

DOI: 10.26693/jmbs08.01.022

УДК 616.381-002:599.323.4:612.08

Максименко О. С., Гринь В. Г.

ВЕЛИКИЙ ЧЕПЕЦЬ БІЛИХ ЩУРІВ: СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЙОГО РОЛЬ ПРИ ПЕРИТОНІТІ

Полтавський державний медичний університет,
Полтава, Україна

Мета. Вивчення особливостей будови великого чепця білих щурів та його ролі при перитоніті шляхом бібліографічного аналізу літератури.

Матеріали та методи. Цей бібліографічний аналіз базується на опублікованих статтях, книгах, навчальних посібниках, монографіях, авторефератах дисертацій.

Результати. Великий чепець натеper визнаний важливим органом у боротьбі з інтраабдомінальними інфекціями, тому його часто називають «поліцейським очеревинної порожнини». Великому чепцю належить найважливіша роль у здійсненні імунного нагляду за антигенним станом перитонеальної рідини та швидкого реагування на те чи інше ушкодження шлунково-кишкового тракту, яке нерідко ускладнюється запаленням очеревини – перитонітом.

Великий чепець щура та людини представлений двома окремими ділянками: напівпрозорими мембранними ділянками та ділянками, багатими на жирову тканину. За даними літератури, великий чепець білих щурів є, за головними морфологічними характеристиками (у мініатюрі), гомологічним людському. Основною функцією великого чепця, за думкою багатьох авторів, є імунна. Імунні структури великого чепця білих щурів представлені лімфоїдними вузликами, які в літературі відомі під назвою молочні плями, більша частина яких розташована поблизу артерії та вен. При патологічних станах великий чепець набуває абсолютно особливих властивостей, таких як: пластичність, здатність до зрощення з травмованою і запаленою поверхнею, здатність до гемостазу, здатність до проростання і реваскуляризації, здатність абсорбувати рідини і мікрочастки з очеревинної порожнини, здатність до фагоцитозу та імунологічного реагування.

Висновок. Великий чепець займає центральне місце в перитонеальних захисних механізмах, завдяки вродженій імунній функції, високій абсорбційній здатності та можливостям прикріплюватися до сусідніх структур, щоб закрити дефекти органів черевної порожнини й сприяти їхньому загоєнню, завдяки своїй вираженій ангіогенній активності.

Ключові слова: великий чепець, молочні плями, перитоніт, білі щури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є фрагментом НДР кафедри анатомії людини: «Морфо-функціональне вивчення внутрішніх органів людини та лабораторних тварин в різних аспектах експериментальної медицини», № державної реєстрації 0121U108258.

Актуальність. Великий чепець натеper визнаний важливим органом у боротьбі з інтраабдомінальними інфекціями, тому його часто називають «поліцейським очеревинної порожнини» [1]. Раніше його вважали інертною жировою тканиною, призначеною лише для ізоляції черевної порожнини, натеper він визнаний активним імунологічним органом зі складною структурою, унікально придатною для захисту від патогенів і травм [2-7]. Незважаючи на ці важливі особливості, участь великого чепця в імунологічних механізмах, залишається не до кінця зрозумілою.

Тому, базуючись на даних літератури про те, що у всіх ссавців, включаючи і людину, великий чепець є унікальним утвором, було поставлено першочергове завдання всебічно вивчити його будову. Це пояснюється тим, що, згідно з даними літератури, великому чепцю належить найважливіша роль у здійсненні імунного нагляду за антигенним станом перитонеальної рідини та швидкого реагування на те чи інше ушкодження шлунково-кишкового тракту, яке нерідко ускладнюється запаленням очеревини (перитонітом) [2, 5, 8-9]. Не зважаючи на прогрес та успіхи хірургії, перитоніт продовжує залишатися найчастішим і найнебезпечнішим ускладненням гострих хірургічних захворювань органів черевної порожнини і займає перше місце серед причин смертності від них [10-11].

Проблема експериментального моделювання – відтворення на лабораторних тваринах захворювань, що відповідають хворобам людини, давно привертає увагу дослідників. Лабораторні тварини є об'єктами для багатьох сучасних експериментальних та біомедичних досліджень, включаючи метаболічний та імунологічний напрямки, вивчення пухлин різного генезу, анатомічні, фізіологічні та біохімічні дослідження. Великий чепець

лабораторних тварин вивчався багатьма авторами [12-14], але деякі деталі залишаються не розкритими. Часто лабораторні ссавці також використовуються як тваринні моделі для ветеринарних дослідів і моделювання патологічних станів людини, адже знання анатомічних варіацій важливе для експериментального дослідження та хірургічної практики.

Правомірність експериментального моделювання того чи іншого патологічного процесу в лабораторних умовах досягається, як відомо, шляхом попереднього встановлення достатнього ступеня гомологічності між відповідними функціональними системами людини та дослідної тварини. Отже, завдання зводиться насамперед до вибору найбільш відповідного виду лабораторних тварин, причому вирішальним чинником є мінімальність витрат при утриманні даних тварин і проведенні над ними експериментальних досліджень. Згідно з даними літератури, з метою експериментального моделювання перитонітів найбільш прийнятними є білі щури, оскільки вони у порівнянні з людиною мають подібну анатомічну будову внутрішніх органів [14-20].

