

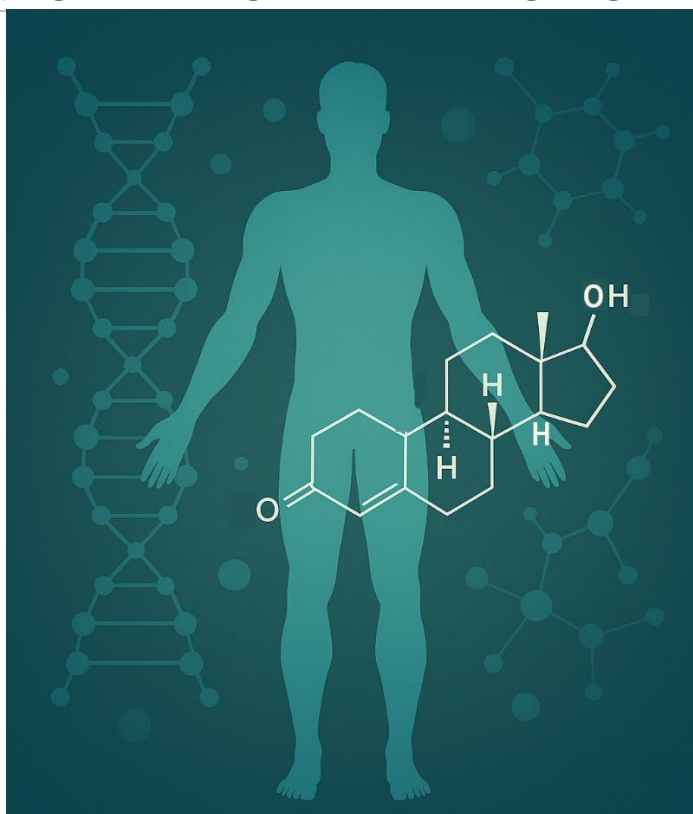
**ННЦ «Інститут біології та медицини»**

**Кафедра фізіології та анатомії**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ  
З ДИСЦИПЛІНИ  
«ФІЗІОЛОГІЯ СТАТЕВОЇ СИСТЕМИ»**

**ЧАСТИНА 1.**

**ЧОЛОВІЧА СТАТЕВА СИСТЕМА**



**Вікторія Кравченко**

**Київ 2025**

УДК 612.6+611

ББК 28.9

К-77

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Навчально-наукового центру "Інститут біології та медицини"  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
(протокол № 12 від 13 травня 2025 року)*

Рецензенти:

Цирюк О.І., доктор біологічних наук, доцент кафедри біомедицини ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Ющик В.В., кандидат медичних наук, доцент кафедри педіатрії, акушерства та гінекології ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Навчально-методичні матеріали з дисципліни «Фізіологія статевої системи» (частина 1. Чоловіча статева система) / В.І. Кравченко/– К. : Електронне видання, 2025. – 57 с.

Навчально-методичні матеріали укладено для студентів 4 курсу освітнього рівня «бакалавр» блоку професійно-орієнтованих дисциплін "фізіологія людини і тварин" як супровід до вивчення розділу «Чоловіча статева система» дисципліни «Фізіологія видільної та статевої систем». Посібник містить структурований виклад навчального матеріалу з анатомії, фізіології та нейрогуморальної регуляції чоловічої статевої системи, доповнений сучасними даними, схемами, ілюстраціями, визначеннями та таблицями.

До кожного розділу включено тестові завдання, питання для самоконтролю, ситуаційні задачі та клінічні кейси, що сприяють розвитку логічного мислення та кращому засвоєнню матеріалу. Навчальні матеріали рекомендовано для студентів-біологів, а також може бути корисним студентам-медикам, викладачам, аспірантам та усім, хто цікавиться фізіологією людини та питаннями репродуктивного здоров'я.

УДК 612.6+611

ББК 28.9

© Кравченко В.І. 2025.

2

## Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	4
Вступ.....	5
Основні навчальні цілі .....	6
Загальний огляд чоловічої статеві системи .....	7
Структура і функції яєчок.....	8
Калитка.....	9
Протоки чоловічої статеві системи.....	14
Над'яєчко.....	14
Сім'явиносна протока.....	15
Сперматогенез.....	17
Регуляція сперматогенеза .....	19
Клінічні аспекти. Патології яєчок.....	20
Тестові завдання для самоконтролю засвоєння теми «Будова і функції яєчок»: .....	21
Будова і функції додаткових залоз .....	25
Пухирчаста залоза .....	25
Передміхурова залоза.....	27
Цибулинно-сечівникові залози.....	29
Склад сперми.....	30
Тестові завдання для самоконтролю засвоєння теми: .....	32
Будова і функції статеві члену.....	34
Ембріональний розвиток статеві члена .....	38
Клінічні примітки: патології статеві члена .....	39
Тестові завдання для самоконтролю засвоєння теми «Статеві член»:.....	40
Фізіологія ерекції.....	42
Еякуляція.....	46
Фази ерекції .....	46
Клінічні аспекти .....	47
Ситуаційні завдання з теми «Фізіологія ерекції та еякуляції».....	49
Завдання для самостійної роботи з теми «Анатомія чоловічої статеві системи» .....	52
Відповіді на тестові запитання та завдання.....	55
Список використаних джерел .....	57

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЗБ – андроген-зв'язувальний білок

АМГ – антимюллерів гормон

ВІП – вазоактивний інтестинальний пептид

ГМК – гладком'язові клітини

ГнРГ – гонадотропін-релізинг гормон

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

ЛГ – лютеїнізуючий гормон

МРТ – магнітно-резонансна томографія

ПЗ – передміхурова залоза

СІЗС – селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну

СТГ – соматотропний гормон

УЗД – ультразвукове дослідження

ФСГ – фолікулостимулюючий гормон

ЦНС – центральна нервова система

## Вступ

Ці навчально-методичні матеріали створені як супровід до вивчення розділу «Чоловіча статевая система» навчальної дисципліни «Фізіологія видільної та статевої систем», що викладається студентам 4-го курсу освітнього рівня «бакалавр» блоку професійно-орієнтованих дисциплін "фізіологія людини і тварин".

Метою посібника є допомога студентам у глибокому засвоєнні матеріалу з анатомії, фізіології та регуляції функцій чоловічої репродуктивної системи. Матеріали також будуть корисні студентам медичних факультетів, викладачам та всім, хто цікавиться біологією людини.

### **Зміст охоплює ключові аспекти:**

- ❖ будову і функції яєчок, додаткових залоз, статевого члена,
- ❖ ембріогенез чоловічих статевих органів,
- ❖ механізми сперматогенезу, ерекції та еякуляції,
- ❖ нейрогуморальну регуляцію та клінічні аспекти.

### **Для зручності засвоєння матеріалу посібник включає:**

- ілюстрації та анатомічні схеми для візуалізації структур,
- таблиці, що систематизують фізіологічні дані,
- клінічні кейси та ситуаційні завдання для розвитку аналітичного мислення,
- тестові запитання та завдання для самоконтролю,
- питання для самостійної роботи та обговорення.

Особлива увага приділена зв'язку між анатомічною структурою та її функціональним значенням, а також сучасному розумінню регуляторних механізмів у контексті загальної фізіології. Очікується, що ці матеріали стануть ефективним інструментом у процесі вивчення, поглиблення знань і формування цілісного уявлення про чоловічу репродуктивну фізіологію.

У наступній частині курсу буде розглянута жіноча статевая система, а також порівняльні та інтегративні аспекти фізіології розмноження.

## Основні навчальні цілі

В результаті опрацювання навчально-методичних матеріалів цього посібника у студентів мають сформуватися:

### 1. Знання та розуміння:

- Описувати анатомічну будову чоловічих статевих органів (яєчка, калитка, протоки, залози, статевий член).
- Розуміти ембріональний розвиток яєчок і статевого члена, їхнє гомологічне походження.
- Пояснювати механізми сперматогенезу, включаючи послідовність клітинних стадій.
- Знати будову, функції та секреторну роль додаткових статевих залоз.
- Визначати склад і фізико-хімічні властивості сперми та їхнє значення.
- Розуміти фізіологічні механізми ерекції та еякуляції, їхню нейрогуморальну регуляцію.

