

УДК 611.36+591.436
DOI: 10.24061/1727-0847.23.1.2024.16

Д. С. Дубінін, В. І. Шенітько

Кафедра гістології, цитології та ембріології (зав. – проф. В. І. Шенітько) Полтавського державного медичного університету

ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРІШНЬОПЕЧІНКОВИХ ЖОВЧНИХ ПРОТОК У ЛЮДИНИ ТА ССАВЦІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ХАРЧУВАННЯ

Резюме. Жовчні кислоти є основними компонентом вмісту жовчних проток і забезпечують швидкість надходження води в жовчні шляхи, а отже, швидкість первинного жовчоутворення. Регуляція надходження жовчних кислот у протоки через відповідні транспортні системи відповідає за інтенсивність секреції жовчі. Цими регуляторами є переважно самі жовчні кислоти, які можуть модулювати функцію транспортерів жовчних кислот двома основними механізмами. Гострі зміни функціональної активності мембранних транспортерів жовчних кислот відбуваються переважно за допомогою пост-транскрипційних механізмів, тоді як хронічні адаптивні реакції реалізуються шляхом регуляції їхньої транскрипції.

Мета дослідження: дослідити структурну організацію внутрішньопечінкових жовчних протоків людини та ссавців залежно від типу харчування.

Матеріал і методи. Дослідження проведені на печінках свині, вівці, лисиці, (однієї породи), віком 1 рік та людей віком 50-60 років. Вивчалися стінки внутрішньопечінкових жовчовивідних проток. Виготовлення парафінових блоків за загальнопризною методикою. Фарбування – гематоксилін і еозин. Мікро фотозйомку проводили за допомогою мікроскопа «Micromed XS-5510», використовуючи мікрофотонасадку DCM 900. Обробку отриманих світлин виконували за допомогою програми TSView. Обробку отриманих морфометричних параметрів проводили по загальноприйнятим правилам варіаційної статистики. З використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2019 на базі кооперативної системи Windows 10. Результати представлені як середнє значення ознаки (M) та стандартне відхилення (SD) для кожної вибірки або як відсоток збільшення порівняно з контролем. Для визначення статистичної значущості міжгрупових відмінностей використовували непараметричний критерій Манна-Уїтні, який вважався статистично значущим при $P < 0,05$.

Результати. При дослідженні гістологічних препаратів, нами було встановлено, що слизова оболонка внутрішньопечінкових жовчних протоків вирізняється залежно від типу харчування. Результати показали, що ссавці зі м'ясоїдним і трав'яїдним типом харчування мали більш складну будову внутрішньої оболонки жовчних шляхів порівняно зі всеїдними. Отже, виявлені структурні відмінності в жовчних протоках людей та ссавців, на нашу думку, свідчить про адаптаційну перебудову та функціонування епітеліальних клітин, які були зумовлені видовими особливостями способом харчування.

Ключові слова: печінка, жовчні протоки, слизова оболонка, епітелій, порівняльна анатомія.

Хвороби печінки та жовчовивідної системи посідають одне з перших місць серед захворювань травної системи. [1]. Порівняльна анатомія дослідження структурних особливостей жовчних проток у різних видів ссавців дозволяє виявити адаптивні зміни, пов'язані з особливостями харчування, метаболізму та функціонування гепатобіліарної системи. Жовч є ключовим ферментом, що виробляється в печінці та випускається в кишки для полегшення розщеплення жирів та інших поживних речовин. Її склад варіюється залежно від типу

харчування ссавців – від трав'яїдних до всеїдних. Наприклад, жовч трав'яїдних ссавців містить жирні кислоти, які допомагають розщеплювати рослинні жири, а жовч м'ясоїдних – жирні кислоти, специфічні для розщеплення жирів у м'ясі. У жовчі всеїдних ссавців (свиней) міститься суміш жирних кислот та солей жовчі. Жовч людини також містить жирні кислоти та солі жовчі, необхідні для ефективного перетравлення жирів, а також білірубін та інші пігменти, які надають їй характерного кольору та сприяють травленню [2, 3]. Це розширює

наші знання про видові відмінності в організації та роботі цієї системи. Патології біліарної системи залишаються актуальною проблемою сучасної клінічної медицини.

До захворювань біліарної системи належить хронічні холециститу та холангіти, холестероз жовчного міхура, жовчнокам'яна хвороба, постхолецистектомічний синдром та дисфункція жовчного міхура і замикача Одді, які трапляються все частіше [4]. Дисбаланс пронуклеаторних та атинуклеаторних факторів, перенасичення жовчі холестерином та порушення відтоку жовчі з жовчного міхура є передумовами для утворення та розвитку жовчних каменів [5].

