

УДК 611.438.018:599.23+612.123+612.392.61.02(Е621)
DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8127.2024.69.13>

Кочмарь Михайло Юрійович,
кандидат медичних наук, доцент,
завідувач кафедри анатомії людини та гістології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
mykhailo.kochmar@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-0219-0552>
м.Ужгород, України

Гаврилец Михайло Михайлович,
асистент кафедри анатомії людини та гістології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
mykhailo.havrylets@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-5995-4576>
м.Ужгород, України

Гістологічні та морфометричні зміни загруднинної залози та ліпідного профілю крові у білих щурів при впливі глютамаму натрію

Вступ. Дія глютамаму натрію (ГН) на організм тварин та людини проявляється переважно у вигляді порушень метаболізму.

Мета дослідження: дослідити вплив 28-денного перорального введення ГН з розрахунку 30 мг/кг маси тіла на гістологічні та морфометричні показники тимуса, а також ліпідний профіль крові у щурів.

Об'єкт і методи дослідження. Експеримент виконано на 20 білих нелінійних щурах репродуктивного віку. Піддослідні тварини були поділені на дві групи (по 10 щурів в кожній групі), які щодня перорально отримували ГН у дозі 30 мг/кг ваги. Вивчали вплив 14 та 28 денного введення ГН відповідно в I та II групі піддослідних тварин (залежно від тижня їх декапітації). Щурам контрольних груп (n=10) вводили упродовж 14 та 28 днів плацебо (0,5 мл питної водопровідної дехлорованої води кімнатної температури). Інтактних тварин контролю також розподілено на дві групи, по 5 щурів в кожній, залежно від терміну декапітації. Перед декапітацією тварин зважували. Визначали показники ліпідного обміну у сироватці крові, а також досліджували гістологічні та морфометричні зміни ту тимусі.

Результати дослідження та їх обговорення. Через 14 днів після введення ГН щурам у дозі 30 мг/кг маси тіла збільшується товщина капсули тимуса із максимальними змінами на 28 день експерименту. Введення ГН спочатку в тимусі призводить до збільшення відносної площі кіркової речовини та зменшення відносної площі мозкової речовини, на через 14 днів (у щурів II групи), навпаки – зменшується площа кіркової речовини, що супроводжується збільшенням відносної площі мозкової речовини. Кількість тимоцитів у кірковій речовині часточок загруднинної залози збільшується вже через 14 днів дії ГН, а потім кількість цих клітин поступово зменшується. Так само змінюється кількість тимоцитів на площі 100 мкм² мозкової речовини, тобто з максимальними показниками у щурів I групи із тенденцією до зменшення до 28 дня експерименту. Введення ГН експериментальним тваринам II групи у відповідному дозуванні до 28 діб сприяло вираженому прогресуванню порушень показників ліпідного обміну у сироватці крові у щурів. Це проявлялось збільшенням загального холестерину (ЗХ) у сироватці крові в 1,8 рази – p<0,001, тригліцеридів (ТГ) – в 3,5 рази (p<0,001), ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) – в 2,2 рази (p<0,001), ліпопротеїдів дуже низької щільності (ЛПДНЩ) – в 3,6 рази (p<0,01) та зменшення ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ) – в 2,0 рази (p<0,01).

Висновки. 1. Введення ГН щурам у дозі 30 мг/кг маси тіла призводить до морфологічних змін у структурі тимуса, а саме – до збільшення товщини капсули органа; збільшення відносної площі кіркової речовини тимуса через 14 днів введення ГН із поступовим її зменшенням до 28 дня експерименту; відносна площа мозкової речовини навпаки, зменшується через 14 днів введення харчової добавки ГН, після чого поступово збільшується протягом наступних 2-х тижнів експерименту. 2. Введення ГН щурам у дозі 30 мг/кг маси тіла призводить до порушення ліпідного обміну, а саме збільшення рівня ЗХ, ТГ, ЛПНЩ, ЛПДНЩ та зменшення показника ЛПВЩ, з максимально вираженими змінами від даних контрольних тварин на 28 добу експерименту.

Ключові слова: глютамаму натрію, тимус, ліпідний обмін.