### 2. Аналітичні вміння:

- Аналізувати значення температурної регуляції в калитці для нормального сперматогенезу.
- Розрізняти гормональні і нервові шляхи, що беруть участь у регуляції функцій чоловічої статевої системи.
- Пояснювати патогенез поширених захворювань чоловічої репродуктивної системи (варикоцеле, крипторхізм, еректильна дисфункція, гіпоспадія, фімоз, хвороба Пейроні).

### 3. Практичні навички:

- Інтерпретувати клінічні кейси, пов'язані з порушенням функції чоловічої статевої системи.
- Виконувати самоперевірку знань за допомогою тестів і ситуаційних завдань.
- Використовувати наукову термінологію для опису анатомо-фізіологічних явищ у чоловічій репродуктивній системі.

## Загальний огляд чоловічої статеві системи

Чоловіча статеві система включає ряд внутрішніх і зовнішніх органів, які функціонують у тісному взаємозв'язку для забезпечення процесів сперматогенезу, запліднення та гормональної регуляції. Вона складається з парних та непарних структур, розташованих як у черевній порожнині, так і поза нею. До **внутрішніх статевих органів** належать чоловічі гонади (яєчка), над'яєчка, система протоків і допоміжні залози. **Зовнішні статеві органи** представлені статевим членом і калиткою. Яєчка розміщені в калитці і є місцем утворення сперматозоїдів та секреції тестостерону. Від них сперматозоїди потрапляють у над'яєчко, де дозрівають і зберігаються. Через сім'явиносну та сім'явипорскувальну протоки сперма транспортується до передміхурової частини уретри. У процесі еякуляції важливу роль відіграють передміхурова, пухирчасті та цибулинно-сечівникові залози, які утворюють компоненти сім'яної рідини. Статевий член, зокрема губчаста частина уретри, що проходить через його губчасте тіло, забезпечує виведення сперми з організму.

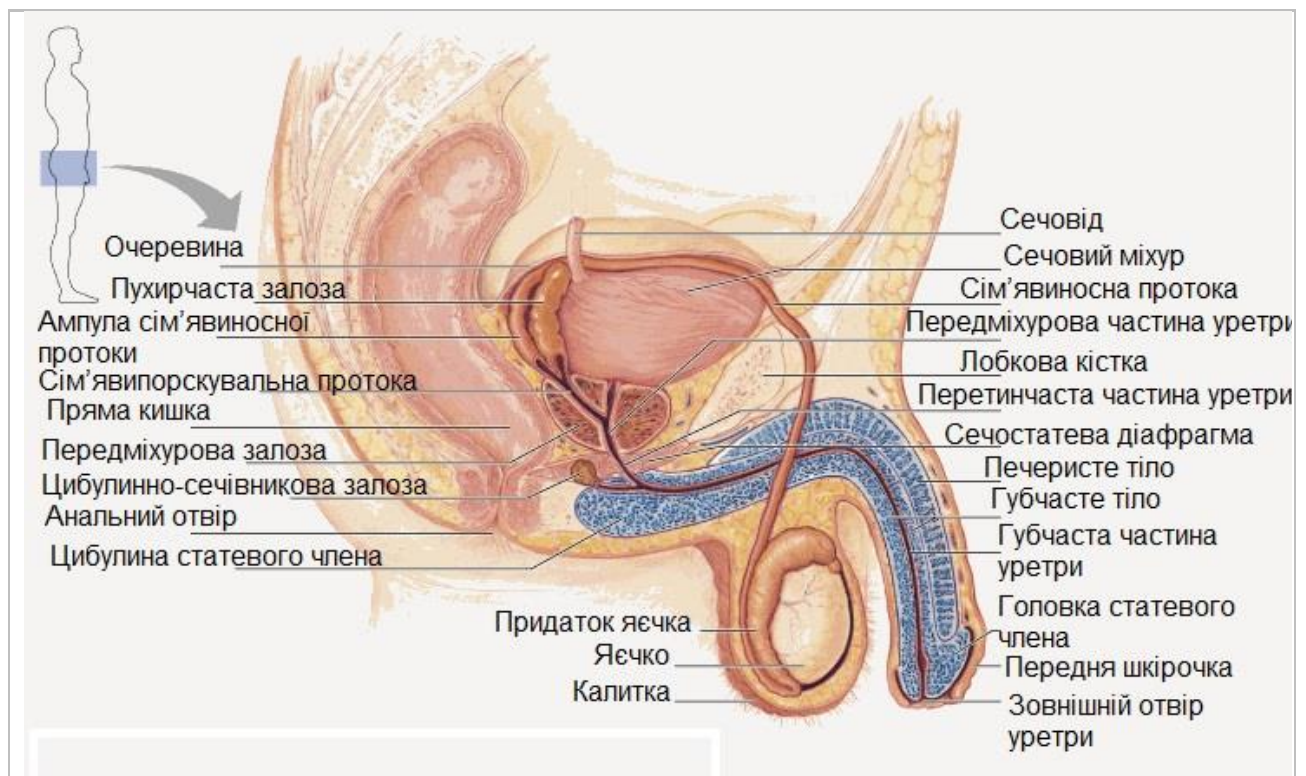


Рис. 1. Органи чоловічої статеві системи та прилеглі структури. Адаптовано з: <https://healthjade.net/low-sperm-count/>

У наступних підрозділах розглянемо анатомічну будову, мікроструктуру та функціональні особливості кожного з органів чоловічої статеві системи.

## Структура і функції яєчок.

**Яєчка** - парні залози змішаної секретії овальної форми, розташовані у мішкоподібному розширенні передньої черевної стінки – калитці.

### Ембріональний розвиток та "міграція" яєчок

- Спочатку яєчка формуються як недиференційована гонада у зоні ретроперитонеального (позачеревного) простору.
- Під дією SRY-гена (на Y-хромосомі) гонада диференціюється в яєчко.
- У ембріона жіночої статі (за відсутності SRY-гена) гонада перетворюється на яєчник.
- Із 8-го тижня внутрішньоутробного розвитку яєчка продукують тестостерон, який запускає розвиток чоловічих внутрішніх та зовнішніх статевих органів.

### Формування структур яєчка

- Білкова оболонка яєчка (*tunica albuginea*) – сполучнотканинний шар, який формується шляхом інвагінації між звивистими сім'яними каналцями та рештою тканини яєчка.
- Клітини Сертолі починають виробляти антимюллерів гормон (АМГ), що викликає регресію мюллерових (парамезонефральних) проток у період 8–10 тижнів внутрішньоутробного розвитку.
- У дорослого чоловіка залишками мюллерових проток є:
  - привісок яєчка (*appendix testis*)
  - передміхурова маточка (*prostatic utricle*) - залишкова структура у передміхуровій залозі

### Опускання яєчок

- На 7-му місяці внутрішньоутробного розвитку яєчка починають мігрувати з черевної порожнини через пахвинний канал у калитку. Під час цього процесу яєчка проходять черевну порожнину, черевну стінку, пахвинний канал.
- Під час опускання яєчок у пахвинному каналі формується випинання очеревини — піхвовий відросток (*processus vaginalis*).
- Після завершення опускання яєчок, піхвовий відросток зазвичай редукується (піддається апоптозу) та утворює піхвова оболонка (*tunica vaginalis*), що оточує яєчко ззовні.
- Після опускання в калитку пов'язані з черевною порожниною сім'яним канатиком, а до калитки фіксуються яєчковою зв'язкою.

