

УДК 553.6+678.762+616.341+675.043.8

О. В. Сторчило, В. К. Напханюк, О. А. Багірова

#### ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ВУГЛЕВОДІВ РІЗНОГО СТУПЕНЯ ПОЛІМЕРНОСТІ ПРЕПАРАТАМИ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ ТОНКОЇ КИШКИ ЩУРІВ

Виявлено концентраційно-залежну розбіжність акумуляції вільної глюкози і М-глюкози, яка утворилася внаслідок гідролізу мальтози відповідної концентрації: акумуляція вільної глюкози з її 10 ммоль/л розчину та М-глюкози еквівалентної концентрації майже збігаються, а акумуляція вільної глюкози з її 5 ммоль/л розчину в 4 рази менша, ніж М-глюкози відповідної концентрації. Присутність субстрату білкового походження відповідної концентрації зменшує акумуляцію як вільної 10 ммоль/л глюкози, так і М-глюкози відповідної концентрації на 30 %. Присутність вільного 5 ммоль/л гліцину стимулює роботу транспортної системи для вільної глюкози на 100 %, а присутність гліцил-гліцину відповідної концентрації не впливає на роботу ферментативно-транспортного конвеєра. Висловлюється припущення про існування механізмів регуляції активності роботи систем транспорту вуглеводного субстрату залежно від його концентрації в інкубаційному середовищі та присутності субстратів білкової природи відповідної концентрації і полімерності.

**Ключові слова:** акумуляція, глюкоза, мальтоза, механізм.

UDC 553.6+678.762+616.341+675.043.8

O. V. Storchilo, V. K. Napkhanyuk, O. A. Bagirova

#### ESSENTIALITY OF THE CARBOHYDRATES ACCUMULATION BY THE FRAGMENTS OF THE RATS' SMALL INTESTINE MUCOSA

It was detected the difference between the accumulation of the free glucose and M-glucose dependent on their concentration: accumulation of the free glucose from its 10 mmol/l and of the corresponding concentration M-glucose were approximately the same, and accumulation of the free glucose from its 5 mmol/l was 4 times less than accumulation of the corresponding concentration M-glucose. Presence of the protein nature corresponding concentration substrate decreased the accumulation both of the 10 mmol/l free glucose and M-glucose in 30% each. 5 mmol/l free glycine stimulated activity of the free glucose transport system by 100%, and dipeptide in the corresponding concentration didn't effect on the activity of the enzymatic transport system for the hydrolysis of maltose and transport of the produced M-glucose. It was supposed the existence of the mechanisms for the activity of the carbohydrate substrate transport systems regulation depend on the concentration of this substrate in the medium and on the presence of the protein nature corresponding concentration and polymerization substrates.

**Key words:** accumulation, glucose, maltose, mechanism.

УДК 612.825:616-092.9

Б. А. Насібуллін, проф.,  
А. І. Гоженко, проф.

## ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОРЕЛЯТОРІВ ГОМЕОСТАТИЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ФУНКЦІЙ СЕНСОМОТОРНОЇ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЩУРІВ

*Одеський державний медичний університет*

Проблема організму та зовнішнього середовища, точніше організму у навколишньому середовищі, вже давно привертає увагу дослідників. Майже 125 років тому Клод Бернар сформулював поняття життя як конфлікту між головними силами організму та впливом зовнішнього середовища. Цей конфлікт розв'язується за допомогою феноменів двох типів: синтезу або розпаду. Далі Клод Бернар стверджував, що стійке співвідношення цих двох феноменів у певних умовах середовища може закріплюватися та передаватися наступним поколінням. Сьогодні ми називаємо це генетичним призна-

ченням катаболічних і синтетичних процесів.

Визначаючи форми життя: латентну (без зовнішніх проявів); осцилювальну (залежну від зовнішнього середовища); постійну (існуючу навіть при різних змінах навколишнього середовища), Клод Бернар приходить до висновку, що постійне життя можливе тільки за умов створення організмом свого особливого внутрішнього середовища. Під внутрішнім середовищем він розумів рідину організму, яка обмиває елементи тканин (лімфа, плазма, міжклітинна рідина). Постійність компонентів рідини підтримується за рахунок склад-

них фізіологічних механізмів [2; 4].

