

ВПЛИВ ЛУЖНИХ КОМПОНЕНТІВ РАЦІОНУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ГІПОКАМПУ ЩУРІВ

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

(м. Дніпропетровськ)

*Науково-консультативний та лікувально-діагностичний центр «Головна біль»

(м. Дніпропетровськ)

darya.burtseva.2012@yandex.ua

Дана робота є фрагментом НДР «Місцеві та центральні механізми адаптаційно-компенсаторних реакцій організму» № державної реєстрації 0113U000017.

Вступ. Важливість гідрокарбонатів для організму не викликає сумнівів, оскільки разом з вуглекислою вони утворюють буферну систему і таким чином приймають участь у підтримці кислотно-основного балансу, та, відповідно, рівня рН [12, 15]. Однак, тривале залуження раціону може призвести до небажаних стійких коливань показника рН, і в результаті – метаболічних порушень в організмі [8, 9].

Навіть незначні зміни інтегративного показника кислотно-основного стану при дії екзогенних факторів різної тривалості та інтенсивності на живі організми призводять до активації адаптаційних реакцій [3, 8, 12]. Процес адаптації реалізується щоразу у відповідь на зміни в системі «організм-середовище», і направлений на досягнення максимальної ефективності фізіологічних функцій, емоційних та поведінкових реакцій. Серед різних аспектів дослідження механізмів адаптації найбільший інтерес викликає центральний, реалізацію якого, як встановлено, забезпечує діяльність структур центральної нервової системи (ЦНС) [3, 8]. Особливе значення у формуванні складних інтегративних функцій організму, здійсненні численних реакцій, направлених на зміну різних видів метаболізму і активацію адаптаційних реакцій, належить лімбічній системі мозку. Одним із її основних компонентів є гіпокамп, відображенням функціонального стану якого є його електрична активність. [7, 11, 16]. Застосування методу електроенцефалографії в аспекті дослідження мозкових механізмів процесу адаптації – найбільш доречно, оскільки його результати дозволяють об'єктивно судити про характер впливів на організм і функціональний стан його нервової системи. Аналіз електроенцефалографічних показників може показати зміни у функціонуванні структур ЦНС при привалюванні лужних компонентів в раціоні [2, 4].

Мета роботи. Виявити зміни функціональної активності нейронів гіпокампу в умовах тривалого залуження раціону. Це дасть змогу розкрити можливі центральні механізми адаптаційних реакцій у відповідь на дію перманентних компонентів раціону.

Об'єкт і методи дослідження. Експерименти здійснювали на нелінійних білих щурах-самцях

відповідно до існуючих міжнародних вимог і норм гуманного відношення до тварин. Утримання тварин та експерименти проводилися відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 1985), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

З метою дослідження впливу лужного раціону щури поділені на 2 групи. В першу групу ввійшли контрольні тварини, яким створювали загальноприйнятні санітарно-гігієнічні умови, раціон харчування і питний режим (n=44). Щури другої групи (n=66) отримували гідрокарбонат натрію (NaHCO₃) безпосередньо в їжу та з питною водою. Кількість NaHCO₃ визначалася з розрахунку 4,09 г речовини на 1 кг маси тіла тварини (LD₅₀=4,09 г/кг).

Реєстрацію електрогіпокампіограми (ЕГпГ) щурів здійснювали через кожні два тижні впродовж усього періоду спостереження (22 тижні) методом електроенцефалографічного відведення потенціалів [13].

Статистичну обробку отриманих результатів у тварин всіх піддослідних груп здійснювали за допомогою програми Origin 6. 0 Professional, методом парних порівнянь. Достовірність різниць між двома середніми величинами визначали за t-критерієм Стьюдента (P<0,05).

Відповідно до рекомендації Міжнародної федерації суспільства електроенцефалографії та клінічної нейрофізіології, ми застосовували наступну класифікацію коливань по діапазонам: дельта(δ) – 0,5-3,5 Гц, тета (θ) – 4-7 Гц, альфа (α) – 8-13 Гц, бета (β) – 14-30 Гц [10].

