

DOI: 10.26693/jmbs04.05.045

УДК 611.018.41:616-056.257-092

Гарпак Т. В.<sup>1</sup>, Матешук-Вацеба Л. Р.<sup>2</sup>

## ЗМІНИ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ ТА СУДИННОГО РУСЛА СЕЛЕЗІНКИ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ОЖИРІННІ

<sup>1</sup>Ужгородський національний університет, медичний факультет,  
кафедра анатомії людини та гістології, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького,  
кафедра нормальної анатомії, Україна

garapkotv@gmail.com

У статті наведені та проаналізовані результати дослідження щодо змін структурної організації компонентів та судинного русла селезінки при ожирінні у білих щурів самок та самців репродуктивного віку.

*Метою* дослідження було встановлення гістологічних змін структурних компонентів та судинного русла селезінки через різні терміни експериментального ожиріння.

Дослідження проведено на 66 білих щурах репродуктивного віку (4,0–5,0 місяці) масою 160–220 г. Мікроанатомію структурних компонентів селезінки білих щурів за умов фізіологічної норми дослідили на 10 інтактних тваринах. Експериментальних тварин поділено на 4 групи. За допомогою біохімічного аналізу крові визначали рівень загального холестерину, ліпопротеїдів високої щільності та ліпопротеїдів низької щільності.

Через п'ять тижнів експерименту як у щурів-самців так і в щурів-самок спостерігається розширення та кровонаповнення венозних пазух червоної пульпи, артерії з потовщеною стінкою, повнокровні. Вони деформовані, розширені, повнокровні. Наявні численні макрофаги, в цитоплазмі яких залишки гемосидерину. Через шість тижнів численні лімфоїдні вузлики містять світлий, видовженої форми гермінативний центр, перекладки потовщені, набряклі. Через сім тижнів кровоносних капілярів набрякла, ядерна частина ендотеліоцитів займає частину просвіту, навколосудинний набряк. Через вісім тижнів спостерігається імуноіндукуючий ефект з посиленою проліферацією активованих лімфоцитів та їх подальшим диференціюванням у плазматичні клітини.

У результаті проведеного дослідження виявлено збільшення кількості моноцитів, макрофагів та плазматичних клітин в паренхімі селезінки, а також збільшення рівня загального холестерину, ліпопротеїдів високої та низької щільності у крові. У цитоплазмі макрофагів та в міжклітинних просторах скупчення

гемосидерину. Частка ретикулярної сполучної тканини в селезінкових тяжах зростає. Вони червоної пульпи повнокровні. При збільшенні тривалості експерименту патологічні зміни поглиблюються.

**Ключові слова:** ожиріння, експеримент, селезінка, лімфоцити, біла пульпа, червона пульпа.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дане дослідження є частиною комплексної теми «Структурна організація, ангіоархітектоніка та антропометричні особливості органів у внутрішньо- та позаутробному періодах розвитку, за умов впливу екзо- та ендогенних факторів», № державної реєстрації 0115U000041.

**Вступ.** Ожиріння – це хронічне рецидивуюче захворювання, основною ознакою якого є накопичення надлишкової кількості жирової тканини. Характеризується порушенням обміну речовин та тривалим надходження в організм енергії більше ніж витрачається [7, 11].

Донедавна ожиріння сприймалося лише як естетична проблема. Проте в сучасній літературі зустрічається все більше інформації про ускладнення перебігу хронічних захворювань у людей з ожирінням [2, 11, 13–15]. Саме це спонукає науковців до виявлення причини цього захворювання, до вивчення впливу надлишкової жирової тканини в організмі на структурні компоненти та судинне русло різних органів і тканин. Розуміння патогенезу процесу призведе до розуміння нових методик профілактики та лікування ускладнень.

У джерелах літератури описано вплив експериментального ожиріння на печінку, нирки, судини та деякі інші органи [7, 11, 12]. Актуальним завданням є дослідження впливу ожиріння на структурно-функціональну організацію органів імунної системи за умов експерименту, адже саме вони забезпечують боротьбу всього організму з чужорідними антигенами [8–10].