Метою роботи було вивчення особливостей будови великого чепця білих щурів та його ролі при перитоніті шляхом бібліографічного аналізу літератури.

Матеріал та методи дослідження. Цей бібліографічний аналіз базується на опублікованих статтях, книгах, навчальних посібниках, монографіях, авторефератах дисертацій. Для цілей даного систематичного огляду пошук літератури (що стосується вивчення морфологічної будови великого чепця білих щурів та його роль при перитоніті) здійснювався у всесвітній мережі «Інтернет», вітчизняних джерелах літератури, науковій та електронній бібліотеці Полтавського державного медичного університету за такими ключовими словами: «морфологія», «порівняльна анатомія», «великий чепець», «greater omentum of the rats», «імунна система», «білі щури», «лабораторні тварини», «анатомія щурів», «перитоніт». Пошуковий період проведений в межах із 2011 по 2022 роки, але до огляду включені деякі дані за більш довготривалі роки, оскільки ці літературні джерела мають вагомому наукову цінність.

Автори використовували такі критерії включення та виключення:

- критерії включення: оригінальні статті, опубліковані в журналах та матеріалах конференцій, книги, навчальні посібники, монографії, автореферати дисертацій, рецензовані, мова публікації: українська, російська, англійська;
- критерії виключення: огляди, тематичні дослідження, редакційні статті, листи тощо, які не рецензовані на перегляд, мова публікації: інші.

Великий чепець білих щурів

Протягом тривалого часу вивчення великого чепця, його функцій та унікальних властивостей, в літературі сформувалася вкрай суперечлива думка: з одного боку, існує значна кількість публікацій про великий чепець, а з іншого – відсутність у нього статусу органу, як такого, не дивлячись на широке клінічне використання в ангіо- та нейрохірургії, гінекології, онкології та в якості «дистантного ауторансплантата» завдяки його унікальним пластичним властивостям.

Зрозуміло, вивчення цих проблем клінічної медицини можливе лише у процесі експериментальних досліджень на лабораторних тваринах. Проводилися певні дослідження із залученням ряду лабораторних тварин, а саме білих щурів, кроликів, котів та собак. На підставі попереднього досвіду, вважаємо, що в цьому відношенні найдоцільнішими є білі щури [21-22].

За даними літератури, великий чепець білих щурів є, за головними морфологічними характеристиками (у мініатюрі), гомологічним людському. Він утворюється в результаті послідовного переходу дуплікатури очеревини, спочатку, з нижньої поверхні печінки (від ділянки воріт) на малу кривизну шлунку та дванадцятипалу кишку, формуючи малий чепець. Далі розщеплюється на два листки (що охоплюють з обох боків шлунок), які по його великій кривизні з'єднуються, будучи початком утворення великого чепця [23]. Отже, у білих щурів він утворюється внаслідок вільного відростання дуплікатури очеревини, що опускається з великої кривизни шлунку на певну глибину очеревинної порожнини. Крім того, великий чепець, як подвоєне утворення серозної оболонки (очеревини), що починається своєю основною частиною від великої кривизни шлунку, має додаткові утвори у вигляді зв'язок з підшлунковою залозою та селезінкою [24]. Необхідно зазначити, що таке загальне уявлення про великий чепець білих щурів потребує уточнення.

Великий чепець лабораторних мишей за своєю загальною будовою схожий на великий чепець плода людини (**рис. 1**). Великий чепець, як у лабораторних мишей, щурів, так і у людини, розвивається за рахунок розростання брижі шлунку (дорсального мезогастрія) і має форму тонкостінного мішка (чепцевий мішок або чепцева сумка). Ця подібність стає менш очевидною, коли чепець людини в процесі розвитку частково зростається з брижею ободової, дванадцятипалої кишки та з дорсальною стінкою черевної порожнини (**рис. 1**).

Отже, великі частини чепцевої сумки з віком стають менш вираженими [14, 24]. У дорослих людей розвивається мішкоподібна мембрана, підвішена між великою кривизною шлунку та

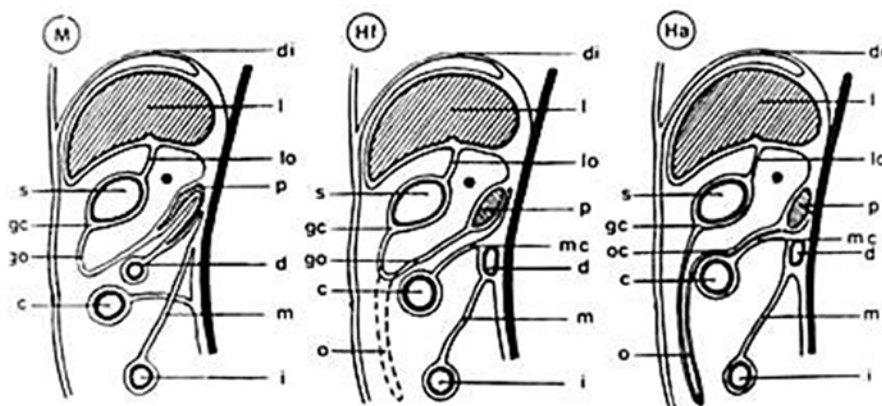


Рис. 1 – Схема великого чепця миші (М), описана відповідно правилам, запропонованим Гертвігом (1907) для плода людини (Hf) і дорослої людини (Ha), процитовані Оппелем (1914) [24]

