

УДК 57.085:[599.323.452:591.438]

<https://doi.org/10.32345/SUPPLEMENT.2.2024.112-121>

Кореляційний аналіз функціональних зв'язків між морфологічними показниками брижі тонкої кишки при спайковому процесі

Пайдаркіна Анастасія, Куц Оксана

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

Adress for correspondence:

Paidarkina Anastasia

E-mail: nastasia.p.nikolskaya97@gmail.com

Анотація: спайкова хвороба стала поширеним захворюванням, яке роками тримає тенденцію до постійного зростання, і залишається однією з найскладніших і невирішених актуальних проблем функціонального стану черевної порожнини. На сьогоднішній момент більшість змін у функціонуванні шлунково-кишкового тракту пов'язана з порушенням тканинного бар'єру при проникненні патогенних видів мікроорганізмів і всмоктування токсичних речовин, що є одним із впливів біологічного чинника на кишківник. Розуміння структури організму, його морфологічних і функціональних особливостей, можливість зрозуміти закономірності перебігу життєво важливих і патологічних процесів у різних органах, тканинах і цілому організмі. На сьогоднішній момент залишаються не до кінця дослідженими функціональні зв'язки між імунною, нервовою і ендокринною ланками в функціонуванні тканин очеревини і її компонентів при прогресуючому спайковому процесі. При цьому також важливо звернути увагу на поведінкові особливості організму. Метою нашого дослідження було дослідити кореляційні взаємозв'язки між морфологічними показниками брижі тонкої кишки при експериментальному спайковому процесі. Аналіз взаємозв'язку маси тіла, ІМТ тварин експериментальної групи із морфологічними параметрами спайкових утворень (кількістю і товщиною) показав високий рівень кореляції, і підтверджує вплив інтенсивних процесів фібриноутворення на морфометричні показники експериментальних тварин. Кореляційний аналіз між кількістю виявлених молочних плям, товщиною виявлених спайок і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺B-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі показав залежність товщини фібринових утворень і кількістю імунокомпетентних клітин, що можна охарактеризувати як місцеву імунну відповідь, яка визначає інтенсивність утворення колагену з боку серозних оболонок та впливає на ступінь спайкоутворення. Виявлені кореляційні взаємозв'язки між антигенпрезентуючими клітинами, площею колагенових волокон I-го та III-го типів і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺B-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі свідчать про морфогенетичну функцію лімфоцитів на тлі зростання білок-синтезуючої функції фібробластів, що призводить до збільшення синтезу колагену та інших компонентів сполучнотканинного матриксу. На 14-у і 21-у добу дослідження встановлено кореляційні зв'язки між кількістю антигенпрезентуючих клітин і площею колагенових волокон I-го і III-го типів на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі. Наявність зазначених кореляційних зв'язків свідчить, що морфо-функціональний стан лімфоїдної тканини SALC, асоційованої з серозними оболонками очеревини, визначається активацією тієї чи іншої ланки імунітету. Після антигенного впливу на організм відбуваються зсуви в бік активації популяції B₁-лімфоцитів брижі тонкої кишки та B₂-лімфоцитів, що змінює структуру тканинного бар'єру очеревини і впливає на загальний стан організму.

Ключові слова: брижа, лімфоцит, імунітет, очеревина, шлунково-кишковий тракт, щури.

Актуальність

Згідно зі статистикою, патології шлунково-кишкового тракту займають 3-є місце за поширеністю в Україні. До 90% міського населення страждає тим чи іншим захворюванням кишківника. Кожна четверта людина до 30 років має шлунково-кишкове захворювання (Hassanabad et al., 2021).

За останніми даними, до 70% всіх випадків тонкокишкової непрохідності викликані процесами внутрішньочеревного зрощення – спайками. З числа абдомінальних порушень внаслідок воєнних дій через післяопераційні ускладнення близько 20% пацієнтів страждають від прогресуючого спайкового процесу. Спайкова хвороба стала поширеним захворюванням, яке роками тримає тенденцію до постійного зростання, і залишається однією з найскладніших і невіршених актуальних проблем функціонального стану черевної порожнини (Tabibian et al., 2017).

Причини проблем з шлунково-кишковим трактом в основному пов'язані з сучасним ритмом життя людини. На сьогоднішній момент більшість змін у функціонуванні шлунково-кишкового тракту пов'язана з порушенням тканинного бар'єру при проникненні патогенних видів мікроорганізмів і всмоктування токсичних речовин, що є одним із впливів біологічного чинника на кишківник (Lichtenstein et al., 2018).

Порушення імунологічної толерантності до власної мікрофлори є однією із розповсюджених патологій шлунково-кишкового тракту за аутоімунним механізмом, що є наслідком вроджених факторів, вживання неякісної їжі, порушенням гігієни харчування та віковими змінами імунної системи самого організму; що також є одним із біологічних чинників порушення гістологічного бар'єру: зовнішнє середовище – кишківник – внутрішнє середовище (Марушко та ін., 2021).

Захворювання шлунково-кишкового тракту, такі як гастрити, виразкові хвороби та хвороби кишечника, можуть бути викликані різними факторами, включаючи спосіб життя, харчування, середовище та генетичні чинники (Schnüriger et al., 2011).

Неправильне харчування (швидкі закуски, фаст-фуд, солодощі, жирні та цукровмісні продукти) часто містять велику кількість штучних добавок, цукрів, трансжирів та інших шкідливих складників. Недостатня кількість фруктів та овочів у дієті може призвести до дефіциту важливих вітамінів, мінералів та антиоксидантів, що необ-

хідні для підтримки здоров'я шлунково-кишкового тракту. Порушення водного балансу може призвести до дегідратації, що може впливати на здоров'я шлунково-кишкового тракту та загальний стан організму. Нерегулярне харчування, пропускання прийомів їжі, так само, як і переїдання, може призвести до розладів у роботі шлунково-кишкового тракту (Terri et al., 2021).

