https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Рахимов Мухаммадалихон Акмалович- студент Самаркандского государственного медицинского университета, лечебного факультета
Эшкабилова Сурайё Тураевна - научный руководитель: ассистент Ph.D., Самаркандский государственный медицинский университет

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАПИТКОВ

Аннотация. Энергетические напитки – это широко доступные напитки, содержащие кофеин, таурин, глюкозу и другие ингредиенты, которые улучшают физическую или когнитивную деятельность. Регулярное употребление энергетических напитков является одной из важнейших проблем современности. Энергетики – это напитки, предназначенные для того, чтобы взбодрить человека и повысить его физическую или умственную работоспособность. Они вызывают временный прилив сил и возбуждение нервной системы. энергетические напитки с кофеином могут негативно влиять на психическое здоровье, особенно у молодых потребителей, на которых они часто нацелены. Энергетические напитки – это безалкогольные напитки с кофеином, которые, как утверждается, повышают работоспособность и выносливость. Целью данного исследования явилось изучение морфофункциональных изменений нейронов коры головного мозга крыс под воздействием энергетических напитков. Для объективной оценки структурных изменений проведено морфометрическое исследование, включающее определение размеров нейронов, плотности их распределения, объёма цитоплазмы и ядер, а также ядерно-цитоплазматического соотношения у животных контрольной и опытной групп.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Ключевые слова. Энергетические напитки, кофеин, биологические активные вещества, морфометрия, объёма цитоплазмы и ядер, ядерно-цитоплазматического соотношения, кора головного мозга.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN NEURONS OF THE CEREBRAL CORTEX OF RATS UNDER THE INFLUENCE OF ENERGY DRINKS

Muhammadalikhon Akmalovich Rakhimov - student at Samarkand State Medical University, Faculty of General Medicine
Surayo Turaevna Eshkabilova - supervisor: Ph.D. Assistant, Samarkand State Medical University

Annotation. Energy drinks are widely available beverages containing caffeine, taurine, glucose, and other ingredients that enhance physical or cognitive performance. Regular consumption of energy drinks is one of the most pressing issues facing modern society. Energy drinks are drinks designed to invigorate a person and increase their physical or mental performance. They cause a temporary boost of energy and nervous system stimulation. Caffeinated energy drinks can negatively impact mental health, especially in young consumers, whom they are often targeted at. Energy drinks are caffeinated soft drinks that are claimed to enhance performance and endurance. The aim of this study was to investigate the morphofunctional changes in neurons of the cerebral cortex of rats under the influence of energy drinks. To objectively assess the structural changes, a morphometric study was conducted, including determination of the size of neurons, their distribution density, the volume of cytoplasm and nuclei, as well as the nuclear-cytoplasmic ratio in animals of the control and experimental groups.

Key words: Energy drinks, caffeine, biologically active substances, morphometry, cytoplasmic and nuclear volume, nuclear-cytoplasmic ratio, cerebral cortex.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Введение: В последние годы потребление энергетических напитков среди молодого населения увеличилось. Хотя некоторые страны ввели возрастные ограничения на продажу энергетических напитков, энергетические напитки с высоким содержанием кофеина, как правило, легко доступны для подростков и молодых людей [3]. Среди всех возрастных групп подростки являются группой с самым высоким уровнем потребления энергетических напитков; и более половины как взрослых, так и подростков употребляют энергетические напитки, смешанные с алкоголем [1,4]. Эти напитки содержат большое количество кофеина и позиционируются как повышающие выносливость, физическую и умственную работоспособность. Основными ингредиентами являются искусственный кофеин, сахар, таурин и глюкуронолактон. Также в состав входят инозитол, витамины (ниацин, пантотеновая кислота, B6, B12), ароматизаторы и красители (карамель, рибофлавин) [6,7,10].

С ростом их популярности также увеличилось количество сообщений о нежелательных явлениях, вызванных потреблением энергетических напитков. Отчеты о случаях и исследования показали, что потребление энергетических напитков может быть связано с гипертонией, смертельными аритмиями, инсультами, синдромом обратного такоцубо, инфарктами миокарда и внезапной сердечной смертью [4,5,8,9,11]. Фактически, с энергетических напитком связано несколько неблагоприятных последствий для здоровья; это подняло вопрос о безопасности этих напитков. Однако энергетические напитки могут оказывать негативное воздействие на здоровье, особенно если их употреблять в больших количествах. Исследование [2,3] показало, что частое употребление энергетических напитков связано с повышенным риском гипертонии и ожирения. Исследование также показало, что употребление энергетических напитков связано с плохими привычками в питании и отсутствием физической активности.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Материалы и методы исследования. Опыты выполнены на 41 самец беспородных белых крыс массой 250-350 г в возрасте 12 и 36 недель. Экспериментальные животные были разделены на две группы. Контрольная группа состояла из 12 самцов крыс-альбиносов. Вторая экспериментальная группа состояла из 29 экспериментальных животных, для которых были созданы экспериментальные модели, в которых им давали энергетические напитки в течение 4 и 12 недель. Животные находились на стандартном рационе вивария. Крысы содержались в пластиковых клетках при комнатной температуре 210±100°C, влажности 50-60% и 12-часовом цикле свет-темнота. Крысы получали стандартный корм для крыс и имели свободный доступ к питьевой воде.