**Мета дослідження.** Вивчити зміни структурних компонентів та судинного русла селезінки щурів при експериментальному ожирінні.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження проведено на 66 білих щурах репродуктивного віку (4,0–5,0 місяці) масою 160–220 г.

Мікроанатомію структурних компонентів селезінки білих щурів за умов фізіологічної норми дослідили на 10 інтактних тваринах. Експериментальних тварин поділено на 4 групи: перша група (10 тварин), яких упродовж п'яти тижнів годували висококалорійною дієтою; друга група (10 тварин), яких протягом шести тижнів годували висококалорійною дієтою; третя група (10 тварин), яких протягом семи тижнів годували висококалорійною дієтою; четверта група (10 тварин), яких протягом восьми тижнів годували висококалорійною дієтою. В кожній групі було 5 щурів-самців та 5 щурів-самок. Висококалорійна дієта досягалася завдяки тому, що в їжу додавали глютамат натрію в дозі 67 мг/кг маси тіла щура, а в воду – 20% розчин фруктози.

Контролем слугували 16 білих щурів, які замість висококалорійної дієти отримували стандартний харчовий раціон віварію.

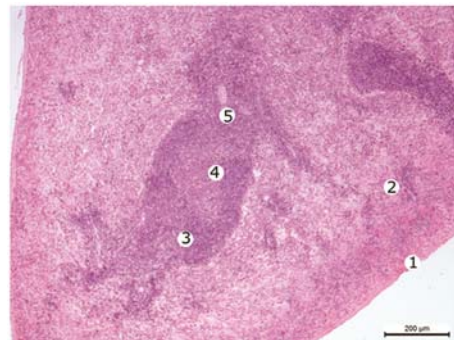
Усіх піддослідних тварин утримували в умовах віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького. Дослідження проводили згідно положень «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), Директивам 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).

Зображення з гістологічних препаратів селезінки на монітор комп'ютера виводили з мікроскопу MICROmed SEO SCAN та за допомогою відеокамери Vision CCD Camera. Дослідження проводили у визначені терміни досліду в препаратах забарвлених гематоксиліном і еозином та азаном.

За допомогою біохімічного аналізу крові визначали рівень загального холестерину, ліпопротеїдів високої щільності (ЛПВЩ) та ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ).

**Результати дослідження.** Селезінка є вторинним лімфоїдним органом, в якому відбувається антигензалежна проліферація та диференціація Т- і В-лімфоцитів. Зовні селезінка оточена капсулою, від якої відходять перекладки. Також струму органа утворюють ретикулярні волокна та ретикулярні клітини. Побудована селезінка з червоної та білої пульпи. Червона пульпа містить клітини крові, що

оточені ретикулярними клітинами, а біла пульпа складається із селезінкових лімфоїдних вузликів та навколоартеріолярних лімфоїдних піхів (**рис. 1**).



**Рис. 1.** Фрагмент селезінки інтактного білого щура-самця. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікропрепарат. Об.х10, ок.х10:

- 1 – капсула; 2 – червона пульпа; 3 – біла пульпа;
- 4 – центр розмноження лімфоїдного вузлика;
- 5 – центральна артерія

Рівень загального холестерину в крові білих щурів-самців упродовж експерименту зростає і через вісім тижнів у 1,5 рази перевищує показник інтактних тварин. Рівень загального холестерину в крові білих щурів-самок упродовж експерименту має коливальний характер, максимально зростає через вісім тижнів дослідження та перевищує у 2,4 рази показник інтактних тварин (**табл. 1**).

