

ВКЛАД ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ ГЕНОВ В ФОРМИРОВАНИЕ АЛЛОСТАТИЧЕСКОЙ АККОМОДАЦИИ И КОГНИТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Щурко А. С., Болтач М. А., Глуткин С. В.

*Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь*

Введение. Современные представления о регуляции когнитивных функций и адаптационных процессов основаны на концепции интеграции нейрохимических, генетических и средовых факторов. Одним из ключевых звеньев данной системы является дофаминергическая нейротрансмиссия, обеспечивающая процессы обучения, памяти, мотивации и поведенческой регуляции. Вариабельность генов дофаминовых рецепторов рассматривается как один из основных механизмов формирования индивидуальных различий в психофизиологическом статусе человека [1].

Особое значение имеют полиморфизмы генов DRD2 и DRD4. Полиморфизм TaqIA гена DRD2 (rs1800497) ассоциирован с плотностью D2-рецепторов и эффективностью дофаминовой передачи в стриатуме. Снижение плотности рецепторов у носителей аллеля A1 сопровождается изменениями в системе вознаграждения, повышенной реактивностью к стрессу и особенностями когнитивной регуляции. Ген DRD4 (rs1800955), в свою очередь, вовлечён в процессы межнейронного взаимодействия в коре головного мозга и играет важную роль в формировании исследовательского поведения, внимания и эмоциональной регуляции [2, 3]

В последние годы активно развивается концепция аллостаза, согласно которой адаптация организма к стрессу обеспечивается за счёт динамических изменений функциональных систем. Аллостатическая аккомодация отражает способность организма изменять параметры функционирования в ответ на нагрузку, обеспечивая поддержание гомеостаза в изменяющихся условиях среды. При этом генетические особенности могут определять индивидуальные стратегии аллостатической регуляции [4].

Важным, но недостаточно изученным фактором является фотопериод – продолжительность светлого времени суток, которая оказывает значительное влияние на нейроэндокринные и нейромедиаторные процессы. Изменения фотопериода связаны с колебаниями уровня мелатонина, дофамина и других нейромедиаторов, что может модифицировать когнитивную работоспособность и стресс-реактивность [5].

Таким образом, изучение сочетанного влияния полиморфизмов генов DRD2 и DRD4 и сезонной изменчивости светового дня представляет значительный интерес для понимания механизмов психофизиологической адаптации.

Цель. Изучить влияние полиморфизмов генов DRD2 и DRD4 на когнитивную работоспособность, психофизиологическую адаптацию и аллостатическую реакцию в условиях различной продолжительности светового дня.

Методы исследования. В исследовании приняли участие мужчины в возрасте 18-23 лет, являющиеся студентами, не имеющие хронических соматических и психических заболеваний. Отбор испытуемых осуществлялся на добровольной основе с получением информированного согласия.

Эксперимент проводился в различные периоды годового цикла, характеризующиеся различной продолжительностью светлого времени суток: зимнее солнцестояние, весеннее равноденствие и летнее солнцестояние. Такой дизайн позволил оценить влияние фотопериода как внешнего хронофизиологического фактора.

Психофизиологическое тестирование выполнялось в утренние часы с использованием программно-аппаратного комплекса «НС-Психотест». Оценивались показатели нейродинамики и функционального состояния центральной нервной системы, включая среднее время реакции, стрессоустойчивость, подвижность нервных процессов, коэффициент силы нервной системы, индекс утомляемости и коэффициент асимметрии внимания. Все параметры регистрировались до и после стандартной 30-минутной умственной нагрузки.

Генетическое исследование включало анализ полиморфизмов DRD2 (rs1800497) и DRD4 (rs1800955). ДНК выделяли из Buccal epithelial, генотипирование проводили методом полимеразной цепной реакции с последующей интерпретацией результатов.

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием методов непараметрической статистики (критерии Краскела–Уоллиса и Манна–Уитни, Уилкоксона).

Результаты и их обсуждение. Проведённый анализ показал, что генетические вариации дофаминовых рецепторов оказывают существенное влияние на психофизиологические показатели как в состоянии покоя, так и в условиях умственной нагрузки.

Установлено, что носители генотипа A2A2 гена DRD2 характеризуются более стабильными показателями нейродинамики и более высокой устойчивостью к утомлению. Их когнитивная работоспособность отличается меньшей вариабельностью, а реакция на нагрузку носит более адаптивный характер. В противоположность этому, носители аллеля A1 демонстрируют выраженные изменения психофизиологических параметров, включая снижение времени реакции, увеличение индекса утомляемости и изменения внимания. Это свидетельствует о более высокой чувствительности к нагрузке и меньшей устойчивости регуляторных механизмов.

Анализ влияния полиморфизма гена DRD4 показал, что различные генотипы характеризуются специфическими паттернами аллостатической аккомодации. У лиц с генотипом TT отмечается преимущественное изменение

параметров внимания, у гетерозиготного варианта ТС – оптимизация времени реакции, тогда как у генотипа СС наблюдается выраженное снижение утомляемости. Эти различия отражают вариабельность стратегий адаптации к стрессу, реализуемых на уровне центральной нервной системы.

