. А. Рогозкин // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 3. – С. 67–72.
3. Ахметов, И. И. Молекулярная генетика спорта: монография [Текст] / И. И. Ахметов. – Москва: Советский спорт, 2009. – 268 с.
4. Ахметов, И. И. Молекулярно-генетические маркеры физических качеств человека: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Медико-генетический научный центр Российской академии медицинских наук. – Москва, 2010.
5. Бакулев, С. Е. Прогнозирование индивидуальной успешности спортсменов-единоборцев с учетом генетических факторов тренируемости: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора педагогических наук / НГУФКСиЗ им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. Санкт-Петербург, 2012.
6. Баранов, В. С. Генетический паспорт – основа индивидуальной и предиктивной медицины / под ред. В. С. Баранова. – Санкт-Петербург: Изд-во Н-Л, 2009. – 528 с.
7. Ворошин, И. Н. Зависимость общей выносливости от полиморфизма гена ACE у спортсменов / И. Н. Ворошин, И. В. Астратенкова // Физиология человека. – 2008. – № 1. – С. 129–131.
8. Глотов, О. С. Мониторинг здоровья человека – возможности современной генетики / О. С. Глотов, А. С. Глотов, В. С. Пакин, В. С. Баранов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. – 2013. – № 2. – С. 95–107.
9. Грбовикова, И. Ю. Морфогенетические маркеры предрасположенности к спортивным единоборствам (дзюдо, самбо, вольная и греко-римская борьба): автореф. дис. на соис. ученой степени канд. биол. наук: специальность 03.03.02 Антропология / И. Ю. Грбовикова. – Минск, 2018.
10. Иманбекова, М. К. Спорт и генетика / М. К. Иманбекова, Е. В.

- Жолдыбаева, Т. К. Есентаев, К. Т. Момыналиев // Биотехнология. Теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 4–11.
11. Иссурин, В. Б. Спортивный талант: прогноз и реализация: монография / В. Б. Иссурин. – Москва: Спорт, 2017. – 240 с.
 12. Мишарева, Я. В. Эффективность применения проектно-исследовательской деятельности в рамках элективных курсов по биологии / Я. В. Мишарева, С. Г. Сапронова // Молодой ученый. – 2020. – № 19 (309). – С. 485–486.
 13. Момонтова, А. Ю. Программа элективного курса по биологии «Генетические основы жизни». – 2017. – № Т5. – С. 76–82.
 14. Моссэ, И. Б. Молекулярно-генетические технологии в спорте высших достижений / И. Б. Моссэ // Наука в Олимпийском спорте. – 2015. – № 1. – С. 43–51.
 15. Научно-методическое обеспечение подготовки спортивного резерва Республики Беларусь по группам видов спорта с использованием методов клиничко-лабораторной диагностики: практ. пособие / Мин-во спорта и туризма Респ. Беларусь, ГУ РНПЦ спорта. – Минск: БГУФК, 2018.
 16. Опарина, С. А. Об использовании проектной технологии на занятиях элективного курса по биологии / С. А. Опарина, М. В. Гусева // Молодой ученый. – 2017. – № 2 (136). – С. 608–611.
 17. Рогозкин, В. А. Перспективы использования ДНК-технологий в спорте / В. А. Рогозкин, И. И. Ахметов, И. В. Астратенкова // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 7. – С. 45–47.
 18. Саутина, В. В. Генетика спортивной одаренности (на примере анализа родословной А. Кабаевой) // Экологическая безопасность, здоровье и образование: сборник научных трудов X Всероссийской (очно-заочной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2017. – С. 258–261.
 19. Сергиенко, Л. П. Спортивный отбор / Л. П. Сергиенко. – Москва: Советский спорт, 2013. – 1048 с.
 20. Сологуб, Е. Б. Спортивная генетика / Е. Б. Сологуб, В. А. Таймазов, И. А. Афанасьева; Министерство спорта РФ, НГУФКСиЗ им. П. Ф. Лесгафта. Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2017. – 164 с.
 21. Сологуб, Е. Б. Спортивная генетика: учебн. пособие для вузов физ. культуры / Е. Б. Сологуб, В. А. Таймазов. – Москва: Terra-Спорт, 2000. – 125 с.
 22. Солодков, А. С. Физиология человека: общ., спортив., возрастная: учеб. для образоват. учреждений ВПО, осуществляющих образоват. деятельность по направлению 032100 / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – 4-е изд. – Москва: Сов. спорт, 2010. – 619 с.