**Клінічні аспекти:** якщо processus vaginalis не закривається, це може призвести до водянки яєчка (hydrocele communicans) чи пахвинної грижі (hernia inguinalis)

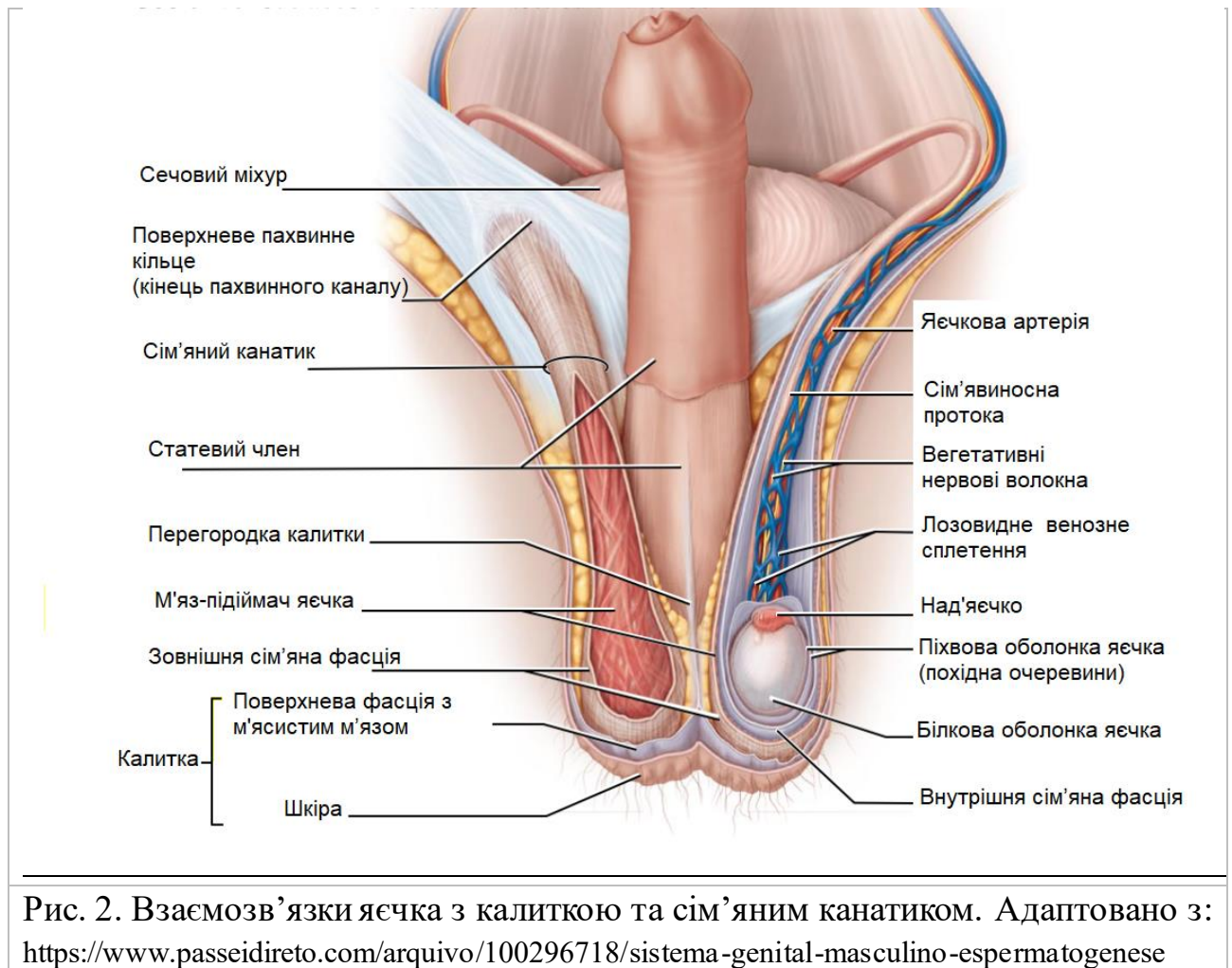


Рис. 2. Взаємозв'язки яєчка з калиткою та сім'яним канатиком. Адаптовано з: <https://www.passeidireto.com/arquivo/100296718/sistema-genital-masculino-espermatogenese>

## Калитка

**Калитка** (*scrotum*) — це шкірно-м'язовий мішок, що містить яєчка, придатки яєчок і частину сім'яного канатика. Розташована в ділянці промежини, між статевим членом і відхідником, є продовженням передньої черевної стінки, але анатомічно відмежована від черевної порожнини. Калитка є гомологом великих статевих губ у жінок (розвиваються з однієї ембріональної структури — губо-калиткових валиків).

## Ембріогенез

Формування калитки починається на 3-му місяці внутрішньоутробного розвитку. У процесі диференціації губно-калиткові валики зростаються по серединній лінії → формується перегородка калитки (*septum scroti*), яка відокремлює праву та ліву половини.

## Будова калитки (прошарки ззовні досередини)

1. Шкіра (тонка, пігментована, з волосяними фолікулами)
2. Підшкірна фасція, що містить м'ясистий м'яз (*m. dartos*) – забезпечує зморшкувату поверхню, сприяє теплорегуляції
3. Зовнішня сім'яна фасція (із зовнішнього косоного м'яза живота)
4. Фасція м'яза-підіймача яєчка (*fascia cremasterica*);
5. М'яз-підіймач яєчка (*m. cremaster*) – бере участь у рефлекторному підійманні яєчка
6. Внутрішня сім'яна фасція (з поперечної фасції)
7. Піхвова оболонка яєчка (похідна очеревини)

### **Функціональне значення:** терморегуляція

Калитка виконує критично важливу роль у підтримці оптимальної температури для сперматогенезу. Температура в калитці зазвичай на 2,5–3 °С нижча, ніж температура тіла → оптимальні умови для роботи ферментів сперматогенезу. Теплорегуляція забезпечується через:

- Лозовидне венозне сплетення (*plexus pampiniformis*): охолоджує артеріальну кров
- М'ясистий м'яз (*m. dartos*) — скорочується при холоді → зморщується калитка
- М'яз-підіймач яєчка (*m. cremaster*) — рефлекторно піднімає яєчко до тіла при охолодженні

### **Клінічна примітка:**

- Порушення терморегуляції (наприклад, при варикоцеле або перегріванні) може призвести до зниження якості сперми.
- Калитка реагує на зовнішні подразники (температура, емоції, стимуляція) через кремастерний рефлекс, який особливо виражений у дітей.

### Основні анатомічні відомості про яєчка

**Розміри у дорослого чоловіка:** 4 x 2 x 3 см, маса 15-25 г.

**Захисні шари яєчок** (поверхневі →глибокі):

- Зовнішня сім'яна фасція (від зовнішнього косоного м'яза живота)
- М'яз-підіймач яєчка (від внутрішнього косоного м'яза живота)
- Внутрішня сім'яна фасція (від фасції поперечного м'яза живота)
- Піхвова оболонка з пристінковим та вісцеральним шарами (з пристінкової та вісцеральної очеревини) між ними серозна рідина

## **Структура яєчок:**

Зовнішній шар: білкова оболонка, яка простягається всередину, формує **перегородки** – ділять яєчко на **часточки**.

Внутрішня будова: часточки з системою трубочок. В кожній часточці 1-4 звивистих сім'яних каналці. Звивисті каналці → прямі сім'яні каналці.

**Система протоків:** звивисті сім'яні каналці (у часточках) → прямі сім'яні каналці (біля середостіння яєчка) → яєчкові каналці (у середостінні яєчка) → вивідні протоки → протока над'яєчка → сім'явиносна протока → сім'явипорскувальні (еякуляторні) протоки → простатична частина уретри

**Артеріальне забезпечення:** яєчкова артерія (→ черевна аорта), артерія сім'явиносної протоки

**Вени:** яєчкова вена, яка утворює навколо сім'явиносної протоки лозоподібне сплетення. Права яєчкова вена → нижня порожниста вена. Ліва яєчкова вена → ниркова вена → нижня порожниста вена.

**Лімфатичний дренаж:** преаортальні та бічні аортальні лімфовузли

**Іннервація:** Іннервація яєчка здійснюється переважно автономною частиною периферичної нервової системи та представлена як симпатичними, так і парасимпатичними волокнами.

### **Симпатична іннервація:**

- Післявузлові симпатичні волокна походять від крижових симпатичних вузлів.
- Вони проходять у складі крижових нутрощевих нервів.
- Ці волокна супроводжують артерії, що кровопостачають яєчко і над'яєчко, обплітаючи їх і регулюючи тонус судин.

### **Парасимпатична іннервація:**

- Парасимпатичні передвузлові волокна надходять у складі соромітного нерва (гілка крижового сплетення).
- Вони формують тазові нутрощеві нерви, які прямують до тазових парасимпатичних вузлів, де знаходяться тіла других нейронів.
- Також у складі цих нервів проходять аферентні (чутливі) волокна, що забезпечують зворотний зв'язок.

