

---

© Костюк Г.Я., Костюк О.Г., Трилюк О.І., Бурков М.В., Павлівська О.Ю., Задорожнюк В.О.

УДК: 611.37.612.06

*Костюк Г.Я., Костюк О.Г., Трилюк О.І., Бурков М.В., Павлівська О.Ю., Задорожнюк В.О.*  
Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова (вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018)

## **СТРУКТУРНА БУДОВА ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ - ОСНОВА МОДЕЛЮВАННЯ ЇЇ ФУНКЦІЙ**

---

**Резюме.** У статті наводяться особливості внутрішньоутробного розвитку і формування підшлункової залози. Описуються модифікації впадіння загальної жовчної протоки і вивідної протоки підшлункової залози в дванадцятипалу кишку. Обґрунто-

ується найбільш адекватний та еволюційно доцільний варіант впадіння протоків у дванадцятипалу кишку. Підкреслюється, що розташування підшлункової залози, геометрична та гістологічна будови невід'ємно зв'язані з її функціональною діяльністю. Названі показники є необхідними при побудові математичної моделі органа.

**Ключові слова:** підшлункова залоза, математичне моделювання.

## Вступ

Одним з найбільш перспективних є метод дослідження спрощеної біофізичної будови, який є результатом поглибленого анатомічного і гістологічного дослідження, яке забезпечує математичне моделювання функціональних можливостей органу [7, 9]. Не дивлячись на велику різницю між ідеальною моделлю органу та живою біологічною будовою, у них є важлива загальна ланка, яка зв'язує їх в єдине ціле - загальні фундаментальні закономірності природи [6, 8].

Створення математичних моделей органу дозволяє вивчити основні параметри його функціонування, в тому числі в екстремальних умовах. Це дає можливість в короткі строки отримати в наочній формі результати та зрівняти їх з нормою. Такий підхід дає можливість глибше проникнути в суть процесів, які протікають в живих організмах, пізнати загальні закони їх життєдіяльності, більш свідомо планувати заходи по ліквідації патологічного стану.

## Матеріали та методи

Виходячи з потреб подальшого пізнання механізму діяльності підшлункової залози в нормі та при патології, в даній роботі на основі розвитку підшлункової залози, особливостях впадіння її вивідного протоку у дванадцятипалу кишку буде обґрунтована методика застосування математичного моделювання для дослідження біомеханізму видільної функції підшлункової залози, використовуючи закони гідродинаміки, які вивчають в середній школі по курсу фізики.

Метою даної роботи розробити напрямок до створення моделі функціональної діяльності підшлункової залози.

## Результати. Обговорення

Починаючи вивчення структури будь-якого органа, необхідно прийняти до уваги і його загальну геометричну форму як найбільш раціональну для даного виду біологічної системи. Біологічна форма кожного органу шліфувалась на протязі багатьох тисячоліть. Природа методом проб і помилок на протязі віків перебрала багато варіантів і вибрала найбільш оптимальні структури в боротьбі за виживання виду.

Цю закономірність можна прослідкувати на прикладі внутрішньоутробного розвитку заплідненої яйцеклітини в період формування порожнистих органів, внаслідок якого виникає і підшлункова залоза (рис. 1).

Першочергова закладка виражена трьома відділами незалежними часточками: дорзальною - а, правою вентральною - б і лівою вентральною - в, які знаходяться на значній відстані одна від одної і навіть по різні сторони від дванадцятипалої кишки. Потім у про-

цесі розвитку плода відбувається поворот дуоденальної петлі і зближення трьох закладок - часточок майбутньої підшлункової залози і тільки до кінця внутрішньоутробного розвитку плода остаточно формується залоза.

Із цих загальновідомих даних розвитку підшлункової залози мимовільно виникає ряд питань:

1. Для чого знадобилось цим трьом часточкам-закладкам зрощуватись в одне ціле?

