

## АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ФУТБОЛИСТОВ С УЧЕТОМ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ ВЫНОСЛИВОСТИ

**КАЮМОВ АЗИЗ ИЛЬХАМОВИЧ**, ORCID ID: 0000-0002-6285-0110; ассистент кафедры гастроэнтерологии и физиотерапии Центра развития профессиональной квалификации медицинских работников, Узбекистан, 100077, Ташкент, М.Улугбекский район, ул. Паркент, 51, тел. +99-871-123-45-67, e-mail: qayumov-aziz@mail.com  
**ХАМРАБАЕВА ФЕРУЗА ИБРАГИМОВНА**, ORCID ID: 0000-0002-4689-2986; докт. мед. наук, профессор, зав. кафедрой гастроэнтерологии и физиотерапии Центра развития профессиональной квалификации медицинских работников, Узбекистан, 100077, Ташкент, М.Улугбекский район, ул. Паркент, 51, тел. +99-871-123-45-67, e-mail: qayumov-aziz@mail.com

**ЮНУСОВА ЛАЛИТА РИНАТОВНА**, ORCID ID: 0000-0002-7807-9463; Ph.D, доцент кафедры онкологии и медицинской радиологии Ташкентского государственного стоматологического института, Узбекистан, 100047, Ташкент, Яшнабадский район, ул. Тараккйёт, 103, тел. +99-871-230-20-73, e-mail: lolita\_yunusova@mail.ru

**Реферат. Введение.** К настоящему моменту известны около 40 генов, полиморфизмы которых ассоциированы с развитием и проявлением такого физического качества человека, как выносливость, а также с функциональными признаками и биохимическими показателями, изменяющимися под воздействием физических нагрузок различной направленности. Помимо «спортивных» генетических маркеров выносливости выделяют также генетические маркеры «тренируемой выносливости», выявленные в результате динамических (лонгитудинальных) исследований, когда анализируется эффект тренировки и ее связь с генотипами. **Цель исследования** – выявление и анализ полиморфизма трех генов: ангиотензинпревращающего фермента, 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифератором пероксисом, и рецептора 1-го типа ангиотензина II у юных спортсменов, занимающихся футболом. **Материал и методы.** В качестве материала для исследования был использован 91 образец буккального эпителия юношеской команды футбола г. Ташкента. Анализ полиморфизма генов проводили методом полимеразной цепной реакции. **Результаты и их обсуждение.** Наши данные позволяют говорить о том, что анализ полигенных профилей обследованных юных футболистов позволил выделить генетически предрасположенных индивидов к проявлению у них качества «выносливость». Информация о генотипе может использоваться тренерами для отбора перспективных спортсменов, выбора индивидуального подхода к тренировкам, правильного построения процесса оздоровительных занятий, предупреждения отрицательного эффекта чрезмерных тренирующих воздействий, которые могут привести к гипертрофии сердечной мышцы. **Выводы.** Следует отметить, что все обследованные нами учащиеся генетически предрасположены к занятиям футболом. Вероятность достичь определенного успеха и спортивного мастерства имеют меньшее количество индивидов, поскольку, кроме генетической предрасположенности, для этого еще необходимы благоприятные факторы внешней среды.

**Ключевые слова:** физическая работоспособность, футболисты, полиморфизм генов выносливости, ACE, PPARGC1A, AT2R1

**Для ссылки:** Анализ физической работоспособности футболистов с учетом полиморфизма генов выносливости / А.И. Каюмов, Ф.И. Хамрабаева, Л.П. Юнусова // Вестник современной клинической медицины. – 2022. – Т. 15, вып. 6. – С.40–43. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(6).40-43.

## ANALYSIS OF PHYSICAL PERFORMANCE OF FOOTBALL PLAYERS CONSIDERING POLYMORPHISM OF ENDURANCE GENES

**KAYUMOV AZIZ I.**, ORCID ID: 0000-0002-6285-0110; assistant professor of the Department of gastroenterology and physiotherapy of Center for the development of professional qualifications of medical workers, Uzbekistan, 100077, Tashkent, M.Ulugbek district, Parkent str., 51, tel. +99-871-123-45-67, e-mail: qayumov-aziz@mail.com  
**KHAMRABAYEVA FERUZA I.**, ORCID ID: 0000-0002-4689-2986; D. Med. Sci., professor, the Head of the Department of gastroenterology and physiotherapy of Center for the development of professional qualifications of medical workers, Uzbekistan, 100077, Tashkent, M.Ulugbek district, Parkent str., 51, tel. +99-871-123-45-67, e-mail: qayumov-aziz@mail.com  
**YUNUSOVA LALITA R.**, ORCID ID: 0000-0002-7807-9463; Ph.D, associate professor of the Department of oncology and medical radiology of Tashkent State Dental Institute, Uzbekistan, 100047, Tashkent, Yashnabad district, Tarakkkiyot, str., 103, tel. +99-871-230-20-73, e-mail: lolita\_yunusova@mail.ru