Жовчні кислоти є основними компонентом вмісту жовчних проток і забезпечують швидкість надходження води в жовчні шляхи, а отже, швидкість первинного жовчоутворення. Регуляція надходження жовчних кислот у протоки через відповідні транспортні системи відповідає за інтенсивність секреції жовчі. Цими регуляторами є переважно самі жовчні кислоти, які можуть модулювати функцію транспортерів жовчних кислот двома основними механізмами [6-8]. Гострі зміни функціональної активності мембранних транспортерів жовчних кислот відбуваються переважно за допомогою посттранскрипційних механізмів, тоді як хронічні адаптивні реакції реалізуються шляхом регуляції їхньої транскрипції.

Відомо, активація фарнезоїдних рецепторів жовчних кислот збільшує відтік жовчних кислот з гепатоцитів і одночасно пригнічує їх поглинання з судинного русла та синтез холестерину в гепатоцитах. Це зменшує токсичний вплив гідрофобних жирних кислот. Водні канали можуть регулювати секрецію жовчі, змінюючи проникність проток для води. Активність аквапоринів підвищується під впливом секретину, який зменшує потенційно неактивні аквапорини (пов'язані з інтрацитоплазматичними везикулами в холангіоцитах) мігрувати до апікальної мембрани цих клітин, де вони стають активними водними каналами. Отже, клітини жовчних шляхів змінюють свій склад, додаючи до секрету (первинної жовчі) HCO_3^- . Тому кінцева жовч має лужну реакцію і є ізоосмолярною до плазми, надійно нейтралізуючи кислий шлунковий соляний розчин [9].

Мета дослідження: дослідити структурну організацію внутрішньопечінкових жовчних протоках людини та ссавців залежно від типу харчування.

Матеріал і методи. Дослідження проведені на печінках свині, вівці лисиці (однієї породи), ві-

ком 1 рік та людей віком 50-60 років. Вивчалися стінки внутрішньопечінкових жовчовивідних проток. Виготовлення парафінових блоків за загальнопризною методикою. Фарбування – гематоксилін і еозин.

Мікро фотозйомку проводили за допомогою мікроскопа «Micromed XS-5510», використовуючи мікрофотонасадку DCM 900. Обробку отриманих світлин виконували за допомогою програми TSView.

Обробку отриманих морфометричних параметрів проводили по загальноприйнятим правилам варіаційної статистики. З використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2019 на базі коопераційної системи Windows 10. Результати представлені як середнє значення ознаки (M) та стандартне відхилення (SD) для кожної вибірки або як відсоток збільшення порівняно з контролем. Для визначення статистичної значущості міжгрупових відмінностей використовували непараметричний критерій Манна-Уїтні, який вважався статистично значущим при $P < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорювання. При вивченні нами напівтонких зрізів печінки людини було встановлено, що система жовчовивідних проток морфологічно можна було розподілити на три типи: міжчасточкові, міжсегментні і міжчасткові жовчні протоки.

Так при дослідженні міжчасточкових протоки людини вони мали внутрішню та зовнішню оболонки, внутрішня складалась з епітеліальних клітин, які розміщувалися на базальній мембрані. Епітеліоцити призматичної форми, ядро розташоване в центральній частині клітини, цитоплазма – базифільна.

При мікроскопічному дослідженні внутрішніх печінкових жовчовивідних проток людини залежно від відділу внутрішньопечінкової жовчовивідної системи спостерігалися різні структурні особливості.

Міжсегментарні протоки характеризувались більшою площею цитоплазми порівняно з епітеліоцитами міжчасточкової протоки та більшою кількістю клітин в просвіті протоки. Внутрішньопечінкові міжчасткові протоки – збільшені в розмірах (рис. 1) за рахунок внутрішнього діаметра і відповідно характеризувались збільшенням кількості епітеліоцитів в просвіті. Зовнішня оболонка всіх трьох типів жовчовивідних протоків у людини була представлена пухкою сполучною тканиною з розгалуженою капілярною сіткою, ззовні вкрита мезотелієм. [10].