Kochmar Mykhailo Yuriyovich, PhD of Sci (Med), Associate Professor, Head of Department of Human Anatomy and Histology, Medical Faculty, Uzhhorod National University, mykhailo.kochmar@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0219-0552>, Uzhhorod, Ukraine

Havrylec Mykhailo Mykhailovich, Assistant at the Department of Human Anatomy and Histology, Medical Faculty, Uzhhorod National University, mykhailo.havrylets@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5995-4576>, Uzhhorod, Ukraine

Histological and morphometric changes in thymus and blood lipid profile in white rats under the influence of sodium glutamate administration

Introduction. The effects of monosodium glutamate (MSG) on animals and humans are mainly manifested in the form of metabolic disorders.

The purpose of the study: to investigate the effect of 28-day oral administration of MSG at the rate of 30 mg/kg body weight on histological and morphometric parameters of the thymus, as well as blood lipid profile in rats.

Object and research methods. The experiment was performed on 20 white nonlinear rats of reproductive age. The experimental animals were divided into two groups (10 rats in each group), which received daily oral administration of MSG at a dose of 30 mg/kg body weight. The effect of 14- and 28-day administration of MSG was studied in groups I and II, respectively (depending on the week of decapitation). Control rats (n=10) were administered placebo (0.5 ml of drinking tap water at room temperature) for 14 and 28 days. The intact control animals were also divided into two groups of 5 rats each, depending on the time of decapitation. The animals were weighed before decapitation. Serum lipid metabolism was determined, and histological and morphometric changes in the thymus were studied.

Research results and their discussion. In 14 days after administration of MSG to rats at a dose of 30 mg/kg body weight, the thickness of the thymus capsule increases with maximum changes on day 28 of the experiment. In the thymus, initially, the administration of MSG leads to an increase in the relative area of the cortical substance and a decrease in the relative area of the cerebral substance; after 14 days (in rats of group 2), on the contrary, the area of the cortical substance decreases, accompanied by an increase in the relative area of the cerebral substance. The number of thymocytes in the cortical substance of the thyroid lobules increases after 14 days of exposure to MSG, and then the number of these cells gradually decreases. The number of thymocytes per 100 μm^2 of cerebral substance also changes, i.e., with maximum values in rats of group 1 with a tendency to decrease by day 28 of the experiment. The administration of MSG to experimental animals of group 2 in the appropriate dosage up to 28 days contributed to a pronounced progression of lipid metabolism disorders in the blood serum of rats. This was manifested by an increase in total cholesterol (TC) in the blood serum by 1.8 times ($p < 0.001$), triglycerides (TG) – by 3.5 times ($p < 0.001$), low-density lipoprotein (LDL) – by 2.2 times ($p < 0.001$), very low density lipoprotein (VLDL) – by 3.6 times ($p < 0.01$) and a decrease in high density lipoprotein (HDL) – by 2.0 times ($p < 0.01$).

Conclusions. 1. The administration of MSG to rats at a dose of 30 mg/kg body weight leads to morphological changes in the structure of the thymus, namely, to an increase in the thickness of the organ capsule; an increase in the relative area of the cortical substance of the thymus after 14 days of MSG administration with its gradual decrease until day 28 of the experiment; the relative area of the cerebral substance, on the contrary, decreases after 14 days of MSG supplementation, and then gradually increases over the next 2 weeks of the experiment. 2. The administration of MSG to rats at a dose of 30 mg/kg body weight leads to lipid metabolism disorders, namely an increase in the level of TC, TG, LDL, VLDL and a decrease in HDL, with the most pronounced changes from the data of control animals on day 28 of the experiment.

Key words: monosodium glutamate, thymus, lipid metabolism.

Організм сучасної людини перебуває під постійним впливом чисельних чинників, що, потрапляють із зовнішнього середовища з повітрям, водою та харчовими продуктами. Їх дія на організм є дуже різноманітною – від лікувальної до патологічної, руйнівної. Часто вони провокують розвиток метаболічних зрушень, ведуть до різного ступеня вираженості патологічних змін в органах та системах організму, їх функціональній спроможності [1, 2].

Смакова добавка натрію глутамат широко використовується у промисловості для виготовлення харчових продуктів (в тому числі – у виробництві дитячого харчування), лікарських засобів, кормів та кормових добавок для промислового тваринництва. Дія глутамату натрію (ГН) на організм тварин та людини проявляється переважно у вигляді порушень метаболізму. Підвищення добової дози ГН навіть на 1 гр. достовірно підвищувало ризик розвитку метаболічного синдрому та ожиріння у людей, незалежно від способу життя (харчування, фізичної активності). Дослідження на лабораторних тваринах показали збільшення маси тіла, розвиток інсулінорезистентності та інші гормональні порушення, зміни біохімічних показників сироватки крові (рівня глюкози, інсуліну, загального холестерину та тригліцеридів) внаслідок вживання глутамату натрію [3].

