

методов иммунокоррекции, в том числе переключение с одного на другой тип иммунного ответа. Особое место в иммунореабилитации пациентов занимает процесс формирования компонентов здорового образа жизни как безальтернативного метода саногенеза.

Таким образом, повторные спортивные травмы, специфическое состояние кумулятивного утомления могут отражать процесс формирования аутоагрессии против собственных поврежденных клеточных и субклеточных структур, проявляющих свойства антигенов.

1. Фенотипическая характеристика цитотоксических Т-лимфоцитов: регуляторные и эффекторные молекулы / И. В. Кудрявцев [и др.] // Медицинская иммунология. – СПб.: Человек, 2018. – Т. 20. – № 2. – С. 227–241.

2. Иммунодефицитные состояния: моногр. / под ред. В. С. Смирнова, И. С. Фрейдлин. – СПб.: Фолиант, 2000. – 568 с.

УДК 796.1:612

Гилеп И.Л.,

Ильютик А.В.

Белорусский государственный университет физической культуры
Республика Беларусь, Минск

**ВЗАИМОСВЯЗЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ
И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ С АЛЛЕЛЬНЫМИ ВАРИАНТАМИ
ГЕНА BDKRB2 (+9/-9)**

Gilep I.L.,

Ilytik A.V.

Belarusian State University of Physical Culture
Republic of Belarus, Minsk

**THE ASSOCIATION BETWEEN BDKRB2 (+9/-9) GENE POLYMORPHISM
AND PHYSICAL PERFORMANCE OF SKATERS AND CONTROL GROUP**

ABSTRACT. The -9/-9 BDKRB2 (+9/-9) gene polymorphism are associated with the most optimal functional state of the circulatory system, both at rest and during exercise, and the -9 allele of this gene is a favorable factor for the development of aerobic endurance. However, +9/+9 and +9/-9 BDKRB2 (+9/-9) genes athletes gain an advantage in adaptation to speed-power performans in speed skating.

KEYWORDS: physical performance; BDKRB2 (+9/-9) gene polymorphism

АННОТАЦИЯ. Обладатели аллельного варианта -9/-9 гена BDKRB2 (+9/-9) гена ассоциируются с наиболее оптимальным функциональным состоянием системы кровообращения как в покое, так и при выполнении физической нагрузки, а -9 аллель данного гена является благоприятным фактором для развития аэробной выносливо-

сти. Однако в процессе адаптации к нагрузкам с выраженным скоростно-силовым компонентом в конькобежном спорте преимущество получают спортсмены, обладающие аллельными вариантами +9/+9 и +9/-9 гена BDKRB2 (+9/-9).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физическая работоспособность; ген BDKRB2 (+9/-9).

На сегодняшний день остается актуальным изучение работоспособности спортсменов в зависимости от имеющихся у них молекулярно-генетических особенностей организма, что необходимо как для достижения высоких спортивных результатов, так и для профилактики негативных последствий физических тренировок. Целью исследования являлось изучение взаимосвязи показателей работоспособности конькобежцев и контрольной группы с аллельными вариантами гена BDKRB2 (+9/-9).

Исследование проводилось на кафедре физиологии и биохимии учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры». Определение аллельных вариантов исследуемых генов осуществлялось в лаборатории молекулярной диагностики государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии НАН Беларуси».

В исследовании приняли участие конькобежцы (мужчины, средний возраст $18,1 \pm 0,6$ года). Контрольную группу составили студенты факультета ОФКиТ УО «Белорусский государственный университет физической культуры» (мужчины, средний возраст $19,0 \pm 0,2$ года), не занимающиеся профессионально спортом и не имеющие спортивных разрядов.

Оценку физической работоспособности проводили по тесту PWC_{170} (Physical Work Capacity), рекомендованному Всемирной организацией здравоохранения. Для выявления взаимосвязи были определены показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) и проведена оценка физической работоспособности.

Полученные результаты свидетельствуют, что функциональное состояние ССС как у конькобежцев, так и у лиц контрольной группы со всеми аллельными вариантами гена BDKRB2 (+9/-9) в целом было хорошим. Так, средние значения ЧСС, ДАД, ПД в покое и у спортсменов, и у представителей контрольной группы соответствовали норме. Отмечено значимое различие в ЧСС между группами спортсменов с +9/+9 и -9/-9 вариантами гена BDKRB2 (+9/-9) (таблица), однако в контрольной группе таких закономерностей выявлено не было.

Из представленных данных видно, что мощность выполняемых нагрузок, работоспособность, МПК у конькобежцев с различными генотипами выше, чем у лиц контрольной группы с такими же генотипами. Необходимо отметить, что мощность выполняемой работы у спортсменов была значимо выше в группах с +9/+9 и +9/-9 аллельными вариантами гена BDKRB2 (+9/-9) (таблица). Уровень физической работоспособности в среднем по спортивным группам соответствовал высокому и выше среднему, в то время как в контрольных группах данный показатель находился в пределах среднего уровня (таблица). Была проведена оценка физической работоспособности по относительному значению PWC_{170} (Вт/кг), так как этот показатель, в отличие от абсолютного значения PWC_{170} (Вт), нивелирует имеющиеся различия между испытуемыми по массе тела. Анализ результатов выявил не только значимые различия в группах между спортсменами и студентами, которые не занимаются профессионально спортом и не имеют спортивных разрядов, но и между спортсменами.

Так физическая работоспособность была выше в группе +9/+9 BDKRB2 (+9/-9), по сравнению с представителями +9/-9 и -9/-9 аллельных вариантов того же гена.

Таблица – Показатели уровня работоспособности конькобежцев и лиц контрольной группы по тесту PWC₁₇₀ с различными аллельными вариантами гена BDKRB2 (+9/-9), Me (25 %; 75 %)

Показатель	Аллельные варианты гена <i>BDKRB2</i> (+9/-9)					
	конькобежцы			контрольная группа		
	+9/+9 (n=6)	+9/-9 (n=14)	-9/-9 (n=4)	+9/+9 (n=7)	+9/-9 (n=6)	-9/-9 (n=6)
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа	6-я группа
ЧСС в покое, уд/мин	65* (64; 66)	64,5 (56,5; 80,5)	78,5* (73,4; 81,3)	71 (60; 85,5)	63 (61; 66,5)	63 (62; 68)
ОГП, у. е.	153 (151; 157)	159 (148; 166)	172 (161; 175)	161 (149; 183)	156 (153; 162)	150 (149; 157)
W ₂ , Вт	180* ³ (176; 205)	192* ³ (175; 227)	158* ^{1,2} (157; 160)	160 (135; 166)	147 (142; 149)	140 (135; 156)
ЧСС ₁ , уд/мин	111 (107; 123)	116 (106; 126)	125 (123; 130)	120 (113; 126)	114 (111; 116)	114 (111; 118)
ЧСС ₂ , уд/мин	154 (152; 159)	166 (161; 170)	158 (157; 160)	162 (162; 169)	162 (153; 167)	160 (157; 164)
PWC ₁₇₀ , Вт	229 (221; 238)	206 (177; 235)	240 (221; 257)	168 (149; 174)	149 (141; 180)	147 (144; 190)
PWC _{отн} , Вт/кг	3,26* ^{2,3,4,5,6} (3,15; 3,42)	2,65* ¹ (2,32; 3,09)	2,67* ¹ (2,52; 2,95)	2,24* ¹ (2,1; 2,3)	2,27* ¹ (2,03; 2,48)	2,24* ¹ (2,14; 2,54)
МПКабс, мл/мин	3572 (3494; 3665)	3336 (3048; 3635)	3693 (3499; 3859)	2953 (2764; 3010)	2762 (2676; 3071)	2739 (2709; 3187)
МПКотн, мл/мин/кг	50,8* ^{3,4} (49,7; 52,9)	42,4 (41,1; 47,5)	41,4* ¹ (40,2; 44,3)	39,1* ¹ (36,6; 41,4)	41,0 (39,2; 43,7)	40,9 (39,6; 42,3)

Примечание: * – значимые различия между группами по U-критерию Манна – Уитни (P<0,05). Жирным шрифтом выделены значимые различия между группами по H-критерию Краскела – Уоллиса (P<0,05)

По результатам выполнения теста PWC₁₇₀ проводилась оценка аэробных возможностей организма спортсменов. Для этого рассчитывалась абсолютная и относительная величина максимального потребления кислорода (соответственно МПКабс и МПКотн). Следует отметить, что в плане оценки аэробных возможностей организма спортсмена наиболее информативным показателем является именно МПКотн. Как видно из таблицы, показатели МПК как абсолютные значения, так и относительные были выше у спортсменов, по сравнению с контрольной группой. Однако средние значения МПКотн в группе спортсменов, обладающих +9/+9 аллельным вариантом гена BDKRB2 (+9/-9), были значимо выше представителей сходного генотипа по данному гену контрольной группы (таблица), а также значимо выше значений МПКотн в спортивной группе -9/-9 гена BDKRB2 (+9/-9). В контрольной группе существенных различий между представителями различных аллельных вариантов не наблюдалось.

Таки образом, аллельный вариант гена +9/+9 гена BDKRB2 (+9/-9) можно назвать наиболее благоприятным для развития функциональных возможностей в конькобежном спорте.

Выводы. Согласно литературным данным и собственным исследованиям [1–6] обладатели аллельного варианта -9/-9 гена BDKRB2 (+9/-9) гена ассоциируются с наиболее оптимальным функциональным состоянием системы кровообращения как в покое, так и при выполнении физической нагрузки, а -9 аллель данного гена является благоприятным фактором для развития аэробной выносливости. Однако в процессе адаптации к нагрузкам с выраженным скоростно-силовым компонентом в конькобежном спорте преимущество получают спортсмены, обладающие аллельными вариантами +9/+9 и +9/-9 гена BDKRB2 (+9/-9).

1. Ахметов, И. И. Молекулярная генетика спорта / И. И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.

2. Гилеп, И. Л. Использование данных молекулярной диагностики для специализации и индивидуализации тренировочного процесса конькобежцев: методические рекомендации / И. Л. Гилеп, А. В. Ильютик, И. Н. Рубчя. – Минск: БГУФК, 2014. – 68 с.

3. Гилеп, И. Л. Молекулярно-генетическое исследование физической работоспособности и функционального состояния конькобежцев / И. Л. Гилеп, А. В. Ильютик, И. Н. Рубчя // Информационно-аналитический бюллетень по актуальным проблемам физической культуры и спорта. – Минск: БГУФК, 2014. – Вып. 18. – С. 138–169.

4. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных конькобежцев в зависимости от полиморфизма генов BDKRB2, ACE, NOS3 / А. В. Ильютик [и др.] // Новости медико-биологических наук (News of Biomedical Sciences). – 2014. – Т. 9. – № 2. – С. 85–91.

5. Анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных конькобежцев в зависимости от полиморфизма генов BDKRB2, ACE, NOS3 / А. В. Ильютик [и др.] // Вестник ВДУ імя П. М. Машэрава. – 2014. – № 3 (81). – С. 35–41.

6. Ильютик, А. В. Взаимосвязь полиморфизмов генов с развитием физических качеств у спортсменов (на примере конькобежного спорта) / А. В. Ильютик, И. Л. Гилеп // Наука в олимпийском спорте. – 2017. – № 3. – С. 51–56.

УДК 612.173.3:579.842.11

Гладкова Ж.А.

Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси
Республика Беларусь, Минск

РОЛЬ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ТРАНСЛОКАЦИИ В МОДИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НЕЙРОНОВ ЯДРА СОЛИТАРНОГО ТРАКТА, РЕГУЛИРУЮЩИХ СЕРДЕЧНЫЙ РИТМ

Hladkova Zh.A.

Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus
Republic of Belarus, Minsk