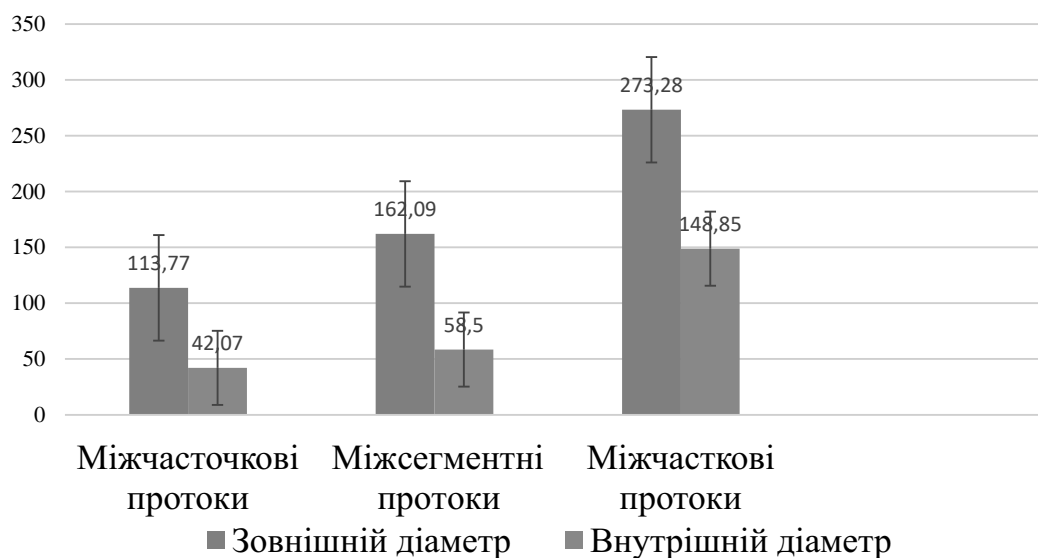


Рис. 1. Діаметр внутрішньожовчовивідної протоки печінки у людини

При дослідженні нами напівтонких зрізів внутрішньопечінкових жовчних проток свиней вказують на те, що структурна організація внутрішнього епітеліального шару проток побудована із врахування виконання певних функцій у жовчовивідній системі, а саме запобігання негативного впливу компонентів жовчі на будову епітеліоцитів. Міжчасточкова протока свиней характеризувалась кубічною формою клітин. Міжсегментна протока мала призматичну форму епітеліальних клітин і великий розмір, що може свідчити, на нашу думку, про активну участь у метаболічних процесах з урахуванням складу жовчі. Міжчасткові протоки характеризувались призматичними клітинами і великими розмірами власне епітеліоцитів. Зовнішня оболонка без змін [11].

Порівнюючи структурну організацію протокової системи печінки свині і людини спостерігаються деякі відмінності в міжсегментних протоках жовчовивідної системи у людини і свині. У протоках людини та свині спостерігаємо перехід з кубічного епітелію на призматичний, але ці клітини людини мали більшу площу цитоплазми порівняно зі всеїдними ссавцями.

У внутрішньопечінкових міжчасткових протоках як людей, так і свиней наявні призматичні епітеліальні клітини. Проте, у свиней їх кількість в 4 рази більша, а площа цитоплазми та ядер менша порівняно з людьми. Діаметри жовчних проток у свиней менші, ніж у людей. Печінкові жовчні протоки всеїдних ссавців та людини, як правило, не мають складок на поверхні клітин. Це пов'язано з тим, що всеїдні організми споживають різноманітну їжу, включаючи рослинну та тваринну. Їхній спосіб харчування містить широкий спектр компонентів, таких як білки, жири, вуглеводи

тощо. На відміну від цього, складки на поверхні клітин жовчних проток зазвичай спостерігаються у ссавців, які споживають вузькоспеціалізовану їжу – лише м'ясо або лише рослинну їжу. На нашу думку, це може бути адаптацією для оптимізації процесів виділення та обміну специфічних речовин, притаманних такому типу харчування.

Ці структурні відмінності між даними видами можуть свідчити про функціональні особливості в процесах синтезу та транспортування жовчі в печінці. Структурні відмінності можуть вказувати на різницю в функції жовчовивідних систем в обох видів. Наприклад, завдяки фізіологічними особливостями людина і всеїдні ссавці мають різницю у кількості клітин епітеліоцитів, а також розмірах цитоплазми та ядер може відображати різну швидкість синтезу та транспорту жовчі або різний об'єм жовчі, який обробляється в печінці залежно від кількості та часу прийняття їжі. За функціональними особливостями внутрішньопечінкових жовчних проток, вони не мають суттєвих відмінностей між людиною і всеїдними ссавцями, тому, на нашу думку, їх раціон однаковий (рис. 2).

При дослідженні внутрішньожовчних протоків печінки вівці також нами були виділені такі структурні відмінності залежно від відділу жовчовивідної системи. Так міжчасточкові протоки характеризувались середньою кількістю клітин з базофільною цитоплазмою та овальними ядрами, тоді як міжсегментні протоки мали більшу кількість клітин з більшою площею цитоплазми. Міжчасткові жовчні шляхи містили призматичні клітини зі складками на апікальній поверхні. Ці структурні відмінності, на нашу думку, можуть вказувати на адаптацію до різних функцій в системі жовчовиділення у травоядних ссавців (накопичення і відведення) [12].

