УДК 577.11 : 796.012.12
https://doi.org/10.36906/FKS-2020/16

А.О. Зайцева
г. Улан-Удэ, Бурятский государственный университет
г. Иркутск, Восточно-Сибирский институт МВД России
М.О. Аксенов
д-р пед. наук
г. Улан-Удэ, Бурятский государственный университет
г. Москва, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

РОЛЬ ГЕНА HIF1A В РАЗВИТИИ ВЫНОСЛИВОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Аннотация. Спортивный фенотип чрезвычайно сложен, включает в себя огромное количество факторов, которые зависят от сочетания различных признаков и характеристик. В статье содержится информация об одном из важных генов, участвующих в адаптации организма к гипоксии, возникающей при высокоинтенсивных нагрузках аэробной направленности. Представлен анализ электронного ресурса Ensemble, в ходе которого была определена частота встречаемости полиморфизма гена HIF1A у различных групп населения. Показаны результаты исследования спортивной подготовки легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции.

Ключевые слова: спортивная подготовка; HIF1A; частота встречаемости; легкая атлетика.

A.O. Zaitseva
Ulan-Ude, Buryat state University
Irkutsk, East Siberian Institute of the Ministry of internal Affairs of Russia
M.O. Aksenov
Doctor of Pedagogy. Sciences
Ulan-Ude, Buryat State University
Moscow, Russian University of Economics. G.V. Plekhanova

THE ROLE OF THE HIF1A GENE IN THE DEVELOPMENT OF ENDURANCE ATHLETES

Abstract. The sports phenotype is extremely complex, it includes a huge number of factors that depend on a combination of various traits and characteristics. The article contains information on one of the important genes involved in the adaptation of the body to hypoxia, which occurs during high-intensity aerobic loads. An analysis of the Ensemble electronic resource is presented, during which the frequency of occurrence of the HIF1A gene polymorphism was determined in various population groups. The results of the study of sports training of athletes, specializing in middle distance running, are shown.

Keywords: athletic training; HIF1A; frequency of occurrence; athletics.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Республики Бурятия в рамках научного проекта № 18-413-030001.

Спортивная подготовка – это процесс, направленный на повышение спортивной формы как состояния организма и требующий учета широкого арсенала факторов. Важным фактором в повышении эффективности подготовки спортсменов является учет генетических особенностей спортсменов. Эти особенности заложены в ДНК человека, диагностика которой может позволить получить подробную информацию о имеющихся задатках человека.

Из курса спортивной генетики известно, что существуют генетические полиморфизмы, по которым можно прогнозировать предрасположенность человека к определенной диете, определять уровень спортивной одаренности, выявлять спортивные таланты. Учет индивидуальных генетических особенностей позволяет повышать и оптимизировать производительность работы тренера, разрабатывать специальные программы тренировок и минимизировать риск травм, а следовательно, способствовать оптимизации собственного потенциала каждого спортсмена [3; 8; 9].

Диагностирование генетических данных играет важную роль для определения характера и величины нагрузки с точки зрения улучшения спортивного результата [7]. Большую роль в подготовке спортсменов играет совершенствование физических качеств, таких как скорость и выносливость. При выполнении интенсивных тренировочных нагрузок, направленных на улучшение данных показателей, организм спортсмена испытывает гипоксический стресс. Недостаток кислорода стимулирует адаптационные механизмы, в которых задействовано большое количество генетических реакций. Современные исследования показали, что эффект адаптации зависит от генетических особенностей спортсмена.

Важным фактором с точки зрения молекулярных маркеров способности человека поддерживать заданную мощность нагрузки является ген HIF1A. В нашей работе был проведен анализ частоты встречаемости гена HIF1A.