**Abstract. Introduction.** There are about 40 genes with polymorphisms associated with the development and manifestation of such human physical qualities as endurance, as well as functional characteristics and biochemical parameters that changing under the influence of physical activities of different kinds. In addition to the «sports» genetic markers of endurance, there are also genetic markers of «trainable endurance» identified as a result of dynamic (longitudinal) studies, when the effect of training and its relationship with genotypes is analyzed. **Aim.** The current study aimed to identify and analyze the polymorphism of three genes: angiotensin-converting enzyme, 1-alpha coactivator of the gamma receptor activated by peroxisome proliferators and angiotensin II type 1 receptor in young athletes involved in football. **Material and methods.** Samples of the buccal epithelium of 91 youth football teams of Tashkent were used as the material for the study. The analysis of gene polymorphism was carried out by polymerase chain reaction (PCR). **Results and discussion.** Our data suggest that the analysis of polygenic profiles of the examined young football players allowed us to identify genetically predisposed individuals to display the quality of «endurance» in them. Information about the genotype can be used by coaches to select promising athletes, choose an individual approach to training, correctly build the process of wellness classes and prevent the negative effect of excessive training effects

that can lead to hypertrophy of the heart muscle. **Conclusion.** It should be noted that all the students we examined are genetically predisposed to playing football. A smaller number of individuals are likely to achieve a certain success and sportsmanship, since, in addition to genetic predisposition, favorable environmental factors are still necessary for this. **Key words:** physical performance, football players, polymorphism of endurance genes, ACE, PPARGC1A, AT2R1 **For reference:** Kayumov AI, Khamrabayeva FI, Yunusova LR. Analysis of physical performance of football players considering polymorphism of endurance genes. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2022; 15(6): 40-43. **DOI:** 10.20969/VSKM.2022.15(6).40-43.

**Введение.** Согласно современным представлениям о молекулярной генетики спорта считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств человека во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами, которых насчитывается не менее 12 млн. ДНК-полиморфизмы – это переменные участки в последовательности ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), которые встречаются в популяции с частотой не менее 1% и в подавляющем большинстве случаев обладают нейтральным эффектом. Существуют также полиморфизмы, способные повлиять на степень экспрессии генов, активность функциональных продуктов (белков, РНК-рибонуклеиновой кислоты) и структуру белков. Функциональная значимость данных полиморфизмов связана с тем, что они расположены в кодирующих (экзоны, гены микроРНК и некоторые интроны, содержащие в себе гены микроРНК) и регуляторных (промоторы, энхансеры, инсуляторы) регионах ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты). Именно эти наименее представленные типы полиморфизмов являются предметом ассоциативных исследований спортивных генетиков. Однонуклеотидные полиморфизмы – наиболее частая причина существования нескольких вариантов одного гена (аллелей), на их долю приходится подавляющее большинство вариаций в геноме человека. К полиморфизмам также относятся инсерции/делеции (вставки/выпадения) нескольких пар нуклеотидов, сегментальные дубликации и повторы [1, 2].

К настоящему моменту известны около 40 генов, полиморфизмы которых ассоциированы с развитием и проявлением такого физического качества человека, как выносливость, а также функциональными признаками и биохимическими показателями, изменяющимися под воздействием физических нагрузок различной направленности. Помимо «спортивных» генетических маркеров выносливости выделяют также генетические маркеры «тренируемой выносливости», выявленные в результате динамических (лонгитудинальных) исследований, когда анализируется эффект тренировки и ее связь с генотипами.

Среди прочих генов, участвующих в реализации генетического детерминирования физической выносливости, можно выделить гены первостепенной (ACE, PPARGC1A) и второстепенной (AT2R1) значимости [3–6].

ACE (Angiotensin Converting Enzyme) – ген ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), который является важным физиологическим регулятором артериального давления и водно-солевого обмена. АПФ превращает циркулирующий в крови неактивный ангиотензин I в ангиотензин II, обладающий мощным гипертензивным действием. Этот пептид

не только регулирует состояние гемодинамики человека, но и как фактор роста усиливает синтез структурных белков в клетках миокарда, что приводит к гипертрофии сердечной мышцы.

