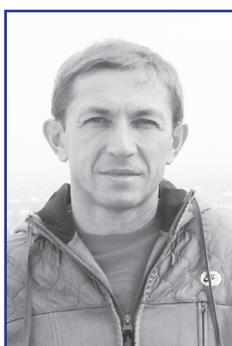


# I/D – ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА ACE АССОЦИИРОВАН С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ СОТРУДНИКОВ ЦЕНТРА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВНЕВЕДОМСТВЕННОЙ ОХРАНЫ МВД РОССИИ



## НЕГОЛЮК

### Олег Васильевич

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва  
Магистрант каф. анатомии и биологической антропологии, ст. инспектор 5-го отдела охраны ЦСН Вневедомственной охраны МВД РФ, МС по рукопашному бою

## NEGOLYUK Oleg

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow  
Undergraduate of department of anatomy and biological anthropology, the senior inspector of department of protection of Private security of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Master on fighting.

## 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) 874 10 04

## 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) 874 10 04

## ГОДИНА

### Елена Зиновьевна

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва  
Завкафедрой анатомии и биологической антропологии, д-р. биол. наук

## GODINA Elena

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow  
Head of the Department Anatomy and Biological Anthropology, Sc.D.

## ШЕВЧЕНКО

### Леонид Александрович

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва  
Магистрант каф. анатомии и биологической антропологии, ст. специалист отдела проф. подготовки ЦСН Вневедомственной охраны МВД РФ, МС по рукопашному бою

## SHEVCHENKO Leonid

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow  
Undergraduate of the department of anatomy and biological anthropology, a senior specialist of the Department of preparation seasoned professional Private security service of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Master on fighting

**Ключевые слова:** спортивная антропология, спортивная генетика, ген ACE, физическая работоспособность, спортивный отбор.

**Аннотация.** Проведено исследование ассоциаций инсерционно-делеционного полиморфизма гена ACE с показателями физической работоспособности у сотрудников Центра специального назначения вневедомственной охраны МВД России. Частоты встречаемости генотипов в контрольной и экспериментальной группах составили: ACE\*II 30,4%, ACE\*ID 44,6%, ACE\*DD 25,0% и ACE\*II 11,1%, ACE\*ID 61,1%, ACE\*DD 27,8% соответственно ( $\chi^2 = 2,97$   $p = ,22$ ). Выявлены ассоциации I/D-полиморфизма гена ACE с показателями физической подготовленности. Наилучшие результаты в беге на 1 км продемонстрировали сотрудники, в генотипе которых присутствуют два инсерционных аллеля гена ACE. В среднем они преодолели дистанцию в 1 км за 3 минуты и 19 секунд ( $p = ,006$ ). Носители двух делеционных аллелей показали наилучшие результаты – около 4 минут. Таким образом, наличие в геноме испытуемых двух инсерционных аллелей гена ACE является маркером повышенных аэробных возможностей.

**I/D – POLYMORPHISM OF THE ACE GENE IS ASSOCIATED WITH FUNCTIONAL CAPACITIES OF THE EMPLOYEES OF SPECIAL DESIGNATION CENTER, EXTRA-DEPARTMENTAL GUARDS, MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS, RUSSIA**

*Keywords: sports anthropology, sports genetics, ACE gene, physical performance, sports selection.*

**Abstract.** Associations between insertion-deletion polymorphism of the ACE gene and physical performance were studied in employees of Special Designation Center, Extra-departmental Guards, Ministry of Internal Affairs, Russia. Frequencies of the genotypes in control and experimental groups were as follows: ACE\*II 30,4%, ACE\*ID 44,6%, ACE\*DD 25,0% and ACE\*II 11,1%, ACE\*ID 61,1%, ACE\*DD 27,8%, correspondingly ( $\chi^2 = 2,97$   $p=,22$ ). I/D-polymorphism of the ACE gene was associated with the indicators of physical performance. The best results in 1 km run were demonstrated by individuals who had two insertion alleles of the ACE gene in their genotypes. Average time of the distance run equaled 3 min 19 sec ( $p=,006$ ). The carriers of two deletion alleles had the worst results: about 4 min. Thus, the presence of two insertion alleles of the ACE gene in the genomes of studied subjects is a marker of increased aerobic capacities.