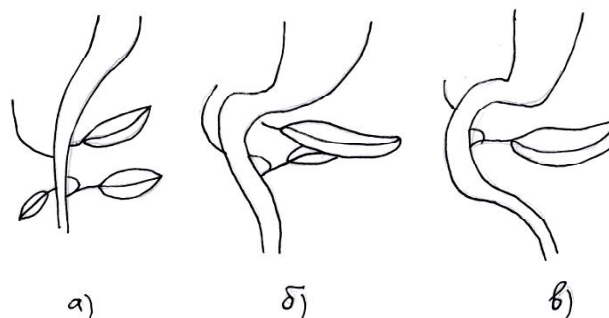
2. Чого кожна часточка не розвивається самостійно, так як має місце при закладці слинних залоз? В чому перевага саме такої системи?

У розвитку підшлункової залози прийнято розрізняти два види: нормальне і аномальне (вроджена відсутність, недорозвиток, розщеплення, кільцеподібна, додаткові частки). Всі ці вади розвитку підшлункової залози багаті важкими порушеннями життєдіяльності всього організму та іноді є причиною його загибелі (руйнування).

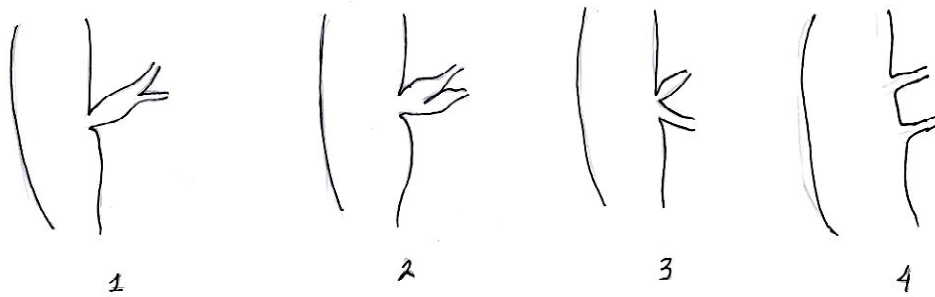
Наступний приклад. В анатомічній структурі розвитку підшлункової залози людини існує, в основному, чотири модифікації взаємного розміщення загального жовчного і вірсунгового протоків перед їх впадінням в 12-палу кишку (рис. 2).

Однак ці модифікації виявилися нерівномірно розповсюдженими. За даними деяких авторів [1, 3], перший варіант зустрічається у 64%, другий - у 22%, третій - у 10%, четвертий - 3% випадків.

Загально прийнято, що розташування жовчного і вірсунгового протоків при їх впадінні в дванадцятипалу кишку грає велику роль як фактор, який сприяє виникненню панкреатитів. При цьому в роботах відмічається, що перший варіант найбільш сприяє рефлюксу жовчі у вірсунгову протоку. Тоді виникають закономірні питання: чому найбільшого розповсюдження отримав цей неадекватний спосіб (64%), а, здавалося б, такий надійний, як четвертий, який практично



**Рис. 1.** Схема внутрішньоутробного розвитку підшлункової залози.



**Рис. 2.** Варіанти взаємного розташування загальної жовчної протоки і вивідного протоку підшлункової залози при їх впадінням в дванадцятипалу кишку.

не викликає рефлюкс жовчі у вірсунгову протоку, має розповсюдження в 3% випадків? А відповідь проста і полягає в тому, що перша модель найбільш відповідає основній задачі всіх систем травлення - приготування хімусу при мінімальних енергетичних затратах. Крім того, цей варіант розвитку підшлункової залози виявився досить життєздатним, тобто він володіє достатнім ступенем надійності, або, в іншому випадку, в процесі еволюції природній відбір не зробив би цей варіант домінуючим для виду.

