ЛИТЕРАТУРА

1. Neuroprotection in glaucoma: mechanisms beyond intraocular pressure lowering / J R. Tribble, F. Hui, H. Quintero [et al.] // Molecular Aspects of Medicine. – 2023. – Vol. 92. – Art. 101193. – doi: 10.1016/j.mam.2023.101193.
2. Modrzejewska, M. Guidelines for ultrasound examination in ophthalmology. Part III: Color Doppler ultrasonography / M. Modrzejewska // Journal of Ultrasonography. – 2019. – Vol. 19, № 77. – P. 128-136. – doi: 10.15557/JoU.2019.0019.
3. Determination of nitrite/nitrate in human biological material by the simple Griess reaction / I. Guevara, J. Iwanejko, A. Dembińska-Kieć [et al.] // Clinica Chimica Acta. – 1998. – Vol. 274, № 2. – P. 177-188. – doi: 10.1016/S0009-8981(98)00060-6.
4. The liver as a central regulator of hydrogen sulfide / E. J. Norris, C. R. Culberson, S. Narasimhan [et al.] // Shock. – 2011. – Vol. 36, № 3. – P. 242-250. – doi: 10.1097/SHK.0b013e3182252ee7.
5. Романчук, В. В. Механизмы транспорта кислорода крови и система газотрансмиттеров при первичной открытоугольной глаукоме / В. В. Романчук, В. Л. Красильникова, В. В. Зинчук // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2025. – Т. 24, № 4. – С. 40-47. – doi: 10.24884/1682-6655-2025-24-4-40-47.
6. The vital role for nitric oxide in intraocular pressure homeostasis / E. Reina-Torres, M. L. De Ieso, L. R. Pasquale [et al.] // Progress in Retinal and Eye Research. – 2021. – Vol. 83. – Art. 100922. – doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100922.

Репозиторий ГрГМУ

СУММАРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ПРИ ДЕЙСТВИИ ВКУСА НА ФОНЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ КОФЕИН-СОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА

Саваневская Е. Н.[1], Лабунова П. Д.[1], Хомич Г. Е.[2]

[1]Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь
[2]Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина
Брест, Беларусь

Введение. Кофе и чай являются основными кофеин-содержащими компонентами диеты, однако кофеин-содержащие безалкогольные и энергетические напитки выступают в качестве распространенных дополнительных источников кофеина в рационе современного человека.

Кофеин является психоактивным веществом метилксантинового ряда, оказывающим действие на центральную нервную систему, действуя в качестве антагониста аденозиновых рецепторов. Благодаря ослабеванию аденозинергического торможения под действием кофеина происходит изменение электрогенеза нейронных ансамблей, участвующих в поддержании бодрствования, внимания и т.п. Этим объясняется быстро достигающееся под действием кофеина изменение времени реакции и умственной продуктивности.

Биологическое действие кофеина зависит от дозы, времени приёма, индивидуальной чувствительности, привычки к употреблению и модифицируется в условиях выполнения когнитивной или физической нагрузки. Наиболее выраженное эргогенное действие кофеин оказывает при употреблении его в умеренных дозах (около 3-6 мг/кг массы тела). Тем не менее, характеристика изменений электрической активности мозга, связанных с приемом кофеина, остаётся сложной задачей.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – неинвазивный метод регистрации с поверхности скальпа колебаний напряжения электрического поля, отражающих суммарный постсинаптический потенциал популяций корковых пирамидных нейронов, организованных в синхронно активирующиеся ансамбли. Поскольку ЭЭГ фиксирует нейронную активность с точностью до миллисекунды, она является оптимальным методом для исследования быстрых изменений состояния мозга, происходящих в ходе сенсорной обработки сигналов [1, с. 2].

Изменения ЭЭГ, ассоциированные с приемом кофеина, характеризуются неоднородностью и зависят от дизайна эксперимента. Анализ имеющихся в литературе данных не позволяет установить единый паттерн ЭЭГ, воспроизводящийся после приема кофеин-содержащих продуктов, или иной электрофизиологический маркер реакции на кофеин, в присутствии дополнительных сенсорных воздействий.

Цель. Оценить характер суммарной электрической активности полушарий большого мозга человека в условиях вкусовой стимуляции на фоне употребления кофеин-содержащего напитка.

Методы исследования. В исследовании была проведена регистрация и анализ ЭЭГ человека при нахождении в полости рта на протяжении 1 мин последовательно воды (контроль), а также растворов глюкозы 40 % (сладкий), 0,01 % кофеин-бензоата натрия (горький), 0,9 % NaCl (соленый) и 0,03 % лимонной кислоты (кислый). Эксперимент проводился в двух повторностях: все пять растворов предъявлялись: а) на фоне проглатывания 250 мл воды и б) через 5 минут после проглатывания 250 мл энергетического напитка Dynamite Original. Регистрация ЭЭГ проводилась со скальпа монополярно в отведениях Fp1-A1 (левое лобное), Fp2-A2 (правое лобное), C3-A1 (левое центральное), C4-A2 (правое центральное), O1-A1 (левое затылочное), O2-A2 (правое затылочное), T3-A1 (левое височное) и T4-A2 (правое височное). В качестве анализируемого показателя выступал индекс дельта-, тета-, альфа- и бета-ритма ЭЭГ (в %). Статистический анализ проводился с помощью ANOVA с повторными измерениями по факторам «до/после энергетика» и «вкус». Различия признавались достоверными при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования нами был проведен сравнительный анализ индексов основных ритмов ЭЭГ, полученных в процессе органолептического тестирования растворов четырех базовых вкусов до и после употребления энергетического напитка. По результатам анализа индексов дельта-ритма достоверные отличия показателей после приема напитка от

Репозиторий ГрГМУ

контрольных были выявлены только в отведении C4-A2. При предъявлении раствора глюкозы до приёма энергетика среднее значение индекса дельта-ритма составило 57,1±14,7%, тогда как при предъявлении кислого раствора этот показатель составил 46,5±12,7% ($p<0,05$). В остальных отведениях достоверных различий выявлено не было. По итогам анализа тета-ритма достоверных изменений мощности ЭЭГ не было выявлено ни в одном из отведений.