Примітки: di – діафрагма; l – печінка; lo – малий чепець; s – шлунок; gc – велика кривизна шлунка; go – великий чепець; mc – брижа товстої кишки; oc – частина великого чепця, яка зрослася з брижою товстої кишки у дорослих людей; p – підшлункова залоза; d – дванадцятипала кишка; c – товста кишка; m – брижа тонкої кишки; i – клубова кишка.

поперечною ободовою кишкою. Коли такий чепцевий мішок закритий, його зазвичай порівнюють із жировим фартухом, що покриває тонку і товсту кишку. Ця частина чепцевої сумки називається «великим чепцем». Великий чепець рясно васкуляризований шлунково-чепцевими кровеносними судинами, і вздовж цих судин розвивається різна кількість жирової тканини. [14, 24].

Але найважливішим для будови великого чепця є той комплекс тканинних структур, який розташований між двома серозними оболонками. Натепер уся інформація, що міститься в численній літературі з цього питання, зводиться в основному до опису даних структур, до яких відносяться кровеносні і лімфатичні судини, нервові волокна, прошарки жирової тканини, і асоційовані з нею молочні плями [14, 25-26].

Великий чепець щура та людини представлений двома окремими ділянками: напівпрозорими мембранними ділянками та ділянками, багатими на жирову тканину [27]. Ці тканинні структури мають міжвидові відмінності. Напівпрозора ділянка складається з двох протилежних шарів мезотеліальних клітин, які не розташовані на базальній мембрані та містять дифузні колагенові волокна і випадкові фібробластоподібні клітини. Найдивовижнішою особливістю є наявність чисельних випадково розташованих проміжків (вікон, фенестр), які створюють вигляд сітки. Перші фенестрації овальної або округлої форми з'являються у дуплікатах щурів 20-30 денного віку. У дорослих щурів великий чепець залишається пластинчастим утвором, має численні фенестрації різних розмірів: від 20,5 до 160,7 мкм. В одних випадках фенестри обмежують з усіх боків ділянку пластинчастого великого

чепця з розташованими на них лімфоїдними вузликами, в інших – самі фенестри обмежені від пластинчастих ділянок різними компонентами мікроциркуляторного русла. До 5-6 дня постнатального онтогенезу мікросудинне русло великого чепця білих щурів повністю сформоване. Модульний принцип організації мікроциркуляторного русла характерний і для великого чепця дорослих щурів, у вільних дуплікатах якого артеріоли та вени проходять ізольовано на відстані від 200 до 1200 мкм, анастомозуючи між собою. У великому чепці білих щурів судинні та позбавлені судин

ділянки розподілені нерівномірно [7, 28].

Навпаки, багата на жирову тканину ділянка переважно складається з адипоцитів, вбудованих у добре васкуляризовану сполучну тканину. Вона покрита шаром мезотеліальних клітин, розташованих на базальній мембрані, який переривається молочними плямами. Мезотеліальні клітини в обох ділянках мають типові характеристики, включаючи мікроворсинки, мітохондрії та численні везикули, що нагадують піноцитотичні транспортні везикули, що є загальною ознакою ендотеліальних та гладком'язових клітин [8]. Як і у людини великий чепець щурів має лімфатичні судини, однак вони нечисельні та проходять ізольовано від судинних магістралей.

Основною функцією великого чепця, за думкою багатьох авторів, є імунна [4-5, 29]. Імунні структури великого чепця білих щурів представлені лімфоїдними вузликами, які в літературі відомі під назвою молочні плями, більша частина яких розташована поблизу артерій та вен [5, 8, 30-31]. Судинні конструкції лімфоїдних вузликів складаються з артеріоли, вени та капілярного клубочка. Топографія артеріол і венул лімфоїдних вузликів різноманітна. Найчастіше артеріоли підходять до вузликів, а вени виходять із них з різних полюсів. Основу лімфоїдних вузликів становить ретикулярна тканина. У ній розташовані макрофаги, гістіоцити, малі та середні лімфоцити. По периферії вузликів постійно трапляються адипоцити. Плазмоцити виявляються лише у дорослих щурів віком 12 місяців. Капсул лімфоїдні вузлики не мають [32].

Але все ж таки функціональне значення великого чепця і натепер залишається предметом

сперечань багатьох вчених [2, 6]. Дослідження останніх років показує, що при патологічних станах великий чепець набуває абсолютно особливих властивостей, таких як: пластичність, здатність до зрощення з травмованою і запальною поверхнею, здатність до гемостазу, здатність до проростання і реваскуляризації, здатність абсорбувати рідини і мікрочастки з очеревинної порожнини, здатність до фагоцитозу та імунологічного реагування [24]. Запальні процеси великого чепця часто виникають внаслідок запалення очеревини (перитоніту), на якому зупинимося більш детально.