Для загальної наочності звернемося до загальноприйнятого морфометричного прикладу. В будові підшлункової залози розрізняють два відділи які складаються з нерівних по масі часток, однією з яких являється екзокринна яка представлена часточками, які є складовими основної маси органу (94-96%) [2, 4, 5]. Ця частина залози виробляє травні ферменти (трипсин, амілаза, ліпаза). Друга частина (ендокринна) представлена острівцями Лангенгарса, які розташовуються між часточками органу. Вони виділяють безпосередньо в кров гормони, регулюючи в основному, вуглеводний обмін. Слід відмітити, що ці острівці являються якби колоніями, краплинами в дольках, що складаються з ацинусів. Ацинарні клітини, в свою чергу, найтіснішим чином оточують ендокринні клітини. Останні відокремлені від кінцевих відділів секреторної частки залози своєрідними сполучнотканинними перегородками. Ці перегородки часто бувають неповними і виявляються з великим трудом. По всій ймовірності, ендокринна і екзокринна системи підшлункової залози зв'язані між собою не тільки нейрогуморальними і біохімічними зв'язками, але і біофізичними (гемодинамікою, лімфотоком, дифузиею, осмотичним тиском). Цей факт можна підтвердити тим, що острівці Лангенгарса розсіяні по залозі нерівномірно. Вони у великій кількості відмічаються в хвостовій частині, а в тілі і головці залози їх менше, що очевидно, грає не основну

### Список літератури

1. Богер М. М. Методы исследования поджелудочной железы / Богер М. М. - Новосибирск: Наука, 1982. - С. 236.
2. Калиев А. А. Макромикроскопическая анатомия и внутриорганный гистотопография поджелудочной железы

при остром деструктивном панкреатите / А.А. Калиев // Морфологические ведомости. - 2013. - № 2. - С. 33-37.

3. Коротько Г. Ф. Секретция поджелудочной железы от Павловских начал к

настоящему (к 100-летию присуждения И.П. Павлову Нобелевской премии) / Г.Ф. Коротько // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, копропектологии. - 2014. - Т.24., №3. - С. 4-12.

роль в їх діяльності.

Із всього сказаного можна зробити висновок, що не тільки розташування органу, але і його геометрична форма і гістологічна будова невід'ємно зв'язані з функціональною діяльністю в комплексі всього організму. Іншими словами, не тільки морфологічна структура, але і сама форма органу не випадкова і повинна відповідати наступним вимогам:

1. Структура органу повинна відповідати функціональній діяльності організму, забезпечуючи один або кілька параметрів гомеостазу.

2. Зовнішня і внутрішня геометрична форма людського тіла повинна бути такою, щоб забезпечувати найбільшу його компактність при даному механізмі роботи.

3. Також потрібно враховувати місце положення органу у системі, зовнішнє оточення і його зв'язок з іншими органами.

Таким чином, чим повніше буде враховано всі особливості мікро- і макро-структури органу, тим повніше буде розкритий механізм його життєдіяльності.

Така повнота рішень розуміння процесів, яка відбувається в органі біологічної системи, дасть можливість побудувати математичну модель, на якій можна буде легко прослідкувати принципи раціональності і надійності його роботи.

**Висновки та перспективи подальших розробок**

### Висновки та перспективи подальших розробок

1. Достовірність побудованої математичної моделі, в кінцевому висновку, залежить від розуміння фізичних основ, на яких базується функціональна діяльність органу і абстрагування їх зв'язків з іншими органами системи.

2. Опираючись на дослідження поведінки математичної моделі, можна створити безперечну теорію діяльності системи в нормальних і екстремальних умовах, тим самим не тільки передбачити, що буде з системою при виході за межі допустимих норм, але і проводити свідомі пошуки шляхів до її реабілітації.