## Основні типи клітин яєчок.

**1. Сперматогенні клітини** – з них утворюються сперматозоїди (див. сперматогенез). Незрілі клітини сперматогенезу, розташовані на різних рівнях канальців. Лише сперматогонії, розташовані ближче до просвіту, мають джгутики.

**2. Суспенцити, клітини Сертолі** – підтримуючі клітини, знаходяться між базальною мембраною та просвітом сім'яних канальців. Стійкі до рентгенівського випромінювання, інфекцій та поганого живлення. Більш численні до статевого дозрівання. Розділяють сперматогенний епітелій на базальний (сперматогонії та первинні сперматоцити) та адлюмінальний (мейотично активні клітини: сперматоцити 1-го та 2-го порядку, сперматиди та сперматозоїди) простір.

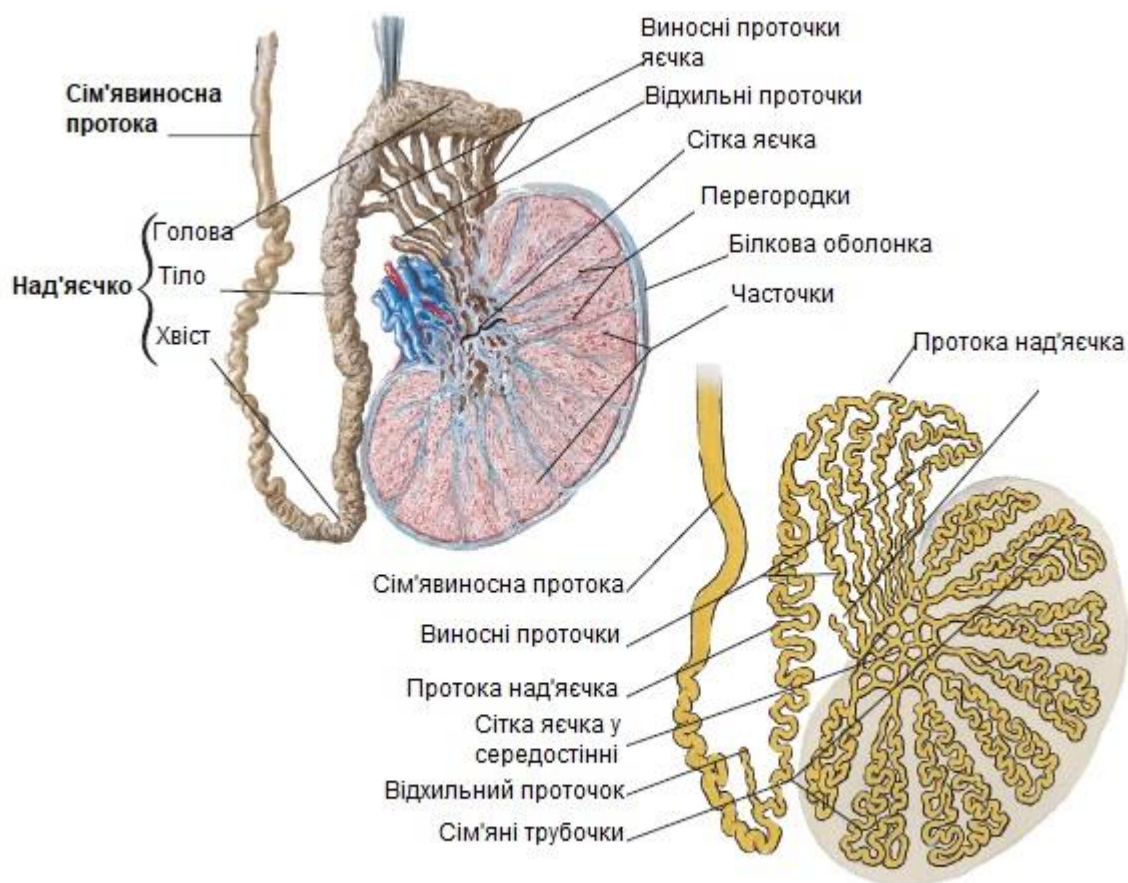


Рис. 3. Будова яєчок. Переклад з Netter: Atlas of Human Anatomy. 6<sup>th</sup> Edit. Plate 368.

### **Функції клітин Сертолі:**

- Утворюють гемато-тестикулярний бар'єр за рахунок спеціалізованих міжклітинних контактів. Завдяки цьому в адлюмінальному просторі сперматогенного епітелію підтримується специфічне гормональне середовище з високим рівнем тестостерону. Вибіркова проникність ізолює від токсичних речовин та запобігає розвитку автоімунної відповіді проти поверхневих антигенів, які експресуються на мембрані сперматозоїдів
- Трофічна функція
- Фагоцитоз залишкової цитоплазми утворених в процесі сперматогенеза та клітин, що дегенерують
- Секреція рідини для транспорту сперміїв в сім'яних канальцях
- **Секреторна функція.** Клітини Сертолі виділяють:
  - **Андроген-зв'язуючий білок (АЗБ).** Відповідає за підтримку високого рівня тестостерону в сперматогенному епітелію шляхом його накопичення в просвіті сім'яних канальців.
  - **Інгібін.** Глікопротеїн, гальмує секрецію і виділення ФСГ, забезпечує регуляцію за принципом негативного зворотного зв'язку.
  - **Естрогени.** Утворюються з тестостерону, що надходить з клітин Лейдіга. Пригнічують синтез тестостерона в клітинах Лейдіга. В клітинах Сертолі експресується фермент ароматаза CYP19, який перетворює невелику кількість тестостерону у естрадіол-17 $\beta$ , який оптимізує сперматогенез.
  - **Трансферин.** Транспорт заліза в сперматогенний епітелій, потужний мітогенний фактор.
  - **Активатор плазміногена.** Вплив на протеолітичні реакції. Для міграції сперматогоній з базального простору в адлюмінальний.

**3. Міофібробласти** розташовані у сполучній тканині перитубулярної тканини сім'яних канальців. Ці клітини забезпечують перистальтичні скорочення сім'яних канальців, сприяючи транспортуванню нерухомих сперматозоїдів до воріт яєчка та сітки яєчка.

**4. Клітини Лейдіга.** Ендокринні клітини, розташовані в пухкій сполучній тканині між сім'яними канальцями (інтерстицій). Секретують гормони:

- тестостерон (5 мг/добу) - статеві диференціація, статеве дозрівання, сперматогенез;
- дигідротестостерон (100 мкг/добу) - утворення зовнішніх статевих органів.

## Протоки чоловічої статевої системи

Кожна з 200–300 часточок яєчка містить 1-4 сильно звивистих сім'яних каналців, які прямують до середостіння яєчка. Перед входом у середостіння звивисті каналці випрямляються — у цій ділянці кожен звивистий каналець переходить у прямий сім'яний каналець. Прямі каналці входять у середостіння і, з'єднуючись між собою, формують збірну камеру, що називається сітка яєчка (*rete testis*).

- З сітки яєчка виходять 12–20 виносних каналців (*ductuli efferentes*).
- Виносні каналці проходять через капсулу яєчка та впадають у над'яєчко (*epididymis*).
- У над'яєчку сперматозоїди набувають рухливості та здатності до запліднення.

### Над'яєчко

**Над'яєчко** (*epididymis*) розташоване вздовж заднього краю яєчка, до якого воно щільно приростає, має видовжену форму, довжину приблизно 4 см, ширину – 1 см і товщину – 0,5 см.