**Актуальность исследования.** Считается, что на долю наследственных факторов приходится 66% успеха в выбранном виде спорта [1]. Первым и наиболее изученным молекулярно-генетическим маркером спортивной успешности является инсерционно-делеционный полиморфизм гена ангиотензин I – превращающего фермента (I/D ACE) [2]. Фермент ACE входит в состав двух гормональных систем, регулирующих давление и объём крови: ренин-ангиотензиновой (превращение неактивного ангиотензина I в активную форму, ангиотензин II, путём отщепления концевого пептида) и кинин-калликреиновой (разрушение брадикинина на неактивные фрагменты). Он участвует в вазоконстрикции и повышении кровяного давления [3]. Исследования показали, что инсерционный (I) аллель ACE повышает аэробную работоспособность спортсменов, а наличие делеционного (D) аллеля – скоростно-силовую [4]. Поиск ассоциаций I/D – полиморфизма гена ACE с конкретными показателями, отражающими физическую подготовленность спортсменов и сотрудников силовых ведомств, позволит не только осуществлять отбор кандидатов, обладающих генетической предрасположенностью к выполнению определенного вида физической работы, но и прогнозировать результаты физической подготовленности в уже сформированных группах.

**Целью** данного исследования является поиск ассоциаций инсерционно-делеционного полиморфизма гена ACE с показателями физической подготовленности у сотрудников Центра специального назначения вневедомственной охраны МВД России (ЦСН ВО МВД России).

**Испытуемые.** В исследовании приняли участие 92 человека, входящие в состав контрольной группы неспортсменов, и 18 сотрудников ЦСН

ВО МВД России. Для всех участников исследования был проведен сбор образцов биологического материала, была выделена геномная ДНК и определен генотип по I/D – полиморфизму гена ACE. Сотрудники Центра специального назначения вневедомственной охраны МВД России (ЦСН ВО МВД России) прошли тестирование физической подготовленности.

**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 полиморфной системе гена ACE был определен методом минисеквенирования с последующей детекцией продуктов методом MALDI-TOF [5-7]. Для определения функционального состояния испытуемых использовали батарею тестов, принятых в системе подготовки сотрудников МВД России: бег на 1 км, челночный бег 10\*10 и комплекс силовых упражнений.

**Обсуждение результатов исследования.** За последние 15 лет было опубликовано большое количество работ по изучению влияния 287 нуклеотидной инсерции (I)/делеции (D) гена ACE на фенотип спортсмена. Результаты исследований позволяют предположить, что I-аллель гена, носители которого характеризуются более низкой активностью ACE, ассоциирован с повышенной аэробной работоспособностью у спортсменов [2-4, 8, 9]. Влияние I-аллеля на выносливость может быть связано с увеличением кровотока в мышцах, увеличением доставляемого к мышцам кислорода и энергетических ресурсов; с превращением мышечных волокон 2 типа в волокна 1 типа, обладающих высокой окислительной способностью, увеличением числа митохондрий и повышением содержания