У подальшому В. Кеннон (1929), вивчаючи фізіологічні процеси, встановив, що коливання фізіологічних констант в організмі під зовнішніми впливами відбувається в досить вузьких межах, що пов'язано з автоматичним саморегулюванням, яке забезпечує «рівноважність» в нових умовах фізіологічних реакцій; цей феномен був названий «гомеостазом» [2].

Сьогодні гомеостазом називають еволюційно відпрацьовані та генетично закріплені адаптаційні можливості організму до повсякденних умов

навколишнього середовища. Ці можливості спрямовані на підтримку рівня стаціонарного стану, координацію процесів, що сприяють обмеженню та усуненню дії шкідливих факторів, або збереження оптимальних взаємовідношень організму і зовнішнього середовища в нових умовах.

З моменту оприлюднення теорії гомеостазу дослідження з цієї проблеми концентрувалися навколо фізіологічних механізмів регуляції вітальних функцій та підтримки констант рідини організму. Особливо великий вклад зробили у 60–80-х рр. школи В. П. Казначеева і П. Д. Горизонтова [2; 4; 5]. У монографіях Д. С. Саркісова (1977–1987) [5; 7; 9] звернуто увагу дослідників на структурну одиницю організму — клітину та її механізми, які підтримують стаціонарність внутрішнього середовища. Вперше автором було визначено, що популяція клітин не є одноманітним та незмінним утворенням, навколо якого розгортаються фізіологічні реакції та процеси, а сама виступає активним учасником реакцій, який за рахунок зворотного зв'язку впливає на перебіг фізіологічних процесів адаптації до змінних умов середовища.

Однак у доступній літературі нами не виявлено даних про участь популяції клітин як самостійного учасника в здійсненні гомеостатичного процесу.

**Мета** роботи: вивчити поведінку нейронів сенсомоторної кори мозку (СМК) щурів як самостійної гетерогенної структури, яка бере участь у процесі взаємодії з повсякденним навколишнім середовищем або помірними несприятливими факторами цього середовища.

Матеріалом цього дослідження послужили дані, отримані в процесі експериментів у 1985–2000 рр. Досліджено всього 1240 білих безпородних щурів-самців масою 180–200 г.

На щурів впливали фізичними факторами: низькочастотна вібрація — 300 тварин; гіпокінезія — 200 тварин; депривація геомагнітного поля — 300 тварин; хімічними факторами: алкоголізація — 100 тварин. Тривалість впливу була різною при вивченні різних факторів. Крім того, впродовж 1 року оцінювали зміни в популяції нейронів СМК щурів, які перебували в звичайних умовах вівацію, — 340 тварин.

На гістологічних препаратах СМК мозку щурів методом морфометрії визначали вміст у популяції нейронів нормохромних, гіпохромних та гіперхромних нейронів. Результати морфометричних досліджень об'єднували у таблиці, які потім аналізували.

Насамперед слід зауважити, що гістологічна та ультраструктурна класифікація нейронів здійснювалася згідно з роботами А. С. Ступіної; Є. В. Гельфанд, Ю. М. Квітницького-Рижова, Д. С. Саркісова та Н. Н. Боголепова [1; 3; 5–8; 10].

Нормохромні нейрони — клітини, розміри тіла яких не перевищують загальноприйнятої норми, край клітини чіткий, ядро світле, розташоване в центрі, у середині його — ядерце; хроматин дифузно розподілений по ядру, хроматофільні гранули добре забарвлені, рівномірно розташовані у цитоплазмі.

У гіпохромних нейронів розміри тіла візуально збільшені, край чіткий, але не завжди, ядро слабо забарвлене, ядерце мінливих розмірів, хроматофільні гранули малі, розташовані нерівномірно, кількість їх різко зменшена.

Гіперхромні нейрони — розміри тіла звичайні, край чіткий, ядро та цитоплазма інтенсивно забарвлені.