Психічний стрес може мати вплив на функціонування шлунково-кишкового тракту, зокрема може посилювати симптоми хвороб, таких як виразки шлунку або проблеми з кишечником (Capella-Monsonís et al., 2019).

Вікові зміни, запальні процеси хірургічні втручання є наслідками дії різноманітних фізичних і хімічних факторів (вживання антибіотиків і хіміопрепаратів, їжі з консервантами та стабілізаторами, гіподинамія як фізичний фактор, булімія та анорексія) та інше призводять до змін в будові та функціонуванні всіх компонентів очеревини з подальшим ремоделюванням окремих гістологічних структур кишківника та очеревини (Lin et al., 2017).

Розуміння структури організму, його морфологічних і функціональних особливостей, можливість зрозуміти закономірності перебігу життєво важливих і патологічних процесів у різних органах, тканинах і цілому організмі.

На сьогоднішній момент залишаються не до кінця дослідженими функціональні зв'язки між імунною, нервовою і ендокринною ланками в функціонуванні тканин очеревини і її компонентів при прогресуючому спайковому процесі. При цьому також важливо звернути увагу на поведінкові особливості організму.

Мета

Дослідити кореляційні взаємозв'язки між морфологічними показниками брижі тонкої кишки при експериментальному спайковому процесі.

Методи дослідження

Тварини були розділені на 2 групи. Група I (n=5) є інтактною. Для імітації процесу склеювання тваринам II-ї (n=15) експериментальної групи в черевну порожнину вводили 0,5 мл 20%-ої суспензії тальку. Готували розчин тальку (Хімсейл) на воді для ін'єкцій (Волянська та Сивоконюк, 2012).

Тварини II-ї експериментальної групи були виведені з експерименту на 7-й, 14-й і 21-й дні шляхом наркозування. Розтин і відбір зразків матеріалів для подальшого дослідження проводилися під

наркозом відповідно до загальних етичних принципів тестування на тваринах, прийнятих в Конвенції Ради Європи з біоетики 1997 року, Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментів та інших наукових цілей, і на 1-му Національному конгресі України з біоетики (Bénézech et al., 2019).

Виявлення та дослідження молочних плям у структурі брижі тонкої кишки проводили із застосуванням пікринової кислоти, з подальшим вивченням їх топографії та морфологічних особливостей (Волошин та ін., 2010). В даний час існуючі методи відбору проб і отримання плівкових зразків вимагають подальшого розвитку і удосконалення.

Макроскопічним методом оцінювали ступінь утворення спайок між органами та стінками очеревини, а також їх морфологію і топографію.

Для гістологічної оцінки були зібрані фрагменти тканини брижі тонкої кишки розміром 15×15 мм для виготовлення плівкового гістологічного препарату, після чого поміщали на бічну сторону поролону, щоб запобігти скручуванню плівкового матеріалу, і фіксували 10%-им нейтральним формаліном (Пайдаркіна та Куш, 2023). Фіксація тривала 24 години, після чого плівкові зразки промивали у проточній воді протягом 2-х годин. Фарбування гематоксиліном і еозином проводили звичайним способом (2-5 хв в розчині Ерліха-гематоксилін, 1% розчин еозину з періодичною диференціюванням 1% HCl 0,5-1 хв).

Важливим питанням залишається дослідження імунологічно незрілих лімфоцитів і SBA-лімфоцитів, які можливо виявити за допомогою лектину арахісу і сої, використовуючи лектини PNA і SBA, а також антигенпрезентуючих клітин із застосуванням лектину сочевиці LCS, зі стандартного набору лектинів НВК «Лектинтест» (м. Львів) (Reisner et al., 1980). Гістохімічну реакцію вважали позитивною при наявності бензидинової мітки на поверхні цитоплазматичних мембран та цитоплазмі.

Використовуючи морфологічну вимірювальну сітку, розраховували кількість лімфоцитів для стандартної площі 1000 мкм².

Плівкові препарати досліджували за допомогою оптичного мікроскопа з мікрофотографуванням кожної групи зразків на мікроскопі MICROmed Evolution LUM LS-8530.

Площу колагенових волокон I-го і III-го типів підраховували на стандартну одиницю площі тка-

нини брижі тонкої кишки методом комп'ютерної мікроденситометрії, із використанням цифрових зображень і програмного забезпечення ImageJ.

Для перевірки наявності зв'язку між перемінними, які були отримані застосували кореляційний аналіз (коефіцієнт кореляції Пірсона).

Отримані результати кількісного показника досліджуваних клітин і площі колагенових волокон були оброблені статистичними методами відповідно до критеріїв Стьюдента з використанням Microsoft Excel.

Результати

В ході експерименту виявлено, що тварини I-ї інтактної групи зазвичай добре адаптуються до нових умов і активно досліджують територію. В тварин спостерігається нормальна інтенсивність грумінгу. Відмічається графік харчування і пиття з нормальною, характерною для здорових особин, періодичністю.

В тварин II-ї експериментальної групи вже на 7-му добу спостерігалися значні зміни в життєвому циклі. Було відзначено, що у тварин переважав малорухливий спосіб життя, вони стали сонними, млявими і в основному перебували в темних кутках.