Роль великого чепця при перитоніті

Проблема перитоніту на сьогодні вивчена досить широко [11, 33-35]. Перитоніт є ускладненням, а точніше – неминучим наслідком або етапом розвитку різних гострих хірургічних захворювань і травм органів черевної порожнини. Перитоніт – це запальне ураження очеревини, що має фазний перебіг, охоплює окремі ділянки або всю поверхню очеревини, супроводжується парезом кишечника, ендогенною інтоксикацією та порушеннями гемостазу, на фоні яких виникають порушення системного та регіонального кровопостачання, легеневого газообміну, функціонального стану печінки і нирок з виникненням провідних синдромів: системної запальної реакції, ендотеліальної дисфункції, ентеральної недостатності та інтраабдомінальної гіпертензії [34-36].

Неможливість макроорганізму локалізувати інфекційний процес в одному з відділів черевної порожнини, масивний викид медіаторів запалення і проникнення їх поряд з ендотоксинами в кров, запуск цитокінового каскаду в системному кровотоці й ураження ендотелію, формування синдрому системної запальної реакції та абдомінального сепсису, розвиток ентеральної недостатності та внутрішньочеревної гіпертензії є важливими ланками в патогенезі розповсюдженого перитоніту [35].

Однією з основних умов моделювання експериментального перитоніту вважаються відтворюваність і однотипність розвитку захворювання, що, безсумнівно, впливає на результати проведеного експериментального дослідження. Експериментальні дослідження, присвячені вивченню механізмів патогенезу гострого перитоніту, розробці та випробуванню нових методів медикаментозного та хірургічного лікування даної патології в сучасних умовах набувають все більшої актуальності. Для отримання достовірних результатів важливе значення має відтворюваність моделі перитоніту.

Натепер запропоновано безліч способів моделювання перитоніту, які відповідно до особливостей відтворення гнійно-запального процесу в черевній порожнині можна розділити на кілька груп: перша група – введення в черевну порожнину

чужорідних тіл або хімічних речовин; друга група – бактеріальне забруднення черевної порожнини різними культурами патогенних мікроорганізмів або каловою суспензією через прокол або розріз черевної стінки, шляхом перфорації будь-якого відділу шлунково-кишкового тракту; третя група – комбіновані методи моделювання гострого експериментального перитоніту, що включають елементи вищезазначених методик у різних поєднаннях [37-41].

Великий чепець виконує низку функцій під час епізодів перитоніту. Першою з них є швидке всмоктування та видалення бактерій і сторонніх тіл із порожнини очеревини. Великий чепець – єдине місце, крім стомат діафрагми, здатне абсорбувати чужорідні частки з очеревинної порожнини, що документально підтверджено [26, 42]. Але на відміну від стомат, великий чепець містить потужні локальні ефекторні механізми, які опосередковані особливо макрофагами (і, ймовірно, В-лімфоцитами), що містяться в молочних плямах. Ці макрофаги, мабуть, є основним місцем фагоцитозу часточок та бактерій із очеревинної порожнини [43-44].

Другою функцією великого чепця є транспорт лейкоцитів в очеревинну порожнину. У експериментальних тварин з перитонітом великий чепець, вірогідно, є основним місцем, через яке спочатку макрофаги, а потім нейтрофіли мігрують в очеревинну порожнину [2, 26]. Макрофаги походять з молочних плям, які забезпечують правильне мікросередовище та фактори росту для проліферації та дозрівання макрофагів. Структура молочних плям та пов'язаних з ними капілярних структур сприяє цьому процесу. Оскільки мезотелій відсутній над молочними плямами, а базальна мембрана уривчаста, резидентні макрофаги піддаються швидкому впливу внутрішньочеревних стимуляторів, що сприяє їх активації [8, 45-46]. Великий чепець також забезпечує міграцію нейтрофілів із кровотоку. Через особливості будови молочних плям відбувається пряма дія на посткапілярні венули запальних стимулів із очеревинної порожнини. Потім нейтрофіли рекрутуються з кровообігу і екстравазують через посткапілярні венули в пучках клубочків у молочні плями, а далі через мезотеліальні стомати в очеревинну порожнину. В одному з експериментальних досліджень на мишах з перитонітом посткапілярні венули в молочних плямах великого чепця були єдиними виявленими ділянками очеревинної порожнини, де відбувалася екстравазація плазми, а чепцеві плями були основним шляхом, яким лейкоцити мігрували в очеревинну порожнину [47-49]. З іншого боку, чепець був єдиним органом черевної порожнини, у якому спостерігалася збільшення кровотоку при перитоніті [50].

Третя функція великого чепця полягає в адгезії та ізоляції ділянок ушкодження шляхом швидко утворення фібринового шару. Протягом кількох днів фібрин починає формуватися з розвитком нових кровоносних судин та фібробластів. У довготривалій перспективі, якщо господар виживе, ушкоджена ділянка буде оточена щільним колагеновим шаром, що призведе до утворення злуково-го процесу [3, 51].