- Велика структура, що тягнеться вздовж усього заднього краю яєчка від верхнього до нижнього полюса.
- Має дві основні частини:
  - Голівка над'яєчка (*caput epididymidis*) – місце злиття виносних каналців.
  - Справжнє над'яєчко – звивистий канал, що продовжується вниз як тіло над'яєчка (*corpus*) і закінчується у хвості над'яєчка (*cauda*), який розширюється в нижньому полюсі яєчка.
- Стіна протоки над'яєчка складається з трьох основних шарів: слизової, м'язової та зовнішньої (адвентиційної) оболонки.
- Епітеліальні клітини протоки над'яєчка виконують важливі секреторні та фагоцитарні функції. Зокрема, високі призматичні клітини цього епітелію виробляють рідину, яка розріджує сперму, що є необхідною умовою для її ефективного просування по сім'явиносних шляхах.
- Канальцева система над'яєчка виконує роль резервуару для сперми. Її транспортування до сім'явиносної протоки здійснюється завдяки перистальтичним скороченням м'язової оболонки протоки над'яєчка, які забезпечуються скороченням гладких м'язових клітин циркулярного шару.
- У процесі проходження над'яєчка сперматозоїди дозрівають, набувають рухливості та здатності до запліднення.

- Зрілі сперматозоїди зберігаються у над'яєчку до моменту еякуляції.

### Сім'явиносна протока

- Сім'явиносна протока (*ductus deferens / vas deferens*) є продовженням протоки над'яєчка, яка закінчується злиттям із вивідною протокою пухирчастої залози.
- Проходить у складі сім'яного канатика (*funiculus spermaticus*) у напрямку таза.
- Парний трубчастий орган довжиною  $\approx 50$  см і діаметром 3,0–3,5 мм. Завдяки добре розвиненій м'язовій оболонці протока не спадається і легко пальпується у складі сім'яного канатика.

### Анатомічні частини протоки:

- **Калиткова частина** (*pars scrotalis*) — початковий відділ, що пролягає позаду яєчка, присередньо від над'яєчка.
- **Канатикова частина** (*pars funicularis*) — проходить у складі сім'яного канатика, досягає поверхневого пахвинного кільця.
- **Пахвинна частина** (*pars inguinalis*) — пролягає в межах пахвинного каналу.
- **Тазова частина** (*pars pelvica*) — завершує свій хід, спускаючись заочеревинно в порожнину таза до дна сечового міхура.

Кінцева ділянка тазової частини утворює **ампулу сім'явиносної протоки** (*ampulla ductus deferentis*) — веретеноподібне розширення довжиною 3–4 см і до 1 см в діаметрі. Амбула має дивертикули — бухтоподібні випини слизової. На рівні верхнього краю передміхурової залози ампула з'єднується з вивідною протокою пухирчастої залози.

### Будова стінки сім'явиносної протоки

1. **Слизова оболонка** (*tunica mucosa*): вкрита призматичним епітелієм із мікроворсинками (стереоциліями), які відсутні в ампулі. Має 3–5 поздовжніх складок. Підслизова основа представлена пухкою сполучною тканиною з фібробластами та еластичними волокнами.
2. **М'язова оболонка** (*tunica muscularis*): складається з трьох шарів гладких м'язів: внутрішнього і зовнішнього поздовжніх, середнього циркулярного. Забезпечує перистальтику і щільну структуру протоки.
3. **Зовнішня оболонка** (*tunica adventitia*): пухка сполучна тканина, яка переходить у тканини сім'яного канатика. У її склад входять поперечно посмуговані волокна м'яза-підіймача яєчка (у канатковій частині).

- **Функція** – транспортування сперми від придатка до сім'явипорскувальної протоки перед еякуляцією.

#### **Формування сім'явипорскувальної протоки**

- На рівні основи сечового міхура сім'явиносна протока з'єднується з протокою пухирчастої залози, утворюючи **сім'явипорскувальну протоку** (*ductus ejaculatorius*).
- Сім'явипорскувальна протока проходить крізь передміхурову залозу та відкривається у передміхурову частину уретри.

**Таблиця 1.**

#### **Протоки чоловічої статеві системи та їх функції**

<b>Структура</b>	<b>Функція</b>
Звивисті сім'яні каналці	Сперматогенез (утворення сперматозоїдів)
Прямі каналці	Відведення сперматозоїдів до сітки яєчка
Сітка яєчка	Збір та перенаправлення сперматозоїдів у виносні каналці
Виносні каналці (12–20 шт.)	Транспорт у над'яєчко
Над'яєчко (голівка, тіло, хвіст)	Дозрівання, набуття рухливості та зберігання сперматозоїдів
Сім'явиносна протока	Транспортує сперму до таза
Сім'явипорскувальна протока	Доставляє сперму до передміхурової частини уретри
Сечівник (уретра)	Виведення сперми з організму під час еякуляції

## Сперматогенез.

Загальний процес утворення сперматозоїдів – від сперматогонії (стовбурових клітин) до зрілих сперматозоїдів.

- Відбувається в стінках сім'яних канальців.
- Стінки канальців складаються з кількох типів сперматогенних клітин на різних стадіях розвитку.
- Відбувається в сім'яних канальцях в результаті гормональної стимуляції гонадотропними гормонами передньої частки гіпофізу. Починається  $\approx$  в 13 років і триває фактично все життя, зменшується в похилому віці.
- Оптимальна температура для сперматогенезу –  $34\text{ C}^\circ$ . Регулюється через кремастерний м'яз та венозне лозовидне сплетення (протипоточний теплообмінник).
- Під час статевого дозрівання диплоїдні зародкові клітини сперматогонії проходять мітотичне ділення, та повторно діляться шляхом мейозу та диференціюються через кілька стадій розвитку, утворюючи гаплоїдні спермії.
- Весь період сперматогенезу в сім'яних канальцях, від стадії сперматогоній до сперматозоїда триває 30-40 днів. Кінцева диференціація у протоці придатка впродовж 2-х тижнів, де вони розвивають здатність рухатися, хоча кілька гальмівних білків в рідині придатка все ще пригнічують кінцеву рухливість аж до стану еякуляції.

## Стадії сперматогенезу

### 1. Мітоз

#### ◆ Сперматогонії (2n)

- Найбільш зовнішні клітини канальців, знаходяться в контакті з базальною мембраною.
- Діляться шляхом мітозу на дві клітини:
  - Тип А – залишається на базальній мембрані для подальших поділів.
  - Тип В – просувається ближче до просвіту канальця та стає первинним сперматоцитом.

### 2. Мейоз

#### ◆ Первинний сперматоцит (2n)

- Проходить мейоз I  $\rightarrow$  утворює дві вторинні сперматоцити (n).

#### ◆ Вторинний сперматоцит (n)

- Проходить мейоз II  $\rightarrow$  утворює чотири сперматиди (n).

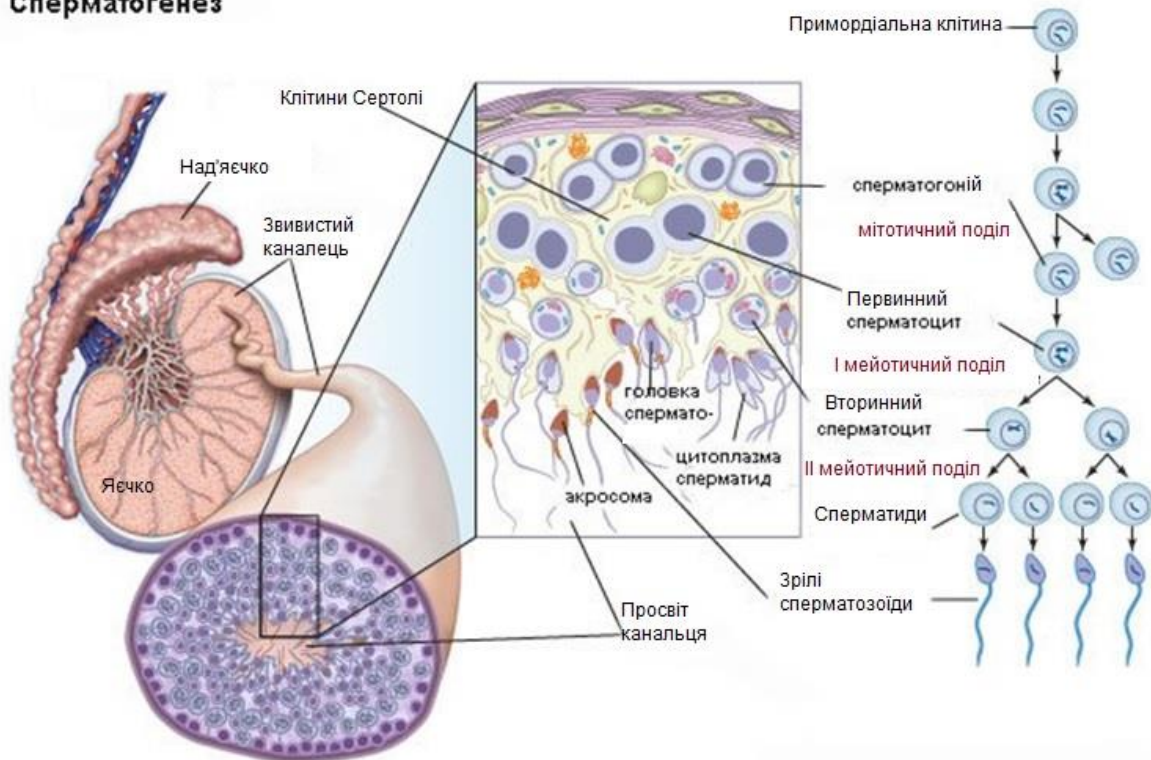
#### ◆ Сперматиди (n)

- Маленькі круглі клітини з великими ядрами.
- Розташовані ближче до просвіту сім'яних каналців.