PPARGC1A (PPARG Coactivator 1 Alpha) – ген 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифератором пероксисом. Вносит существенный вклад в интенсивность метаболических процессов в скелетных мышцах и миокарде. Через соответствующие транскрипционные факторы влияет на активность процессов адаптивного термогенеза, образование митохондрий и усиление окислительных процессов, относительное содержание «медленных» мышечных волокон, секрецию инсулина, глюконеогенез, липогенез и хондрогенез.

AT2R1 (Human Angiotensin 2 Receptor 1) – ген рецептора 1-го типа ангиотензина II. Опосредует один из основных сердечно-сосудистых эффектов ангиотензина II, роль которых заключается в регуляции кровяного давления. Через него реализуется не только констрикторное действие ангиотензина II, но и экспрессия факторов роста и пролиферация гладкой мускулатуры.

I аллель гена ACE, Gly/Gly аллель гена PPARGC1A и A/A аллель гена AT2R1 являются маркерами выносливости [5].

**Цель исследования** – выявление и анализ полиморфизма трех генов: ангиотензинпревращающего фермента, 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифератором пероксисом, и рецептора 1-го типа ангиотензина II у юных спортсменов, занимающихся футболом.

**Материал и методы.** В качестве материала для исследования были использованы образцы 91 буккального эпителия юношеской команды футбола г. Ташкента. Анализ полиморфизма генов проводили методом полимеразной цепной реакции. ДНК выделяли перхлоратным методом, в основе которого лежит лизис клеток додецилсульфатом натрия и деградация белков протеиназой K, обработка смесью перхлората натрия, хлороформа, изоамилового спирта, преципитация ДНК этанолом. ДНК, выделенная данным методом, пригодна для длительного хранения и дает возможность использовать образцы, содержащие деградированную ДНК.

Полученную дезоксирибонуклеиновую кислоту использовали в качестве матрицы в полимеразной цепной реакции в присутствии праймеров авторского дизайна, синтезированных с помощью олигонуклеотидного синтезатора Mer Made 4 (Bioautomation, США). Амплификацию фрагментов дезоксирибонуклеиновой кислоты проводили на программируемых термоциклерах (Biometra, Германия) с использованием термофильной ДНК-полимеразы (ОДО «Праймтех», Беларусь). Оптимизация условий

полимеразной цепной реакции проводилась путем варьирования временных и температурных параметров реакции, а также использования различных pH-буферных растворов, концентраций хлорида магния для обеспечения специфичности реакции. Амплифицированные фрагменты дезоксирибонуклейновой кислоты, содержащие однонуклеотидные полиморфизмы, обрабатывали подходящими эндонуклеазами рестрикции (NEB, США) в соответствии с методиками, рекомендованными производителем. Продукты рестрикции, а также полимеразной цепной реакции (ПЦР), продукты полиморфизма, содержащего инсерции/делеции, разделяли с помощью 2–3% агарозного гель-электрофореза с последующей визуализацией в системе гель-документации (Wolfarth, Франция).

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом центра. От каждого участника было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Все данные, полученные в исследовании, заносились в сводные таблицы Excel. После распределения данных по группам сравнения рассчитывались групповые средние и их стандартные ошибки. Динамическое сравнение проводилось с использованием парного критерия Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Полигенные профили диапазона общего генетического балла (ОГБ), связанного с качеством «выносливость», у 91 протипированного юного футболиста варьировали от 16,7 до 100 со средним значением 58,3.

Распределение показателя ОГБ *выносливость* в группе тестируемых спортсменов представлено в виде диаграммы на *рисунке*.

Анализ полигенных профилей обследованных юных футболистов позволил выделить генетически предрасположенных индивидов к проявлению у них качества «выносливость». Информация о генотипе может использоваться тренерами для отбора перспективных спортсменов, выбора индивидуального подхода к тренировкам, правильного построения процесса оздоровительных занятий, предупреждения отрицательного эффекта чрезмерных тре-

нирующих воздействий, которые могут привести к гипертрофии сердечной мышцы.

Для оценки генетической перспективности тестируемых футболистов на основании полученных нами полигенных профилей в методе подсчета общего генетического балла использовали индивидуальные профили исследованных полиморфизмов с присвоением их вариантам баллов (0, 1, 2):

1. ACE I/D полиморфизм: I/I = 2, I/D = 1, D/D = 0.
2. PPARGC1A полиморфизм Gly482Ser: Gly/Gly = 2, Gly/Ser = 1, Ser/Ser = 0.
3. AT2R1 полиморфизм A1166C: A/A = 2, A/C = 1, C/C = 0.

