

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ У СТУДЕНТОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕМПЕРАМЕНТА¹

Н.А. Лисова* ORCID: [0000-0002-6923-8039](https://orcid.org/0000-0002-6923-8039)

С.Н. Шилов* ORCID: [0000-0001-9132-6652](https://orcid.org/0000-0001-9132-6652)

*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева (г. Красноярск)

Представлены результаты исследования нейровегетативного энергообеспечения адаптационных реакций на функциональную нагрузку у 100 здоровых студенток 18–21 года. Отмечена депрессия мощности низкочастотных колебаний спектра variability сердечного ритма и уровня постоянного потенциала головного мозга при нагрузочных пробах в сочетании с высоким значением индекса напряжения регуляторных систем, а также медленное восстановление показателей после нагрузки у девушек с «интенсивным» и «спокойным» типами темперамента. При средней выраженности поведенческой активности наблюдается адекватный тип реагирования на нагрузку с временной экспрессией показателей и их быстрым восстановлением в постнагрузочном периоде. Предполагается, что степень эффективности адаптационных реакций связана с взаимомодулирующими влияниями в системе «кора–подкорка–кора», определяющими функциональное состояние и типологические характеристики высшей нервной деятельности.

Ключевые слова: адаптационные реакции, темперамент, центральная нервная система, функциональное состояние, энергетический метаболизм, уровень постоянного потенциала.

Известно, что темперамент, являясь одним из базовых биологически детерминированных свойств нервной системы, играет весомую роль в адаптации организма к окружающей среде [1]. Согласно современным представлениям, в основе темперамента лежит целостная система возбуждения и торможения структур

головного мозга при регулирующей роли коры больших полушарий, что обуславливает различия в проявлении эмоций, поведенческих и вегетативных реакций человека [2–4].

Устойчивый потенциал милливольтового диапазона, регистрируемый с поверхности головы, является интегральным параметром уровня

¹Исследование проведено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках проекта «Субъективное восприятие качества жизни и формирование форсайт-образа “качество жизни” в представлениях жителей, населяющих сельские территории, прилегающие к формирующимся промышленным кластерам комплексного инвестиционного проекта “Енисейская Сибирь”».

Ответственный за переписку: Лисова Надежда Александровна, адрес: 660049, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89; e-mail: nadia.krs@yandex.ru

Для цитирования: Лисова Н.А., Шилов С.Н. Эффективность энергообеспечения адаптационных реакций у студенток в зависимости от типологических свойств темперамента // Журн. мед.-биол. исследований. 2020. Т. 8, № 3. С. 314–318. DOI: 10.37482/2687-1491-Z023

активации исследуемых систем головного мозга и играет важную роль в формировании функциональных состояний и адаптационных реакций организма. Уровень постоянного потенциала (омега-потенциала) головного мозга активно используется как косвенный индикатор интенсивности церебрального метаболизма [5, 6].

Показано, что мощность низкочастотных колебаний спектра variability ритма сердца (very low frequency, VLF) может указывать на наличие у человека энергодефицитных состояний и реакций при функциональных нагрузках, а также на гиперадаптацию и состояние повышенного уровня напряжения нейроэндокринных систем ЦНС [7].

Данные, касающиеся энергетического обеспечения адаптивных процессов в зависимости от типологических особенностей личности при различных нагрузках, крайне малочисленны и носят противоречивый характер. В связи с этим целью исследования стало определение энергообеспечения адаптационных реакций организма у лиц с разным типом темперамента при функциональной нагрузке.

В исследовании приняли участие 100 студентов Красноярского государственного педагогического университета (КГПУ) им. В.П. Астафьева в возрасте 18–21 года (средний возраст участниц составил $20,16 \pm 0,08$ лет). Исследование проведено после получения разрешения этической комиссии КГПУ им. В.П. Астафьева. Все обследуемые подписали информированное согласие (в соответствии с принципами Хельсинкской декларации). Соблюдены критерии исключения из обследования: соматические заболевания, плохое самочувствие, отказ от обследования, менструальная фаза цикла, беременность.