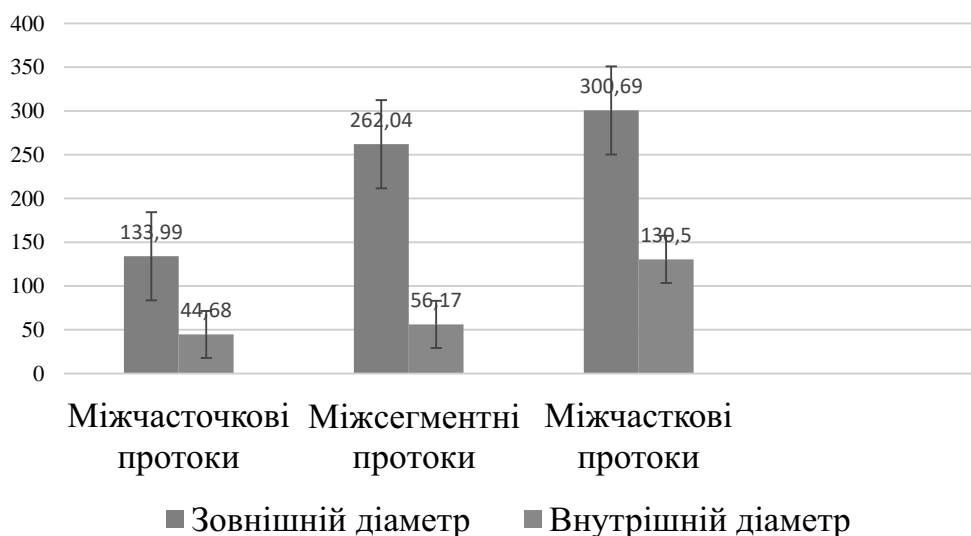


Рис. 2. Діаметр внутрішньожовчовивідної протоки печінки у всеїдних ссавців (свиня)

При вивченні нами міжчасточкових проток жовчовивідної системи печінки травоядних ссавців, наприкладі свиней було виявлено, що протока складалась з двох оболонок: внутрішньої – слизової та зовнішньої – адвентиційної, так само як у людини та всеїдних ссавців. Слизова оболонка була представлена епітеліоцитами кубічної форми, так само, як у інших видів ссавців. Цитоплазма цих клітин мала базофільне забарвлення. Ядра розташовані переважно в центрі клітин, щільне, мали овальну форму та також займали значну частину об'єму самої клітини.

Порівняльний аналіз міжсегментних проток жовчної системи печінки людини та вівці показав певні відмінності в їх гістологічній будові. Слизова оболонка проток у людини була представ-

лена призматичними епітеліальними клітинами, тоді як у вівці спостерігаються лише кубічні епітеліоцити у значно більшій кількості. Цитоплазма клітин характеризується збільшеними розмірами в обох видів, однак ядерно-цитоплазматичне співвідношення значно вище у вівці, вказуючи на переважання ядерного компонента. Розташування ядер не вирізняється: у людини та вівці вони в центрі клітин. Діаметри проток у вівці дещо більші. (рис. 3). Загалом, міжсегментні протоки печінки вівці характеризувались більш вираженим епітеліальним компонентом та особливостями ядерно-цитоплазматичних співвідношень, що вказує на видові відмінності в будові та функціонуванні жовчовивідної системи, так як вівця харчується тільки рослиною їжею.

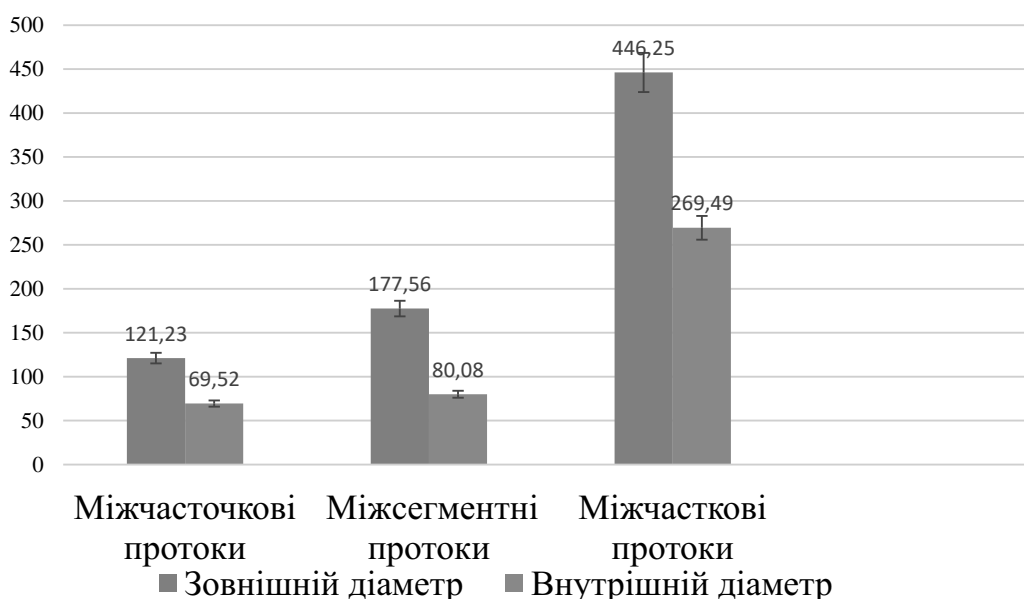


Рис. 3. Діаметр внутрішньожовчовивідної протоки печінки у травоядних ссавців (вівця)

Порівняльний аналіз міжчасткових проток жовчної системи печінки людини та вівці виявляє певні відмінності в їх гістологічній будові. У людини епітеліальні клітини внутрішньої оболонки проток мали призматичну форму з ядрами, розташованими переважно в центрі або в базальній частині, тоді як у вівці спостерігаються зміни у вигляді появи складок на апікальній поверхні призматичних клітин. Ці складки на клітинах печінкових жовчних проток травоядних ссавців допомагають оптимізувати травлення рослинної їжі і забезпечувати краще всмоктування корисних речовин та води. Кількість епітеліоцитів та площа їх цитоплазми значно більше у вівці порівняно з людиною, що вказує на більш виражені транспортні функції міжчасткових проток у вівців. Ядра клітин були локалізовані переважно в базальній частині, на відміну від людини, де ядра розташовані ближче до центральної частині. Діаметри як зовнішній, так і внутрішній міжчасткових проток значно більші у вівці, вказуючи на їх важливі транспортні та об'ємні функції в організмі ссавців (див. рис. 3).