**Таблиця 1** – Показники рівня загального холестерину в крові білих щурів, ммоль/л (M±m)

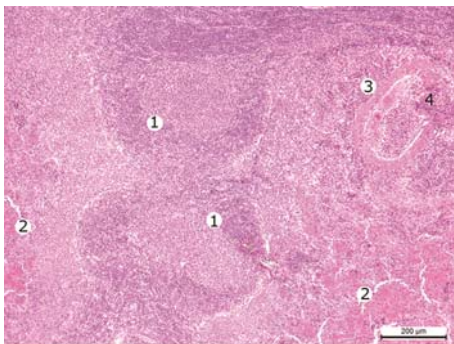
Назва групи	Білий щур-самець	Білий щур-самка
Інтактні тварини	2,4±0,07	2,0±0,05
I група	2,9±0,01	2,6±0,02
II група	2,9±0,02	2,4±0,01
III група	3,1±0,01	2,5±0,01
IV група	3,7±0,01	4,8±0,05

Рівень ЛПВЩ у крові білих щурів-самців та щурів-самок упродовж експерименту має коливальний характер, через вісім тижнів дослідження у 3,15 та 2,48 рази відповідно перевищує показники інтактних тварин. Рівень ЛПНЩ в крові білих щурів-самців та щурів-самок упродовж експерименту також має коливальний характер, через вісім тижнів дослідження у 3,3 та 1,7 рази відповідно перевищує показники інтактних тварин (**табл. 2**).

Через п'ять тижнів експерименту як у щурів-самців так і в щурів-самок спостерігається розширення та кровонаповнення венозних пазух червоної пульпи (**рис. 2**). Артерії з потовщеною стінкою, повнокровні. Вени деформовані, розширені, повнокровні. Спостерігаються численні макрофаги, в цитоплазмі яких залишки гемосидерину (**рис. 3**).

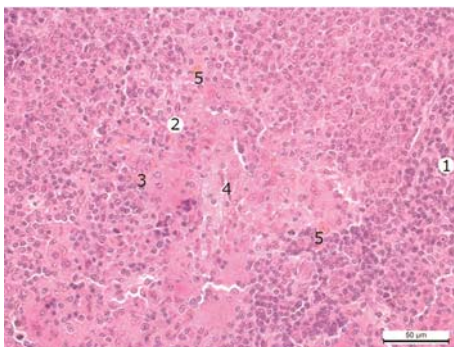
**Таблиця 2** – Показники рівня ЛПВЩ та ЛПНЩ в крові білих щурів, ммоль/л (M±m)

Назва групи	Білий щур-самець	Білий щур-самка	Білий щур-самець	Білий щур-самка
	ЛПВЩ		ЛПНЩ	
Інтактні тварини	0,2±0,02	0,25±0,01	0,39±0,02	0,4±0,01
I група	0,6±0,01	0,61±0,01	0,6±0,02	0,67±0,02
II група	0,44±0,01	0,4±0,01	0,56±0,01	0,6±0,02
III група	0,61±0,02	0,85±0,02	0,77±0,03	0,94±0,02
IV група	0,63±0,01	0,62±0,01	1,29±0,04	0,67±0,01



**Рис. 2.** Фрагмент селезінки білого щура-самки через п'ять тижнів експерименту. Забарвлення гематоксилином і еозином. Мікропрепарат. Об.х10, ок.х10:

- 1 – лімфоїдні вузлики із гермінативними центрами;
- 2 – повнокровні венозні пазухи червоної пульпи;
- 3 – артерія з пошкодженою стінкою (4)



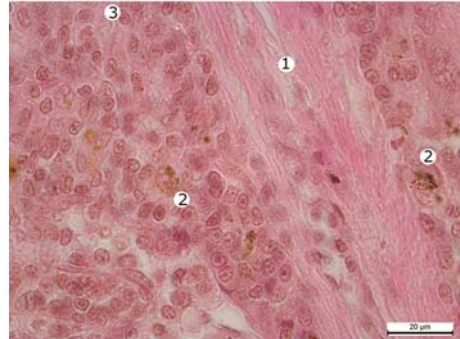
**Рис. 3.** Фрагмент селезінки білого щура-самки через п'ять тижнів експерименту. Забарвлення гематоксилином і еозином. Мікропрепарат. Об.х40, ок.х10:

- 1 – біла пульпа; 2 – червона пульпа; 3 – поперечний переріз кровоносного капіляра; 4 – поздовжній переріз кровоносного капіляра; 5 – скупчення гемосидерину

Зростає кількість некротично змінених клітин. Трапляються судини з пошкодженою стінкою, що призводить до виходу формених елементів крові в паренхіму органа (рис. 2).