Результати досліджень та їх обговорення. В ході наших досліджень відмічено, що з часом експерименту відбувались зміни в усіх частотних діапазонах ЕГпГ у щурів обох досліджуваних груп. Основним компонентом ЕГпГ була дельта-подібна активність як за амплітудою, так і за нормованим показником потужності, що обумовлено протіканням раннього постнаркозного періоду.

Проаналізувавши результати показників потужності основних ритмів ЕГпГ тварин контрольної групи, ми можемо стверджувати, що такі зміни

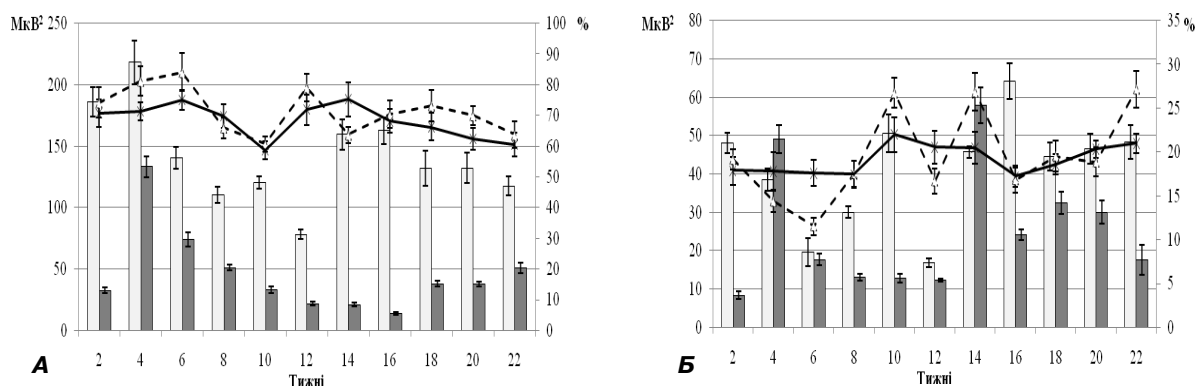


Рис. 1. Динаміка показників потужності дельта-діапазону (А) та тета-діапазону (Б) електричної активності гіпокампу щурів контрольної групи та тих, які перебували в умовах лужного питного раціону.

Примітка: Умовні позначення. По осі абсцис – термін спостереження, тижні; по осі ординат зліва – абсолютна потужність електричних коливань, MkV^2 ; по осі ординат справа – нормована потужність електричних коливань, %; білі стовпчики – абсолютна потужність електричних коливань щурів контрольної групи; сірі стовпчики – абсолютна потужність електричних коливань щурів, які отримували гідрокарбонат натрію; штрихова лінія – нормована потужність електричних коливань щурів контрольної групи; суцільна лінія – нормована потужність електричних коливань щурів, які отримували гідрокарбонат натрію.