На 14-у добу моделювання спайкового процесу у тварин II-ї групи цикл догляду за собою також змінюється, тому був відзначений неохайний зовнішній вигляд щурів. Велика частина їжі залишається невикористаною, що свідчить про зникнення апетиту і порушення процесу травлення. До вищезгаданих симптомів додається здуття живота, що пояснюється асиметрією черева. Помічено, також, у тварин зниження інтенсивності випорожнення.

На 21-у добу тварини мало рухаються, перебувають у темних кутках клітки і більшу частину доби сплять. Відмічається підвищення спраги. В тварин вміст кишківника виходить у вигляді рясного рідкого калу з неприємним гнильним запахом. У деяких тварин спостерігалася блювота з застоємним вмістом шлунка або з запахом калу.

Експериментальні спайковий процес характеризуються прогресуючим ремоделюванням тканин парієтальної і вісцеральної очеревини і утворенням структур сполучної тканини. На 7-й день фібринові структури тонкі і однорідні, у вигляді біолого нальоту на поверхні тканини. На 14-й день характеризуються як тверді, щільні і зернисті утворення в вигляді лусочок. На 21-й день після введення тальку набувають хрящеподібної структури і містять тверді конгломерати неоднорідної структури.

При моделюванні спайкового процесу важливо прослідкувати особливості морфометричних показників лабораторних тварин, що брали участь в експерименті. На основі досліджених показників росту та ваги, був обчислений індекс маси тіла (ІМТ) тварин експериментальної групи.

Спираючись на отримані статистичні дані, був прослідкований взаємозв'язок між показниками маси тіла тварин експериментальної групи тварин і кількістю, а також товщиною спайкових утворень на 7-й, 14-й і 21-й день експерименту (рис. 1).

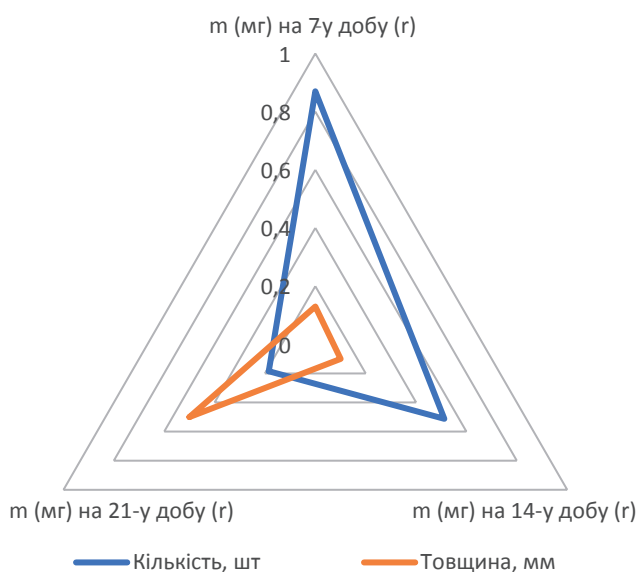


Рисунок 1. Кореляційний аналіз між масою тіла тварин експериментальної групи і кількістю утворених спайок, а також їх товщиною на кожному терміні спостереження спайкового процесу

У тварин експериментальної групи на 7-у і 14-у добу спайкового процесу встановлено кореляційний зв'язок між масою тіла тварини і кількістю утворених спайок ($r=0,85$; $r=0,51$).

На 21-у добу експерименту загальна кількість спайок у черевній порожнині дослідних тварин зменшилася майже у два рази, що пояснюється поєднанням, ущільненням і потовщенням вже утворених спайок ($r=0,18$). На 21-у добу товщина спайок, також, збільшується з два рази, у порівнянні з даними попередніх термінів спостереження; встановлено кореляційний зв'язок між товщиною спайкових утворень і масою тіла тварини. Збільшення товщини спайок пояснюється їх прогресуючим процесам утворення.

ІМТ є важливим діагностичним показником загального стану організму тварини, що дозволяє оцінити відповідність маси особини до її зросту, і

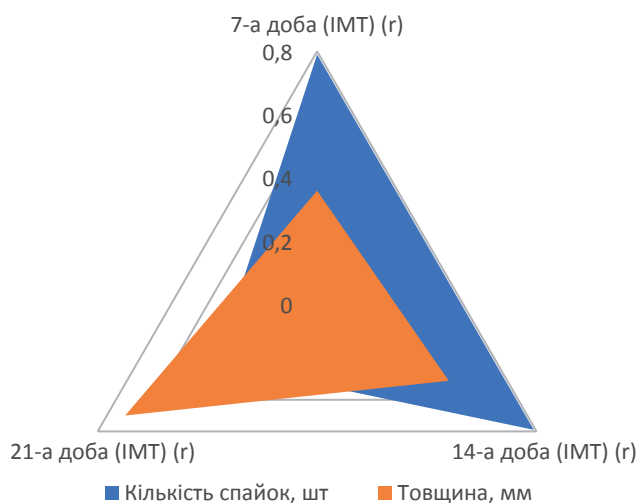


Рисунок 2. Кореляційний аналіз між показником ІМТ тварин експериментальної групи і кількістю утворених спайок, а також їх товщиною на кожному терміні спостереження спайкового процесу

оцінити наскільки є близьким до норми показник маси тіла конкретної особини (Nuttall et al., 2015).

В тварин на 7-у і 14-у добу моделювання спайкового процесу спостерігається кореляційний зв'язок між показником ІМТ тварин і кількістю утворених спайок ($r=0,79$; $r=0,76$). На 21-у добу показники ІМТ тварин корелюють із показниками товщини спайкових утворень ($r=0,36$).