Для определения главных генетических маркеров, отвечающих за адаптацию организма в условиях недостатка кислорода, был проведен анализ литературных источников, а также выполнен обзор международных проектов, которые исследовали гены мировых высококвалифицированных спортсменов, составы их мышечных волокон и адаптационные процессы при выполнении разного вида нагрузки, таких как SMART, GENATHLETE, GENESIS, 1000 Athlomes, Super-Athletes и POWERGENE trials. В ходе этих проектов были определены основные генетические маркеры, ассоциированные с физической нагрузкой [1]. Для анализа был использован сайт Ensembl. Для определения встречаемости частот и аллелей по гену HIF1A с помощью технологии биочипов было протестировано 20 спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции. Из них 6 человек имели спортивное звание мастера спорта международного класса и 14 человек звание мастера спорта по легкой атлетике.

При обзоре литературных данных было изучено большое количество научных работ и публикаций, посвященных изучению физиологических реакций организма в условиях гипоксии. Повышенное потребление кислорода в условиях гипоксии вызывает широкий спектр адаптационных процессов на разных уровнях организма, которые направлены на восстановление регуляции кислорода. Считается, что клеточные ответы на гипоксию в значительной степени связаны с геном HIF1A (фактором 1, индуцируемым гипоксией), который является комплексом определенных факторов транскрипции, состоящим из HIF1α, HIF1β [1].

В исследовании [2] было изучено влияние физических упражнений на активацию гена в мышцах спортсмена. Исследование показало, что с помощью физических упражнений, вызывающих гипоксию в организме, активизируется работа гена HIF1A, способствующая скорейшей адаптации организма к условиям недостатка кислорода путем увеличения роста капилляров в мышцах спортсмена. Система человеческого фактора 1, индуцируемого гипоксией (HIF1A), активизируется при различных патологических состояниях и является одним из ключевых регуляторов клеточного метаболизма [4; 5]. HIF1 влияет на процессы поступления кислорода, регулирует экспрессию сотен генов, участвующих в онтогенезе, метаболизме и транспорте глюкозы, а также во многих других процессах, которые отвечают за доставку кислорода и питательных веществ в клетках, и контролирующих утилизацию продуктов распада [5; 6].

Кроме этого, результаты исследования [3] указывают на более высокую частоту встречаемости HIF1A Ser582 и генотипа Pro/Ser у спортсменов, выполняющих силовую работу, чем в контрольной группе. Эти данные свидетельствуют о том, что аллель Ser ассоциирован со статусом силового спортсмена и поэтому принят во внимание для включения в группу полиморфизмов, повышающих работоспособность, как фактор, благоприятный для выполнения силовой работы.

В проекте 1000 Athlomes была определена частота встречаемости полиморфизма 582C/T. По данным публикации [10], генотип CT ассоциирован со скоростно-силовой работой, генотип CC – с работой на выносливость, а при генотипе TT следует использовать физические нагрузки совместно с медицинским контролем. На рисунке 1 показано распределение частоты встречаемости на разных континентах и представлена общая картина в целом.

Распределение частоты встречаемости генотипов гена HIF1A (полиморфизм rs11549465) у легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции [1] представлены на рисунке 2. По результатам нашего исследование можно сделать вывод о том, что большинство спортсменов имеют высокую адаптацию организма к кратковременным и пролонгированным гипоксическим нагрузкам, о чем свидетельствует уровень спортивного мастерства и успешное выступление в избранной дисциплине.

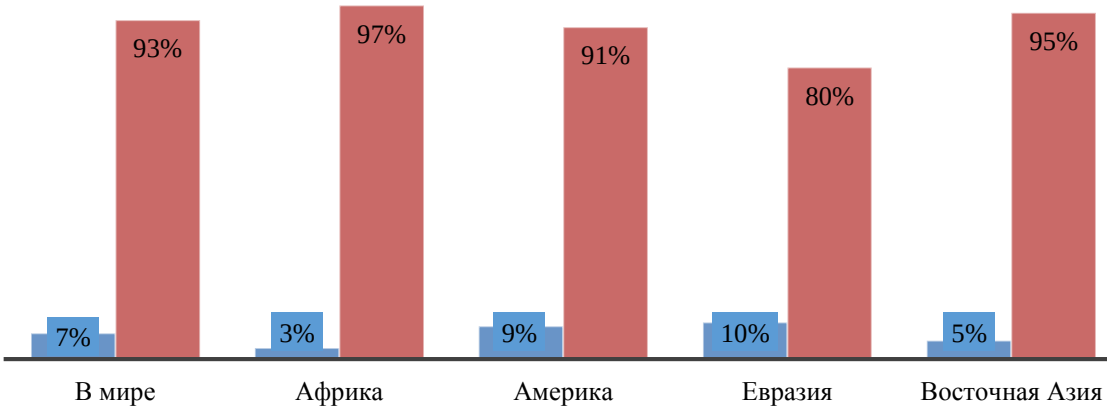

Рис. 1. Частота встречаемости полиморфизма 582C/T HIF1A по данным электронного ресурса Ensembl