23. Туманян, Г. С. Строение тела и спорт / Г. С. Туманян, Э. Г. Мартиросов. – Москва: ФиС, 1976.
24. Уманец, В. А. Спортивная генетика. Курс лекций: учебное пособие / В. А. Уманец. – Иркутск: Ирк. фил. РГУФКСиТ, 2010. – 129 с.
25. Шварц, В. Б. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / В. Б. Шварц, С. В. Хрущев. – Москва: ФиС, 1984. – 151 с.
26. Ахметов, И. И. Методические рекомендации по отбору спортсменов в ДЮСШ города Москвы для раннего выявления предрасположенности к занятиям в определенных видах спорта на основе молекулярно-генетических методов. – URL: <http://csp-athletics.ru/images/doc/metod/sport/metod-sport-7.2.pdf> (дата обращения: 01.09.2022).
27. Генный допинг. – URL: <https://fit4power.ru/sportivnaya-farmakologhia/gennii-doping> (дата обращения: 26.10.2020).
28. Глотов, А. С. Спортивная генетика / А. С. Глотов, О. С. Глотов. – URL: <http://www.sportgenetic.ru/geneticnow/> (дата обращения: 01.09.2022).
29. Гольберг, Н. Д. Гипертрофия скелетных мышц и питание спортсменов / Н. Д. Гольберг, В. А. Рогозкин // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipertrofiya-skeletnyh-myshts-i-pitanie-sportsmenov> (дата обращения: 04.06.2021).
30. Пономарева, О. В. Генетика в современном спорте: научные технологии для новых достижений / О. В. Пономарева // Наука молодых – Eruditio Juvenium. – 2018. Т. 6, № 4. – С. 569–581. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genetika-v-sovremennom-sporte-nauchnye-tehnologii-dlya-novyh-dostizheniy> (дата обращения: 03.06.2021).
31. Пушкарёв, В. П. Оценка генетической перспективности спортсменов в игровых видах спорта / В. П. Пушкарёв, Л. В. Рахманина, Е. В. Лекомцев, В. А. Пономарёв, А. В. Дегтярёв, Ю. А. Янбаев, Д. А. Дятлов // ТипФК. – 2010. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-geneticheskoy-perspektivnosti-sportsmenov-v-igrovyyh-vidah-sporta> (дата обращения: 05.06.2021).
32. Словари и энциклопедии на Академике. – URL: <https://academic.ru/searchall.php> (дата обращения: 01.09.2022).
33. Соловьёва, Н. Г. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Спортивная генетика» для спец. 1-03 02 01 Физическая культура, 1-88 01 01 Физическая культура, 1-88 01 02 Оздоровительная и адаптивная физическая культура, 1-88 02 01 Спортивно-педагогическая деятельность, 1-89 02 01 Спортивно-туристическая деятельность. / Н. Г. Соловьёва, И. Ю. Гробовикова. – Минск: БГПУ, 2016. – URL: <https://elib.bspu.by/simplesearch?query=спортивная+генетика>.

СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ	3
Актуальность и практическое значение	3
Соответствие профессиональному стандарту «Тренер».....	6
Балльно-рейтинговая система оценки	8
Теоретический минимум для промежуточной аттестации	11
Организация элективного курса	12
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	
МОДУЛЬ 1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА СПОРТА	14
<i>Занятие 1.</i> Реализация наследственной информации	14
<i>Занятие 2.</i> Молекулярно-генетические методы	18
<i>Занятие 3.</i> Генетические маркеры предрасположенности к спорту.....	21
<i>Занятие 4.</i> Закономерности наследования признаков у спортсменов.....	22
<i>Занятие 5.</i> Генный допинг и его обнаружение	25
МОДУЛЬ 2. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СПОРТЕ ...	28
<i>Занятие 6.</i> Интерпретация результатов генетического исследования	28
<i>Занятие 7.</i> Достижения спортивной генетики в различных видах спорта	30
<i>Занятия 8-9.</i> Маркеры успешности спортсмена в избранном виде спорта	31
<i>Занятие 10.</i> Генетические аспекты спортивного отбора и спортивной подготовки.....	35
Генетические варианты (нуклеотидные полиморфизмы) и их генотипы, использованные для аннотации потенциала физических качеств.....	39
ГЛОССАРИЙ	43
ЛИТЕРАТУРА.....	52

Шамсувалеева Эльмира Шамилевна
Камахина Рина Саматовна

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Учебно-методическое пособие

Печатное издание в электронной форме подписано 10.11.2022
Гарнитура «Times New Roman». Формат 60×84¹/₁₆. Усл.-печ. л. 3,25.

Издательство Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Поволжский государственный университет
физической культуры, спорта и туризма»
420010, г. Казань, Деревня Универсиады, д. 35

ISBN 978-5-6048935-3-1



9 785604 893531