Через шість тижнів експерименту як у щурів-самців, так і в щурів-самок чітко диференціюється біла та червона пульпа. Численні лімфоїдні вузлики містять світлий, видовженої форми гермінатив-

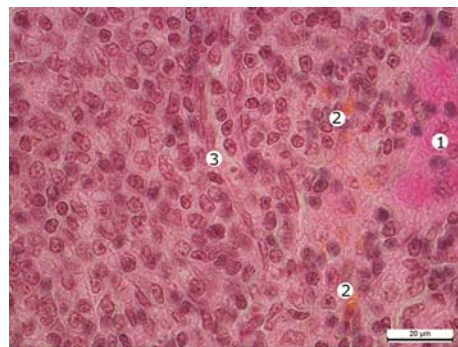
ний центр. Перекладки потовщені, набряклі. Стінки деяких судин набряклі, просвіт заповнений елементами крові. Навколо судин розташовані залишки гемосидерину (рис. 4).



**Рис. 4.** Фрагмент селезінки білого щура-самця через шість тижнів експерименту. Забарвлення гематоксилином і еозином. Мікропрепарат. Об.х100, ок.х10:

- 1 – розширена і набрякла перекладка; 2 – макрофаги, в цитоплазмі яких залишки гемосидерину; 3 – лімфоцити

Через сім тижнів висококалорійної дієти як в щурів-самців так і в щурів-самок кількість моноцитів, макрофагів та плазмоцитів зростає. Залишки гемосидерину трапляються як в цитоплазмі макрофагів, так і в міжклітинних просторах (рис. 5). Частина ретикулярної сполучної тканини в селезінкових тяжах зростає. Вени червоної пульпи повнокровні, стінка кровоносних капілярів набрякла, ядерна частина ендотеліоцитів займає частину просвіту. Спостерігається навколосудинний набряк.

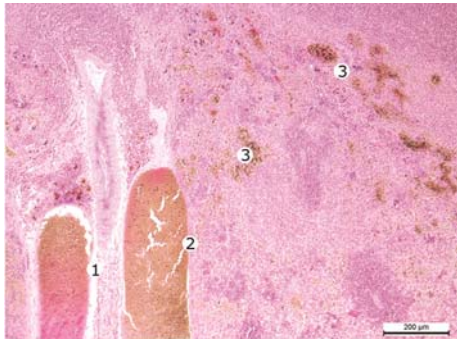


**Рис. 5.** Фрагмент селезінки білого щура-самки через сім тижнів експерименту. Забарвлення гематоксилином і еозином. Мікропрепарат. Об.х100, ок.х10:

- 1 – червона пульпа; 2 – гемосидерин; 3 – поздовжній переріз кровоносного капіляра

Через вісім тижнів висококалорійної дієти як в щурів-самців так і в щурів-самок в паренхімі селезінки частка ретикулярної сполучної тканини в селезінкових тяжах зростає. Спостерігається імуніндукуючий ефект з посиленою проліферацією

активованих лімфоцитів та їх подальшим диференціюванням у плазматичні клітини. Артерії з потовщеною набряклою стінкою, вени розширені і повнокровні (рис. 6).



**Рис. 6.** Фрагмент селезінки білого щура-самки через вісім тижнів експерименту. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікропрепарат. Об.х10, ок.х10:

1 – розширена і повнокровна селезінкова артерія та вена (2) у воротах; 3 – скупчення гемосидерину

**Обговорення отриманих результатів.** Схожі зміни судинного русла селезінки, а саме розширення просвіту вен, венозне повнокрів'я, в червоній пульпі розширення пазух, описані на 21 добу в умовах клітинної дегідратації на фоні посттравматичної регенерації великогомілкової кістки [3]. Зростання числа тучних клітин та плазматичних, різке збільшення залізовмісного пігменту у паренхімі селезінки експериментальних щурів виявлено при дії на організм наночастинок діоксиду кремнію та ацетату свинцю [1].