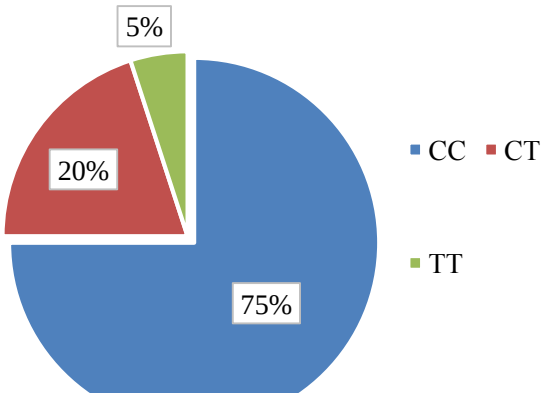

Рис. 2. Средние данные по частоте встречаемости полиморфизма 582C/T гена HIF1A

Частотный анализ показывает, что однонуклеотидный полиморфизм 582C/T гена HIF1A является часто встречающимся маркером выносливости в различных популяциях.

Литература

1. Аксенов М.О. Теоретико-методические основы построения тренировочного процесса в тяжелоатлетических видах спорта с учетом генетических особенностей: Дис. … д-ра пед. наук. Улан-Удэ, 2017.

2. Жур К.В., Кундас Л.А., Загородный Г.М., Минин С.Л., Моссэ И.Б. Влияние гипоксии на экспрессию ряда генов, ассоциированных со спортивной успешностью // Прикладная спортивная наука. 2015. № 1. С. 75–80.

3. Airley R.E., Mobasheri A. Hypoxic regulation of glucose transport, anaerobic metabolism and angiogenesis in cancer: Novel pathways and targets for anticancer therapeutics // Chemotherapy. 2007. Vol. 53. P. 233–256.

4. Ameln H., Gustafsson T., Sundberg J., Okamoto K., Jansson Eva., Poellinger L., Makino Y. Physiological activation of hypoxia inducible factor-1 in human skeletal muscle // The FASEB Journal express article. 2005. April 5.

5. Brahimi-Horn M.C., Pouyssegur J. Harnessing the hypoxia-inducible factor in cancer and ischemic disease // Biochem Pharmacol. 2007. Vol. 73. P. 450–457.

6. Cięszczyk P., Kalinski M., Ostanek M., Jascaniene N., Krupecki K., Ficek K., Sawczuk M., Maciejewska A. Variation in the HIF1A Gene in Elite Rowers // Journal of Strength and Conditioning Research. 2012. December. Vol. 26. Issue 12. P. 3270–3274. doi: 10.1519/JSC.0b013e31824b876d

7. Gabriel B.M., Zierath J.R. The limits of exercise physiology: from performance to health // Cell Metab. 2017. Vol. 25(5). P. 1–2. PubMed ID: 28467920 doi: 10.1016/j.cmet.2017.04.01

8. Hoffman N.J. Omics and exercise: global approaches for mapping exercise biological networks // Cold Spring Harb Perspect Med. 2017. Vol. 7(10). PubMed ID: 28348175 doi:10.1101/cshperspect.a029884

9. Semenza G.L. Hydroxylation of HIF-1: Oxygen sensing at the molecular level // Physiol. 2004. Vol. 19. P. 176–182.

10. Semenza G.L. Regulation of mammalian O2 homeostasis by hypoxia-inducible factor 1 // Annu Rev Cell Dev Biol. 1999. Vol. 15. P. 551–578.

© Зайцева А.О., Аксенов М.О.