Одним із основних факторів, який визначає перебіг післяопераційного періоду при гострій хірургічній патології органів черевної порожнини, є участь великого чепця у формуванні інтраперитонеального запального вогнища. Великий чепець відмежовує інтраперитонеальне вогнище запалення, формуючи інфільтративно-злукові процеси, що може перешкоджати швидкому поширенню інфекції до інших відділів черевної порожнини [6]. Великий чепець є бар'єром для бактеріальної інвазії і, внаслідок цього, може перетворювати джерело можливого розвитку перитоніту в локальний абсцес [4, 41]. Було виявлено, що структури великого чепця здатні інкапсулювати сторонні тіла [24].

Заключення. Згідно даним літератури, великий чепець білих щурів є мініатюрною подібністю великого чепця людини. Однак, на відміну від останнього, він складається тільки з однієї дуплікатури вісцеральної очеревини, між листками якої містяться кровоносні судини з відкладеннями жирової тканини та молочні плями. Таким чином, великий чепець білих щурів є цілком прийнятним об'єктом експериментальних досліджень з наступною правомірною екстраполяцією їх результатів на людину.

В даний час у літературі накопичені переконливі дані, згідно з якими великий чепець людини та білих щурів є поліфункціональним органом,

який загалом виправдовує, дану йому образну назву «поліцейського очеревинної порожнини». Насамперед, до фізіологічних властивостей великого чепця відноситься його здатність до зміни своєї форми та переміщення в межах очеревинної порожнини, що деякими авторами називається міграцією. При цьому вважається, що його пластичність залежить від сторонніх чинників, таких як зміна положення тіла і перистальтичні рухи шлунково-кишкового тракту. Звісно, будучи пластичним утвором, який знаходиться у тісному просторі очеревинної порожнини, великий чепець не може не піддаватися механічному впливу з боку навколишніх органів. Але цим не можна пояснити властиву йому здатність цілеспрямовано реагувати на ушкодження того чи іншого органу черевної порожнини.

З решти фізіологічних властивостей великого чепця цікавою є його здатність притягувати до себе різні сторонні тіла, що опинилися в очеревинній порожнині внаслідок проведення експериментальних досліджень чи оперативних втручань, і адсорбувати їх на своїй зовнішній поверхні завдяки адгезивним властивостям мезотелію. З викладеного матеріалу зрозуміло, що великий чепець займає центральне місце в перитонеальних захисних механізмах. Це досягається завдяки його вродженій імунній функції, високій абсорбційній здатності та його можливостям прикріплюватися до сусідніх структур, щоб закривати дефекти органів черевної порожнини й сприяти їхньому загоєнню, завдяки своїй вираженій ангіогенній активності.

Перспективи подальших досліджень. Продовжити досліджувати структурно-функціональні особливості великого чепця білих щурів в нормі та при експериментальному моделюванні перитоніту.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References

1. Westenfelder C. Does the greater omentum ("policeman of the abdomen") possess therapeutic utility in CKD? *J Am Soc Nephrol.* 2014;25(6):1133-5. PMID: 24627351. PMCID: PMC4033388. doi: 10.1681/asn.2014010127
2. Meza-Perez S, Randall TD. Immunological Functions of the Omentum. *Trends Immunol.* 2017;38(7):526-36 PMID: 28579319. PMCID: PMC5812451. doi: 10.1016/j.it.2017.03.002
3. Iizuka T, Ono M, Yamazaki R, Kagami K, Mitani Y, Sakai S, et al. Wavy Floating Greater Omentum Findings Are Useful for Differentiating the Etiology of Fetal Ascites. *Diagnostics.* 2021;11(2):326. PMID: 33671226 PMCID: PMC7922392. doi: 10.3390/diagnostics11020326
4. Di Nicola V. Omentum a powerful biological source in regenerative surgery. *Regen Ther.* 2019;11:182-91. PMID: 31453273. PMCID: PMC6700267. doi: 10.1016/j.reth.2019.07.008
5. Liu J, Geng X, Li Y. Milky spots: omental functional units and hotbeds for peritoneal cancer metastasis. *Tumor Biol.* 2016;37(5):5715-26. PMID: 26831659. PMCID: PMC4875158. doi: 10.1007/s13277-016-4887-3
6. Wang AW, Prieto JM, Cauvi DM, Bickler SW, De Maio A. The Greater Omentum-A Vibrant and Enigmatic Immunologic Organ Involved in Injury and Infection Resolution. *Shock.* 2020;53(4):384-90. PMID: 31389904. PMCID: PMC7000303. doi: 10.1097/SHK.0000000000001428
7. Ignjatović M. [Morphology and vascularization of the greater omentum]. *Vojnosanit pregl.* 1997;54(4):311-20. [Serbian]. PMID: 9441499