При аналізі внутрішніх жовчних проток печінки вівці виявленні важливі структурні та організаційні особливості їх залежно від розташування та функції. Кожна протока у внутрішньопечінкової жовчовивідної системи мала свою будову, що відображає їх функціональну роль в жовчовивідній системі і транспорту жовчі. Наприклад, міжчасточкова і міжсегментна протоки мають спільні риси, так як, на нашу думку, склад та кількість жовчі однаковий.

Аналіз внутрішніх жовчних проток печінки лисиці виявляє важливі структурні та організаційні особливості, які підтримують функціонування жовчовивідної системи і метаболічні процеси. Міжчасткові протоки хижаків складалася з слизової оболонки, яка була представлена клітинами призматичної форми, що вже є відмінністю між всеїдними травоядними ссавцями та людиною у початкових відділах жовчовивідної системи, така будова у м'ясоїдних сприяють ефективному утворенню і транспортуванню жовчі. Міжсегментна протока має збільшену кількість епітеліальних клітин, які мали теж призматичну форму, що вказує на зберігання активності цього відділу в метаболічних процесах. У міжчасткових протоках епітеліоцити мають призматичну форму, розташування ядра на базальній поверхні вказує на важливу роль у підтримці транспорту жовчі та метаболічних процесів. Збільшення розміру внутрішньопечінкових жовчних проток, на нашу думку, вказує на більшу кількість вироблення та транспорту жовчі, так як раціон харчування складається з м'ясої їжі.

Порівнюючи будову міжчасточкових протоки печінки людини та хижих ссавців, наприкладі лисиці, можна виявити відмінні риси. Епітеліальні клітини слизової оболонки жовчних проток в людини мали кубічну форму, коли у лисиці вони були призматичними зі складками на апікальній поверхні. Кількість епітеліоцитів на поперечному перерізі протоки вирізняється: у людини клітин менше, ніж у лисиці, це, на нашу думку, вказує на складність жовчі. Цитоплазма епітеліоцитів у обох випадках має базофільне забарвлення, проте площа клітин людини є дещо більшою ніж у лисиці. Ядра клітин також розташовуються переважно в центрі, проте в клітинах людини вони займають значно більший об'єм цитоплазми, ніж у лисиці, про що свідчить вище ядерно-цитоплазматичне співвідношення у людини. Діаметр самих проток також вирізняється: зовнішній та внутрішній діаметр у людини менший ніж у лисиці. Адвентицій оболонка представлена пухкою сполучною тканиною.

Порівнюючи гістологічну будову міжсегментних протоки печінки людини та хижого ссавця, наприкладі лисиці, можна виявити як спільні, так і відмінні риси. У людини слизова оболонка проток представлена епітеліальними клітинами призматичної форми, як й у лисиці, але у м'ясоїдних ми виявили, що були присутні складки. Кількість епітеліоцитів на поперечному перерізі протоки також вирізняється: у лисиці значно більше ніж у людини. Цитоплазма епітеліальних клітин в обох видів характеризується великою площею, що свідчить про високу функціональну активність, що пов'язано з транспортуванням жовчі. Проте розташування ядер різняться: у людини вони можуть бути як в апікальній, так й в центральної частині клітин, тоді як у лисиці переважно в базальній. Також суттєво вирізняються зовнішній та внутрішній діаметри самих проток, будучи більшими у лисиці порівняно з людиною. Отже, міжсегментні протоки печінки людини та хижих ссавців, попри структурну схожість, демонструють і певні морфологічні відмінності, які зумовлені способом харчуванням.

Порівнюючи морфологічні особливості міжчасткових жовчних проток печінки людини та м'ясоїдних ссавців, зокрема лисиці, ми виявили відмінні риси. У людини епітеліальні клітини слизової оболонки проток мали призматичну форму, як й у лисиці, але зі складками на апікальній поверхні. Крім того, в епітеліальних клітинах жовчних проток лисиці присутні гранули, які, на нашу думку відігравали важливу роль в адаптації травної системи до специфічних умов харчування хижаків. Кількість епітеліальних клітин на поперечний переріз протоки у лисиці більша ніж у лю-

дини. Площа цитоплазми епітеліальних клітин також була значна більша порівняно з людиною, що вказує на їхню високу функціональну активність, яка пов'язана з транспортуванням більш агресивної жовчі. Ядра клітин розташовуються переважно ближче до базальної поверхні у хижих ссавців, що, на нашу думку, корелювати з їхньою спеціалізацією на виведенні жовчі. Діаметри самих жовчних проток у лисиці також значно перевищують показники у людини. Отже, виявлені морфологічні відмінності свідчать про адаптивні особливості ор-

ганізації гепатобіліарної системи у представників різних таксономічних груп.