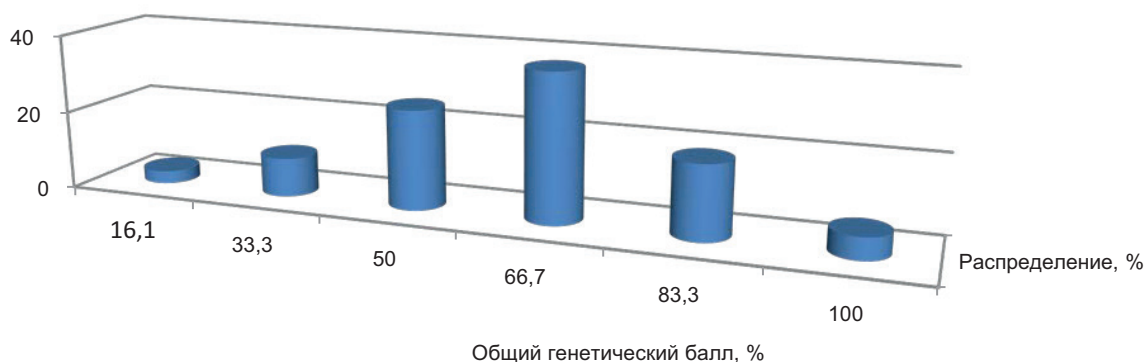
$$\text{ОГБ выносливость} = \frac{100}{6} \cdot (\text{ГБ ACE} + \text{ГБ PPARGC1A} + \text{ГБ AT2R1}).$$

В своих работах A.G. Williams, J.P. Folland (2008) впервые применили подход определения оптимального полигенного профиля для физического качества «выносливость». Данный метод кажется нам простым, доступным и поэтому, вероятно, нашел свое развитие в последующих публикациях [7–10].

**Выводы.** Следует отметить, что все обследованные нами учащиеся генетически предрасположены к занятиям футболом. Вероятность достичь определенного успеха и спортивного мастерства имеют меньшее количество индивидов, поскольку, кроме генетической предрасположенности, для этого еще необходимы благоприятные факторы внешней среды.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.



Распределение показателя ОГБ *выносливость* среди футболистов  
Distribution of the indicator of the GENERAL GENETIC SCORE *endurance* among football players

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ахметов И.И. Анализ комбинации генетических маркеров мышечной деятельности // Русский медицинский журнал. – 2011. – № 1 (спец. выпуск). – С. 6–11. [Ahmetov I.I. Analiz kombinacii geneticheskikh markerov myshechnoj deyatel'nosti] [Analysis of the combination of genetic markers of muscle activity] Russkij medicinskij zhurnal [Russian Medical Journal]. 2011; 1: 6-11. (In Russ.).
2. Гейчук И.Н. Молекулярно-генетическое типирование полиморфизмов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-4. – С. 687–696. [Gejchuk I.N. Molekulyarno-geneticheskoe tipirovanie polimorfizmov] [Molecular genetic typing of polymorphisms] Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2016; (6-4): 687-696. (In Russ.).
3. Wolfarth B, Bray MS, Hagberg JM, Perusse L, et al. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2004 update. Med. Sci. Sports Exerc. 2005; 37(6): 881-903. DOI: 10.1249/mss.0b013e3181844179.
4. Ahmetov II, Rogozkin VA. Genes, athlete status and training – An overview / In: Genetics and Sports / Edited by M. Collins. Basel, Karger, 2009. DOI: 10.1159/000235696.
5. Bhambhani Y, Mactavish J, Warren S. Boosting in athletes with high-level spinal cord injury: knowledge, incidence and attitudes of athletes in paralympic sport. Disability and Rehabilitation. 2010; 32 (26): 2172-2190. DOI: 10.3109/09638288.2010.505678.
6. Chow JW, Levy CE. Wheelchair propulsion biomechanics and wheelers' quality of life: an exploratory review. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. 2011; 6 (5): 365-377. DOI: 10.3109/17483107.2010.525290.
7. Williams AG, Folland JP. Similarity of polygenic profiles limits the potential for elite human physical performance. J. Physiol. 2008; 586: 113-121. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.141887.
8. Van der Woude LH, De Groot S, Janssen TW. Manual wheelchairs: research and innovation in rehabilitation, sports, daily life and health. Med Eng Phys. 2006; 28: 905-915. DOI: 10.1016/j.medengphy.2005.12.001.
9. Levy CE, Chow JW. Pushrim-activated power-assist wheelchairs: elegance in motion. Am. J. Phys. Med. Rehabil. 2004; 83: 166-167. DOI: 10.1097/01.PHM.0000107500.89679.8E.
10. Simpson RC, Lopresti EF, Cooper RA. How many people would benefit from a smart wheelchair? J. Rehabil. Res. 2008; 45: 53-72. DOI: 10.1682/jrrd.2007.01.0015.