Особое значение имеет влияние фотопериода. В условиях зимнего солнцестояния наблюдается усиление стрессовой реактивности и более выраженные изменения психофизиологических показателей, что может быть связано с изменением нейроэндокринной регуляции. Весенний период характеризуется повышенной пластичностью адаптационных механизмов, тогда как летом отмечается относительная стабилизация функционального состояния.

Интеграция полученных данных позволяет рассматривать DRD2 как фактор, определяющий когнитивную устойчивость и эффективность обработки информации, а DRD4 – как регулятор адаптационных реакций и аллостатической гибкости. Совместное влияние этих генов формирует индивидуальный профиль психофизиологической адаптации, определяющий особенности реакции на нагрузку и стресс.

Полученные результаты согласуются с современными представлениями о полигенной природе когнитивных функций и подтверждают важность учета взаимодействия генетических и средовых факторов. Практическое значение данных заключается в возможности персонализированного подхода к оценке адаптационных возможностей и профилактике дезадаптационных состояний.

Выводы. Полиморфизмы генов DRD2 и DRD4 оказывают значимое влияние на когнитивную работоспособность, психофизиологическую адаптацию и аллостатическую регуляцию. Ген DRD2 преимущественно определяет устойчивость когнитивных функций, тогда как ген DRD4 участвует в формировании адаптационных стратегий в ответ на стресс. Носители аллеля A1 гена DRD2 характеризуются повышенной чувствительностью к умственной нагрузке. Различия в аллостатической аккомодации обусловлены полиморфизмом гена DRD4. Фотопериод является важным модифицирующим фактором, влияющим на выраженность генетических эффектов. Психофизиологическая адаптация формируется в результате сложного взаимодействия генетических и внешнесредовых факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dopamine, Immunity, and Disease / B. Channer, S. M. Matt, E. A. Nickoloff-Bybel [et al.] // *Pharmacological Reviews*. – 2023. – Vol. 75, № 1. – P. 62-158.
2. Dopamine receptor D2 (DRD2) TaqIA gene polymorphism and acute risperidone-induced changes in body weight, plasma glucose and lipid profile / H. S. A. Olasore, J. O. Faleti, T. O. Afe [et al.] // *Schizophrenia Research*. – 2025. – Vol. 277. – P. 171-176.
3. Key role of the dopamine D4 receptor in the modulation of corticostriatal glutamatergic neurotransmission / J. Bonaventura [et al.] // *Science Advances*. – 2017. – Vol. 3, № 1. – e1601631.
4. Doan, S. N. Allostatic load: Developmental and conceptual considerations in a multi-system physiological indicator of chronic stress exposure / S. N. Doan // *Developmental Psychobiology*. – 2021. – Vol. 63, № 5. – P. 825-836.

5. Night melatonin levels affect cognition in diurnal animals: Molecular insights from a corvid exposed to an illuminated night environment / A. Buniyaadi, A. Prabhat, S. K. Bhardwaj, V. Kumar // *Environmental Pollution*. – 2022. – Vol. 308. – P. 119618.

FEATURES OF CIRCULATORY PARAMETERS IN DOMESTIC AND INTERNATIONAL SECOND-YEAR MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS WITH DIFFERENT CHRONOTYPES

Dong K., Zhdanovich L. E., Arekhau S. D., Balbatun A. A.

*Grodno State Medical University
Grodno, Belarus*

Introduction. It is considered that circadian fluctuations in autonomic nervous system activity underlie diurnal changes in cardiovascular function [1]. Multigenic character of master clock functioning significantly complicates understanding the nature of these differences [2]. Besides, data on changes in heart rate and blood pressure in individuals of distinct chronotypes vary significantly across number of scientific papers [3, 4].

Aim. To study the parameters of blood pressure, pulse rate and Kerdo index (KI) in domestic and international second-year medical university students with different chronotypes.

Methods. 228 2nd year students (n=169, female, n=59, male) of GrSMU, aged 17 to 24 participated in the study. Domestic group consisted of 127 2nd year students (n=107, female, n=20, male). International group comprised 101 2nd year students (n=62, female, n=39, male). The group of foreign volunteers included students from Sri Lanka (71%), India (16%), Nigeria (9%), and the Maldives (5%). The chronotype was assessed using Horne-Östberg Morningness/Eveningness questionnaire (adaptation by S.I. Stepanova for domestic participants). Quantitative anthropometric data, heart rate, systolic and diastolic blood pressures were determined, and the KI was calculated. All measurements were taking in the morning at 8.00-10.00 a.m. STATISTICA software for experimental data processing was used. Results are presented as the median, 25th and 75th percentiles: Mdn (P25%-75%).

Results and discussion. The distribution of chronotypes in domestic and international students differed significantly. In domestic group there were 14% morning (n=18), 45% evening (n=57), and 41% arrhythmic (n=52). In international group there were 18% morning (n=18), 58% evening (n=58), and 25% arrhythmic (n=25). Interestingly enough, among international students there were 61% less students with an arrhythmic chronotype ($p<0,05$).

Heart rate (HR) at rest was lower in international students: 72 (68-79) b.p.m. compared to domestic: 77 (72-84) b.p.m., $p<0,05$. There were no significant differences in HR in international students with different diurnal preference. In domestic students HR of morning type: 80 (74-88) b.p.m. was higher than in