Складки на поверхні клітин печінкових жовчних проток хижих ссавців є результатом природної адаптації до їхнього способу харчування та функцій печінки.

Зовнішня оболонка у людини складається з пухкої сполучної тканини, у лисиці представлена адвентиційною оболонкою, яка також містить сполучну тканину, крім цього присутні клітини фіброластичного ряду та колагенові волокна (рис. 4).

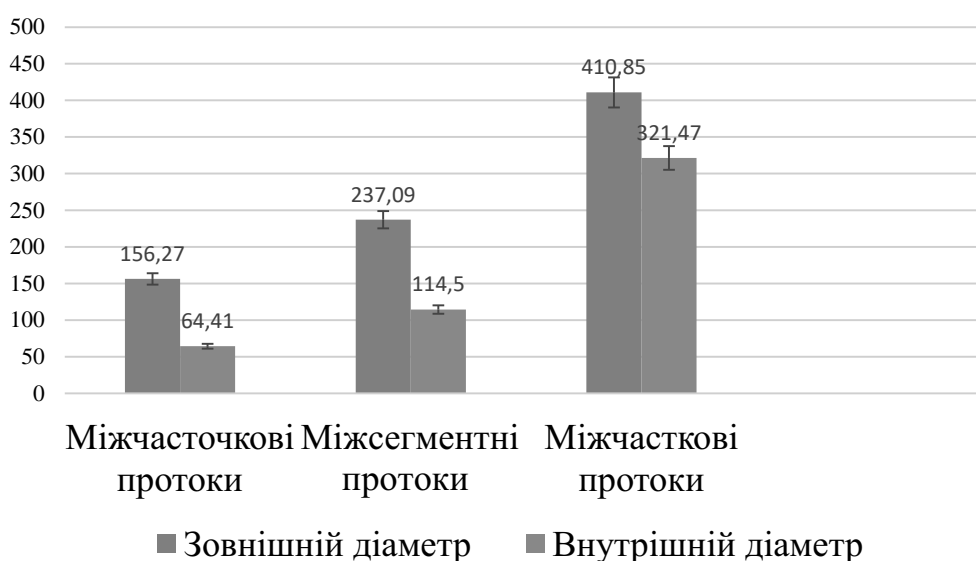


Рис. 4. Діаметр внутрішньо-жовчовивідної протоки печінки у хижих ссавців (лисиця)

Висновки. Отже, в результаті порівняльного дослідження внутрішньопечінкових жовчних проток людини та ссавців (свині, вівці, лисиця) виявлено наступні особливості: 1. Міжчасточкові протоки: у людей та ссавців (свині, вівці, лисиця) вони мають подібну будову, характеризуючись наявністю кубічних епітеліальних клітин, окрім хижих ссавців, в них були наявні клітини призматичні форми. Проте, у ссавців спостерігається збільшення кількості цих клітин на відміну від людей. 2. Міжсегментні протоки: у людей та всеїдних ссавців відбувається перехід від кубічного до призматичного епітелію, тоді як у трав'яїдних ссавців (вівці) переважає кубічний тип клітин, хоча і з більшими розмірами цитоплазми. У м'ясоїдних епітеліальні клітини мали призматичну форму. 3. Міжчасточкові протоки: у людей і у всеїдних ссавців вони мали призматичні епітеліальні клітини з ядрами, переважно розташованими в базальній і в цен-

тральній частини. У ссавців (вівця, лисиця) ці клітини також призматичні, але з наявністю складок на апікальній поверхні, а їх кількість та площа цитоплазми значно більші, ядра локалізовані в базальній частині. 4. Діаметри проток: зовнішній та внутрішній діаметри проток, більші у трав'яїдних і м'ясоїдних ссавців порівняно з людьми та всеїдними ссавцями, що може вказувати на більш виражені транспортні та обмінні функції жовчовивідної системи у ссавців. Отже, виявлені структурні відмінності в жовчних протоках людей та ссавців, на нашу думку, свідчить про адаптаційну перебудову та функціонування епітеліальних клітин, які були зумовлені видовими особливостями способом харчування та метаболічними потребами організму.

Перспективи подальших досліджень. Подальшим напрямком дослідження буде порівнювання вікові зміни жовчних протоків у людей та ссавців різного типу харчування.

Список використаної літератури

1. Гнатюк МС, Монастирська НЯ, Татарчук ЛВ. Кількісний морфологічний аналіз структурної перебудови гемомікроциркуляторного русла спільної жовчної протоки при резекціях різних об'ємів паренхіми печінки. *Вісник медичних і біологічних досліджень*, 2020;3:32-6. DOI: 10.11603/bmbr.2706-6290.2020.3.11516.