При дії 2 мкл екстракту арніки гірської на 20 г маси миші, який вносили до корму, лімфоїдні фолікули втратили чітко виражену структуру [5].

При введенні лікарських речовин у вигляді тіотриазоліну та настоянки ехінацеї після впливу у толуолу відбувається зменшення відсоткового вмісту білої пульпи, площі світлих центрів лімфоїдних вузликів, маргінальної зон [4].

Вищенаведені зміни в паренхімі селезінки є подібними до отриманих нами, що можна пояснити як прояв загальної адаптаційно-приспосувальної реакції організму.

При експериментальному ожирінні, викликаному висококалорійною дієтою, у щурів виявлено збільшення кількості лімфоцитів у паренхімі тимуса. Спостерігається повнокрів'я судин, набряк паренхіми [6]. Тимус та селезінка є імунними органами, зміни викликані ожирінням призводять до постійної імунної активності.

### Висновки

1. Кількість макрофагів, моноцитів та плазматичних клітин в паренхімі селезінки при експериментальному ожирінні збільшується, що є ознакою постійної імунної активності.
2. Артерії з потовщеною стінкою, повнокровні, вени розширені та повнокровні. Синуси червоної пульпи розширені, гемосидерин в просвіті венозних пазух. Макрофаги наповнені краплями гемосидерину.
3. Встановлено зростання рівня загального холестерину, ліпопротеїдів високої та низької щільності в біохімічному аналізі крові при експериментальному ожирінні.

### Перспективи подальших досліджень

у цьому напрямку пов'язані з подальшим вивченням морфометричних та електронно-мікроскопічних змін структурних компонентів селезінки щурів через різні терміни експериментального ожиріння.

### References

1. Bandas IA, Kuliczka MI, Korda MM. Strukturni zminy pechinky, nyrok ta selezinky shhuriv pry diyi nanochastynok dioksydu kremniyu ta acetatu svynicyu [Structural changes in liver, kidney and spleen of rats under the influence of silicon dioxide nanoparticles and lead acetate]. *Visnyk problem biologiyi i medytsyny*. 2017; 0 (135): 322-7. [Ukrainian]
2. Bondarenko OA. Strukturnye izmeneniya podzheludochnoj zhelezy pri hronicheskom pankreatite na fone ozhireniya [Structural changes in the pancreas in chronic pancreatitis against obesity]. *Gastroenterologiya. Dnipropetrovsk*. 2012; 46: 228-33. [Russian]
3. Vasiko LV, Kiptenko LI, Gortynska OM, Prykhodko OO. Morfologichni zminy selezinky shhuriv v umovax klitynnoyi dehidratsiyi na foni posttravmatychnoyi regeneraciyi velykogomilkovoyi kistky [Morphological changes of spleen of rats in conditions of cellular dehydration on the background of posttraumatic regeneration of the tibia]. *Svit biologiyi ta medytsyny*. 2014; 3(45): 105-7. [Ukrainian]
4. Voloshyn VM. Efekty tiotriazolinu ta nastoyanky ekhinatseyi na gistomorfometrychni pokaznyky selezinky shhuriv, yaki zaznavaly ingyalyatsynogo vplyvu toluolu [Effects of thiotriazoline and tinctan echinacea on histomorphometric indices of the spleen of rats exposed to toluene inhalation]. *Ukrayinskyy morfologichnyy almanakh*. 2011; 9(3): 59-61. [Ukrainian]
5. Shemediyuk NP, Zajcev OO, Bucyak VI. Gistologichni zminy selezinky, pechinky, nyrok tvaryn za diyi bioaktyvnykh kompleksiv [Histological changes of the spleen, liver, kidney of animals in the action of bioactive complexes]. *Sovremennyye problemy toksikologii*. 2010; 2-3: 54-7. [Ukrainian]
6. Yakubczova IV, Khilko TD, Savyczka IM, Konopelnyuk VV, Preobrazhenska TD, Makaj Sh. Vplyv Trigonella foenum graecum L. na stan imunokompetentnykh organiv za umov diyetindukovanogo ozhirinnya u shhuriv [Influence of