8. Cleypool CGJ, Schurink B, van der Horst DEM, Bleys R. Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. *J Aaf*. 2020;236(1):156-64. PMID: 31498441. PMCID: PMC6904595. doi: 10.1111/joa.13077
9. Luo X, Li L, Ou S, Zeng Z, Chen Z. Risk Factors for Mortality in Abdominal Infection Patients in ICU: A Retrospective Study From 2011 to 2018. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Feb 25;9:839284. PMID: 35280866. PMCID: PMC8916228. doi: 10.3389/fmed.2022.839284
10. Ouf T, Jumuah WA, Mahmoud MA, Abdelbaset RI. Mortality rate in patients with Secondary Peritonitis in Ain Shams University Hospitals as regard Mannheim Peritonitis Index (MPI) score. *QJM: An Int J Med*. 2020;113(1):i111. doi: 10.1093/qjmed/hcaa050.073
11. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016;315(8):801-10. PMID: 26903338. PMCID: PMC4968574. doi: 10.1001/jama.2016.0287
12. Bilgiç T, İnce Ü, Narter F. Autologous omentum transposition for regeneration of a renal injury model in rats. *Mil Med Res*. 2022;9(1):1. PMID: 34983664 PMCID: PMC8725455. doi: 10.1186/s40779-021-00361-0
13. Silva PC, Jamel N, Refinetti RA, Manso EF, Schanaider A. [Development of blood vessels of the greater omentum in the hepatic lobe after vascular ligation. An experimental model in the rats]. *Acta Cirurgica Brasil*. 2006;21(6):416-21. PMID: 17160255. doi: 10.1590/S0102-86502006000600011
14. Wilkosz S, Ireland G, Khwaja N, Walker M, Butt R, de Giorgio-Miller A, et al. A comparative study of the structure of human and murine greater omentum. *Anat Embryol*. 2005;209(3):251-61. PMID: 15662530. doi: 10.1007/s00429-004-0446-6
15. Hryn VH, Kostylenko YP, Bilash VP, Tarasenko YA. Features of angioarchitecture of the albino rats stomach and small intestine. *Wiad Lek*. 2019;72(3):311-7. doi: 10.36740/WLek201903101
16. Hryn VH, Kostylenko YP, Bilash VP, Ryabushko OB. Microscopic structure of albino rats' small intestine. *Wiad Lek*. 2019;72(5 cz 1):733-8. PMID: 31175762. doi: 10.36740/WLek201905101
17. Hryn V, Kostylenko Y, Yachmin A. Features of white rats stomach anatomical structure. *World Med Biol*. 2019;15(67):133-7. doi: 10.26724/2079-8334-2019-1-67-133
18. Hryn V. [Features of the histological structure of the albino rat cecum]. *Zh Med*. 2019;17(3):296-302. doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-3-296-302
19. Hryn V. Macro-microscopic features of the relief of the mucous membrane of the gastrointestinal tract of white rats. *World Med Biol*. 2019;15(70):188-93. doi: 10.26724/2079-8334-2019-4-70-188-193
20. Hryn V. Zahal'na anatomichna kharakterystyka tonkoyi kyshky bilykh shchuriv [General anatomical characteristics of small intestine in white rats]. *APMM*. 2018;18(4):88-93. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.18.4.88
21. Hryn VH, Kostylenko YP, Yushchenko YP, Ryabushko MM, Lavrenko DO. Comparative histological structure of the gastrointestinal mucosa in human and white rat: a bibliographic analysis. *Wiad Lek*. 2018;71(7):1398-403.
22. Hryn VH, Kostylenko YP, Yushchenko YP, Lavrenko AV, Ryabushko OB. General comparative anatomy of human and white rat digestive systems: a bibliographic analysis. *Wiad Lek*. 2018;71(8):1599-602.
23. Suzuki D, Kim JH, Shibata S, Murakami G, Rodríguez-Vázquez JF. Topographical anatomy of the greater omentum and transverse mesocolon: a study using human fetuses. *Anat Cell Biol*. 2019;52(4):443-54. PMID: 31949984 PMCID: PMC6952700. doi: 10.5115/acb.19.112
24. Liebermann-Meffert D. The greater omentum. Anatomy, embryology, and surgical applications. *Surg Clinics North Am*. 2000;80(1):275-93. PMID: 10685153. doi: 10.1016/S0039-6109(05)70406-0
25. Liu JY, Yuan JP, Geng XF, Qu AP, Li Y. Morphological study and comprehensive cellular constituents of milky spots in the human omentum. *Int J Clin Exp Pathol*. 2015;8(10):12877-84.
26. Rangel-Moreno J, Moyron-Quiroz JE, Carragher DM, Kusser K, Hartson L, Moquin A, et al. Omental milky spots develop in the absence of lymphoid tissue-inducer cells and support B and T cell responses to peritoneal antigens. *Immunity*. 2009;30(5):731-43. PMID: 19427241. PMCID: PMC2754314. doi: 10.1016/j.immuni.2009.03.014
27. Maksymenko O, Hryn V, Kostylenko Y. Zahal'nyy plan budovy ta pryntsyipy morfometrychnoho analizu velykoho cheptsya bilykh shchuriv [General plan of the structure and principles of morphometric analysis of the greater omentum of white rats]. *APMM*. 2022;22(1):105-10. [Ukrainian]. doi: 10.31718/2077-1096.22.1.105
28. Vdoviaková K, Petrovová E, Maloveská M, Krešáková L, Teleky J, Elias MZ, et al. Surgical Anatomy of the Gastrointestinal Tract and Its Vasculature in the Laboratory Rat. *Gastroenterol Res Pract*. 2016;2016:2632368. PMID: 26819602. PMCID: PMC4706906. doi: 10.1155/2016/2632368
29. Liu M, Silva-Sanchez A, Randall TD, Meza-Perez S. Specialized immune responses in the peritoneal cavity and omentum. *J Leukocyte Biol*. 2021;109(4):717-29. PMID: 32881077. PMCID: PMC7921210. doi: 10.1002/JLB.5MIR0720-271RR
30. Schurink B, Cleypool CGJ, Bleys RLAW. A rapid and simple method for visualizing milky spots in large fixed tissue samples of the human greater omentum. *Biotechn Histochem*. 2019;94(6):429-34. PMID: 30896309. doi: 10.1080/10520295.2019.1583375