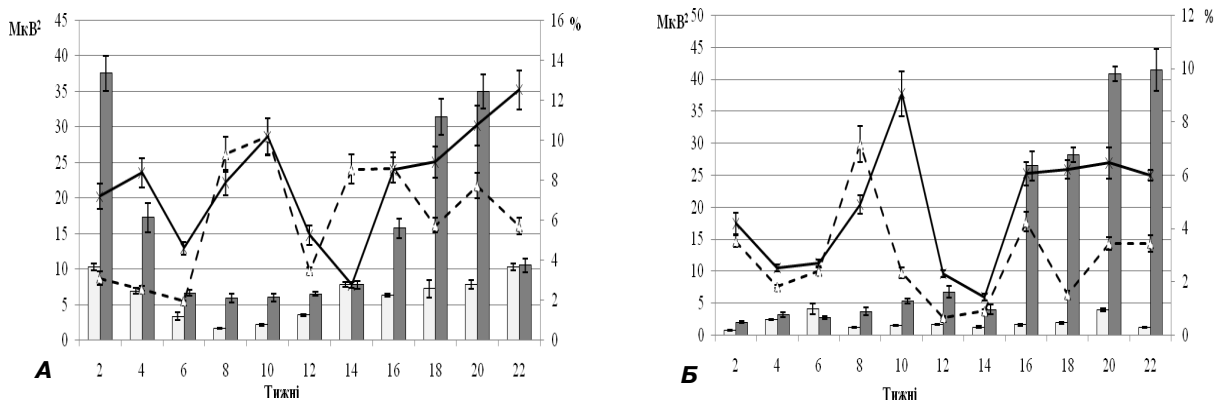


Рис. 2. Динаміка показників потужності альфа-діапазону (А) та бета-діапазону (Б) електричної активності гіпокампу щурів контрольної групи та тих, які перебували в умовах лужного питного раціону.

Примітка: Умовні позначення. По осі абсцис – термін спостереження, тижні; по осі ординат зліва – абсолютна потужність електричних коливань, MkV^2 ; по осі ординат справа – нормована потужність електричних коливань, %; білі стовпчики – абсолютна потужність електричних коливань щурів контрольної групи; сірі стовпчики – абсолютна потужність електричних коливань щурів, які отримували гідрокарбонат натрію; штрихова лінія – нормована потужність електричних коливань щурів контрольної групи; суцільна лінія – нормована потужність електричних коливань щурів, які отримували гідрокарбонат натрію.

є фізіологічними, а незначна модуляція показників пов'язана, можливо, з тривалістю експерименту.

Що стосується щурів другої групи, то аналіз частотних діапазонів дозволив виявити, що до 16 тижня спостерігалось зниження амплітуди коливань дельта-діапазону, після 16 тижня – її підвищення. Показник абсолютної потужності електричної активності у дельта-діапазоні достовірно нижчий за такий у щурів контрольної групи протягом всього терміну дослідження (рис. 1, А).

Аналіз нормованої потужності у діапазоні 0,5-3,5 Гц показав, що його динаміка мала хвилеподібний характер. При цьому, через 2, 4 та 20 тижнів показники були достовірно нижче контрольних значень, а через 14 тижнів – достовірно вище. Наприкінці дослідження аналізований показник майже не відрізнявся від значень контрольної групи (рис. 1, А).

Динаміка середньочастотного тета-діапазону ЕГПГ щурів, які отримували гідрокарбонат натрію, мала хвилеподібний характер з двома піками – через 4 та 14 тижнів, де достовірно перевищувала значення контрольної групи (рис. 1, Б). В останні тижні експерименту амплітуда хвиль тета-активності була достовірно нижчою від значень тварин, які перебували за фізіологічних умов.

Що стосується нормованої потужності, то до 8 тижня дослідження частка хвиль тета-діапазону майже не змінювалась і коливалась в межах $17,43 \pm 1,51$ - $17,85 \pm 1,63$ %. Після даного періоду цей показник збільшився, і динаміка стала хвилеподібною. Слід відмітити, що в період з 4 по 6 тижнів дослідження нормовані показники потужності тета-діапазону достовірно перевищували контрольні значення, а через 10, 14 та 22 тижні – були достовірно нижчими від показників контрольної групи (рис. 1, Б).

Проаналізувавши динаміку показників високо-частотної альфа-активності у щурів другої групи, ми спостерігали увігнуту динаміку зі стабільними мінімальними показниками з 6 по 14 тиждень (**рис. 2, А**). В період 16-20 тижнів дослідження – достовірне зростання показника до $35,04 \pm 2,4$ МкВ², з послідовним різким зниженням амплітуди до $10,5 \pm 0,94$ МкВ² наприкінці дослідження. Незважаючи на це, аналізований показник був достовірно вищим за значення контрольної групи.

Динаміка нормованої потужності хвиль діапазону 8-13 Гц носила зубчатий характер зі зростанням частки активності наприкінці експерименту. При цьому, майже протягом всього терміну дослідження показники нормованої потужності щурів, які знаходились в умовах лужного раціону, достовірно перевищували значення тварин, які перебували за фізіологічних умов (**рис. 2, А**).