- Trigonella foenum graecum L. on the condition of immunocompetent organs under diet induced obesity in rats]. *Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science»*. 2016; 3(3): 53–60. [Ukrainian]
7. Altunkaynak BZ, Ozbek E. Overweight and structural alterations of the liver in female rats fed a high-fat diet: a stereological and histological study. *Turk J Gastroenterol*. 2009 Jun; 20(2): 93-103. PMID: 19530041
  8. Bronte V, Pittet MJ. The spleen in local and systemic regulation of immunity. *Immunity*. 2013; 39: 806-18. PMID: 24238338. PMCID:PMC3912742. DOI: 10.1016/j.immuni.2013.10.010
  9. Buchan L, Aubin CR, Fisher AL, Hellings A, Castro M, Al-Nakkash L, et al. High-fat, high-sugar diet induces splenomegaly that is ameliorated with exercise and genistein treatment. *BMC Res Notes*. 2018; 11(1): 752-8. PMID: 30348225. PMCID: PMC6198361. DOI: 10.1186/s13104-018-3862-z
  10. Elmore SA. Enhanced histopathology of the immune system: a review and update. *Toxicologic Pathology*. 2012; 40(2): 148-56. PMID: 22089843. PMCID: PMC3465566. DOI: 10.1177/0192623311427571
  11. Hajer GR, van Haefen TW, Visseren FLJ. Adipose tissue dysfunction in obesity, diabetes, and vascular diseases. *Eur Heart J*. 2008; 29(24): 2959-71. PMID: 18775919. DOI: 10.1093/eurheartj/ehn387
  12. Hall JE. The kidney, hypertension and obesity. *Hypertension*. 2003; 41(3): 625-33. PMID: 12623970. DOI:10.1161/01.HYP.0000052314.95497.78
  13. Kothari V, Luo Y, Tornabene T, O'Neill AM, Greene MW, Geetha T, et al. High fat diet induces brain insulin resistance and cognitive impairment in mice. *Biochim Biophys Acta*. 2017; 1863(2): 499-508. PMID: 27771511. DOI: 10.1016/j.bbadis.2016.10.006
  14. Pawelec G, Goldeck D, Derhovanessian E. Inflammation, ageing and chronic disease. *Curr Opin Immunol*. 2014; 29: 23-8. PMID: 24762450. DOI: 10.1016/j.coi.2014.03.007
  15. Wang HJ, Si QJ, Shan ZL, Guo YT, Lin K, Zhao XN, et al. Effects of body mass index on risks for ischemic stroke, thromboembolism, and mortality in Chinese atrial fibrillation patients: a single-center experience. *PLoS One*. 2015; 10(4): 231-42. PMID: 25848965. PMCID: PMC4388788. DOI:10.1371/journal.pone.0123516

УДК 611.018.41:616-056.257-092

**ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ И СОСУДИСТОГО РУСЛА СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОЖИРЕНИИ**

**Гарапко Т. В., Матешук-Вацеба Л. Р.**

**Резюме.** В статье приведены и проанализированы данные экспериментального исследования, которое проводилось на белых крысах самках и самцах репродуктивного возраста.

**Целью** исследования является установление гистологических изменений структурных компонентов и сосудистого русла селезенки крыс через различные сроки экспериментального ожирения.

Исследование проведено на 66 белых крысах репродуктивного возраста (4,0–5,0 месяца) массой 160–220 г. Микроанатомию структурных компонентов селезенки белых крыс в условиях физиологической нормы исследовали на 10 интактных животных. Экспериментальные животные разделены на 4 группы. С помощью биохимического анализа крови определяли уровень общего холестерина, липопротеидов высокой плотности и липопротеидов низкой плотности.