Глутамату натрію має комплексний механізм дії, який умовно можна розділити на опосередкований та прямий. Опосередкований вплив ГН на організм реалізується шляхом впливу на нейроендокринну систему та ушкодження гіпоталамусу, як наслідок – порушення роботи органів-мішеней гормонів гіпоталамусу. Вна-

слідок ураження вегетативної нервової системи відбувається порушення роботи підконтрольних органів та систем. Безпосередній вплив ГН – виникнення запальних процесів у тканинах, інфільтрація лімфоїдними клітинами, набряк та порушення мікроциркуляції. Як наслідок, в тканинах розвивається гіпоксія та фіброз. Ураження ендотелію судин зумовлює порушення функцій гістогематичних бар'єрів та крововиливи [4].

Отже, дослідження впливу ГН на метаболічні процеси, а також на зміни структури та функціонування різних органів і систем є актуальним завданням сучасної наукової спільноти.

Мета дослідження: дослідити вплив 28-денного перорального введення ГН з розрахунку 30 мг/кг маси тіла на гістологічні та морфометричні показники тимуса, а також ліпідний профіль крові у щурів.

Об'єкт і методи дослідження. Наукова експериментальна робота проведена на 20 білих нелінійних щурах репродуктивного віку (4-5 місяців) вагою 220–280 г, які були розділені на дві групи по 10 щурів в кожній. Піддослідних щурів утримували в умовах віварію з дотриманням всіх нормативів, а саме положень «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), Директиви Ради Європи 86/609/ЕЕС (1986), Закону України № 3447–IV «Про захист тварин від жорстокого поводження», загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом України з біоетики (2001). Піддослідні та контрольні тварини перебували в окремих боксах у приміщенні віварію. Всіх піддослідних тварин утримували в умовах віварію

Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

Експериментальні тварини були розподілені на дві групи (по 10 щурів в кожній групі), залежно від терміну декапітації. Вивчали вплив 14 та 28 денного введення ГН на організм щурів (відповідно – I та II група піддослідних щурів). Експериментальні тварини щодня перорально отримували ГН у дозі 30 мг/кг ваги, що розчинювали у 0,5 мл питної водопровідної дехлорованої води кімнатної температури.

Контрольним щурам III та IV груп (по 5 щурів в кожній з контрольних груп) вводили упродовж 14 та 28 днів плацебо (0,5 мл питної водопровідної дехлорованої води кімнатної температури). Інтактним тваринам III та IV груп декапітація проведена відповідно на 14 та 28 днів експерименту.

Після завершення досліду декапітацію тварин проводили під легким ефірним наркозом, попередньо зважуючи тварини. Одразу ж забирали кров у пробірку для біохімічного аналізу та визначення показників ліпідного обміну. Вміст холестерину (ХС), тригліцеридів (ТГ), ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ), ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ), ліпопротеїдів дуже низької щільності (ЛПДНЩ) у сироватці крові визначали за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора типу “GBG ChemWell 2910” фірми “Awareness Technology Inc.” (США). Дослідження показників ліпідного профілю у сироватці крові тварин проводили на 14 та 28 дні експерименту.

Після декапітації у тварин робили розтин грудної порожнини для вилучення тимуса. За допомогою леза вирізали невеликі тканинні блоки. Одержаний матеріал обробляли за загальноприйнятими методами. Для гістологічного дослідження тканинні блоки тимуса фіксували в 10,0 % розчині нейтрального формальдегіду. Після фіксації матеріал промивали, зневоднювали в серії спиртів, що відзначалися зростаючою концентрацією, проводили через хлороформ та заливали в парапласт. Зрізи тканини товщиною 5–7 мкм готували на ротатійному мікротомі, розміщували на склі, забарвлювали гематоксиліном-еозинном за загальноприйнятою методикою. Гістологічні препарати вивчали за допомогою світлового мікроскопа MICROmed SEO SCAN. Морфометричні дослідження проводили за допомогою системи візуального аналізу гістологічних препаратів. Зображення з гістологічних препаратів на монітор комп’ютера виводили з мікроскопу за допомогою відеокамери Vision CCD Camera. Морфометричні дослідження проведені за допомогою програм ВідеоТест-5.0, КАРА Image Base та Microsoft Excel на персональному комп’ютері. Морфометрично визначали відносну площу кіркової речовини, відносну площу мозкової речовини часточки тимуса, кірково-мозковий індекс (КМІ), товщину капсули, кількість (щільність) тимоцитів на одиницю площі в кірковій та мозковій речовинах часточки загруднинної залози, а також діаметр малих тимоцитів у складів кіркової та мозкової речовини часточки тимуса.