У подальшому застосування математичного моделювання для дослідження біомеханізму видільної функції підшлункової залози дасть можливість в перспективі виявити причини її запалення та намітити шляхи лікування

4. Наслідки підвищеного тиску у протоці підшлункової залози / Г.Я. Костюк, О.Г. Костюк, І.А. Голубовський [та ін.] // Вісник Вінницького національного медичного університету. - 2014. - Т. 18, № 1. - С. 30-32.
5. Состояние инкреторного аппарата поджелудочной железы при остром и хроническом панкреатите / Г. Я. Костюк, Г.В. Терентьев, Т.А. Кадошук, С.П. Жученко // Вопросы морфологии центральной нервной системы. - К. : Медицинский ин-т, 1984. - 67 с.
6. Лонський Л. Й. Морфологічні зміни в підшлунковій залозі при набряковій і деструктивній формах гострого панкреатиту / Л.Й. Лонський // Вісник Вінницького національного медичного університету. - 2015. - Т. 19, № 1. - С. 248-251.
7. Бэнкс П. А. Панкреатит / Бэнкс П. А. - М. : Медицина, 1982. - 207 с.
8. Савельев В. С. Острый панкреатит / Савельев В. С., Буянова В. М., Огнев Ю. В. - М. : Медицина, 1983. - 239 с.
9. Филин В. И. Острые заболевания и повреждения поджелудочной железы / Филин В. И. - М.: Медицина, 1982. - 245 с.

**Костюк Г.Я., Костюк А.Г., Трилюк Е.И., Бурков Н.В., Павловская О.Ю., Задорожнюк В.А.**

#### СТРУКТУРНОЕ СТРОЕНИЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ – ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕЕ ФУНКЦИЙ

**Резюме.** В статье приводятся особенности внутриутробного развития и формирования поджелудочной железы. Описываются модификации впадения общего желчного протока и выводного протока поджелудочной железы в двенадцатиперстную кишку. Обосновывается наиболее адекватный и эволюционно целесообразный вариант впадения протоков в двенадцатиперстную кишку. Подчеркивается, что расположение поджелудочной железы, геометрическое и гистологическое строение неотъемлемо связаны с ее функциональной деятельностью. Указанные показатели необходимы при построении математической модели органа.

**Ключевые слова:** поджелудочная железа, математическое моделирование.

**Kostyuk G.Ya., Kostyuk O.G., Trilyuk O.I., Burkov M.V., Pavlovskaya O.Yu., Zadorozhnyuk V.A.**

#### STRUCTURAL STRUCTURE OF THE PANCREAS - THE BASIS OF ITS MODELING FUNCTIONS

**Summary.** The article presents the features of fetal development and the formation of the pancreas. It describes the confluence of the modification of the common bile duct, and excretory pancreatic duct into the duodenum. Substantiates the most appropriate and expedient option evolutionarily confluence of the ducts into the duodenum. It is emphasized that the location of the pancreas, the geometric and the histological structure is inherently linked to its functional activity. These parameters are necessary in constructing a mathematical model of body.

**Key words:** pancreas, mathematical modeling.

**Рецензент - д.мед.н., проф. Кухар І.Д.**

Стаття надійшла до редакції 25.11.2015 р.

**Костюк Григорій Якович** - д.мед.н., проф., зав. кафедри оперативної хірургії і топографічної анатомії Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова; +38 097 404-79-58

**Костюк Олександр Григорович** - д.мед.н., доц., зав. кафедри променевої діагностики, променевої терапії та онкології Вінницького національного університету імені М.І. Пирогова; +38 067 215-16-77

**Трилюк Олена Іванівна** - студентка 2 курсу 14а групи Вінницького національного університету імені М.І. Пирогова

**Бурков Микола Валентинович** - к.мед.н., доц. кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії Вінницького національного університету імені М.І. Пирогова; +38 067 965-46-28

**Павлівська Ольга Юріївна** - студентка 3 курсу 1а групи Вінницького національного університету імені М.І. Пирогова

**Задорожнюк Валентин Олегович** - студент 3 курсу 1б групи Вінницького національного університету імені М.І. Пирогова