### 3. Сперміогенез (перетворення сперматид у сперматозоїди)

- Витягування клітини
- Позбавлення від зайвої цитоплазми
- Формування хвоста (джгутика)
- Результат – потенційно рухливий сперматозоїд

#### Сперматогенез



**Рис.4. Стадії сперматогенезу.** Адаптовано з:  
<https://www.britannica.com/science/spermatogenesis>

## 4. Сперматозоїд (Spermatozoon)

### Голівка

- Містить сплющене ядро з компактною ДНК
- Акросома (шоломоподібна структура)
  - Містить ферменти (гіалуронідаза, протеолітичні), що допомагають проникнути в яйцеклітину

### Середня частина

- Спіралізовані мітохондрії, що забезпечують енергію для руху хвоста

### Хвіст (джгутик)

- Формується за участі центріолі біля ядра
- Хвильові рухи джгутика забезпечують рух сперматозоїда після активації передміхуровою залозою із швидкістю 1-4 мм/хв.

## Регуляція сперматогенеза

Гормональні фактори, що стимулюють сперматогенез. Перерахуємо деякі з ключових гормонів, що відіграють ключову роль в цьому процесі та їх функції.

1. **Тестостерон.** Секретується клітинами Лейдіга, розташованими в інтерстиції яєчок, необхідний для росту і поділу зародкових клітин яєчка на першій стадії формування сперми.

2. **Лютеїнізуючий гормон.** Секретується переднім гіпофізом, стимулює клітини Лейдіга виділяти тестостерон.

3. **ФСГ (фолікул-стимулюючий гормон).** Передня частка гіпофіза. Стимулює клітини Сертолі. Без стимуляції ФСГ не відбувається перетворення сперматидів на спермії (сперміогенез).

4. **Естрогени.** Утворюються із тестостерону клітинами Сертолі у відповідь на сигнал ФСГ, необхідні для сперміогенеза.

5. **Гормон росту (СТГ).** Необхідний для контролю базових метаболічних функцій яєчок. Специфічно регулює ранній поділ сперматогоній. За відсутності СТГ, як в гіпофізарних карликів, сперматогенез суттєво порушений або відсутній, що є причиною неплідності.

*Нейроендокринний контроль: «Гіпоталамо-гіпофізарно-тестикулярний зв'язок»*

Гіпоталамус виділяє **ГнРГ (гонадотропін-рилізінг гормон)**, який впливає на виділення гонадотропних гормонів гіпофіза. Передня частка гіпофіза виробляє гонадотропіни:

- **ФСГ (фолікулостимулюючий гормон)**
- **ЛГ (лютеїнізуючий гормон)**

ФСГ стимулює клітини Сертолі до секреції андроген-зв'язуючого білка (АЗБ) → робить сперматогонії, сперматоцити та сперматозоїди чутливими до тестостерону.

ЛГ стимулює клітини Лейдіга (розташовані поза сім'яними каналцями) до продукції тестостерону, який запускає та підтримує сперматогенез.

Регуляція рівня тестостерону та сперматогенезу (негативний зворотний зв'язок)

- **Високий рівень тестостерону** та інгібіну (виділяється клітинами Сертолі) пригнічує виділення ГнРГ → знижується рівень ФСГ і ЛГ → зменшується тестостерон та АЗБ → сперматогенез сповільнюється.
- **Низький рівень сперматозоїдів** (менше 20 млн/мл) → низький рівень тестостерону та інгібіну → відсутній негативний зворотний зв'язок → Гіпоталамус знову виділяє ГнРГ → Гіпофіз збільшує секрецію ЛГ і ФСГ;
- ФСГ стимулює клітини Сертолі для секреції АЗБ

- ЛГ стимулює клітини Лейдіга для продукції тестостерону Тестостерон + АЗБ стимулюють сперматогенні клітини → сперматогенез посилюється.

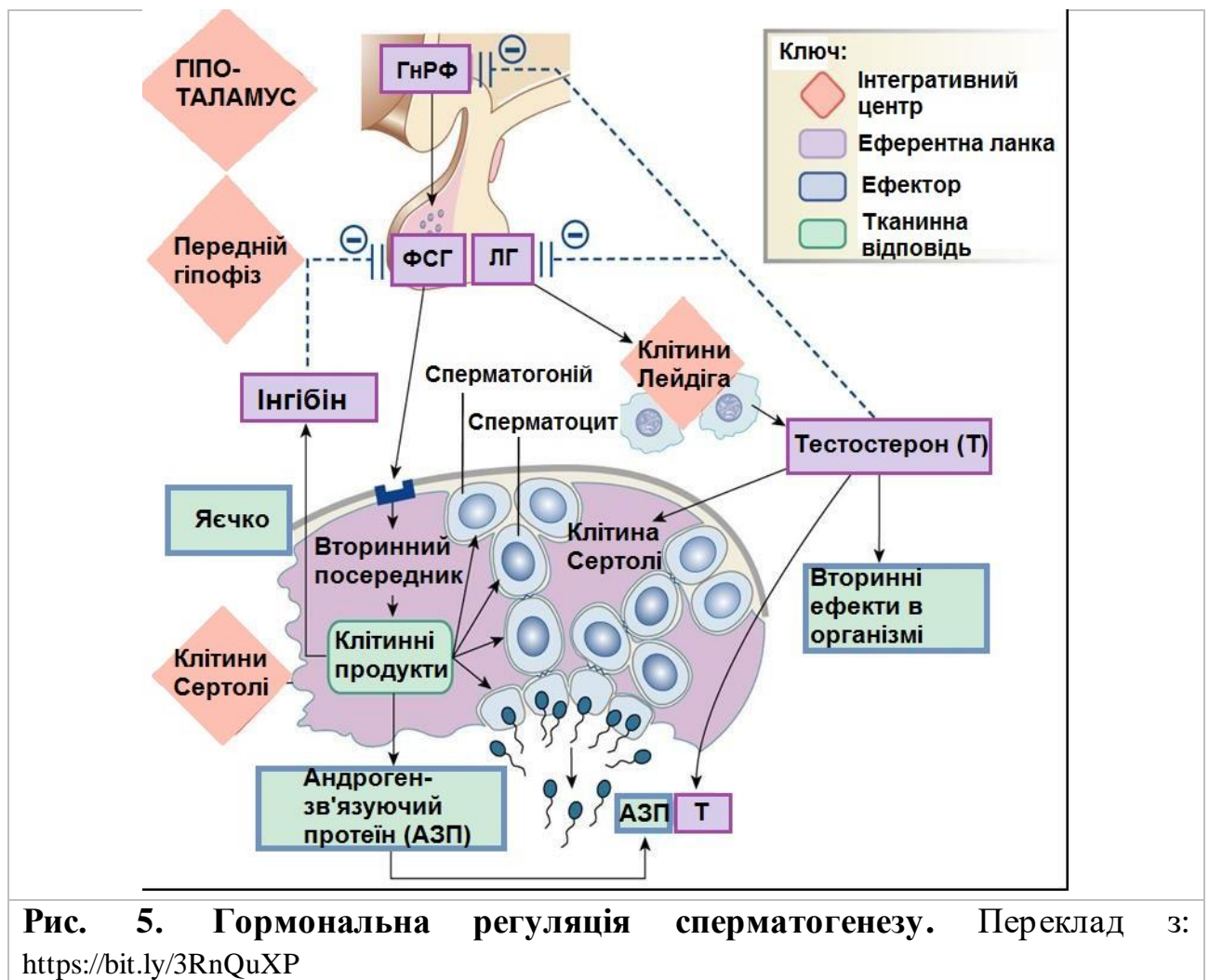


Рис. 5. Гормональна регуляція сперматогенезу. Переклад з: <https://bit.ly/3RnQuXP>

### Клінічні аспекти. Патології яєчок

- **Крипторхізм** – порушення, при якому яєчка не опускаються в калитку. Частіше трапляється у недоношених немовлят, адже спуск яєчок відбувається в останні два місяці вагітності. При затримці в черевній порожнині яєчко атрофується, що може призвести до безпліддя.
- **Перекрут яєчка** – найпоширеніша судинна патологія. Відбувається перекручування сім'яного канатика, що блокує венозний відтік і перешкоджає надходженню артеріальної крові. Якщо стан не усунути протягом 6 годин, виникає ішемія, некроз тканин і, як наслідок, безпліддя.
- **Водянка яєчка (гідроцеле)** – скупчення серозної рідини в порожнині між листками піхвової оболонки. Причинами можуть бути запалення, пухлини тощо. Гематоцеле – скупчення крові. Хілоцеле – скупчення лімфи.
- **Пухлини яєчка** – найтяжча форма патології.

- **Семінома** – найпоширеніша злоякісна пухлина, походить зі сперматогенних клітин, проявляється як безболісне, нетранспарентне ущільнення.
- **Несеміноми** – до них належать ембріональна карцинома, пухлина жовткового мішка, хоріонкарцинома, тератома, змішані форми.

Тестові завдання для самоконтролю засвоєння теми «Будова і функції яєчок»:

1. Де саме відбувається процес сперматогенезу?

- A) Над'яєчко
- B) Сім'яні канальці яєчка
- C) Сім'яні пухирці
- D) Простата

2. Яка клітина в процесі мітозу залишається на базальній мембрані для подальших поділів?

- A) Сперматид
- B) Сперматоцит
- C) Сперматогонія типу А
- D) Сперматогонія типу В

3. Скільки гаплоїдних клітин утворюється після завершення мейозу II?

- A) Дві сперматиди
- B) Чотири сперматиди
- C) Два сперматозоїди
- D) Одна сперматогонія

4. Яка стадія сперматогенезу пов'язана з формуванням джгутика у сперматиди?

- A) Мітоз
- B) Мейоз I
- C) Сперміогенез
- D) Мейоз II

5. Яка оптимальна температура для нормального сперматогенезу?

- A) 37 °C
- B) 34 °C
- C) 30 °C
- D) 28 °C

6. Який гормон безпосередньо стимулює клітини Лейдіга до вироблення тестостерону?

- A) Гормон росту
- B) ФСГ
- C) ЛГ
- D) ГнРГ

7. Який гормон стимулює клітини Сертолі до секреції андроген-зв'язуючого білка (АЗБ)?

- A) ЛГ
- B) ФСГ
- C) Тестостерон
- D) Інгібін

8. Що відбувається при високому рівні тестостерону та інгібіну в крові?

- A) Посилюється секреція ГнРГ і гонадотропінів
- B) Пригнічується секреція ГнРГ, ФСГ і ЛГ
- C) Зростає секреція естрогенів клітинами Лейдіга
- D) Активується мейоз сперматоцитів

9. Який гормон, утворюючись клітинами Сертолі, необхідний для перетворення сперматид на зрілі спермії (сперміогенез)?

- A) Тестостерон
- B) Естрогени
- C) Інгібін
- D) Гормон росту

10. Як називається зв'язок між мозковими структурами та залозами, що контролює сперматогенез?

- A) Гіпоталамо-гіпофізарно-яєчковий (тестикулярний) зв'язок
- B) Гіпофізарно-адреналовий зв'язок
- C) Гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковий зв'язок
- D) Гіпоталамо-гіпофізарно-щитовидний зв'язок

**Завдання 1: Встановіть відповідність між стадією сперматогенезу та подією**

Стадія	Подія
1) Сперматогонія типу А	А) Формування джгутика та витягування клітини
2) Первинний сперматоцит	В) Розташування на базальній мембрані та збереження резерву
3) Вторинний сперматоцит	С) Проходження мейозу I та утворення двох гаплоїдних клітин
4) Сперміогенез	Д) Утворення чотирьох гаплоїдних клітин шляхом мейозу II

**Завдання 2: Встановіть відповідність між процесом та характеристикою**

Процес	Характеристика
1) Мітоз	А) Перетворення сперматид у зрілі сперматозоїди
2) Мейоз I	В) Поділ диплоїдних сперматогоній на клітини типу А і В
3) Мейоз II	С) Поділ первинного сперматоцита на дві вторинні сперматоцити
4) Сперміогенез	Д) Утворення чотирьох сперматид з вторинних сперматоцитів

**Завдання 3:** Розташуйте етапи транспорту сперматозоїдів у правильному порядку (від утворення до еякуляції):

- А) Над'яєчко
- В) Прямі канальці
- С) Сім'явиносна протока
- Д) Сім'явипорскувальна протока
- Е) Звивисті сім'яні канальці
- Ф) Сітка яєчка
- Г) Уретра

**Завдання 4.** Заповніть пропуски:

1. За присутності \_\_\_\_\_ гонада ембріона диференціюється в яєчко.
2. Анти-Мюллерів гормон викликає регресію \_\_\_\_\_ проток.
3. Піхвова оболонка утворюється з редукованого \_\_\_\_\_ під час опускання яєчка.
4. Неповне закриття processus vaginalis може стати причиною \_\_\_\_\_ або \_\_\_\_\_.

### **Ситуативне завдання 1:**

*Чоловік 35 років звернувся до лікаря зі скаргами на знижену фертильність. Під час спермограми виявлено низьку концентрацію сперматозоїдів (менше 15 млн/мл). Аналіз крові показав знижені рівні тестостерону та інгібіну. При цьому гіпофіз активний і продукує підвищені кількості ЛГ і ФСГ.*

**Запитання:** яка причина такого стану найбільш ймовірна?

- A) Надмірне вироблення інгібіну клітинами Сертолі
- B) Порушення роботи клітин Лейдіга та Сертолі
- C) Порушення секреції ГнРГ гіпоталамусом
- D) Надлишкова продукція тестостерону клітинами Лейдіга

### **Ситуативне завдання 2:**

*У чоловіка 40 років, який тривалий час страждає на ожиріння, виявлено низький рівень тестостерону в крові, зниження лібідо та симптоми порушення сперматогенезу (зменшення кількості та рухливості сперматозоїдів). Під час обстеження: рівень ФСГ і ЛГ знижений, ГнРГ також знижений.*

**Запитання:** який механізм найімовірніше лежить в основі цієї патології?

- A) Порушення функції гіпоталамуса з недостатньою секрецією ГнРГ
- B) Гіперактивність клітин Лейдіга з надмірним виробленням тестостерону
- C) Порушення локальної регуляції клітин Сертолі
- D) Підвищення рівня інгібіну, що блокує гонадотропіни

### **Ситуативне завдання 3:**

*До лікаря звертається мати 6-місячного хлопчика. Під час огляду виявлено відсутність одного яєчка в калитці.*

**Запитання:** який найбільш імовірний діагноз і чим це небезпечно?

- A) Гідроцеле; ризик перекруту
- B) Хілоцеле; ризик запалення
- C) Крипторхізм; ризик атрофії яєчка та безпліддя
- D) Перекрут яєчка; ризик крововиливу

### **Ситуативне завдання 4:**

*До приймального відділення надходить юнак із різким болем у калитці, який з'явився раптово 3 години тому. Яєчко набрякле, напружене, доторк болючий.*

**Запитання:** яка патологія найбільш імовірна та чому важлива швидка діагностика?

- A) Гідроцеле; не потребує термінового втручання
- B) Перекрут яєчка; критично відновити кровопостачання до 6 годин

- C) Семінома; потрібна біопсія
- D) Орхіт; потрібні антибіотики

### **Ситуативне завдання 5:**

Після травми калитки у підлітка виявлено скупчення крові в порожнині навколо яєчка.