Энергообеспечение адаптационных реакций оценивалось по мощности сверхмедленных колебаний гемодинамики при проведении нагрузочных проб: 3-минутные счет в уме (последовательный отсчет от 500 по 7) и гипервентиляция с периодами восстановления между пробами по 3 мин. По данным вариационной кардиоритмографии определялись показатели мощности сверхнизкочастотной части спектра variability ритма (VLF),

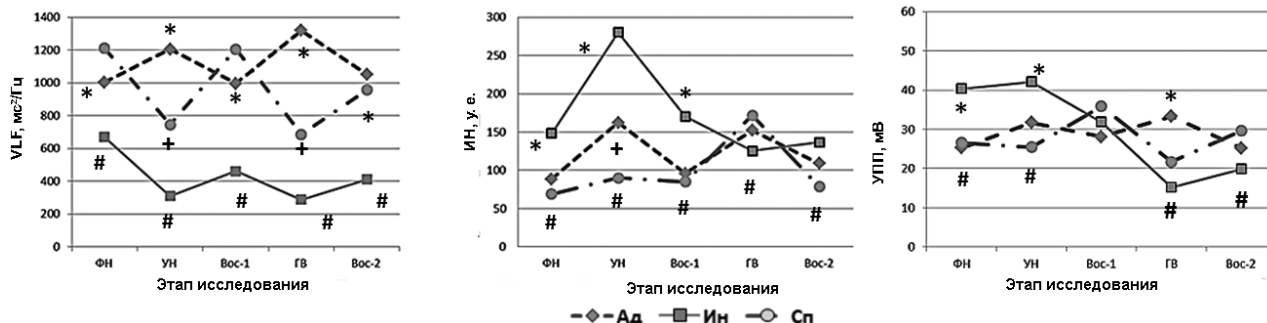
индекс напряжения (ИН). Уровень постоянного потенциала (УПП) коры головного мозга измерялся в проекциях лобных долей путем наложения электродов по стандартной схеме «10-20» в точках F1 и F2, референтные электроды располагались в области тенара кистей рук. Для определения типа темперамента использовался индекс выраженности поведенческих проявлений (ИВП), равный сумме значений черт темперамента [8]: общая активность, порог чувствительности, интенсивность и настроение. Выделялось 3 типа темперамента в зависимости от выраженности поведенческих проявлений (ВП-типа): спокойный (низкоактивный), адекватный (среднеактивный), интенсивный (высокоактивный).

Статистический анализ результатов исследования проводился с использованием программного пакета «STATISTICA 10.0» для Windows. Достоверность различий между группами определялась с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Анализ динамики физиологических показателей в покое и при функциональных нагрузках показал (см. рисунок, с. 316), что «адекватные» обладали исходным значением мощности VLF на уровне $1002,6 \pm 90,1$ мс² и реагировали на счет в уме и гипервентиляцию примерно одинаково: в процессе проб происходило повышение мощности VLF, ИН, УПП. В постнагрузочном периоде показатели достигали исходных значений. Данный тип реакции близок к нормальной реакции по классификации энергоизмененных состояний [9, с. 54].

В группе «спокойных» отмечен значимо более высокий уровень VLF-компонента спектра по сравнению с другими группами (1263 ± 102 мс²), но реакция на функциональные нагрузки выражалась в интенсивной депрессии мощности VLF (на 30 %) и УПП (на 35 %). В связи с этим можно охарактеризовать адаптационные реакции «спокойных» как нагрузочный (постнагрузочный) энергодефицит.

Под влиянием умственной и физической нагрузки у «интенсивных», при изначально низких значениях мощности VLF (668 ± 85 мс²),



Динамика показателей адапционных реакций при функциональных нагрузках у студенток с разным типом темперамента: Ад – «адекватные»; Ин – «интенсивные»; Сп – «спокойные». Этапы исследования: ФН – фоновая запись; УН – умственная нагрузка; Вос-1 – запись после 3 мин восстановления; ГВ – гипервентиляция; Вос-2 – запись после 3 мин восстановления. Установлена значимость отличий ($p < 0,05$ по критерию Манна–Уитни): * – между «адекватными» и «интенсивными»; + – между «адекватными» и «спокойными»; # – между «интенсивными» и «спокойными»

наблюдалось снижение данного показателя в среднем на 45 %. ИН в ответ на умственную нагрузку увеличивался более чем в 2 раза, достигая значений 280 ± 30 у. е. При этом восстановления показателей до фонового уровня за периоды отдыха не происходило. Данный тип реакции на нагрузку соответствует состоянию нагрузочного энергодефицита, а низкий фоновый уровень VLF свидетельствует об энергодефицитном состоянии, для которого характерно снижение активности метаболизма и нейровегетативного звена регуляции [10].

В то же время УПП и, соответственно, уровень активации корковых центров у «интенсивных» снижались в ходе испытаний. Максимальное отклонение УПП от исходного значения составило 62 %. При этом для лиц данной группы была характерна депрессия VLF и ИН.

Такая динамика показателей сигнализирует об истощении регуляторных механизмов и развитии гипoadaptации [11].