Аналіз взаємозв'язку морфометричних показників тварин експериментальної групи із морфологічними параметрами спайкових утворень показав високий рівень кореляції, і підтверджує вплив інтенсивних процесів фібриноутворення і утворення численних спайок на морфометричні показники експериментальних тварин, які вказують на патологічні процеси, які відбуваються в організмі.

Спираючись на раніше отримані дані, доведено, що при прогресуванні спайкового процесу на 7-у, 14-у і 21-у добу показники загальної кількості лімфоцитів, PNA⁺-імуноглічно незрілих і SBA⁺-В-лімфоцитів виявляють тенденцію до зростання, у порівнянні з показниками інтактної групи.

Проведений кореляційний аналіз свідчить про виявлення взаємозв'язку між товщиною утворених спайок і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імуноглічно незрілих і SBA⁺-В-лімфоцитів при прогресуючих процесах спайкоутворення (рис.3).

На 7-у добу у тварин експериментальної групи встановлено кореляційні зв'язки між товщиною спайкових структур і загальною кількістю

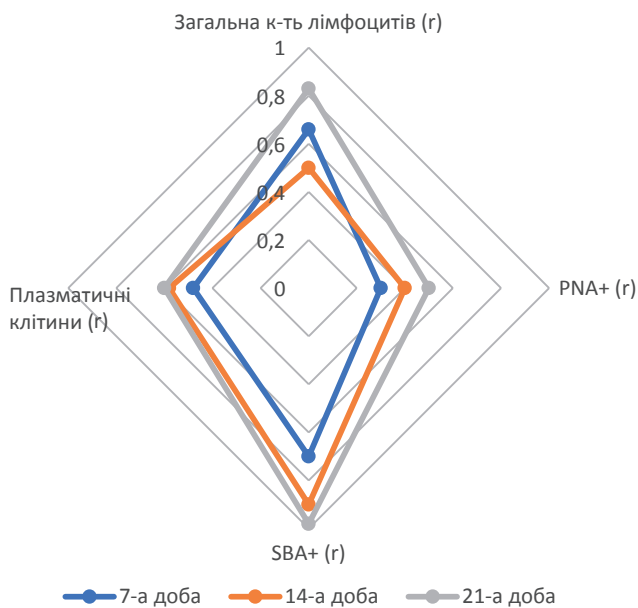


Рисунок 3. Кореляційний аналіз між товщиною виявлених спайок і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу

лімфоцитів ($r=0,66$), а також з SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,73$). Даний взаємозв'язок свідчить про активацію локальної імунної відповіді, а саме SBA⁺-В-лімфоцитів.

На 14-у добу спайкового процесу спостерігається кореляційний зв'язок між товщиною спайок і плазматичними клітинами ($r=0,58$), а також SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,91$). Кореляційний зв'язок із кількістю плазматичних клітин свідчить про початок вироблення специфічних імуноглобулінів.

На 21-у добу встановлені міцні кореляційні зв'язки між товщиною спайки і SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,98$). Показник кореляції із плазматичними клітинами залишається на сталому рівні.

Залежність товщини фібринових утворень і показників імунокомпетентних клітин можна охарактеризувати як місцеву імунну відповідь, яка визначає інтенсивність утворення колагену з боку мезотеліоцитів та впливає на ступінь спайкоутворення.

Використовуючи отримані раніше експериментальні дані кількості виявлених молочних плям, або лімфоїдних кластерів, а також загальної кількості лімфоцитів, PNA⁺-імунологічно незрілих і SBA⁺-В-лімфоцитів було проведено кореляційний аналіз.

У ході аналізу виявлено закономірність між кількістю молочних плям і показниками імунокомпетентних клітин на кожному терміні спостереження спайкового процесу (рис. 4).

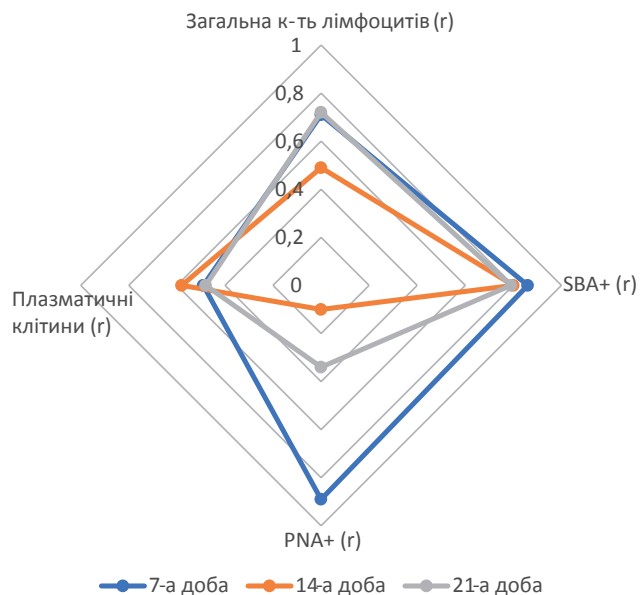


Рисунок 4. Кореляційний аналіз між кількістю виявлених молочних плям і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу

На 7-у добу моделювання спайкового процесу встановлено кореляційні зв'язки між кількістю молочних плям і PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами ($r=0,89$). Так, виявлено, що імуно-реактивні зміни супроводжуються зростанням кількості PNA⁺-імунологічно незрілих лімфоцитів, які, проходять антигеннезалежне диференціювання в мікрооточенні мезотеліальних клітин.

На 14-у добу спостереження виявлено кореляційний зв'язок між збільшеннями кількості молочних плям і SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,83$) і плазматичними клітинами ($r=0,58$). Кореляційний взаємозв'язок говорить про здатність брижі тонкого кишківника формувати імунну відповідь на локальному рівні.