При ультраструктурних дослідженнях нормохромному нейрону відповідає нейрон з чітко окресленою цитолемою тришарової структури. Цито-

плазма помірної щільності, з великою кількістю різноманітних мітохондрій. Полісоми численні, розподілені рівномірно, але мають тропність до каналів ГЕР. Цистерни апарату Гольджі плоскі, їх небагато, трапляються лізосоми. Ядро має оболонку двоконтурну, іноді з інвагінатами. Хроматин дрібнозернистий, розподілений у ядрі дифузно.

Гіпохромному нейрону відповідає, за даними ультраструктурного дослідження, клітина округлої форми, цитолема в деяких місцях нечітка, електронна щільність цитоплазми різко знижена; кількість мітохондрій зменшена, вони найчастіше набряклі, бліді, частина їх зруйнована. Кількість полісом знижена, вони розташовані здебільшого навколо каналів ГЕР. Контури ядра нечіткі, поверхня його гладка, хроматин розташований ближче до поверхні.

Гіперхромному нейрону, за даними ультраструктурного дослідження, відповідає клітина зменшених розмірів, з кулистими контурами. Електронна щільність цитоплазми підвищена. Збільшені кількість і щільність розподілу мітохондрій та полісом. Цистерни апарату Гольджі та ГЕР розширені. Край ядра нерівний, дрібнозернистий хроматин розподіляється по ядру рівномірно, щільність його розподілу підвищена.

Згідно з сучасною точкою зору, яка сформульована вищезгаданими авторами, нормохромні нейрони вважаються клітинами із звичайною (помірною) функціональною активністю; гіпохромні нейрони — клітини з підвищеною (виснаженою) функціональною активністю; а гіперхромні нейрони — клітини, які перебувають у стані підвищеної внутрішньоклітинної регенераторної активності.

Результати наших досліджень продемонстрували, що в СМК мозку щурів, які перебу-

вали у звичайних умовах віварію, кількість нейронів основних структурно-функціональних типів була такою (табл. 1).

Згідно з даними табл. 1, переважну більшість нейронів становили нормохромні клітини, тобто нейрони з помірною функціональною активністю, найменше було клітин з активною регенераторною активністю. Крім того, спостерігалися сезонні коливання кількості нейронів різних типів. Найбільш стабільним був вміст нейронів з ознаками виснажливої активності. Найбільш змінним був вміст нейронів з активними регенераторними механізмами. Можливо, сезонні зміни в навколишньому середовищі потребують меншої функціональної активності, що дозволяє зберігати більшу кількість нейронів у стані регенераторної активності. При цьому яких-небудь додаткових навантажень не спостерігається, про що свідчить стабільна кількість гіпохромних нейронів.

Визначивши наявність сезонного коливання вмісту нейронів основних структурно-функціональних типів, автори цієї роботи вирішили простежити можливість динаміки цих показників протягом більш короткого терміну — одного

місяця. Результати досліджень відображено в табл. 2.

Як продемонстровано в табл. 2, впродовж місяця спостерігається коливання відносного вмісту нейронів основних структурно-функціональних типів. Ці коливання відбуваються в досить вузьких межах.

Суть цих коливань полягає у підвищенні функціональної активності системи в останній декаді місяця та зниженні репаративних можливостей її в той же термін. Оскільки коливання відбуваються в досить жорстких межах, слід вважати, що структурно-функціональна система зберігає достатню стабільність.

Оцінку впливу фізичних факторів нами почато з вивчення дії низькочастотної вібрації (НЧВ). Загальний (30 діб) вплив НЧВ (частота — 8 Гц; амплітуда 1 мм; рівень — 95 Дб) спричинив зміни у співвідношенні нейронів основних структурно-функціональних типів у СМК мозку щурів. Результати досліджень цієї серії наведено в табл. 3.

Як можна помітити в табл. 3, зміна співвідношень зумовлена зниженням кількості нормохромних нейронів, збільшенням кількості гіпохромних і, особливо, гіперхромних клі-

тин. Найбільш інтенсивно ці зміни відбувалися у перший тиждень експерименту. В подальшому кількість нормо- та гіперхромних нейронів виявляла тенденцію до нормалізації, але вміст гіпохромних нейронів залишався високим.