Показники абсолютної потужності височастотного бета-діапазону майже не змінювались впродовж 6 тижнів дослідження, однак, починаючи з 8 тижня спостерігали зростання амплітуди включно до кінця експерименту (**рис. 2, Б**). Значення абсолютної потужності бета-активності наприкінці експерименту перевищило початковий показник більше, ніж в 20 разів. Разом з цим, показники абсолютної потужності хвиль діапазону 14-30 Гц достовірно перевищували контрольні значення впродовж всього терміну дослідження (окрім 6 тижня).

Динаміка показників нормованої потужності бета-активності у щурів, які знаходились під впливом лужних компонентів питного раціону, якісно схожа на таку у щурів контрольної групи до 16 тижня дослідження. Слід відмітити, що показники нормованої потужності у щурів другої групи достовірно вище за контрольні значення впродовж 22 тижнів дослідження (**рис. 2, Б**).

Проаналізувавши динаміку ЕГПГ слід відмітити, що у щурів, які отримували гідрокарбонат натрію, відбувались стійкі зміни функціональної активності гіпокампу впродовж 22 тижнів дослідження. Протягом всього терміну експерименту ми спостерігали процеси десинхронізації електричних коливань. Такі процеси обумовлені зниженням абсолютної та нормованої потужності низькочастотних компонентів ЕГПГ за рахунок підвищення досліджуваних показників у високо-частотних діапазонах. Ми відмітили, що інтенсивність десинхронізації зростала з часом дослідження, що дало змогу при аналізі динаміки ЕГПГ умовно виділити в ній три фази. Впродовж першої фази (2-8 тиждень) десинхронні коливання були викликані зростанням частки альфа-подібної активності в 1,19 разів та її абсолютної потужності в 0,28 рази. В той час друга фаза (8-16 тиждень) відмічалась зростанням лише частки бета-діапазону в 1,2 рази і абсолютної потужності в 10,3 рази. Найбільш виражену десинхронізацію ми спостерігали впродовж третьої фази (16-22 тиждень) експерименту, про інтенсивність якої свідчить зростання нормованої потужності обох височастотних діапазонів майже в 2 рази при зростанні абсолютної потужності альфа- і бета-діапазонів в 0,36 і 1,6 рази відповідно.

Такі зміни частотних компонентів ЕГПГ, більш за все, пов'язані зі змінами у характері функціонування структур ЦНС. Виникнення десинхронізації електричних коливань в гіпокампі, імовірно, відбувалось внаслідок зміни співвідношення процесів збудження та гальмування в досліджуваній структурі мозку. Очевидно, що у щурів, які знаходились в умовах тривалого залуження раціону, спостерігалась активація нейронів гіпокампу, обумовлена збільшенням процесів збудження в ньому, про що свідчило зростання абсолютної і нормованої потужності альфа- та бета-діапазонів, яке знаходило своє відображення в процесах десинхронізації [2, 6]. Одним із механізмів, які забезпечують підвищену функціональну активність вказаної нервової структури в умовах дії екзогенних факторів, служать адаптаційно-компенсаторні зміни синаптичної передачі [5]. Відомо, що процеси десинхронізації в структурах головного мозку супроводжуються підвищенням метаболізму [2]. Виходячи з цього, збільшення інтенсивності десинхронних коливань з часом дослідження можна пояснити збільшенням частоти квантування з одночасним зменшенням кількості медіатора [1].

Така ситуація могла бути спричинена збільшенням кількості іонів Na^+ у міжклітинній рідині у щурів, які отримували NaHCO_3 . В наших дослідженнях, імовірно, ми спостерігали тенденцію до розвитку одного із випадків повільної гіпернатріємії, коли в головному мозку відбуваються адаптивні процеси, направлені на підвищення внутрішньоклітинної осмоляльності. Це твердження ґрунтується на результатах досліджень, під час яких тварини отримували гідрокарбонат натрію у кількості 750 г/кг/доба впродовж тривалого часу, що і призвело до підвищення концентрації іонів Na^+ в організмі досліджуваних тварин [14]. Відомо, що гіпернатріємія призводить до підвищення збудження нервових клітин, і як наслідок – активації симпатoadреналової системи [3]; це могло бути характерним і у випадку наших досліджень.