На 21-у добу у експериментальних тварин простежується наявність кореляції між SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,79$). Наявність взаємозв'язку між показниками свідчить про активацію вродженої і набутої ланки гуморального імунітету (В₁- і В₂-лімфоцитів), до яких належать виявлені SBA⁺-В-лімфоцити.

Для розуміння процесів реактивності лімфоїдного компоненту брижі тонкої кишки при спайковому процесі необхідним є дослідження взаємозв'язку між антигенпрезентуючими клітинами і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами у тварин на кожному терміні спостереження.

Проведений аналіз співвідношення PNA⁺-антигенпрезентуючих клітин до загальної кількості лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілих і SBA⁺-В-лімфоцитів виявив кореляційні взаємозв'язки (рис. 5).

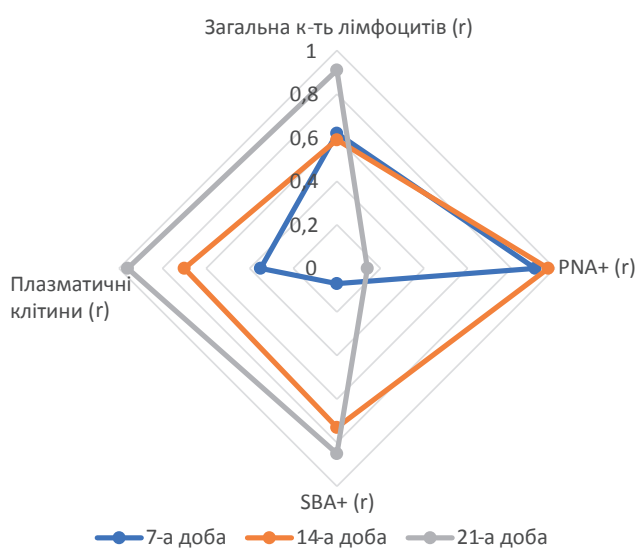


Рисунок 5. Кореляційний аналіз між PNA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу

Так, на 7-у добу експерименту спостерігається кореляція між PNA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами ($r=0,91$). На 14-у добу встановлена кореляція і з SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,73$), а також плазматичними клітинами ($r=0,7$).

На 21-у добу спостерігається кореляція між PNA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,85$), а також плазматичними клітинами ($r=0,96$). З PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами кореляція відсутня.

Зростання загальної кількості лімфоцитів брижі тонкого кишківника, вірогідно, пов'язано з підвищенням функціональної активності антигенпрезентуючих клітин, що призводить до розвитку локальної імунної відповіді.

Проведений аналіз співвідношення LCA⁺-антигенпрезентуючих клітин до загальної кількості лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілих і SBA⁺-В-лімфоцитів виявив певні кореляційні взаємозв'язки (рис. 6).

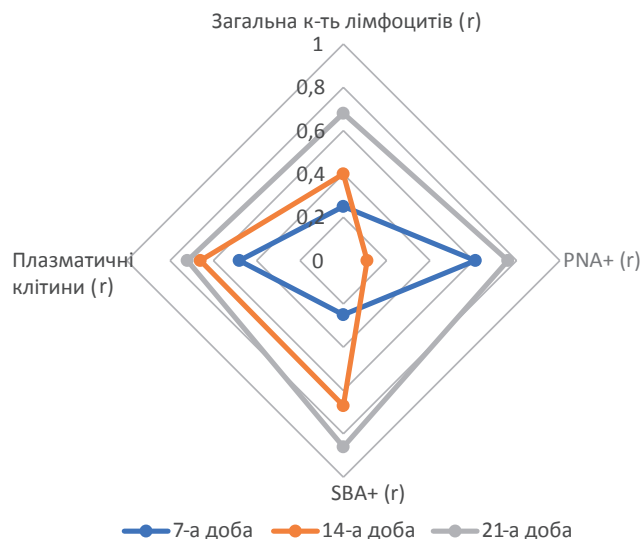


Рисунок 6. Кореляційний аналіз між LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу

На 7-у добу експерименту спостерігається кореляційний зв'язок між LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами ($r=0,61$).

На 14-у добу у тварин експериментальної групи відмічено кореляційний зв'язок між LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,67$), а також плазматичними клітинами ($r=0,66$).

На 21-у добу спостерігається кореляція LCA⁺-антигенпрезентуючих клітин з всіма досліджуваними клітинами (PNA⁺-імунологічно незрілими ($r=0,76$), SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,86$) та плазматичними клітинами ($r=0,72$)).

Активация дендритних клітин у тканинах веде до зростання кількості імунологічно незрілих лімфоцитів, з яких в подальшому походять В-лімфоцити, ініціюючи локальну імунну відповідь.

Найявний кореляційний зв'язок між антигенпрезентуючими клітинами і PNA⁺-імунологічно незрілими, SBA⁺-В-лімфоцитами та плазматичними клітинами при процесах спайкоутворення говорить про напруження імунітету і розпізнавання змін антигенного профілю оточуючих клітин.

Для розуміння процесів фібриноутворення при спайковому процесі в брижі тонкої кишки експериментальних тварин необхідним є дослідження взаємозв'язку між площиною колагенових волокон і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами у тварин на кожному терміні спостереження.

Використовуючи раніше отримані дані було проаналізовано наявність кореляційного зв'язку між колагеновими волокнами I-го та III-го типів і імунокомпетентними клітинами (рис. 7 і рис. 8).