Аналіз і обробка отриманих результатів здійснювалася за допомогою комп’ютерної програми Statistics for Windows v.10.0 (StatSoft Inc, USA) з використан-

ням параметричних і непараметричних методів оцінки отриманих результатів.

Результати дослідження та їх обговорення. При дослідженні тимуса у щурів контрольних груп (III–IV групи) відмінностей між гістологічними показниками на 14 та 28 дні декапітації не встановлено. Гістологічні та морфометричні показники тимуса III та IV груп нами оцінено, як норма, з якими в подальшому проводили співставлення отриманих результатів I та II груп експериментальних тварин.

Аналіз гістологічного дослідження структури тимуса встановило, що вона вкрита сполучнотканинною капсулою, від якої відходять до середини органу кіркові перегородки, що поділяють загрудинну залозу на часточки. Часточка тимуса побудована з периферійної частини (кіркової речовини або кори) та центральної ділянки часточки (мозкової речовини). При морфометричному аналізі визначено відносну площу кіркової речовини та мозкової речовини тимуса у щурів контрольної групи – результати наведено у таблиці 1. У кірковій речовині компактно розміщені малі і середні тимоцити, кількість яких складає $4,62 \pm 0,07$ на площі 100 мкм^2 (у щурів III групи) та $4,58 \pm 0,06$ на площі 100 мкм^2 (у щурів IV групи). Мозкова речовина часточки тимуса утворена малими, середніми і великими тимоцитами, кількість яких значно менша, ніж у кірковій речовині органа.

Аналіз результатів морфометричного аналізу тимуса у щурів I групи (через 14 днів прийому ГН) вказує на збільшення товщини капсули тимуса, у порівнянні з контрольними тваринами (до $46,22 \pm 1,56 \text{ мкм}$ – $p < 0,05$). Кіркова речовина займає периферичну частину часточки тимуса, а мозкова – центральну. Подальший морфометричний аналіз вказує, що відносна площа кіркової речовини часточок загруднинної залози достовірно збільшується у тварин I групи до $78,67 \pm 1,45 \%$ ($p < 0,01$), а мозкова речовина достовірно зменшується до $21,89 \pm 1,16 \%$ ($p < 0,01$). Це супроводжується кірково-мозкового індексу до $3,58 \pm 0,44$ ($p < 0,01$).

Через 14 днів після введення ГН щурам I групи у дозі 30 мг/кг ваги встановлено збільшення кількості клітинних елементів у часточках тимуса: у кірковій речовині кількість тимоцитів збільшилася до $5,23 \pm 0,16$ на площі 100 мкм^2 ($p < 0,01$), а в мозковій речовині – до $1,77 \pm 0,04$ на площі 100 мкм^2 ($p < 0,05$). Діаметр малих тимоцитів у кірковій та мозковій речовинах часточок тимуса не змінився і складає $5,21 \pm 0,08 \text{ мкм}$ як у щурів I, так і II груп піддослідних тварин.

Через 28 днів введення ГН щурам II групи встановлено достовірне збільшується товщина капсули тимуса до $83,12 \pm 1,77 \text{ мкм}$ – $p < 0,01$. При цьому, відносна площа кіркової речовини часточок тимуса, у порівнянні з попереднім терміном спостереження, зменшилась до $74,23 \pm 1,16 \%$, а відносна площа мозкової речовини збільшилась до $26,04 \pm 1,22 \%$ ($p < 0,05$). Це супроводжувалось зменшенням кірково-мозкового індексу в 1,3 рази у порівнянні із попереднім терміном спостереження. У щурів II групи кількість тимоцитів на площі 100 мкм^2 у кірковій речовині зменшилось на $0,26 \pm 0,04$, у мозковій речовині – на $0,39 \pm 0,02$ у порівнянні із показниками у щурів I групи.