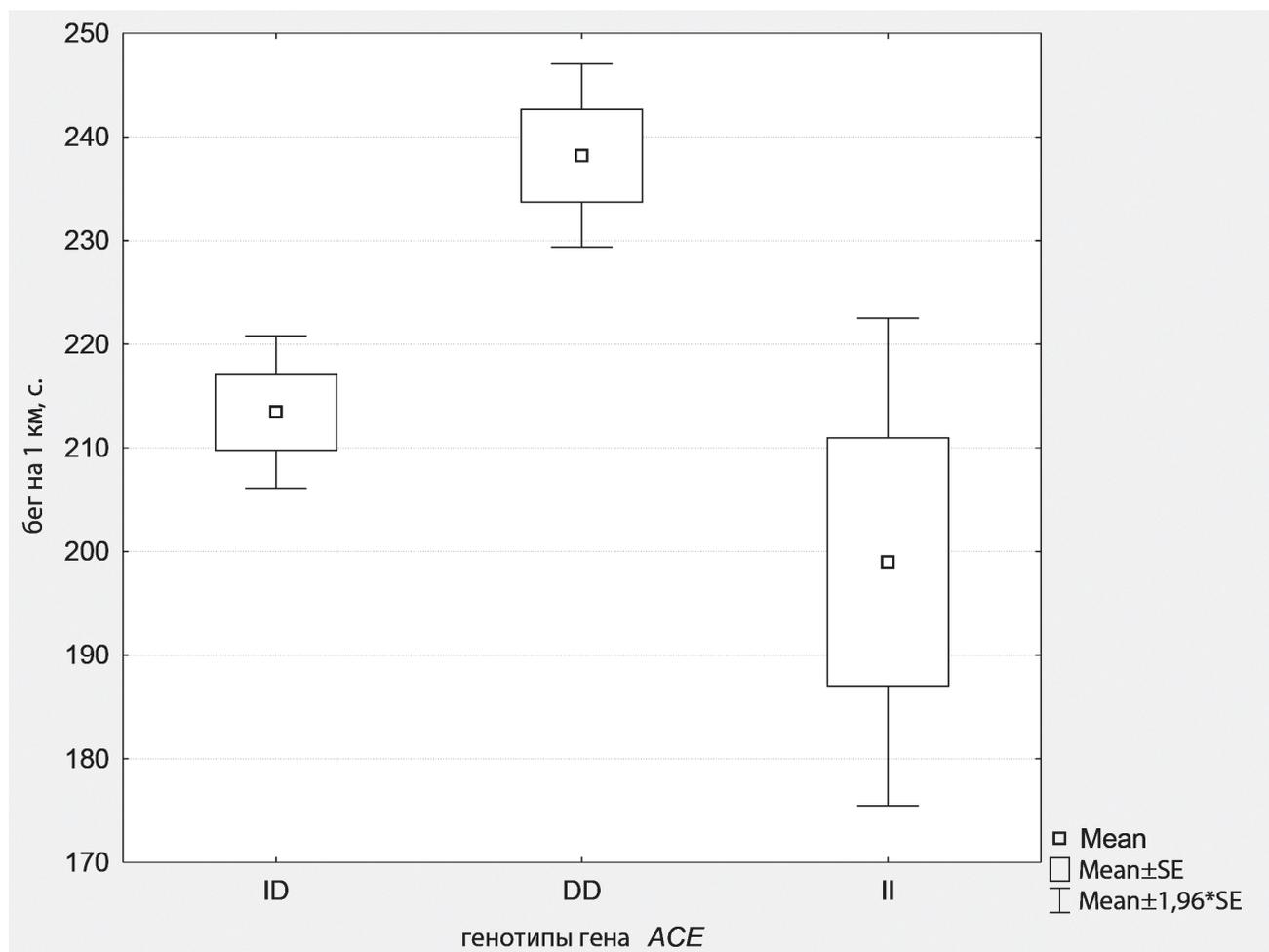


Рис. 1. Результаты дисперсионного анализа значений бега на 1 км для генотипов гена ACE

миоглобина в мышцах [3]. Пониженная активность ACE в скелетных мышцах может снижать рабочую нагрузку на миокард во время физической активности и поддерживать мышечную массу и функции скелетной мускулатуры [8]. Исследование I/D полиморфизма у российских спортсменов показало увеличение частоты встречаемости D-аллеля у спортсменов, выступающих на коротких дистанциях (менее 1 минуты), и повышение частоты встречаемости I-аллеля у спортсменов, выступающих на средние дистанции (от 1 до 20 минут), по сравнению с контрольными группами [9].

Частоты встречаемости генотипов в контрольной и экспериментальной группах составили: ACE\*II 30,4%, ACE\*ID 44,6%, ACE\*DD 25,0% и ACE\*II 11,1% ACE\*ID 61,1% ACE\*DD 27,8% соответственно. Несмотря на понижение частоты встречаемости генотипа II в группе сотрудников МВД, что может свидетельствовать о скоростно-силовом направлении генетического отбора в данной группе, анализ частот встречаемости

генотипов гена ACE не выявил неслучайных различий между контрольной и экспериментальной группами ( $\chi^2 = 2,97$   $p = ,22$ ).