Ще одним шляхом адаптивного процесу при споживанні тваринами NaHCO_3 було підвищення діуретичних ефектів, які стають інтенсивнішими з часом дослідження, що дозволяє організму відновити початковий рівень рН [14]. Однак, оскільки в наших дослідженнях ми спостерігали найбільше зростання височастотних діапазонів саме наприкінці експерименту, в третій фазі, то, імовірно, відновлення початкового рівня рН в клітинах не відбувалось.

Відомо, що головний мозок в нормі захищений від коливань рівня рН в організмі буферними системами та вибірковою проникністю гематоенцефалічного бар'єру для іонів [10]. Незважаючи на це, ми бачимо, що нейрони гіпокампу відповідають на тривале надходження гідрокарбонату натрію в організм зміною функціональної активності досліджуваної структури у вигляді процесів десинхронізації електричних коливань. Такі зміни електричної активності гіпокампу щурів, які знаходились в умовах тривалого залуження раціону, можна інтерпретувати як тенденцію до розвитку алкалозного процесу в організмі.

Висновки.

1. В умовах тривалого залуження раціону зміни абсолютних і нормованих показників потужностей електричних коливань гіпокампа щурів носили трьох-фазний характер.

2. У щурів, які отримували гідрокарбонат натрію впродовж 22 тижнів, спостерігались процеси десинхронізації електричних коливань, з її підсиленням протягом всього терміну дослідження.

3. Десинхронізація впродовж першої фази в динаміці ЕГПГ викликана зростанням потужності альфа-подібної активності, впродовж другої – зростанням бета-активності, впродовж третьої – зростанням частотних компонентів альфа- і бета-діапазону.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження змін електричної активності гіпокампу щурів в умовах тривалого закислення та дистилляції раціону.

Література

1. Васильев Ю. Г. Гомеостаз и пластичность мозга: монография / Ю. Г. Васильев, Д. С. Берестов. – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 216 с.
2. Воробьева Т. М. Электрическая активность мозга (природа, механизмы, функциональное значение) / Т. М. Воробьева, С. П. Колядко // Экспериментальная и клиническая медицина. – 2007. – №2. – С. 4–11.
3. Гаркави Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова. – Ростов-на-Дону : Издательство Ростовского университета, 1990 – 224 с.
4. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л. Р. Зенков, – 3-е изд. – М. : МЕДпрессинформ, 2004. – 368 с.
5. Зміни сумарної фонові електричної активності гіпокампа та поведінкових реакцій щурів при тривалому стресі / О. З. Мельникова, В. П. Ляшенко, Д. О. Бурцева [та ін.] // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2011. – Вип. 2, т. 1. – С. 88–94.
6. Мельникова О. З. Зміни потужностей фонові електричної активності структур лімбіко-неокортикальної системи щурів при застосуванні на тлі хронічного стресу карбамазепіну / О. З. Мельникова, Лукашов С. М., Ляшенко В. П. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2013. – Том 26, вип. 65. – № 1. – С. 112-120.
7. Сапин М. Количественные характеристики коры энториального поля большого мозга у людей разного возраста / М. Сапин, А. Хатамов // Врач. – М., 2007. – № 4. – С. 53-54.
8. Сидоров А. В. Регуляция и модуляция нейронных функций при колебаниях уровня pH / А. В. Сидоров // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2008. – № 3. – С. 67- 72.
9. Сучасні аспекти діагностики та лікування хворих на метаболічний синдром / Т. В. Казанцева, С. В. Білецький, Н. А. Шевцова [та ін.] // Буковинський медичний вісник. – 2008. – Том 12, № 4. – С. 138-142.
10. Фокин В. Ф. Энергетическая физиология мозга / В. Ф. Фокин, Н. В. Пономарева. – М. : Издательство «Антидор», 2003. – 288 с.
11. Bast T. Hippocampal modulation of sensorimotor processes / T. Bast, J. Feldon // Prog. Neurobiol. – 2003. – Vol. 70. – P. 319–345.
12. Obara M. Regulation of pH in the mammalian central nervous system under normal and pathological conditions: facts and hypotheses / M. Obara, M. Szeliga, J. Albrecht // Neurochem. Int. – 2008. – Vol. 52, № 6. – P. 905-919.
13. Paxinos G. The rat brain in stereotaxic coordinates – 5-th edition / G. Paxinos, C. Watson. – New York, 5th ed. : Academic Press, 2005. – 367 p.
14. Pírez-Ruchel A. Use of NaHCO₃ and MgO as additives for sheep fed only pasture for a restricted period of time per day: effects on intake, digestion and the rumen environment / A. Pírez-Ruchel, JL Repetto, C. Cajarville // Animal Physiology and Animal Nutrition. – 2014. – № 98. – P. 1068-1074.
15. The assessment of acid-base analysis: comparison of the «traditional» and the «modern» approaches / J. Todorović, J. Neļović-Ostojić, A. Milovanović [et al] // Med. Glas. (Zenica). – 2015. – Vol. 12, № 1. – P. 7-18.
16. Tong C. -K. Kinetics of activity-evoked pH Transients and Extracellular pH buffering in rat hippocampal slices / C. -K. Tong, K. Chen, M. Chesler // Neurophysiol. – 2006. – Vol. 95, № 6. – P. 3686–3697.