Таким образом, у студенток с разным ВП-типом темперамента имеются различия в характере активационных влияний на кору головного мозга и энергообеспечении адаптивных сдвигов при функциональной нагрузке. Поскольку в основе оптимального функционального состояния головного мозга лежат корково-подкорковые взаимоотношения, то уровень активности коры головного мозга, определяющий поведенческие проявления темперамента, может оказывать влияние и на процессы, формирующие функциональное состояние и степень эффективности адапционных реакций.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Gartstein M.A., Putnam S.P., Aron E.N., Rothbart M.K. Temperament and Personality // The Oxford Handbook of Treatment Processes and Outcomes in Psychology: A Multidisciplinary, Biopsychosocial Approach / ed. by S. Maltzman. New York, 2016. P. 11–41.
2. Байгужин П.А., Шибкова Д.З. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации // Человек. Спорт. Медицина. 2017. Т. 17, № 3. С. 32–42. DOI: 10.14529/hsm17s04

3. Posner M.I., Rothbart M.K. Temperament and Brain Networks of Attention // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 2018. Vol. 373, № 1744. Art. № 20170254.
4. Pintzinger N.M., Pfabigan D.M., Pfau L., Kryspin-Exner I., Lamm C. Temperament Differentially Influences Early Information Processing in Men and Women: Preliminary Electrophysiological Evidence of Attentional Biases in Healthy Individuals // *Biol. Psychol.* 2017. Vol. 122. P. 69–79.
5. Грибанов А.В., Аникина Н.Ю. Распределение уровня постоянного потенциала головного мозга у иностранных студентов при локальном охлаждении во влажной среде (на примере вузов г. Архангельска) // *Журн. мед.-биол. исследований.* 2017. Т. 5, № 1. С. 5–15. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.5
6. Депутат И.С., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В., Большевидцева И.Л., Старцева Л.Ф. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма (обзор) // *Экология человека.* 2015. № 10. С. 27–36.
7. Флейшман А.Н., Кораблина Т.В., Петровский С.А., Мартынов И.Д. Сложная структура и нелинейное поведение very low frequency variability ритма сердца: модели анализа и практические приложения // *Изв. высш. учеб. заведений. Приклад. нелинейн. динамика.* 2014. Т. 22, № 1. С. 55–70.
8. Петросян Е.Ю., Савченко Ю.И. Метод определения частных ВП-типов темперамента по результатам исследования его черт по А. Томасу // *Сиб. мед. обозрение.* 2009. Т. 59, № 5. С. 35–38.
9. Флейшман А.Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены: моногр. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния РАН, 2009. 194 с.
10. Флейшман А.Н. Энергодефицитные состояния, нейровегетативная регуляция физиологических функций и вариабельность ритма сердца // *Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине: материалы IV Всерос. симп. с междунар. участием и II школы-семинара (Новокузнецк, 24–27 мая 2005 г.). Новокузнецк: Науч.-исслед. ин-т комплекс. проблем гигиены и проф. заболеваний СО РАМН, 2005. С. 10–19.*
11. Аль-Шаммари М.Я.И. Спектральный анализ вариабельности сердечного ритма у студентов-иностранцев // *Науч. результат. Физиология.* 2016. Т. 2, № 3. С. 26–31.

References

1. Gartstein M.A., Putnam S.P., Aron E.N., Rothbart M.K. Temperament and Personality. Maltzman S. (ed.). *The Oxford Handbook of Treatment Processes and Outcomes in Psychology: A Multidisciplinary, Biopsychosocial Approach.* New York, 2016, pp. 11–41.
2. Bayguzhin P.A., Shibkova D.Z. Funktsional'noe sostoyanie tsentral'noy nervnoy sistemy pri vozdeystvii slabostruktirovannoy informatsii [Functional Condition of the Central Nervous System Under the Influence of Weakly Structured Information]. *Chelovek. Sport. Meditsina*, 2017, vol. 17, no. 5, pp. 32–42.
3. Posner M.I., Rothbart M.K. Temperament and Brain Networks of Attention. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 2018, vol. 373, no. 1744. Art. no. 20170254.
4. Pintzinger N.M., Pfabigan D.M., Pfau L., Kryspin-Exner I., Lamm C. Temperament Differentially Influences Early Information Processing in Men and Women: Preliminary Electrophysiological Evidence of Attentional Biases in Healthy Individuals. *Biol. Psychol.*, 2017, vol. 122, pp. 69–79.
5. Griбанov A.V., Anikina N.Yu. Distribution of Cerebral DC Potential Level in Foreign Students at Local Cooling in Humid Environment (Exemplified by Arkhangelsk Universities). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 5–15.
6. Deputat I.S., Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V., Bol'shevidtseva I.L., Startseva L.F. Analiz raspredeleniya urovnya postoyannogo potentsiala golovnoy mozga v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya organizma (obzor) [Analysis of DC-Potential Level in Assessment of Body Functional State (Review)]. *Ekologiya cheloveka*, 2015, no. 10, pp. 27–36.
7. Fleyshman A.N., Korablina T.V., Petrovskiy S.A., Martynov I.D. Slozhnaya struktura i nelineynoe povedenie very low frequency variabelnosti ritma serdtsa: modeli analiza i prakticheskie prilozheniya [Complex Structure and Nonlinear Behavior of Very Low Frequency of Heart Rate Variability: Model of Analysis, and Practical Applications]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Prikladnaya nelineynaya dinamika*, 2014, vol. 22, no. 1, pp. 55–70.