2. Гірняк П. Структурна організація жовчних проток за умов патології. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020;5(1):9-19. DOI: 10.26693/jmbs05.01.009.
3. Мустафіна ГМ, Старченко П, Кока ВМ. Сучасні погляди на функціональну морфологію та репаративні властивості печінки. *Вісник проблем біології і медицини*. 2020;2(156):43-8. DOI: 10.29254/2077-4214-2020-2-156-43-48.
4. Сусак ЯМ, Маркулан ЛЮ, Палиця РЯ, Тетерина ВВ. Вплив малоінвазивної паліативної декомпресії жовчних проток при дистальній злякисній механічній жовтяниці на якість життя хворих. *General Surgery*. 2022;1:35-42. DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2023-27(3)-06.
5. Tovoli F, Negrini G, Farì R, et al. Increased risk of nonalcoholic fatty liver disease in patients with coeliac disease on a gluten-free diet: beyond traditional metabolic factors. *Aliment Pharmacol Ther*. 2018;48(5):538-46. <http://doi.org/10.1111/apt.14910>.
6. Boeter YeS, Penning J, Spee LC, Schneeberger BK. Hydrogels for Liver Tissue Engineering. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*. 2019;6(3):59. DOI: <https://doi.org/10.3390/bioengineering6030059>.
7. Elke A Ober, Frédéric P Lemaigre. Development of the liver: Insights into organ and tissue morphogenesis. *Journal of Hepatology*. 2018 May;68(5):1049-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.01.005>.
8. Sood A, Khurana MS, Mahajan R, et al. Prevalence and clinical significance of IgA anti-tissue transglutaminase antibodies in patients with chronic liver disease. *J Gastroenterol Hepatol*. 2017;32(2):446-50. <http://doi.org/10.1111/jgh.13474>.
9. H Lamers. Human liver segments: role of cryptic liver lobes and vascular physiology in the development of liver veins and left-right asymmetry. *Sci Rep*. 2017;7. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16840-1>.
10. Дубінін ДС, Шенітько ВІ, Стецюк ЄВ, Дубінін СІ, Борута НВ, Левченко ОЛ, Улановська-Циба. Характеристика структурних компонентів внутрішньопечінкових жовчних шляхів людини. *Світ медицини та біології*. 2023;2(84):209-13. DOI: 10.26724/2079-8334-2023-2-84-209-213.
11. Дубінін ДС, Шенітько ВІ, Дубінін СІ, Стецюк ЄВ, Борута НВ, Вільхова ОВ, Улановська-Циба НА. Аналіз будови внутрішньопечінкових жовчних шляхів ссавців зі змішаним типом харчування. *Біологія та Екологія*. 2022;8(2):129-34. DOI: <https://doi.org/10.33989/2022.8.2.285321>.
12. Дубінін ДС. Особливості будови внутрішньопечінкових жовчних шляхів у травоядних ссавців. *Біологія та Екологія*. 2023;9(1):85-92. DOI: <https://doi.org/10.33989/2023.9.1.290188>.

Reference

1. Hnatyuk MS, Monastyr'ska NYA, Tatarchuk LV. Kil'kisnyy morfolohichnyy analiz strukturnoyi perebudovy hemomikrotsyrkulyatornoho rusla spil'noyi zhovchnoyi protoky pry rezektsiyakh riznykh ob'yemiv parenkhimy pechinky. *Visnyk medychnykh i biolohichnykh doslidzhen'*, 2020;3:32-6. DOI: 10.11603/bmbr.2706-6290.2020.3.11516. [in Ukrainian].
2. Hirnyak P. Strukturna orhanizatsiya zhovchnykh protok za umov patolohiyi. *Ukrayins'kyi zhurnal medyt-syny, biolohiyi ta sportu*. 2020;5(1):9-19. DOI: 10.26693/jmbs05.01.009. [in Ukrainian].
3. Mustafina HM, Starchenko II, Koka VM. Suchasni pohlyady na funktsional'nu morfolohiyu ta repara-tyvni vlastyosti pechinky. *Visnyk problem biolohiyi i medyt-syny*. 2020;2(156):43-8. DOI: 10.29254/2077-4214-2020-2-156-43-48. [in Ukrainian].
4. Susak YAM, Markulan LYU, Palytsya RYA, Tetryna VV. Vplyv maloinvazyvnoyi paliatyvnoyi dekompresiyi zhovchnykh protok pry dystal'niy zlyakisniy mekhanichniy zhovtyanytsi na yakist' zhyttya khvorykh. *General Surgery*. 2022;1:35-42. DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2023-27(3)-06. [in Ukrainian].
5. Tovoli F, Negrini G, Farì R, et al. Increased risk of nonalcoholic fatty liver disease in patients with coeliac disease on a gluten-free diet: beyond traditional metabolic factors. *Aliment Pharmacol Ther*. 2018;48(5):538-46. <http://doi.org/10.1111/apt.14910>.
6. Boeter YeS, Penning J, Spee LC, Schneeberger BK. Hydrogels for Liver Tissue Engineering. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*. 2019;6(3):59. DOI: <https://doi.org/10.3390/bioengineering6030059>.
7. Elke A Ober, Frédéric P Lemaigre. Development of the liver: Insights into organ and tissue morphogenesis. *Journal of Hepatology*. 2018 May;68(5):1049-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.01.005>.
8. Sood A, Khurana MS, Mahajan R, et al. Prevalence and clinical significance of IgA anti-tissue transglu-taminase antibodies in patients with chronic liver disease. *J Gastroenterol Hepatol*. 2017;32(2):446-50. <http://doi.org/10.1111/jgh.13474>.