Таким чином, нейрональна популяція у відповідь на різку зміну умов навколишнього середовища реагує прискоренням регенераторних процесів (збільшення кількості гіперхромних нейронів), а для збереження звичайної функціональної активності система змушена підвищувати кількість клітин зі збільшеною (виснажливою) активністю. Тривале (протягом тижнів) існування змінених умов середовища дозволяє повернутися до звичайного рівня функціонування систем репарації за умови збереження нового співвідношення нейронів зі звичайною та виснажливою активністю. При цьому зберігаються також місячні біоритмологічні впливи.

Утримання щурів в умовах гіпокінезії (клітини-пенали об'ємом не більше 400 см<sup>3</sup>) супроводжувалося змінами вмісту нейронів основних структурно-функціональних типів у СМК мозку. Результати досліджень подано у табл. 4.

Таблиця 1  
Вміст нейронів основних структурно-функціональних типів у СМК щурів у різні пори року, %

Пора року	Тип нейронів		
	Нормохромні	Гіпохромні	Гіперхромні
Квітень-вересень	67,46	23,63	8,91
Жовтень-березень	59,7	21,6	18,7

Таблиця 2  
Динаміка відносної кількості нейронів основних структурно-функціональних типів у СМК мозку щурів протягом місяця, %

Тип нейронів	Тривалість впливу, діб		
	I декада	II декада	III декада
Нормохромні	69,2	71,4	68,5
Гіпохромні	21,1	19,2	24,5
Гіперхромні	9,7	9,4	7,0

Таблиця 3  
Динаміка відносного вмісту нейронів основних структурно-функціональних типів при дії НЧВ, %

Тип нейронів	Контроль	Тривалість впливу, діб				
		1	7	14	21	30
Нормохромні	67,46	58,35	40,3	45,05	46,5	56,4
Гіпохромні	23,63	14,0	23,8	32,3	32,0	28,5
Гіперхромні	8,91	27,65	35,9	22,65	21,5	15,0

Таблиця 4  
Динаміка вмісту нейронів основних структурно-функціональних типів у СМК щурів, які утримувались в умовах гіпокінезії, %

Тип нейронів	Контроль	Тривалість впливу, діб				
		1	7	14	21	30
Нормохромні	67,46	50,7	55,7	59,0	59,9	55,0
Гіпохромні	23,63	35,5	24,3	22,6	21,9	22,0
Гіперхромні	8,91	13,8	20,0	18,4	18,2	33,0

Таблиця 5

Динаміка вмісту нейронів основних типів у СМК мозку щурів при депривації геомагнітного поля, %

Тип нейронів	Контроль	Термін, діб				
		10	30	45	75	100
Нормохромні	67,46	19,8	20,0	38,1	22,9	26,3
Гіпохромні	23,63	61,4	40,0	57,8	46,8	52,4
Гіперхромні	8,9	18,8	40,0	4,1	30,3	21,3

Таблиця 6

Динаміка вмісту нейронів основних типів в умовах алкоголізації, %

Тип нейронів	Контроль	Термін, діб		
		10	21	30
Нормохромні	67,46	67,6	79,8	85,1
Гіпохромні	23,63	24,8	9,8	13,8
Гіперхромні	8,91	7,52	10,4	1,1

Отже, перша реакція популяції нейронів у СМК на стресовий фактор (гіпокінезію) полягала у значному збільшенні кількості нейронів з підвищеною (виснажливою) активністю. Подальше збереження змінених умов середовища супроводжується підвищенням репаративної активності системи та тенденцією до нормалізації кількості нормохромних нейронів. При цьому, як і при впливі НЧВ, зберігаються місячні біоритмологічні впливи. Таким чином, різка зміна умов середовища спричинює у системі перерозподіл нейронів за субпопуляціями основних типів. Цей перерозподіл відбувається у бік посилення регенераторних процесів при збереженні рівня функціональної активності всієї системи за рахунок розмірів субпопуляції клітин з підвищеною функціональною активністю.