Морфометричні показники структурних компонентів тимуса у підослідних щурів

| Показники | Групи досліджуваних тварин | | | |
|---|----------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| | Експериментальні групи | | Контрольні групи | |
| | I група (n=10) | II група (n=10) | III група (n=5) | IV група (n=5) |
| Товщина капсули, мкм | 46,22±1,56* | 83,12±1,77**++ | 30,55±1,87 | 30,68±1,54 |
| Відносна площа кіркової речовини за груднинної залози, % | 78,67±1,45** | 74,23±1,16* | 60,07±1,05 | 60,23±1,59 |
| Відносна площа мозкової речовини за груднинної залози, % | 21,89±1,16** | 26,04±1,22**,+ | 39,06±0,89 | 39,22±1,16 |
| Кірково-мозковий індекс | 3,58±0,44**+ | 2,86±0,32* | 1,48±0,12 | 1,52±0,07 |
| Кількість тимоцитів на площі 100 мкм ² кіркової речовини | 5,23±0,16**+ | 4,97±0,12* | 4,62±0,07 | 4,58±0,06 |
| Кількість тимоцитів на площі 100 мкм ² мозкової речовини | 1,77±0,04**+ | 1,38±0,06 | 1,30±0,05 | 1,32±0,08 |
| Діаметр малих тимоцитів у кірковій та мозковій речовинах часточок тимуса, мкм | 5,21±0,08 | 5,21±0,08 | 5,21±0,08 | 5,21±0,08 |

Примітка: різниця між показниками у щурів експериментальних груп (I та II групи) та контрольних груп (III-IV групи) достовірна: * – p<0,05; ** – p<0,01; різниця між показниками у щурів I та II групи достовірна: + – p<0,05; ++ – p<0,01.

Отже, вже через 14 днів після введення ГН щурам у дозі 30 мг/кг маси тіла збільшується товщина капсули тимуса із максимальними змінами на 28 день експерименту. Введення ГН спочатку в тимусі призводить до збільшення відносної площі кіркової речовини та зменшення відносної площі мозкової речовини, на через 14 днів (у щурів II групи), навпаки – зменшується площа кіркової речовини, що супроводжується збільшенням відносної площі мозкової речовини. Кількість тимоцитів у кірковій речовині часточок за груднинної залози збільшується вже через 14 днів дії ГН, а потім кількість цих клітин поступово зменшується. Так само змінюється кількість тимоцитів на площі 100 мкм² мозкової речовини, тобто з максимальними показниками у щурів I групи, із тенденцією до зменшення до 28 дня експерименту.

Для більш детального аналізу щодо впливу ГН на організм експериментальних тварин, нами проведено визначення показників ліпідного обміну у сироватці крові у щурів як контрольних так і експериментальних груп на 14 та 28 дні дослідження – табл. 2.

Аналіз отриманих даних вказує, що у щурів контрольних груп (III та IV групи) між показниками ліпідного обміну у сироватці крові на 14 та 28 дні експерименту фактично різницю не визначено (різниця

між всіма досліджуваними параметрами була не достовірна). Для порівняння отриманих результатів з показниками експериментальних тварин, прийнято рішення узагальнити результати ліпідного профілю у сироватці крові. Отже, за норму ми вважали наступні параметри: рівень ЗХ становило 4,57±0,07 ммоль/л; ТГ – 1,18±0,06 ммоль/л; ЛПНЩ – 2,24±0,06 ммоль/л; ЛПДНЩ – 0,57±0,05 ммоль/л; ЛПВЩ – 1,68±0,06 ммоль/л.

Слід зазначити, що вже на 14-ту добу введення ГН у дозі 30 мг/кг маси щурів встановлено збільшення рівня ЗХ у сироватці крові (в 1,6 рази – p<0,01), ТГ – в 3,1 рази (p<0,01), ЛПНЩ – в 1,9 рази (p<0,01), ЛПДНЩ – в 2,7 рази (p<0,01) та зменшення ЛПВЩ – в 1,7 рази (p<0,05).

Подальше введення ГН експериментальним тваринам II групи у відповідному дозуванні до 28 днів сприяло ще більш вираженому прогресуванню порушень показників ліпідного обміну у сироватці крові у щурів. Це проявлялось збільшенням ЗХ у сироватці крові (в 1,8 рази – p<0,001), ТГ – в 3,5 рази (p<0,001), ЛПНЩ – в 2,2 рази (p<0,001), ЛПДНЩ – в 3,6 рази (p<0,01) та зменшення ЛПВЩ – в 2,0 рази (p<0,01).