9. H Lamers. Human liver segments: role of cryptic liver lobes and vascular physiology in the development of liver veins and left-right asymmetry. *Sci Rep.* 2017;7. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16840-1>.
10. Dubinin DS, Shepit'ko VI, Stetsuk YEV, Dubinin SI, Boruta NV, Levchenko OL, Ulanovs'ka-Tsyba. Kharakterystyka strukturnykh komponentiv vnutrishn'opecinkovykh zhovchnykh shlyakhiv lyudyny. *Svit medytsyny ta biolohiyi.* 2023;2(84):209-13. DOI: [10.26724/2079-8334-2023-2-84-209-213](https://doi.org/10.26724/2079-8334-2023-2-84-209-213). [in Ukrainian].
11. Dubinin DS, Shepit'ko VI, Dubinin SI, Stetsuk YEV, Boruta NV, Vil'khova OV, Ulanovs'ka-Tsyba NA. Analiz budovy vnutrishn'opecinkovykh zhovchnykh shlyakhiv ssavtsiv zi zamishanym typom kharchuvannya. *Biolohiya ta Ekolohiya.* 2022;8(2):129-34. DOI: <https://doi.org/10.33989/2022.8.2.285321>. [in Ukrainian].
12. Dubinin DS. Osoblyvosti budovy vnutrishn'opecinkovykh zhovchnykh shlyakhiv u travoyidnykh ssavtsiv. *Biolohiya ta Ekolohiya.* 2023;9(1):85-92. DOI: <https://doi.org/10.33989/2023.9.1.290188>. [in Ukrainian].

CHARACTERISTICS OF INTRAHEPATIC BILE DUCT IN HUMANS AND MAMMALS WITH DIFFERENT TYPES OF NUTRITION

Abstract. Bile acids are the main component of the content of the bile ducts and ensure the rate of water entry into the bile ducts, and therefore the rate of primary bile formation. Regulation of the flow of bile acids into the ducts through the appropriate transport systems is responsible for the intensity of bile secretion. These regulators are mainly bile acids themselves, which can modulate the function of bile acid transporters by two main mechanisms. Acute changes in the functional activity of membrane bile acid transporters occur mainly through post-transcriptional mechanisms, while chronic adaptive responses are realized by regulating their transcription. The aim of the study was to investigate the structural organization of intrahepatic bile ducts in humans and mammals in relation to the type of diet.

Material and methods. The studies were conducted on the livers of a pig, a fox, a sheep, which were selected from the same breed, aged 1 year, and humans aged 50-60 years. The walls of intrahepatic bile ducts were studied. Paraffin blocks were made according to the generally accepted method. Hematoxylin-eosin staining was used. Microphotography was performed with a Micromed XS-5510 microscope using a DCM 900 microphotomount. Processing of the obtained photos was performed using the TSVIEW program. Processing of the obtained morphometric parameters was carried out according to the generally accepted rules of variation statistics. Using Microsoft Excel 2019 software based on the Windows 10 cooperative system. The results are presented as the mean value of the trait (M) and standard deviation (SD) for each sample or as a percentage increase compared to the control. The nonparametric Mann-Whitney test was used to determine the statistical significance of intergroup differences, which was considered statistically significant at $P < 0.05$.

Results. In the study of histological specimens, we found that the mucous membrane of the intrahepatic bile ducts differs depending on the type of meal. The results showed that mammals with a carnivorous and herbivorous meal had a more complex structure of the inner lining of the bile ducts compared to omnivorous mammals and humans. Thus, the revealed structural differences in the bile ducts of humans and mammals, in our opinion, indicate an adaptive restructuring and functioning of epithelial cells, which were caused by species-specific features of the diet.

Key words: liver, bile ducts, mucous membrane, epithelium, comparative anatomy.

Відомості про авторів:

Дубінін Дмитро Сергійович – аспірант кафедри гістології, цитології та ембріології Полтавського державного медичного університету;

Шепітько Володимир Іванович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри гістології, цитології та ембріології Полтавського державного медичного університету.

Information about the authors:

Dubinin Dmytro S. – Postgraduate Student of the Department of Histology, Cytology and Embryology of the Poltava State Medical University;

Shepitko Volodymyr I. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology of the Poltava State Medical University.

Надійшла 04.03.2024 р.
Рецензент – проф. Р. С. Булик (Чернівці)