Через пять недель эксперимента как у крыс-самцов так и у крыс-самок наблюдается расширение и кровенаполнение венозных пазух красной пульпы, артерии с утолщенной стенкой, полнокровные. Вены деформированы, расширенные, полнокровные. Имеющиеся многочисленные макрофаги, в цитоплазме которых остатки гемосидерина. Через шесть недель многочисленные лимфоидные узелки содержат светлый, удлинённой формы герминативный центр, перекладки утолщенные, набухшие. Через семь недель стенка кровеносных капилляров отечная, ядерная часть эндотелиоцитов занимает часть просвета, околососудистый отек. Через восемь недель наблюдается иммуноиндуцирующий эффект с усиленной пролиферацией активированных лимфоцитов и их последующим дифференцированием в плазматические клетки.

В результате проведенного исследования выявлено увеличение количества моноцитов, макрофагов и плазматических клеток в паренхиме селезенки, а также увеличение уровня общего холестерина, липопротеидов высокой и низкой плотности в крови. В цитоплазме макрофагов и в межклеточных пространствах скопления гемосидерина. Доля ретикулярной соединительной ткани в селезеночных тяжах растет. Вены красной пульпы полнокровные.

**Ключевые слова:** ожирение, эксперимент, селезенка, лимфоциты, белая пульпа, красная пульпа.

UDC 611.018.41:616-056.257-092

**Changes in the Structural Organization of Components and Vessels of the Spleen in Experimental Obesity**

**Harapko T. V., Mateshuk-Vatseba L. R.**

**Abstract.** Obesity is a chronic relapsing disease. The main feature is the accumulation of excessive amounts of adipose tissue. It is characterized by a violation of metabolism and prolonged intake of energy in the body more than consumed.

*The purpose of the research* was to establish the changes in structural components and vascular bed of spleen of rats during experimental obesity.

*Material and methods.* We conducted a study on 66 white rats of reproductive age (4.0–5.0 months) weighing 160–220 g. Microanatomy of the structural components of the spleen of white rats under conditions of physiological norm was investigated on 10 intact animals. Experimental animals were divided into 4 groups. Each group had 5 male rats and 5 female rats. High-calorie diet was achieved due to the fact that food was added sodium glutamate at a dose of 0.07g/kg of body weight of the rat, and in water – 20% solution of fructose. Control was provided by 16 white rats, who instead of a high-calorie diet received a standard diet of vivarium. By means of biochemical blood tests, we determined levels of total cholesterol, high density lipoprotein and low density lipoprotein.

*Results and discussion.* After 5-6 weeks of experiment, we observed the expansion of venous sinuses of red pulp, arteries with thickened wall, and full blood counting both in male and female rats. Veins were deformed, expanded, full-blooded. There were numerous macrophages in the cytoplasm of which there were remnants of hemosiderin. After six weeks of the experiment, numerous lymphoid nodes contained a light, elongated form of the germinal center, thickened and swollen trabecules. After seven weeks of the experiment, blood capillaries were swollen, the nuclear part of the endothelial cells occupied part of the lumen, vascular edema. After eight weeks, we observed an immuno-inducing effect with enhanced proliferation of activated lymphocytes and their further differentiation into plasma cells. Arteries were with thickened walls, full-blooded, veins were deformed, expanded and full-blooded. The proportion of reticular connective tissue in the spleen strains was increasing.

*Conclusions.* As a result of a conducted study in male rats and female rats, we found out that the level of total cholesterol, HDL and LDL in the biochemical analysis of blood increased. The number of macrophages, monocytes and plasma cells in the spleen parenchyma also increased, which was a sign of constant immune activity. Arteries were with thickened walls, full-blooded, veins were dilated and full-blooded. The sinuses of the red pulp were enlarged, there was hemosiderin in the lumen of the venous sinuses. Macrophages were filled with drops of hemosiderin.

**Keywords:** obesity, experiment, spleen, lymphocytes, white pulp, red pulp.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 02.06.2019 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування