

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СКАЛОЛАЗОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ



**БОНДАРЕВА
Эльвира Александровна**
Научный сотрудник НИИ и
Музея антропологии МГУ имени
М.В.Ломоносова, кандидат
биологических наук, Москва
E-mail: Bondareva.E@gmail.com,
тел. +7 (926) 8741004

BONDAREVA Elvira
Researcher of the Institute and
Museum of Anthropology, Moscow

State University, Ph.D. Biology, Moscow
E-mail: Bondareva.E@gmail.com, tel. +7 (926) 8741004

БАЙКОВСКИЙ Юрий Викторович
Российский государственный университет физической
культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Заведующий кафедрой психологии, доктор педагогических
наук, кандидат психологических наук, профессор, МСМК,
ЗМС по альпинизму

BAJKOVSKY Yuri
Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and
Tourism (GTSOLIFK), Moscow
Head of the Department of Psychology, Doctor of Education,
Ph.D., Professor, Master of Sport of International Class,
Honored Master of Sport in Mountaineering

ГАЙДАМАКИНА Алина Юрьевна
Российский государственный университет физической
культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Аспирант первого года обучения
GAYDAMAKINA Alina
Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and
Tourism (GTSOLIFK), Moscow
Graduate Student of the First Year

ГОДИНА Елена Зиновьевна
Российский государственный университет физической
культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Заведующая кафедрой анатомии и биологической
антропологии, доктор биологических наук, профессор
GODINA Elena
Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and
Tourism (GTSOLIFK), Moscow
Head of the Department of Anatomy and Biological
Anthropology, Sc.D., Professor

Ключевые слова: скалолазы, полиморфные гене-
тические системы, ACE, ACTN3, CKM, спортив-
ный отбор.

Аннотация. Было проведено генетическое обследо-
вание высококвалифицированных скалолазов и кон-
трольной группы неспортсменов для выявления воз-
можных направлений генетического отбора в данном
виде спорта. Были определены генотипы испыты-
ваемых по следующим полиморфным генетическим си-
стемам: ACE I/D, ACTN3 C/T и CKM C/T.

GENETIC DETERMINANTS OF SPEED AND POWER WORKING CAPACITY CLIMBERS OF HIGH QUALIFICATION

Keywords: climbing, polymorphic genetic system, ACE, ACTN3, CKM, sports selection.

Abstract. The study of genetic traits in athletes specializing in rock-climbing may track possible routes of genetic selection and find some molecular-genetic markers, which provide success in this particular sport. Genetic survey of highly qualified rock-climbers and a control group of non-athletes has been performed. Altogether 217 individuals of both sexes, 20-30 years old have been investigated. Genotypes of the subjects were determined for the following polymorphic genetic systems: ACE I/D, ACTN3 C/T and CKM C/T. The study shows the presence of genetic selection among rock-climbers of high qualification. The analysis of frequency distribution of the genotypes of ACE, ACTN3 and CKM gene polymorphic systems demonstrates some nonrandom statistical differences between athletes and control group. Thus, in the sample of athletes the frequencies of II genotype of ACE gene (24.7% vs 3.6%, $\chi^2 = 11.67$, $p = .003$) and TT genotype of creatine kinase gene (24.9% vs 9.6%, $\chi^2 = 8.7$, $p = .01$) are lower. Insertion (I) allele of the ACE gene is associated with the increased endurance of athletes, and the presence in the genotype of T-allele of CKM gene significantly decreases the alactic component of speed-strength capabilities in athletes. It supports the results of the study of hand grip strength in rock-climbers who showed extremely high values in this parameter. Consequently, selective advantage is given to those athletes who have deletion allele of the ACE gene (ACE*D), as well as major alleles of the ACTN3 (ACTN3*C) and creatine kinase (CKM*C) genes.

Актуальность исследования. Исследование генетических детерминант индивидуальной предрасположенности к конкретному виду спорта открывает широкие перспективы для отбора юных спортсменов, а также для составления индивидуального плана тренировок с учетом генетических особенностей конкретного спортсмена. Для создания подобного рода набора маркеров необходимо изучить генетические маркеры спортсменов, демонстрирующих высокие достижения в выбранном виде спорта. Исследование генетических особенностей спортсменов, занимающихся скалолазанием, позволит проследить возможные направления генетического отбора и найти молекулярно-генетические маркеры, которые обуславливают успешность в данном виде спорта.

Целью данного исследования являлось изучение генетических особенностей скалолазов высокой квалификации и поиск молекулярно-генетических маркеров спортивной успешности в данном виде спорта.

Испытуемые. В обследовании приняли участие 217 человек. 55 высококвалифицированных спортсменов-скалолазов (32 мужчины и 23 женщины), а также контрольная группа из 162 человек (92 мужчины и 70 женщин). Возраст обследованных спортсменов от 20 до 30 лет.

Методы исследования. Для исследования генотипа испытуемых в качестве биологического материала использовали соскоб буккального эпителия. Геномную ДНК выделяли методом щелочной экстракции. Генотип образцов геномной ДНК по выбранным полиморфным системам был определен методом минисеквенирования с последующей детекцией продуктов методом MALDI-TOF [4, 6, 8].

Обсуждение результатов исследования. Ранее нами был выделен комплекс морфологических и некоторых генетических особенностей скалолазов высокой квалификации [1, 3]. В данной работе представлены результаты дальнейшего исследования направлений генетического отбора у скалолазов. Одной из характерных черт скалолазов являются высокие показатели кистевой динамометрии, что свидетельствует о крайне выраженной взрывной силе скелетных мышц. Для того, чтобы проверить наличие или отсутствие генетического отбора аллелей, ассоциированных с повышенными скоростно-силовыми возможностями спортсменов, нами были выбраны три кандидатных гена: ACE, ACTN3 и СКМ. Эти маркеры хорошо известны в спортивной генетике как детерминанты предрасположенности к скоростно-силовой работе [2, 5, 7]. Распределение частот генотипов по всем исследованным полиморфным системам представлено в таблице 1.

Анализ частот встречаемости генотипов полиморфных систем генов ACE, ACTN3 и СКМ среди экспериментальной группы скалолазов и контрольной группы неспортсменов выявил некоторые неслучайные статистические различия (таб. 1). Так, в подгруппе спортсменов понижены частоты встречаемости II генотипа гена ACE и TT генотипа гена креатинкиназы. Инсерционный (I) аллель гена ACE ассоциирован с повышенной выносливостью у спортсменов, а наличие в генотипе T – аллеля гена СКМ значительно понижает алактатный компонент скоростно-силовых возможностей спортсменов [2]. Ранее мы сообщали о высокой доле инсерционного аллеля гена ACE (генотипы II и DI) в группе скалолазов высокой квалификации [1]. Полученные результаты могут

Таблица 1

Распределение частот генотипов полиморфных генетических систем ACTN3, ACE и СКМ для исследованной выборки

Генотип, %	Неспортсмены (N=162)	Скалолазы (N=55)	χ^2 Пирсона
ACTN3*CC	34,6	36,4	$\chi^2 = 2,32$ $p = 0,31$
ACTN3*CT	41,4	49,1	
ACTN3*TT	24,1	14,5	
ACE*DD	16,0	20,0	$\chi^2 = 11,67$ $p = 0,003$
ACE*DI	59,2	76,4	
ACE*II	24,7	3,6	
СКМ*CC	36,7	42,3	$\chi^2 = 8,7$ $p = 0,01$
СКМ*CT	33,8	48,1	
СКМ*TT	29,4	9,6	

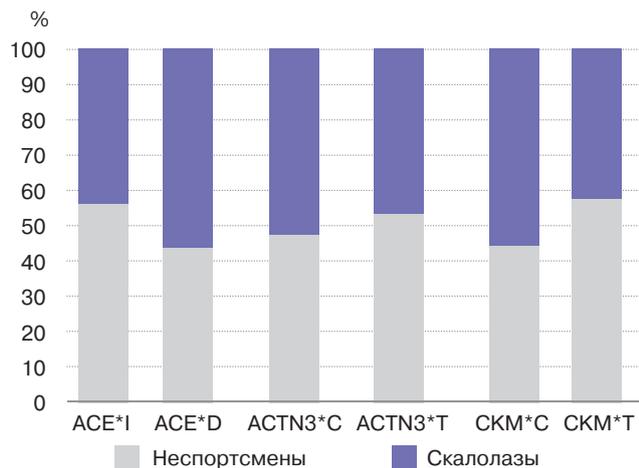


Рис.1. Соотношение аллелей генов ACE, ACTN3 и SKM в исследованных группах

быть объяснены с одной стороны небольшой численностью исследованной выборки, а с другой – значительным повышением частоты инсерционного аллеля у спортсменов экстра-класса (МСМК и ЗМС). Для гена альфа-актинаина 3 достоверных различий в частотах встречаемости генотипов не обнаружено. Однако в данной системе также наблюдается понижение частоты встречаемости генотипа ТТ в группе скалолазов, по сравнению с неспортсменами (табл. 1).

На рисунке 1 представлено соотношение аллелей исследованных генов в группе скалолазов и неспортсменов. Частоты встречаемости аллелей ACE*D и SKM*C, ассоциированных с повышенными скоростно-силовыми возможностями, достоверно (χ^2 с поправкой Йетса = 4,65 $p=,031$ и 4,58 $p=,032$, соответственно) выше в группе скалолазов, что свидетельствует о наличии генетического отбора. Также, частота исходного аллеля гена альфа-актинаина 3 (ACTN3*C) несколько выше в группе скалолазов (рис. 1). Данная тенденция не является статистически достоверной (χ^2 с поправкой Йетса = 0,85 $p=,36$). Таким образом, высокие показатели кистевой динамометрии, продемонстрированные группой скалолазов, подтверждаются результатами генетического обследования данной группы спортсменов.

Выводы. Проведенное исследование выявило наличие генетического отбора среди группы

скалолазов высокой квалификации. Так, преимущество получают спортсмены, генотип которых содержит делеционный аллель гена ангиотезин-I превращающего фермента (ACE*D), а также мажорные аллели генов альфа-актинаина 3 (ACTN3*C) и креатинкиназы (SKM*C).

Благодарности. Исследование поддержано грантом РФФИ № 13-06-00702.

Литература

1. Бондарева Э. Ф. Молекулярно-генетические характеристики высококвалифицированных скалолазов // Экстремальная деятельность человека (Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта) / Бондарева Э. Ф., Гайдамакина А. Ю., Байковский Ю. В., Година Е. З. – 2014. – № 2 (31). – С. 58–60.
2. Бондарева Э. Ассоциации полиморфных генетических систем skm и ampd1 с алактатной анаэробной мощностью спортсменов // Теория и практика физической культуры / Э. Бондарева, Е. Кетлерова, В. Шиян, Е. Година. – 2012. – №1. – С. 41–44.
3. Гайдамакина А. Ю. Морфологические характеристики высококвалифицированных скалолазов различных специализаций: трудность, скорость, болдеринг // Теория и практика прикладных и экстремальных видов деятельности / А. Ю. Гайдамакина, Э. А. Бондарева, И. А. Хомякова, А. В. Тер-Минасян. – №3 (28). – 2013. – С. 54–57.
4. Haff L. A. and Smirnov I.P. Single-nucleotide polymorphism identification assays using a thermostable DNA polymerase and delayed extraction MALDI-TOF mass spectrometry / Haff L. A. and Smirnov I.P. // Genome Research, 1997. – P. 378–388.
5. Lucia A. Is there an Association between ACE and SKMM Polymorphisms and Cycling Performance Status during 3-Week Races? / A. Lucia, F. Gyzmez-Gallego, J. L. Chicharro, J. Hoyos, K. Celaya, A. Cyrdova, G. Villa, J. M. Alonso, M. Barriopedro, M. Perez and C.P. // Earnest Int J Sports Med. – 2004, 25. – p. 442–447.
6. Pusch W., Wurmbach J.-H., Thiele H., Kostrzewa M. MALDI-TOF mass spectrometry-based SNP genotyping // Pharmacogenomics. – 2002. – P. 537–548.
7. Rankinen T. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2005 update / T. Rankinen, M. S. Bray, J. M. Hagberg, L. Perusse, S. M. Roth, B. Wolfarth and C. // Bouchard Med Sci Sports Exerc – 2006. – 38(11). – P. 1863–88.
8. Ross P. High level multiplex genotyping by MALDI-TOF mass spectrometry / P. Ross, L. Hall, I. Smirnov and L. Haff // Nature Biotechnol. – 1998. – P. 1347–1351.