Достоверные различия относительной мощности альфа-ритма до и после употребления энергетического напитка были выявлены в отведении Fp1-A1. При сравнении индексов альфа-ритма при рецепции растворов разного вкуса была зафиксирована достоверная разница значений, полученных при вкусовом восприятии воды (10,2±2,5%) и горького (16,9±9,1%), сладкого (9,7±4,4%) и горького (16,9±9,1%), соленого (10,2±5,4%) и горького (16,9±9,1%), а также снижение индекса ритма при сравнении показателей для горького раствора до (16,9±9,1%) и после (9,8±3,6%) употребления энергетического напитка (все $p<0,05$). В отведении Fp2-A2 также были выявлены достоверные различия относительной мощности альфа-ритма до и после употребления энергетического напитка. Обнаружена разница между средними значениями индекса альфа-ритма до употребления энергетика при рецепции горького (17,6±8,6%) и сладкого (9,9±4,9%) стимулов ($p<0,05$). В отведении C3-A1 средние значения индекса альфа-ритма для горького вкуса до употребления энергетика составили 22,1±9,5%, после – 12,0±3,9% ($p<0,05$).

В отведении C4-A2 средние значения индекса альфа-ритма до употребления энергетика составили для сладкого вкуса 11,2±3,2%, для горького – 20,7±8,6% ($p<0,05$). Под левым височным электродом средние значения индекса альфа-ритма для горького вкуса до употребления энергетика составили 20,6±8,97%, после – 12,0±3,3% ($p<0,05$). В отведении T4-A2 средние значения относительной мощности альфа-ритма до употребления энергетика составили для сладкого вкуса 10,3±4,2%, для горького – 18,9±8,1% ($p<0,05$). В области бета-частот спектра ЭЭГ были выявлены достоверные различия относительной мощности при восприятии ряда вкусовых стимулов. В отведении C3-A1 были зафиксированы достоверные различия для значений индекса ритма при восприятии воды (15,2±6,7%) и горького (21,1±6,5%), сладкого (13,3±5,6%) и горького (21,1±6,5%), а также соленого (13,3±5,2%) и горького (21,1±6,5%) (все $p<0,05$). В отведении C4-A2 были зафиксированы достоверные различия значений индекса ритма при восприятии воды (13,2±6,0%) и горького (22,2±7,8%), сладкого до употребления энергетика (12,8±5,9%) и горького до употребления энергетика (22,2±7,8 %), горького до употребления энергетика (22,2±7,8%) и соленого до употребления энергетика (14,0±5,7%), а также горького вкуса до (22,2±7,8%) и после (15,8±6,0%) употребления напитка (все $p<0,05$). В отведении O1-A1 были выявлены достоверные различия относительной мощности бета-ритма для значений индекса ритма при восприятии воды (14,1±5,9%) и горького (24,1±10,8%), сладкого (15,7±7,0%) и горького (24,1±10,8%), горького (24,1±10,8%) и

Репозиторий ГрГМУ

соленого (15,3±5,3%), а также горького (24,1±10,8%) и кислого (15,9±7,3%) (все $p<0,05$).

В отведении O2-A2 были зафиксированы значимые различия между показателями индекса ритма при восприятии воды (13,1±6,4%) и горького (23,2±9,5%), сладкого (13,9±7,8%) и горького (23,2±9,5%), воды до употребления энергетика (13,1±6,4%) и горького раствора до употребления энергетика (23,2±9,5%), сладкого до употребления энергетика (13,9±7,8%) и горького до употребления энергетика (23,2±9,5%), горького до употребления энергетика (23,2±9,5%) и соленого до употребления энергетика (16,0±8,4%), горького до употребления энергетика (23,2±9,5%) и кислого до употребления энергетика (16,3±7,3%), а также горького вкуса до (23,2±9,5%) и после (15,8±6,0%) употребления напитка ($p<0,05$).

Выводы. В ходе проведенного при финансовой поддержке БРФФИ (ГР 20262109) исследования было установлено, что наибольшей изменчивостью при воздействии вкусовых стимулов и влиянии энергетического напитка характеризуются альфа- и бета-диапазоны ЭЭГ, при этом показатели, полученные при воздействии горьким раствором, наиболее часто демонстрируют достоверные отличия от других значений. Наиболее выраженные и многочисленные изменения относительной мощности ЭЭГ характерны для альфа-ритма, тогда как дельта- и тета-ритмы оказались наименее изменчивыми в условиях предъявляемых воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chmiel, J. The Caffeinated Brain Part 3: The Effect of Caffeine on Electroencephalography (EEG) During Wakefulness-A Systematic and Mechanistic Review / J. Chmiel, A. Kładna // Nutrients. – 2026. – Vol. 18, № 17. – Art. 2898.

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВЫСШЕМ БИОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОТ КОНФРОНТАЦИИ К УПРАВЛЯЕМОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Сандаков Д. Б.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. В течение последнего десятилетия классический университетский инструментарий оценки знаний, формировавшийся веками, столкнулся с беспрецедентным вызовом. Доступность больших языковых моделей и генеративного искусственного интеллекта (ИИ) за короткий срок существенно снизила валидность традиционных форм самостоятельной работы

Репозиторий ГрГМУ