Обговорення отриманих результатів. Глутамат натрію (лат. Monosodium glutamate) або мононатрієва

Таблиця 2

Показники ліпідного обміну у сироватці крові у підослідних щурів

| Показники | Групи досліджуваних тварин | | | |
|----------------|----------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| | Експериментальні групи | | Контрольні групи | |
| | I група (n=10) | II група (n=10) | III група (n=5) | IV група (n=5) |
| ЗХ, ммоль/л | 7,18±0,05++ | 8,43±0,07**+++ | 4,52±0,07 | 4,61±0,06 |
| ТГ, ммоль/л | 3,64±0,08**+++ | 4,15±0,09**+++ | 1,14±0,06 | 1,22±0,05 |
| ЛПНЩ, ммоль/л | 4,28±0,07++ | 4,99±0,12*+++ | 2,28±0,07 | 2,20±0,04 |
| ЛПДНЩ, ммоль/л | 1,54±0,09++ | 2,06±0,07*+++ | 0,53±0,05 | 0,60±0,04 |
| ЛПВЩ, ммоль/л | 1,01±0,06+ | 0,84±0,05*++ | 1,67±0,04 | 1,69±0,07 |

Примітка: різниця між показниками у щурів експериментальних груп (I та II групи) та контрольних груп (III-IV групи) достовірна: + – p<0,05; ++ – p<0,01; +++ – p<0,001; різниця між показниками у щурів I та II групи достовірна: * – p<0,05; ** – p<0,01.

сіль глутамінової кислоти (E621) – одна з найпоширеніших харчових добавок, що використовується для посилення смакових відчуттів і поліпшення органолептичних властивостей їжі. Відколи у 1907 році професор Токійського імператорського університету Кікунае Ікеда вперше виділив ГН за допомогою гідролізу пшеничного білка і виявив його здатність підсилювати природні смакові якості їжі, які втрачаються при обробці і зберіганні, ГН, відомий також як харчова добавка E621, почав використовуватися в більшості сучасних харчових технологій з метою підсилення смаку та аромату. Сумніви щодо безпеки застосування ГН в якості харчової добавки вперше виникли в 1968 році, після публікації в британському медичному журналі даних про те, що натрієва сіль глутамінової кислоти може бути причиною багатьох хвороб [5].

До теперішнього часу активно проводяться різні експериментальні та клінічні дослідження щодо впливу ГН та органи та системи. За даними Коленченко О.О. та співавт. (2017 р.) встановлено, що ГН призводить до абдомінального ожиріння та метаболічного синдрому у щурів, яким після народження вводили ГН. Аналіз стану ліпідного обміну показав, що вміст у сироватці крові ліпази був збільшений на 311 % ($p < 0,001$), тригліцеридів – на 217 % ($p < 0,001$), холестерину – на 30 % ($p < 0,05$), холестерин-ліпопротеїдів низької щільності ЛПНЩ на 25 % ($p < 0,05$) щодо контрольних показників. Також встановлено зниження концентрації холестерин-ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ) на 56 % ($p < 0,05$) [6].

Отримані нами дані також вказують на порушення ліпідного профілю у щурів обох досліджуваних груп. При чому, зміни ліпідного обміну визначались вже через 2 тижні після перорального введення ГН в дозі 30 мг/кг ваги щурів. Максимальні зміни нами реєстровано у показниках ліпідного обміну у сироватці крові на 28 день експерименту – достовірне збільшення рівня ЗГ, ТГ, ЛПНЩ, ЛПДНЩ та фоні зменшення ЛПВЩ.

Метою нашого дослідження була оцінка також змін органометричних показників первинного лімфоїдного органа за груднинної залози (тимуса) у щурів після вживання у їжу найрозповсюдженішої нині харчової домішки ГН. Як вказують проведені експериментальні дослідження Міц І.Р. та співавт. (2016 р.), як пренатальний, так і постнатальний стрес спричиняє найбільш виразні зміни в центральному органі імунотенезу піддослідних тварин – тимусі. Компоненти його строми при цьому суттєво не змінюються, але суттєво порушується час-

точкова будова цього органу, а саме – значно зменшується кількість малих лімфоцитів, особливо у кірковій речовині, причому це явище мало виразний дрібновогніщевий характер (у вигляді картини «зоряного неба»). Це привело до стирання межі між кірковою та мозковою речовиною [7].