8. Petrosyan E.Yu., Savchenkov Yu.I. Metod opredeleniya chastnykh VP-tipov temperamenta po rezul'tatam issledovaniya ego chert po A. Tomasu [Method to Detect Particular Temperament Type with Behavior Characteristics by A. Thomas]. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*, 2009, vol. 59, no. 5, pp. 35–38.

9. Fleyshman A.N. *Variabel'nost' ritma serdtsa i medlennye kolebaniya gemodinamiki. Nelineynye fenomeny* [Heart Rate Variability and Slow Fluctuations in Haemodynamics. Nonlinear Phenomena]. Novosibirsk, 2009. 194 p.

10. Fleyshman A.N. Energodefitsitnye sostoyaniya, neyrovegetativnaya regulyatsiya fiziologicheskikh funktsiy i variabel'nost' ritma serdtsa [Energy-Deficient Conditions, Neuroautonomic Regulation of Physiological Functions, and Heart Rate Variability]. *Medlennye kolebatel'nye protsessy v organizme cheloveka. Teoreticheskie i prikladnye aspekty nelineynoy dinamiki v fiziologii i meditsine* [Slow Oscillatory Processes in the Human Body. Theoretical and Applied Aspects of Nonlinear Dynamics in Physiology and Medicine]. Novokuznetsk, 2005, pp. 10–19.

11. Al'-Shammari M.Ya.I. Spektral'nyy analiz variabel'nosti serdechnogo ritma u studentov-inostrantsev [Spectral Analysis of Foreign Students' Heart Rate Variability]. *Nauchnyy rezul'tat. Fiziologiya*, 2016, vol. 2, no. 3, pp. 26–31.

DOI: 10.37482/2687-1491-Z023

*Nadezhda A. Lisova** ORCID: [0000-0002-6923-8039](https://orcid.org/0000-0002-6923-8039)

*Sergey N. Shilov** ORCID: [0000-0001-9132-6652](https://orcid.org/0000-0001-9132-6652)

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev
(Krasnoyarsk, Russian Federation)

ENERGY SUPPLY EFFICIENCY IN ADAPTIVE RESPONSES OF FEMALE STUDENTS DEPENDING ON THE TYPOLOGICAL TEMPERAMENT PROPERTIES

This article presents the results of the study into the neuroautonomic energy supply ensuring the adaptive responses to the functional load in 100 healthy female students aged 18–21 years. During load tests, we observed a depression of very low frequency fluctuations and DC-potential level in combination with a high stress index and a slow indicator recovery after the load in girls with high and low levels of behavioural activity as a manifestation of temperament. Subjects with a moderate level of behavioural activity had an adequate type of response to the load, with a temporary expression of indicators and their rapid recovery in the post-load period. We assume that the effectiveness of adaptive responses is associated with the mutually modulating influences in the cortex–subcortex–cortex system, which determine the functional state and the typological characteristics of higher nervous activity.

Keywords: *adaptive reactions, temperament, central nervous system, functional state, energy metabolism, DC-potential level.*

Поступила 31.01.2020

Принята 08.05.2020

Received 31 January 2020

Accepted 8 May 2020

Corresponding author: Nadezhda Lisova, address: ul. Ady Lebedevoy 89, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation; e-mail: nadia.krs@yandex.ru

For citation: Lisova N.A., Shilov S.N. Energy Supply Efficiency in Adaptive Responses of Female Students Depending on the Typological Temperament Properties. *Journal of Medical and Biological Research*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 314–318. DOI: 10.37482/2687-1491-Z023