Депривацію геомагнітного поля (ГМП) як ще один фізичний фактор середовища створювали за допомогою утримання щурів у клітках, екранованих пармалоєм, що не тільки змінює умови середовища, але й усуває вплив природного водія біоритмів.

Результати цієї серії досліджень продемонстрували зміну співвідношення вмісту нейронів основних структурно-функціональних типів (табл. 5).

Зміни у популяції нейронів при депривації ГМП були подібні до тих, які спостерігалися в інших групах експерименту. Перш за все значно підвищувався вміст нейронів з посиленою репаративною активністю.

По-друге, різко збільшувалася субпопуляція нейронів з ознаками виснажливої активності. Крім того, поведінка кожної з субпопуляцій була індивідуальною, безсистемною і мала випадковий характер, що зумовлено зменшенням впливу одного з природних водіїв біоритмів. Слід також зауважити, що коливання кількості нейронів з підвищеною функціональною активністю корелювало зі зміною вмісту нейронів з помірною функціональною активністю. Мабуть, спостерігається прагнення системи підтримувати оптимальний рівень активності в нових умовах середовища.

Для перевірки можливості впливу змін внутрішнього середовища на структурно-функціональний стан системи нами проведено морфологічні дослідження щурів у динаміці їх алкоголізації (табл. 6). Зміни внутрішнього середовища, пов'язані з патогенною дією алкоголю, визначалися перш за все значним зниженням репаративних можливостей системи, про що свідчить зменшення кількості нейронів гіперхромного типу.

Тим же часом знижується кількість нейронів з виснаженою функціональною активністю. Однак необхідність підтримки функціональних можливостей системи на оптимальному рівні зберігається. Це змушує систему збільшувати розміри субпопуляції нейронів з помірною функціональною активністю. Таким

чином, в умовах зміни внутрішнього середовища система стабілізується не за рахунок якісних, а тільки кількісних змін.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що нейрональний пул СМК мозку щурів як функціональна система є неоднорідним об'єднанням клітин зі структурними проявами різного рівня функціональної активності. Така неоднорідність дозволяє системі чутливо реагувати на різні збурення. Про це свідчать невеликі коливання відносного вмісту нейронів окремих типів протягом сезонних і місячних змін зовнішнього середовища. Можливо, це зумовлено тим, що нейрони з ознаками різної функціональної активності мають високу чутливість до інформаційних і регуляторних сигналів.

Значні зміни у зовнішньому середовищі супроводжуються суттєвими коливаннями кількості нейронів різних типів. Загальним для збурення зовнішнього середовища було, незалежно від характеру впливу, посилення регенераторної активності системи (збільшення кількості гіперхромних нейронів) і зростання частки нейронів з підвищеною (виснажливою) функціональною активністю. Оскільки ця перебудова спостерігається на початку зміни середовища, можливо, вона є самостійною реакцією нейронального пулу на збурення, а по-друге, координована зміна діяльності органів і систем у цей період стабілізує внутрішній стан організму, що

дозволяє системі наближати співвідношення нейронів до вихідного рівня.

Зміна внутрішнього середовища (алкоголізація) викликає зміни структурно-функціональної організації СМК, які відрізнялися від тих, що спостерігалися при зовнішніх впливах. Ці відмінності полягали у зменшенні регенераторної активності системи та значному поширенні субпопуляції клітин помірної функціональної активності. Внаслідок цього утворювався дисбаланс структурно-функціональної організації СМК, а це вже не дозволяло наближитися до вихідного співвідношення нейронів, навіть в умовах скоординованої перебудови діяльності організму.