Вторая группа, получали энергетический напиток внутрижелудочно в течение 4 и 12 недель через пластиковую трубку. Каждой крысе ежедневно давали дозу энергетического напитка до 7,5 мл один раз в день с помощью зонда, рассчитанную из расчета 10 мл/кг массы тела. Анестезию проводили с использованием 2%-ного ксилазина, разрешенного к применению в Узбекистане и доступного в ветеринарных аптеках. 2%-ный ксилазин вводили внутримышечно в дозе 0,2 мл/кг, начало действия наблюдалось в течение 10-20 минут.

После обезглавливания полученный материал помещали в пластиковый контейнер для фиксации в 10%-ном растворе нейтрализованного формалина, подвешивая целиком на нитке. После извлечения из формалина срезы промывали проточной водой, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации, заливали парафином и готовили срезы. Гистологические срезы толщиной 5-7 мкм были получены из парафинированных препаратов, окрашены гематоксилином-эозином и исследованы. Гистологические препараты изучались с помощью светового микроскопа NLCD-307B с использованием объективов 10, 20 и 40, и были сделаны микрофотографии необходимых участков.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Морфометрические измерения проводились при увеличении микроскопа 10х и 40х. Морфометрические параметры были статистически обработаны с использованием критерия Стьюдента-Фишера со стандартной ошибкой среднего арифметического M/m, относительными значениями и коэффициентом достоверности t-критерия. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программного пакета для персональных компьютеров «Statistica for Windows 7.0». Гистологические препараты исследовали и фотографировали с помощью микроскопа «Leica GME», подключенного к цифровой камере «Leica EC3» и компьютеру Pentium IV.

Результаты исследования: Для объективной оценки нейронной структуры коры головного мозга проводилось морфометрическое исследование. Определялись размеры нейронов коры головного мозга, плотность их распределения, объём цитоплазмы и ядер, а также соотношение цитоплазмы и ядра у крыс контрольной и опытной групп. Для проведения исследований в опытную группу были взяты 12 и 36-недельные крысы, находящиеся в том же возрасти, что и животные контрольной группы. Изучены морфофункциональные реактивные изменения, наблюдаемые в коре головного мозга при воздействии энергетического напитка на12 и 36-недельных подопытных животных в течение 4 и 12 недель.

У контрольных крыс в возрасте 12 недель (3 месяцев) объем нервных клеток коры головного мозга составлял 15,08±0,44 (относительный индекс), включая объем цитоплазмы 9,30±0,32, объем ядра 5,78±0,23 и соотношение ядра к цитоплазме 0,65±0,03. Плотность распределения нейронов составляла в среднем 6,92±0,28. У 36-недельной (9-месячной) контрольной группы крыс объём нервных клеток коры головного мозга составил 14,52±0,51 (относительный показатель), в том числе объём цитоплазмы – 9,18±0,33, объём ядра – 5,34±0,26, ядерно-цитоплазматическое отношение – 0,60±0,03. Плотность распределения нейронов в среднем составила 8,32±0,34.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Для проведения исследования были взяты крысы в возрасте 12 и 36 недель, как в экспериментальной, так и в контрольной группах. Экспериментальные животные всех возрастов (12 и 36 недель) изучались в течение 4 и 12 недель при воздействии энергетического напитка на морфофункциональные реактивные изменения в коре головного мозга. Когда 12-недельные крысы получали энергетического напитков в течение 4 недель, объем нервных клеток коры головного мозга составлял 13,04±0,47, объем цитоплазмы — 9,74±0,32, объем ядра — 3,30±0,20, соотношение ядра к цитоплазме — 0,34±0,02, а плотность распределения нейронов — 7,62±0,44. В результате 12-недельного (долгосрочного) воздействия энергетического напитка на кору головного мозга 12-недельных экспериментальных животных было установлено, что размер нейронов в коре головного мозга крыс уменьшился на 17,2% по сравнению с контрольной группой того же возраста.

При сравнении соотношения ядра и цитоплазмы, а также морфометрических показателей плотности распределения нейронов в коре головного мозга экспериментальной и контрольной групп крыс, потреблявших энергетические напитки в течение 4 и 8 недель из 12 недель, были получены следующие данные. Было установлено, что размер нейронов уменьшился на 13,5% у экспериментальных животных, потреблявших энергетического напитка в течение 4 недель (кратковременно), по сравнению с контрольной группой того же возраста. Было установлено, что объем цитоплазмы существенно не изменился, объем ядра уменьшился на 47,2%, соотношение ядра к цитоплазме уменьшилось на 47,7%, а плотность распределения нейронов существенно не изменилась.