УДК 612. 82:612. 014. 4

ВПЛИВ ЛУЖНИХ КОМПОНЕНТІВ РАЦІОНУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ГІПОКАМПУ ЩУРІВ Бурцева Д. О., Ляшенко В. П., Заєць Н. С., Лукашов С. М.

Резюме. Досліджували вплив лужних компонентів раціону на електричну активність гіпокампу щурів. Встановлено, що у щурів, які отримували гідрокарбонат натрію протягом 22 тижнів, спостерігались процеси десинхронізації електричних коливань, інтенсивність якої залежала від тривалості знаходження тварин в умовах залуження раціону. На початку дослідження десинхронізація викликана зростанням частки альфа-подібної активності в 1,19 разів та її абсолютної потужності в 0,28 рази. Через 8-16 тижнів відмічалось зростання лише частки бета-діапазону в 1,2 рази і абсолютної потужності в 10,3 рази. Найбільш виражену десинхронізацію ми відмічали наприкінці (16-22 тиждень) експерименту, про інтенсивність якої свідчить зростання нормованої потужності обох високочастотних діапазонів майже в 2 рази при зростанні абсолютної потужності альфа- і бета-діапазонів в 0,36 і 1,6 рази відповідно. Зміни електричної активності гіпокампу носили фазовий характер і, можливо, свідчили про тенденцію до розвитку алкалозного процесу в організмі.

Ключові слова: гіпокамп, електрична активність, гідрокарбонат натрію, абсолютна потужність, нормована потужність.

УДК 612.82:612.014.4

ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ РАЦИОНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГИППОКАМПА КРЫС

Бурцева Д. А., Ляшенко В. П., Заец Н. С., Лукашов С. М.

Резюме. Исследовали влияние щелочных компонентов рациона на электрическую активность гиппокампа крыс. Установлено, что у крыс, получавших гидрокарбонат натрия в течение 22 недель, наблюдались процессы десинхронизации электрических колебаний, интенсивность которой зависела от продолжительности нахождения животных в условиях защелачивания рациона. В начале исследования десинхронизация вызвана ростом доли альфа-подобной активности в 1,19 раз и её абсолютной мощности в 0,28 раз. Через 8-16 недель отмечалось рост лишь доли бета-диапазона в 1,2 раза и абсолютной мощности в 10,3 раза. На более выраженную десинхронизацию мы отмечали в конце (16-22 неделя) эксперимента, об интенсивности которой свидетельствует рост нормированной мощности обоих высокочастотных диапазонов почти в 2 раза при росте абсолютной мощности альфа- и бета-диапазонов в 0,36 и 1,6 раза соответственно. Изменения электрической активности гиппокампа носили фазовый характер и, возможно, свидетельствовали о тенденции к развитию алкалозного процесса в организме.