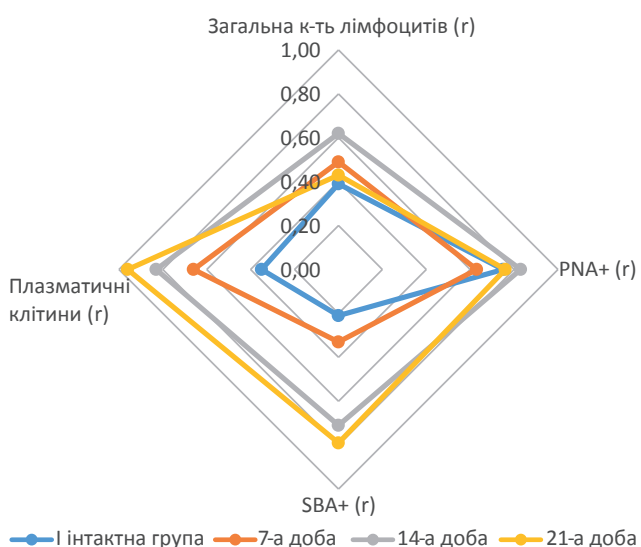


Рисунок 7. Кореляційний аналіз між площею колагенових волокон I-го типу і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу.

В інтактній групі тварин відмічено кореляційний зв'язок між площею колагенових волокон I-го типу і кількістю PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами.

На 7-у добу експерименту виявлено кореляцію площі колагенових волокон I-го типу і PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами, а також плазматичними клітинами ($r=0,63$).

На 14-у добу відбувається зріст кореляції між площею колагенових волокон I-го типу та кількістю PNA⁺-імунологічно незрілих ($r=0,83$) і SBA⁺-В-лімфоцитів ($r=0,71$).

На 21-у добу спостерігаються міцні кореляційні зв'язки між площею колагенових волокон I-го типу і плазматичними клітинами ($r=0,96$).

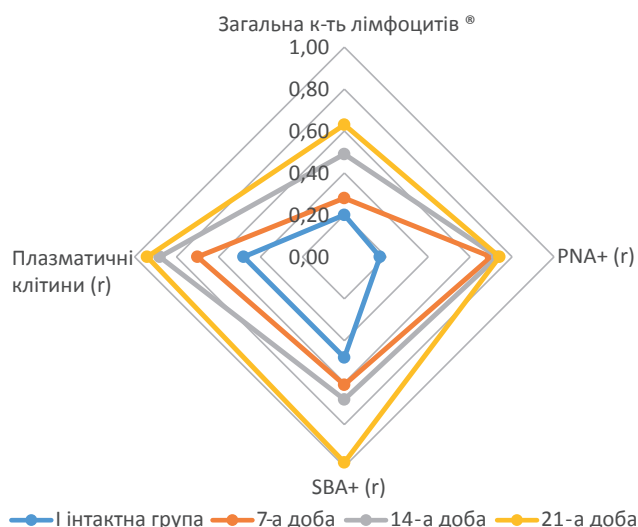


Рисунок 8. Кореляційний аналіз між площею колагенових волокон III-го типу і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу

Взявши до уваги те, що лімфоцит грає роль фактору морфогенезу, є закономірним кореляційний зв'язок між кількістю PNA⁺-імунологічно незрілими лімфоцитами, а також SBA⁺-В-лімфоцитами, і морфологічними змінами в структурі брижі тонкого кишківника при спайковому процесі, що підтверджено експериментальними дослідженнями.

Проаналізовано наявність кореляційного зв'язку між площею колагенових волокон III-го типу і імунокомпетентними клітинами.

На 7-у добу дослідження виявлено кореляційний зв'язок між площею колагенових волокон III-го типу і також PNA⁺-імунологічно незрілими ($r=0,7$), SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,61$) і плазматичними клітинами ($r=0,7$).

На 14-у добу спостерігається збільшення кореляційних показників між площею колагенових волокон III-го типу і плазматичними клітинами ($r=0,88$).

На останньому терміні спостереження відмічено міцні кореляційні зв'язки між площею колагенових волокон III-го типу і SBA⁺-В-лімфоцитами ($r=0,98$), а також плазматичними клітинами ($r=0,94$).

Виявлені кореляційні взаємозв'язки в брижі тонкої кишки при прогресуючих процесах спайкоутворення свідчать про морфогенетичну функцію лімфоцитів на тлі зростання білок-синтезуючої функції фібробластів, що призводить до

збільшення синтезу колагену та інших компонентів сполучнотканинного матриксу. Вказані фактори, ймовірно, призводять до надлишку утворених фібринових комплексів.

Проведений кореляційний аналіз свідчить про виявлення взаємозв'язку між кількістю PNA⁺-антигенпрезентуючих клітин і площею колагенових волокон I-го і III-го типів на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі (рис.9).

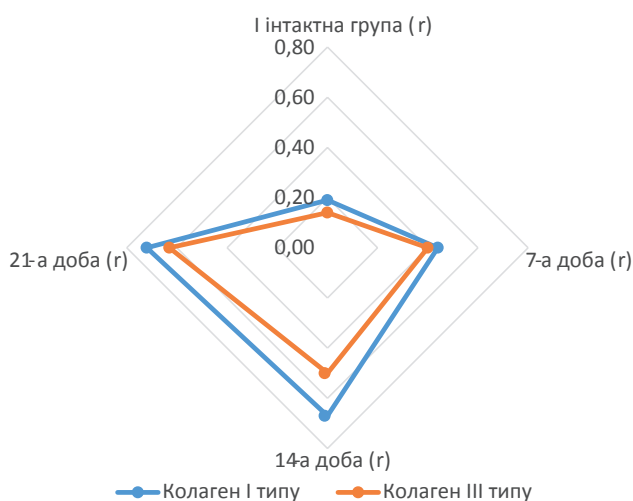


Рисунок 9. Кореляційний аналіз між кількістю PNA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і площею колагенових волокон I-го і III-го типів на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі

Так, на 14-у і 21-у добу дослідження спайкового процесу виявлено міцні кореляційні зв'язки між кількістю PNA⁺-антигенпрезентуючих клітин і площею колагенових волокон I-го ($r=0,67$; $r=0,5$) і III-го ($r=0,72$; $r=0,63$). типів. При цьому на 14-у добу кореляційний зв'язок між кількістю PNA⁺-антигенпрезентуючих клітин і площею волокон колагену I-го типу є більшим на 34%.