В результате 12-недельного (долгосрочного) воздействия энергетического напитка на кору головного мозга 12-недельных экспериментальных животных было установлено, что размер нейронов в коре головного мозга крыс уменьшился на 17,2% по сравнению с контрольной

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

группой того же возраста. Было установлено, что объем цитоплазмы остался неизменным, объем ядра уменьшился на 43,3%, соотношение ядра к цитоплазме уменьшилось на 41,6%, а плотность распределения в нейронах осталась неизменной. У 36-недельных подопытных крыс, наблюдались следующие морфометрические изменения коры головного мозга у крыс экспериментальной группы после употребления энергетических напитков в течение 4 и 8 недель. У 36-недельных крыс, употреблявших энергетический напиток в течение 4 недель, объём нервных клеток коры головного мозга составил 10,28±0,35, объём цитоплазмы – 7,66±0,27, объём ядра – 2,62±0,13, соотношение ядра к цитоплазме – 0,35±0,02. Плотность распределения нейронов составила 11,36±0,63. Когда 36-недельные крысы получали энергетического напитка в течение 12 недель, объем нервных клеток в коре головного мозга составлял 12,40±0,47, объем цитоплазмы — 9,50±0,36, объем ядра — 2,90±0,16, соотношение ядра к цитоплазме — 0,31±0,01, а плотность распределения нейронов — 7,62±0,29. Сравнительный анализ размеров нейронов коры головного мозга, объема цитоплазмы и ядер, соотношения цитоплазмы к ядру, а также морфометрических показателей плотности распределения нейронов у крыс экспериментальной и контрольной групп, получавших энергетические напитки в течение 4 и 12 недель из 36 недель, проводился следующим образом. Было установлено, что размер нейронов уменьшился на 29,2% по сравнению с контрольной группой того же возраста у экспериментальных животных, получавших энергетического напитка в течение 4 недель (кратковременно) на протяжении 36 недель. Также было обнаружено, что объем цитоплазмы увеличился на 16,6%, объем ядра увеличился на 51%, отношение ядра нейрона к цитоплазме увеличилось на 41,7%, а плотность распределения нейронов увеличилась на 36,5%. Было установлено, что размер нейронов уменьшился на 14,6% по сравнению с контрольной группой того же возраста у экспериментальных животных,

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

получавших энергетического напитка в течение 12 недель (длительный период) на протяжении 36 недель.

Выводы: В результате эксперимента установлено, что у крыс, получавших энергетические напитки в течение 4 и 12 недель, наблюдаются выраженные реактивные изменения в коре головного мозга: увеличение ядерно-цитоплазматического отношения, изменение размеров нейронов и снижение плотности их распределения. Полученные данные свидетельствуют о негативном влиянии энергетических напитков на морфофункциональное состояние нейронов головного мозга, что может указывать на нейротоксический эффект при длительном употреблении энергетического напитка.

Литература:

1. Лазоренко А. А. и др. Влияние энергетических напитков на здоровье молодёжи //Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №. 6. – С. 64-64.
2. Allgöwer C. et al. Friend or foe: S100 proteins in cancer //Cancers. – 2020. – Т. 12. – №. 8. – С. 2037.
3. Ariffin H. et al. Is the consumption of energy drink beneficial or detrimental to health: a comprehensive review? //Bulletin of the National Research Centre. – 2022. – Т. 46. – №. 1. – С. 163.
4. Lévy S. et al. European Cardiac Arrhythmia Society Statement on the cardiovascular events associated with the use or abuse of energy drinks //Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology. – 2019. – Т. 56. – С. 99-115.
5. Nowak D., Gośliński M., Nowatkowska K. The effect of acute consumption of energy drinks on blood pressure, heart rate and blood glucose in the group of young adults //International journal of environmental research and public health. – 2018. – Т. 15. – №. 3. – С. 544.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

6. Patrick M. E. et al. Energy drinks and binge drinking predict college students' sleep quantity, quality, and tiredness //Behavioral sleep medicine. – 2018. – T. 16. – №. 1. – C. 92-105.
7. Rehman F. et al. Morphometric study on the energy drink induced pancreatitis on wistar albino rats //Journal of the Dow University of Health Sciences (JDUHS). – 2020. – T. 14. – №. 3. – C. 102-106.
8. Rubio C. et al. Caffeine, d-glucuronolactone and taurine content in energy drinks: exposure and risk assessment //Nutrients. – 2022. – T. 14. – №. 23. – C. 5103.
9. Samoggia A., Rezzaghi T. The consumption of caffeine-containing products to enhance sports performance: an application of an extended model of the theory of planned behavior //Nutrients. – 2021. – T. 13. – №. 2. – C. 344.
10. Santos L. P. et al. Sugar sweetened beverages intake and risk of obesity and cardiometabolic diseases in longitudinal studies: A systematic review and meta-analysis with 1.5 million individuals //Clinical nutrition ESPEN. – 2022. – T. 51. – C. 128-142.
11. Subaiea G. M., Altebainawi A. F., Alshammari T. M. Energy drinks and population health: consumption pattern and adverse effects among Saudi population //BMC Public Health. – 2019. – T. 19. – C. 1-12.