Наші результати також вказують на зміни у структурі за груднинної залози під впливом введення ГН в дозі 30 мг/кг маси експериментальних тварин. Встановлено прогресивне збільшення товщини капсули тимуса з максимальними показниками на 28-й добі експерименту. Встановлено збільшення відносної площі кіркової речовини за груднинної на 14 добу експерименту із поступовим зменшенням даного показника до 28 дня експерименту. Натомість, у щурів II групи виявлено збільшення відносної площі мозкової речовини за груднинної залози у порівнянні із даним показником I групи. Під впливом введення ГН при морфометричному дослідженні виявлено поступове зменшення тимоцитів як в кірковій, так і мозковій речовинах за груднинної залози.

Отже, ГН сприяє перебудові тимуса, потовщенням товщини капсули органу. Ці зміни відбуваються на фоні виражених змін з боку ліпідного обміну у піддослідних тварин. Це припускає ймовірний вплив ГН на метаболічні процеси в організмі піддослідних щурів, що на думку авторів припускає негативний вплив даної харчової добавки на інші структури внутрішніх органів, в тому числі і на судинне русло, що потребує проведення подальших досліджень в даному напрямку.

Висновки

1. Введення ГН щурам у дозі 30 мг/кг маси тіла призводить до морфологічних змін у структурі тимуса, а саме – до збільшення товщини капсули органа; збільшення відносної площі кіркової речовини тимуса через 14 днів введення ГН із поступовим її зменшенням до 28 дня експерименту; відносна площа мозкової речовини навпаки, зменшується через 14 днів введення харчової добавки ГН, після чого поступово збільшується протягом наступних 2-х тижнів експерименту.

2. Введення ГН щурам у дозі 30 мг/кг маси тіла призводить до порушення ліпідного обміну, а саме збільшення рівня ЗХ, ТГ, ЛПНЩ, ЛПДНЩ та зменшення показника ЛПВЩ, з максимально вираженими змінами від даних контрольних тварин на 28 добу експерименту.

Перспективи подальших досліджень. Подальше дослідження особливостей гістологічних та морфометричних змін в тимусі, показників ліпідного обміну у щурів під впливом глутамату натрію.

Інформація про конфлікт інтересів. Автори рукопису свідомо засвідчують відсутність фактичного або потенційного конфлікту інтересів.

Інформація про фінансування. Автори гарантують, що не отримали жодних винагород у будь-якій формі, здатних вплинути на результати роботи.

Особистий внесок кожного автора у виконання роботи:

Кочмарь М.Ю. – концепція та дизайн дослідження, аналіз отриманих даних;

Гаврилець М.М. – проведення експерименту, обробка та аналіз матеріалів, статистичний аналіз отриманих даних, написання рукопису.

ЛІТЕРАТУРА

1. Paltov YeV, Ivasivca KhP, Pankiv MV. Myths and reality about the effects of glutamate. Compilation of scientific data of modern world literature. Morphologia. 2021; 15 (1): 7–21. Ukrainian. DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2021.1.7-21>

2. Bevzo VV The catalytic activity of rat liver enzymes-markersfunctional state under long-term administration of monosodium glutamate. Clin. and experim. pathol. 2016; Vol. 15, 4 (58): 15–18.
3. Kinash OV, Yeroshenko GA, Shevchenko KV et al. Effects of sodium glutamate on human and animal. Herald of problems of biology and medicine. 2021; 3 (161): 49–52.
4. Kinash OV, Chupryna OB, Donets IM, Hryhorenko AS, Zhaha O.M. Mechanisms of monosodium glutamate impact on organs and systems. Actual problems of modern medicine. 2021; 4 (21): 178–183.
5. Sodomora OO Monosodium Glutamate: Mechanisms of Action and Role in the Development of Structural Changes of Organs and Systems (Literature Review). Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports. 2022; 2 (36), Vol. 7: 40–48.
DOI: 10.26693/jmbs07.02.040
6. Kolenchenko OO, Falalyeyeva TM, Beregova TV, Kurik OG Effect of sodium glutamate andministration on lipid metabolism in rat. Actual problems of modern medicine. 2017; 4 (60), Part 2, Vol. 17: 58–61.
7. Mic IR, Deneily OV, Andriyishin OP Morphological changes of internal organs in animals of different sexes experiencing chronic stress. Herald of scientific research. 2016; 3: 107–110. DOI: 10.11603/2415-8798.2016.3.6994