Між кількістю LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і площею колагенових волокон I-го і III-го типів існує кореляційний зв'язок (рис. 10).

На 7-у добу показник кореляції між LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і площею колагенових волокон I-го типу є більшим ($r=0,43$), за показник кореляції з площею колагенових волокон III-го типу на майже на 40%.

На 14-у і 21-у добу встановлено кореляцію між LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і площею колагенових волокон I-го ($r=0,66$; $r=0,59$) і III-го типів ($r=0,81$; $r=0,54$).

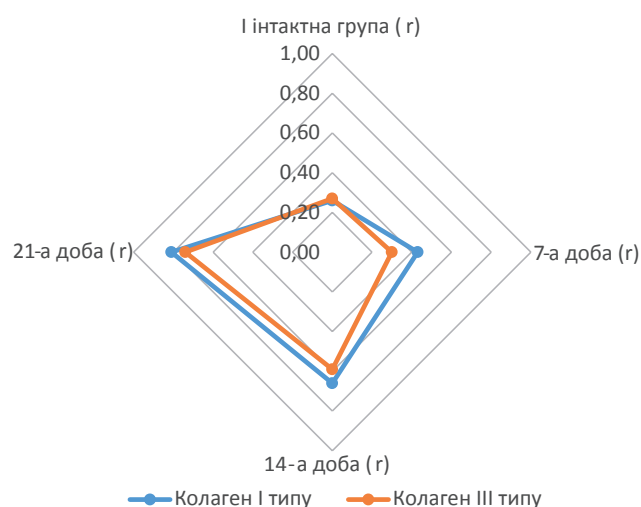


Рисунок 10. Кореляційний аналіз між кількістю LCA⁺-антигенпрезентуючими клітинами і площею колагенових волокон I-го і III-го типів на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі

Таким чином, наявність зазначених кореляційних зв'язків свідчить, що морфо-функціональний стан лімфоїдної тканини SALC, асоційованої з серозними оболонками очеревини, визначається активацією тієї чи іншої ланки імунітету.

Після антигенного впливу на організм відбуваються зсуви в бік активації популяції В₁-лімфоцитів брижі тонкої кишки та В₂-лімфоцитів, що змінює структуру тканинного бар'єру очеревини і впливає на загальний стан організму.

Обговорення і висновки

Аналіз взаємозв'язку маси тіла, ІМТ тварин експериментальної групи із морфологічними параметрами спайкових утворень (кількістю і товщиною) показав високий рівень кореляції, і підтверджує вплив інтенсивних процесів фібриноутворення на морфометричні показники експериментальних тварин.

Кореляційний аналіз між кількістю виявлених молочних плям, товщиною виявлених спайок і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імуннологічно незрілими і SBA⁺В-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесі показав залежність товщини фібринових утворень і кількістю імунокомпетентних клітин, що можна охарактеризувати як місцеву імунну відповідь, яка визначає інтенсивність утворення колагену з боку серозних оболонок та впливає на ступінь спайкоутворення.

Виявлені кореляційні взаємозв'язки між антигенпрезентуючими клітинами, площею колагенових волокон I-го та III-го типів і загальною кількістю лімфоцитів, а також PNA⁺-імунологічно незрілими і SBA⁺-В-лімфоцитами на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу свідчать про морфогенетичну функцію лімфоцитів на тлі зростання білок-синтезуючої функції фібробластів, що призводить до збільшення синтезу колагену та інших компонентів сполучнотканинного матриксу.

На 14-у і 21-у добу дослідження встановлено кореляційні зв'язки між кількістю антигенпрезентуючих клітин і площею колагенових волокон I-го і III-го типів на кожному терміні спостереження у тварин експериментальної групи при спайковому процесу.

Фінансування

Дане дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Всі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