Ключевые слова: гиппокамп, электрическая активность, гидрокарбонат натрия, абсолютная мощность, нормированная мощность.

UDC 612.82:612.014.4

The Influence of Alkaline Components of the Diet on the Functional State of Hippocampus of Rats

Burtseva D. A., Lyashenko V. P., Zaets N. S., Lukashov S. M.

Abstract. It is known that the prolonged alkalization of organism may occur unwanted fluctuation of the pH, leading to metabolic changes in the body. Even small changes integrative index of acid-base status when exposed to exogenous factors of varying duration and intensity of living organisms leads to the activation of adaptive responses. Of particular importance in the formation of complex integrative functions of the body, the implementation of many reactions designed to change different types of metabolism and activation of adaptive responses, belongs to the limbic system of the brain. One of its key components is the hippocampus, a reflection of the functional state of which is its electrical activity.

The aim of our research is to identify changes in the functional activity of hippocampal neurons in long-term alkalization of the diet.

Experiments were performed on non-linear white male rats according to existing international standards and norms of humane treatment of animals. To investigate the influence of alkaline diet rat were divided into 2 groups. The first group included the control animals, which were created by conventional sanitation, diet and drinking regime (n=44). The rats of the second group (n=66) received sodium bicarbonate (NaHCO₃) directly to food and drinking water. The amount was determined based NaHCO₃ 4.09 g of material per 1 kg of animal body weight (LD₅₀ = 4,09 g/kg). Registration of elektrogipokampogramy (EGpG) of rats was performed every two weeks for the entire period of observation (22 weeks) by the method of stereotactic potential diversion. In total EGpG were analyzed indicators of absolute and normalized power of the electrical activity of the hippocampus.

In the course of our research we noted that during the experiment were changes in all frequency bands EGpG rats both study groups. The main component was EGpG delta-like activity both in amplitude and normalized power values, due to the occurrence of early postanesthesia period.

Analyzing of the dynamics of EGpG it should be noted that rats treated with sodium hydrogen occurred persistent changes in functional activity in the hippocampus during the 22 weeks of the study. Throughout the duration of the experiment we observe the process of desynchronization of electrical oscillations. Such processes are due to a decrease in absolute and normalized power frequency components EGpG by increasing the parameters studied in high-frequency ranges. We noticed that the intensity of the de-synchronization grew with time study allowed us the analysis of the dynamics of EGpG roughly divided into three phases of it. During the first phase (2 to 8 weeks) desynchronnogo vibrations were caused increasing proportion of alpha-shaped activity 1.19 times and the absolute power of 0.28 times. While the second phase (8 week 16) was observed growth of only a fraction of the beta range of 1.2 times and the absolute power of 10,3 times. The most pronounced desynchronization we noted during the third phase (16, 22 week) experiment, the intensity of which is evidenced by the growth of both the normalized power of the high frequency range almost 2-fold increase in the absolute power of the alpha and beta bands in the 0,36 and 1,6 times, respectively.

We see that the hippocampal neurons respond to prolonged intake of sodium bicarbonate in the body by change in the functional activity of the structure under study as a process of desynchronization of electrical oscillations. Such changes in the electrical activity of the hippocampus of rats that were laid down in a long diet, can be interpreted as a tendency to develop alkaline process in the body.

Keywords: hippocampus, electrical activity, sodium bicarbonate, absolute power, normalized power.

Рецензент – проф. Костенко В. О.

Стаття надійшла 26. 03. 2015 р.