31. Maksymenko O. Strukturna orhanizatsiya sudynnozhyrovkyh arkad velykoho cheptsya bilykh shchuriv [Structural organization of the vascular-fatty arcades of the greater omentum of white rats]. *Morphologia*. 2022;16(3):61-8. [Ukrainian]. doi: 10.26641/1997-9665.2022.3.61-68
32. Pinho Mde F, Hurtado SP, El-Cheikh MC, Rossi MI, Dutra HS, Borojevic R. Myelopoiesis in the omentum of normal mice and during abdominal inflammatory processes. *Cell Tiss Res*. 2002;308(1):87-96. PMID: 12012208. doi: 10.1007/s00441-002-0550-y
33. Hryn VH, Drabovskiy VS, Sytnik DA, Ryabuschko RM, Riabuschko MM, Bilash SM, et al. Peculiarities Of Morphoetiopathogenesis Of Acute Appendicitis And Consequences After Appendectomy. *Wiad Lek*. 2022;75(6):1492-9. PMID: 35907222. doi: 10.36740/WLek202206112
34. Clements TW, Tolonen M, Ball CG, Kirkpatrick AW. Secondary Peritonitis and Intra-Abdominal Sepsis: An Increasingly Global Disease in Search of Better Systemic Therapies. *Scand J Surg*. 2021;110(2):139-49. PMID: 33406974. doi: 10.1177/1457496920984078
35. Droniak MM. Changes of non-specific resistance in patients with postoperative peritonitis with abdominal sepsis. *J Educ Health Sport*. 2021;11(3):231-8. doi: 10.12775/JEHS.2021.11.03.022
36. Svintsitskaya N, Hryn V, Katsenko A. *Anatomy of the Urinary and Reproductive Systems. Structural Features in Childhood. Abnormalities*. Vinnytsa: Nova Knyha; 2021.
37. Fang H, Gong C, Fu J, Liu X, Bi H, Cheng Y, et al. Evaluation of 2 Rat Models for Sepsis Developed by Improved Cecal Ligation/Puncture or Feces Intraperitoneal-Injection. *Med Sci Monitor*. 2020;26:e919054. doi: 10.12659/MSM.919054
38. Lee MJ, Kim K, Jo YH, Lee JH, Hwang JE. Dose-dependent mortality and organ injury in a cecal slurry peritonitis model. *J Surg Res*. 2016;206(2):427-34. PMID: 27884339. doi: 10.1016/j.jss.2016.08.054
39. Liu X, Wang N, Wei G, Fan S, Lu Y, Zhu Y, et al. Consistency and pathophysiological characterization of a rat polymicrobial sepsis model via the improved cecal ligation and puncture surgery. *Int Immunopharmacol*. 2016;32:66-75. PMID: 26802602. doi: 10.1016/j.intimp.2015.12.041
40. Utiger JM, Glas M, Levis A, Prazak J, Haenggi M. Description of a rat model of polymicrobial abdominal sepsis mimicking human colon perforation. *BMC Res Notes*. 2021;14(1):14. PMID: 33413600. PMCID: PMC7790355. doi: 10.1186/s13104-020-05438-y
41. Liu Y, Hu J-n, Luo N, Zhao J, Liu S-c, Ma T, et al. The Essential Involvement of the Omentum in the Peritoneal Defensive Mechanisms During Intra-Abdominal Sepsis. *Front Immunol*. 2021 Mar 18;12:631609. PMID: 33815381. PMCID: PMC8012523. doi: 10.3389/fimmu.2021.631609
42. Wang ZB, Li M, Li JC. Recent advances in the research of lymphatic stomata. *Anatom Record (Hoboken, NJ : 2007)*. 2010;293(5):754-61. PMID: 20186966. doi: 10.1002/ar.21101
43. Fedorko ME, Hirsch JG. Studies on transport of macromolecules and small particles across mesothelial cells of the mouse omentum. Morphologic aspects. *Exp Cell Res*. 1971;69(1):113-27. PMID: 4330918. doi: 10.1016/0014-4827(71)90317-X
44. Kawanishi K. Diverse properties of the mesothelial cells in health and disease. *Pleura Peritoneum*. 2016;1(2):79-89. PMID: 30911611. PMCID: PMC6386382. doi: 10.1515/pp-2016-0009
45. Sacchi G, Di Paolo N, Venezia F, Rossi A, Nicolai GA, Garosi G. Possible role of milky spots in mesothelial transplantation. *Int J Artif Organs*. 2007;30(6):520-6. PMID: 17628853. doi: 10.1177/039139880703000610
46. Wijffels JF, Hendrickx RJ, Steenberg JJ, Eestermans IL, Beelen RH. Milky spots in the mouse omentum may play an important role in the origin of peritoneal macrophages. *Res Immunol*. 1992;143(4):401-9 PMID: 1518954. doi: 10.1016/S0923-2494(05)80072-0
47. Ren Y, Hua L, Meng X, Xiao Y, Hao X, Guo S, et al. Correlation of Surface Toll-Like Receptor 9 Expression with IL-17 Production in Neutrophils during Septic Peritonitis in Mice Induced by E. coli. *Mediators Inflamm*. 2016;2016:3296307. PMID: 27057095. PMCID: PMC4785266. doi: 10.1155/2016/3296307
48. Frydrych LM, Bian G, Fattahi F, Morris SB, O'Rourke RW, Lumeng CN, et al. GM-CSF Administration Improves Defects in Innate Immunity and Sepsis Survival in Obese Diabetic Mice. *J Immunol*. 2019;202(3):931-42. PMID: 30578307. doi: 10.4049/jimmunol.1800713
49. Li Y, Karlin A, Loike JD, Silverstein SC. A critical concentration of neutrophils is required for effective bacterial killing in suspension. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002;99(12):8289-94. PMID: 12060772. PMCID: PMC123060. doi: 10.1073/pnas.122244799
50. Doherty NS, Griffiths RJ, Hakkinen JP, Scampoli DN, Milici AJ. Post-capillary venules in the "milky spots" of the greater omentum are the major site of plasma protein and leukocyte extravasation in rodent models of peritonitis. *Inflamm Res*. 1995;44(4):169-77. PMID: 7545527. doi: 10.1007/BF01782815
51. Platell C, Cooper D, Papadimitriou JM, Hall JC. The omentum. *World J Gastroenterol*. 2000;6(2):169-76. doi: 10.3748/wjg.v6.i2.169