Далее нами был проведен поиск ассоциаций полиморфной системы гена ACE с показателями физической работоспособности. Рис. 1 иллюстрирует результаты проведенного дисперсионного анализа (one-way ANOVA) ассоциаций генотипов гена ACE и результатами бега на 1 км. Наилучшие результаты продемонстрировали сотрудники, в генотипе которых присутствуют два инсерционных аллеля гена ACE. В среднем они преодолели дистанцию в 1 км за 3 минуты и 19 секунд ( $p = ,006$ ). Носители двух делеционных аллелей показали наихудшие результаты – около 4 минут. Сотрудники – носители гетерозиготного генотипа ACE демонстрируют промежуточные результаты в данном тесте – 3 минуты 33 секунды ( $p = ,007$ ). Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о наличии индивидуальной генетической предрасположенности носителей

генотипа II к выполнению физической работы, требующей повышенных аэробных возможностей. Этот результат хорошо согласуется с общепринятым мнением о роли аллелей гена ACE в формировании фенотипа спортсменов [2, 8, 9].

Анализ ассоциаций полиморфной системы гена ACE с результатами челночного бега и результатами выполнения комплекса силовых упражнений не выявил статистически достоверных связей. Возможно, это связано с одной стороны, с небольшой численностью экспериментальной выборки, а другой – с особенностями данных упражнений. Так, челночный бег 10\*10 используется для тестирования скоростных качеств, а КСУ – для силовой выносливости. Возможно, с результатами этих тестов могут быть ассоциированы другие молекулярно-генетические маркеры, детерминирующие молекулярно-физиологические особенности данных компонентов физической работоспособности. Например, гены, кодирующие ферменты анаэробного метаболизма: креатинкиназа скелетных мышц (СКММ) и аденозинмонофосфат дезаминаза 1 (AMPD1).

**Выводы.** Таким образом, наличие в геноме испытуемых двух инсерционных аллелей гена ACE является маркером повышенных аэробных возможностей. Полученный результат может быть использован для прогнозирования физической подготовленности сотудников МВД РФ, а также для индивидуального подхода в планировании тренировочного процесса.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 13-06-00702.

## Литература

1. De Moor M.H., Spector T.D., Cherkas L.F., Falchi M., Hottenga J.J. Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs // *Twin Res Hum Genet.* – 2007. – P. 812–820.
2. Montgomery H.E., Marshall R., Hemingway H., Myerson S., Clarkon P. Human gene for physical performance g // *Nature.* – 1998. – P. 221–222.
3. Rigat B., Hubert C., Alhenc-Gelas F., Cambien F., Corvol P. An insertion/deletion polymorphism in the angiotensin I-converting enzyme gene accounting for half the variance of serum enzyme levels // *J Clin Invest.* – 1990. – P. 1343–1346
4. Jones A., Montgomery H.E., Woods D.R. Human performance: a role for the ACE genotype? *Exerc Sport Sci Rev.* – 2002. – P. 184–190.
5. Haff L.A. and Smirnov I.P. Single-nucleotide polymorphism identification assays using a thermostable DNA polymerase and delayed extraction MALDI-TOF mass spectrometry // *Genome Research.* – 1997. – P. 378–388
6. Pusch W., Wurmbach J.-H., Thiele H., Kostrzewa M. MALDI-TOF mass spectrometry-based SNP genotyping // *Pharmacogenomics.* – 2002. – P. 537–548.
7. Ross P., Hall L., Smirnov I., and Haff L. High level multiplex genotyping by MALDI-TOF mass spectrometry // *Nature Biotechnol.* – 1998. – P.1347–1351.
8. Puthuchery Z., Skipworth J.R., Rawal J., Loosemore M., Van Someren K. The ACE gene and human performance: 12 years on // *Sports Med.* – 2011. – P.433–448.
9. Nazarov I. B., Woods D. R., Montgomery H. E., Shneider O.V., Kazakov V. I., Tomilin N. V. and Rogozkin V. A. The angiotensin-converting enzyme I/D polymorphism in Russian athletes. *Eur J of Hum Genet.* – 2001. – P. 797–801.