ORCID ID та внесок авторів

0009-0001-4436-1532 (B, C, D, E) Paidarkina Anastasia

0000-0003-3827-3752 (A, C, E, F) Kushch Oksana

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

ЛІТЕРАТУРА

- Bénézech, C., & Jackson-Jones, L. H. (2019). ILC2 Orchestration of Local Immune Function in Adipose Tissue. *Frontiers in immunology*, 10, 171. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00171>
- Capella-Monsonís, H., Kearns, S., Kelly, J., & Zeugolis, D. I. (2019). Battling adhesions: from understanding to prevention. *BMC biomedical engineering*, 1, 5. <https://doi.org/10.1186/s42490-019-0005-0>.
- Fatehi Hassanabad, A., Zarzycki, A. N., Jeon, K., Deniset, J. F., & Fedak, P. W. M. (2021). Post-Operative Adhesions: A Comprehensive Review of Mechanisms. *Biomedicines*, 9(8), 867. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9080867>
- Lichtenstein, G. R., Loftus, E. V., Isaacs, K. L., Regueiro, M. D., Gerson, L. B., & Sands, B. E. (2018). ACG Clinical Guideline: Management of Crohn's Disease in Adults. *The American journal of gastroenterology*, 113(4), 481–517. <https://doi.org/10.1038/ajg.2018.27>
- Lin, L., & Zhang, J. (2017). Role of intestinal microbiota and metabolites on gut homeostasis and human diseases. *BMC immunology*, 18(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12865-016-0187-3>
- Nuttall F. Q. (2015). Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition today*, 50(3), 117–128. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>
- Reisner, Y., Pahwa, S., Chiao, J. W., Sharon, N., Evans, R. L., & Good, R. A. (1980). Separation of antibody helper and antibody suppressor human T cells by using soybean agglutinin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 77(11), 6778–6782. <https://doi.org/10.1073/pnas.77.11.6778>
- Schnüriger, B., Barmparas, G., Branco, B. C., Lustenberger, T., Inaba, K., & Demetriades, D. (2011). Prevention of postoperative peritoneal adhesions: a review of the literature. *American journal of surgery*, 201(1), 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2010.02.008>
- Tabibian, N., Swehli, E., Boyd, A., Umbreen, A., & Tabibian, J. H. (2017). Abdominal adhesions: A practical review of an often overlooked entity. *Annals of medicine and surgery* (2012), 15, 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2017.01.021>
- Terri, M., Trionfetti, F., Montaldo, C., Cordani, M., Tripodi, M., Lopez-Cabrera, M., & Strippoli, R. (2021). Mechanisms of Peritoneal Fibrosis: Focus on Immune Cells-Peritoneal Stroma Interactions. *Frontiers in immunology*, 12, 607204. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.607204>
- Волошин М. А., Чайковський Ю. Б., Куш О. Г. (2010) Основи імунології та імуноморфології. Запоріжжя-Київ. 170 с.
- Волянська А.Г., Сивоконюк О.В. (2012) Порівняльний аналіз впливу сульфатубарію та тальку на інтенсивність спайкового процесу у самостійних білих щурів. *Інтегративна антропологія*, 1(19), 58-61
- Марушко Ю.В., Гишак Т.В., Чабанович О.В. (2021) Основні механізми впливу мікрофлори кишечника на імунну систему та її значення в клінічній практиці. *Сімейна медицина*, 4(96), 19-27.
- Пайдаркіна А.П., Куш О.Г. (2023) Вивчення морфологічних особливостей очеревин білих щурів та методу її збору. *Морфологія*, 17(3), 163-168.

Correlation analysis of functional relationships between morphological indicators of small intestine mesenteric adhesions during the supply process

Paidarkina Anastasia, Kushch Oksana

Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine

Address for correspondence:

Paidarkina Anastasia

E-mail: nastasia.p.nikolskaya97@gmail.com

Abstract: Adhesion disease has become a widespread disease, which for years has maintained a tendency to constant growth, and remains one of the most complex and unsolved topical problems of the functional state of the abdominal cavity. At the moment, most changes in the functioning of the gastrointestinal tract are associated with a violation of the tissue barrier during the penetration of pathogenic types of microorganisms and absorption of toxic substances, which is one of the effects of biological factors on the intestine. Understanding the structure of the body, its morphological and functional features, the ability to understand the patterns of vital and pathological processes in various organs, tissues and the whole body. At the moment, the functional connections between the immune, nervous and endocrine links in the functioning of the tissues of the peritoneum and its components during the progressive adhesion process remain incompletely investigated. At the same time, it is also important to pay attention to the behavioral characteristics of the organism. Purpose of our investigation was to investigate the correlational relationships between the morphological indicators of the mesentery of the small intestine during the experimental adhesion process. The analysis of the relationship between the body weight and BMI of the animals of the experimental group with the morphological parameters of the adhesion formations (quantity and thickness) showed a high level of correlation, and confirms the influence of intensive processes of fibrin formation on the morphometric indicators of the experimental animals. Correlation analysis between the number of detected milk spots, the thickness of detected adhesions and the total number of lymphocytes, as well as PNA⁺-immunologically immature and SBA⁺B-lymphocytes at each observation period in the animals of the experimental group during the adhesion process showed the dependence of the thickness of fibrin formations and the number of immunocompetent cells, which can be characterized as a local immune response that determines the intensity of collagen formation by the serous membranes and affects the degree of adhesion formation. The revealed correlations between antigen-presenting cells, the area of collagen fibers of the 1st and 3rd types, and the total number of lymphocytes, as well as PNA⁺-immunologically immature and SBA⁺B-lymphocytes at each observation period in the animals of the experimental group during the adhesion process, indicate the morphogenetic function of lymphocytes against the background of the growth of the protein-synthesizing function of fibroblasts, which leads to an increase in the synthesis of collagen and other components of the connective tissue matrix. On the 14th and 21st days of the study, correlations were established between the number of antigen-presenting cells and the area of collagen fibers of the 1st and 3rd types at each observation period in the animals of the experimental group during the adhesion process. The presence of these correlations indicates that the morpho-functional state of the SALC lymphoid tissue associated with the serous membranes of the peritoneum is determined by the activation of one or another link of immunity. After an antigenic impact on the body, there are shifts in the direction of activation of the population of B₁-lymphocytes of the mesentery of the small intestine and B₂-lymphocytes, which changes the structure of the tissue barrier of the peritoneum and affects the general state of the body.

Key words: Mesentery, Lymphocyte, Immunity, Peritoneum, Gastrointestinal Tract, Rats.



Copyright: © 2024 by the authors; licensee USMYJ, Kyiv, Ukraine.

This article is an open access article distributed under the terms

and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).