UDC 616.381-002:599.323.4:612.08

The Greater Omentum of White Rats: Structural and Functional Characteristics and its Role in Peritonitis**Maksymenko O. S., Hryn V. H.**

Abstract. The greater omentum is now recognized as an important organ in the fight against intra-abdominal infections, so it is often called the “policeman of the peritoneal cavity”. The greater omentum plays the most important role in the implementation of immune supervision of the antigenic condition of the peritoneal fluid and rapid response of damage to the gastrointestinal tract, which is often complicated by inflammation of the peritoneum – peritonitis.

The purpose of the work was to study the peculiarities of the structure of the greater omentum of white rats and its role in peritonitis by means of a bibliographic analysis of the literature.

Materials and methods. This bibliographic analysis is based on published articles, books, textbooks, monographs and dissertation abstracts. For the purposes of this systematic review, a literature search was carried out in the worldwide Internet, domestic sources of literature, scientific and electronic library of Poltava State Medical University using the following key words: “morphology”, “comparative anatomy”, “greater omentum”, “greater omentum of the rats”, “immune system”, “white rats”, “laboratory animals”, “rat anatomy”, “peritonitis”.

Results and discussion. The greater omentum of white rats and humans are represented by two different structures: translucent membranous regions and regions rich in adipose tissue. According to the literature, the greater omentum of white rats is the main morphological characteristic (in miniature), homologous to the human one.

The main function of the greater omentum, according to the opinion of many authors and ours too, is immunity. Immune structures of the greater omentum of white rats are represented by lymphoid nodules, known in the literature as milky spots, most of which are located near arteries and veins. In pathological conditions, the greater omentum acquires absolutely special properties, such as plasticity, the ability to fuse with a traumatic and inflamed surface, the ability to hemostasis and phagocytosis, the ability to germinate and revascularize, to absorb fluids and microparticles from the peritoneal cavity, and the ability to the immunological response.

Conclusion. According to the literature, the greater omentum of white rats is a miniature likeness of the greater omentum of a person. However, unlike the latter, it consists of only one duplication of the visceral peritoneum, between the leaves of which there are blood vessels with deposits of adipose tissue and milk spots. Thus, the greater omentum of white rats is a perfectly acceptable object of experimental research with the subsequent legitimate extrapolation of their results to humans.

The greater omentum occupies a central place in the peritoneal defense mechanisms due to its innate immune function, high absorbing capacity, and ability to attach to neighboring structures to close defects of abdominal organs and promote their healing, due to its expressive angiogenic activity.

Keywords: greater omentum, milky spots, peritonitis, white rats.

ORCID and contributionship:Oleksandr S. Maksymenko : 0000-0003-1502-1464 ^{B-D}Volodymyr H. Hryn : 0000-0001-5894-4416 ^{A,E,F}

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,
E – Critical review, F – Final approval of the article

CORRESPONDING AUTHOR**Oleksandr S. Maksymenko**

Poltava State Medical University

Department of Human Anatomy

23, Shevchenko Str., Poltava 36011, Ukraine

phone: +380951290969, e-mail: dr.aleksmaksymenko@gmail.com

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.

Received 17.10.2022

Accepted 18.11.2022

Recommended for publication by a meeting of the editorial board after review