Слід відмітити, що нейрональний пул СМК як функціональна система реагує на зов-

нішні та внутрішні збурення самостійно, суть цієї реакції у збереженні функціональної стабільності системи. Таким чином, зміни нейронального пулу СМК, спрямовані на забезпечення адаптаційних реакцій ЦНС, слід розглядати як важливий елемент, який підтримує гомеостаз організму у мінливому зовнішньому середовищі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Боголепов Н. Н. Ультраструктура мозга при гипоксии. — М.: Медицина, 1979. — 311 с.
2. Горизонтов П. Д. Гомеостаз. — М.: Медицина, 1976. — 257 с.
3. Ерохина Л. Г., Гельфанд В. Б. Болезни нервной системы. — М., 1975. — 404 с.
4. Казначеев В. П., Субботин М. Я. Этюды к теории общей патологии. — М.: Медицина, 1971. — 189 с.

5. Казначеев В. П. Биосистема и адаптация. — Новосибирск, 1973. — 204 с.

6. Квитницкий-Рыжов Ю. М., Квитницкая-Рыжова Т. Ю. Современные представления о «темных» клетках головного мозга человека и животных // Цитология. — 1981. — № 2. — С. 116-128.

7. Саркисов Д. К. Очерки по структурным основам гомеостаза. — М.: Медицина, 1977. — 352 с.

8. Саркисов С. А. Структурные основы для деятельности мозга. — М.: Медицина, 1980. — 293 с.

9. Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций / Под ред. Д. С. Саркисова. — М.: Медицина, 1987. — 441 с.

10. Возрастные особенности ультраструктуры различных клеток при острой гипоксии / А. С. Ступина, Т. Ю. Квитницкая-Рыжова, Н. А. Межиборская и др. // Архив анатом., гист., эмбр. — 1989. — Т. 97, № 12. — С. 25-31.

УДК 612.825:616-092.9

Б. А. Насібуллін, А. І. Гоженко

#### ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОРЕЛЯТОРІВ ГОМЕОСТАТИЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ФУНКЦІЙ СЕНСОМОТОРНОЇ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЩУРІВ

Авторами вивчено поведінку нейронального пулу сенсомоторної кори мозку 124 щурів (білих безпородних самців) у звичайних умовах виварію і при дії зовнішніх збурювань й змін внутрішнього середовища організму. Встановлено, що нейрональний пул формує функціональну систему, яка являє собою певне співвідношення клітин зі структурними проявами різної функціональної активності. У звичайних умовах це співвідношення трохи змінюється залежно від сезону або дня місяця. При зовнішніх збурюваннях співвідношення нейронів змінюється у бік збільшення субпопуляцій клітин з вираженою репаративною активністю та виснажливою активацією. У разі зміни внутрішнього середовища організму спостерігається збільшення субпопуляції клітин з ознаками виснажливої активності та зменшення кількості клітин з ознаками посиленої регенерації. Автори роблять висновок, що нейронний пул, змінюючи свою організацію, як функціональна система зберігає оптимальний рівень активності, одночасно підсилюючи свої регенераторні можливості, що забезпечує можливість тривалого функціонування.

**Ключові слова:** нейрони, пул, сенсомоторна кора, мозок, регенераторні можливості.

UDC 612.825:616-092.9

B. A. Nasibullin, A. I. Gozhenko

#### FEATURES OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CORRELATORS OF HOMEOSTATIC STABILITY FUNCTIONS OF THE RATS SENSORIMOTOR CEREBRAL CORTEX

Authors have studied the behaviour of neuronal pool of sensorimotor cerebral cortex of 124 rats (white, not thoroughbred males) in usual conditions of vivarium and under effect of external disturbances and changes of internal medium of organism.

It has established, that neuronal pool forms the functional system, which represent the definite correlation of cells with structural manifestation of different functional activity. In usual conditions this correlation some change according to season or a day of month. The correlation of neurons deviates to increase of the cells subpopulation with expressed reparation activity and exhaustion activation under external disturbances. In case of changes of internal medium of the organism, there are increase in subpopulation of the cells with signs of wasted activity and decrease in the number of the cells with signs of intensified regeneration. Authors comes to the conclusion that neuronal pool as changing its organization is preserving the optimum standard of activity as functional system, at the same time is intensifying its regenerative possibilities that gives an opportunity for a long-term functioning.

**Key words:** neurons, sensorimotor cerebral cortex, regenerative possibilities.