Запитання: Яка патологія виникла?

- A) Гідроцеле
- B) Хілоцеле
- C) Гематоцеле
- D) Семінома

## Будова і функції додаткових залоз

### Пухирчаста залоза

#### **Анатомічне розташування**

Пухирчасті залози – це парні трубчасті залози довжиною приблизно 5 см, що розташовані між дном сечового міхура та прямою кишкою. Від останньої їх відокремлюють прямокишково-міхурова заглибина (*excavatio rectovesicalis*) та ректопростатична фасція (*fascia rectoprostatica*).

Вивідна протока пухирчастої залози сполучаються з сім'явиносною протокою (*ductus deferens*), утворюючи сім'явипорскувальну протоку (*ductus ejaculatorius*), яка відкривається у передміхурову частину уретри.

#### **Ембріональний розвиток:**

пухирчасті залози, разом із сім'явипорскувальними протоками, придатком яєчка та сім'явиносною протокою, походять від мезонефральних (Вольфових) проток, які є попередниками внутрішніх статевих органів чоловіка.

#### **Мікроскопічна будова:**

- Внутрішня структура має губчасто-комірчасту та часточкову будову.
- Слизова оболонка вистелена псевдобагатошаровим призматичним епітелієм.
- Стовпчасті клітини цього епітелію чутливі до тестостерону – їх висота змінюється залежно від рівня гормону.

#### **Кровопостачання та іннервація**

- Артеріальне постачання: гілками внутрішньої клубової артерії (a. iliaca interna).
  - Нижня міхурова артерія (a. vesicalis inferior)
  - Внутрішня соромітна артерія (a. pudenda interna)
  - Середня прямокишкова артерія (a. rectalis media)

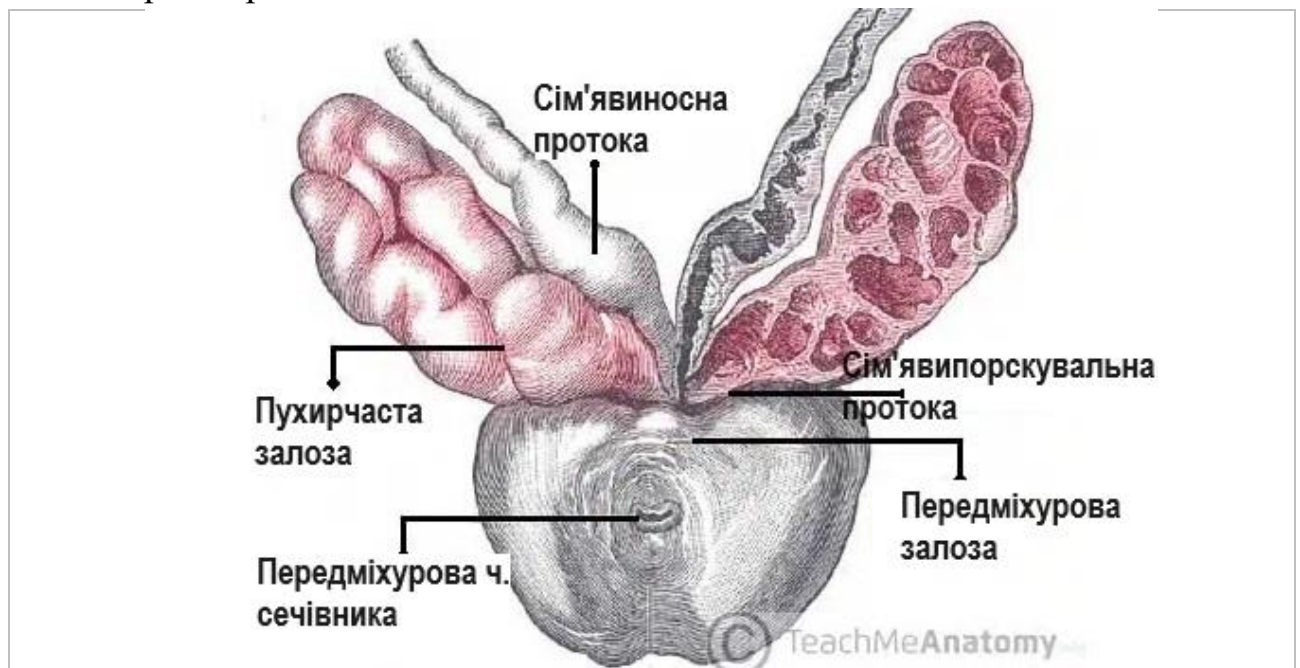
- Іннервація: переважно симпатична, як і в більшості внутрішніх чоловічих статевих органів.
- Лімфодіткік: здійснюється до зовнішніх та внутрішніх клубових лімфатичних вузлів.

Основна функція – продукція сім'яної рідини, яка становить до 60% об'єму сперми.

**Склад сім'яної рідини (в'язка жовтувата рідина, рН=7):**

- ✓ фруктоза, солі аскорбінової та лимонної кислот – енергетичне постачання сперматозоїдів;
- ✓ фосфорилхолін - фактор активації тромбоцитів.
- ✓ 5 $\alpha$ -редуктаза перетворює тестостерон на дигідротестостерон
- ✓ семеногеліни - формують гелевий матрикс, який вкриває сперматозоїд (блок капацитації шляхом зменшення активних форм кисню). Надалі знімається простат специфічним антигеном. Продукти розщеплення семеногелінів – основні антибактеріальні компоненти сім'яної рідини.
- ✓ простагландини. Потрібні для запліднення: 1) взаємодія з жіночим шийковим слизом, щоб зробити його більш сприйнятливим до руху спермійів; 2) викликає зворотні, реверсивні перистальтичні скорочення в матці та фаллопієвих трубах для проштовхування еякулята в напрямку до яєчників.

Може містити нечисленні сперматозоїди через рефлюкс під час еякуляції при скороченні сечівника.



**Рис. 6. Будова пухирчастої залози. Адаптовано з:**

<https://inmedua.com/blog/perevag-i-bagatoparametrichno-mrt-prostati-mpmr/>

**Клінічне значення:** запалення пухирчастих залоз (везикуліт, сперматоцистит), може розвинутися після бактеріального інфікування уретри та передміхурової залози. Основні симптоми: тупий біль у промежині або статевому члені, дискомфорт під час еякуляції, гемоспермія (наявність крові у спермі). Цей стан потребує своєчасного лікування для уникнення ускладнень, таких як хронічний біль чи безпліддя.

## Передміхурова залоза

### Загальні відомості

Передміхурова залоза (*prostata*) – це непарний м'язово-залозистий орган чоловічої репродуктивної системи. Розташована безпосередньо під сечовим міхуром, охоплює початкову (передміхурову) частину сечівника. Простата бере участь у процесі еякуляції та формуванні сім'яної рідини.

Локалізація та топографічне взаємовідношення

- Спереду – лобковий симфіз
- Позаду – прилягає до прямої кишки (через ректопростатичну фасцію)
- Вгорі – основа простати з'єднана із сечовим міхуром
- Знизу – переходить у зовнішній сфінктер уретри
- Збоку прилягає до м'яза-підіймача відхідника тазового дна, що вкритий внутрішньотазовою фасцією.

### Макроскопічна будова

- Форма: каштаноподібна
- Розміри: довжина  $\approx$  3 см; ширина до 4 см; товщина  $\approx$  2 см
- Маса: в середньому 20–30 г у дорослого чоловіка

### Частини і частки передміхурової залози:

- Передньої волокнисто-м'язової частини
- Задньої залозистої частини, яка ділиться на частки:
  - Перехідна зона 5%
  - Центральна зона 25%
  - Периферійна зона 70% (найбільш схильна до патологічних процесів, наприклад, аденоми чи раку простати)

### Гістологічна будова

- Передміхурова залоза має тубулоальвеолярні залози, що відкриваються своїми протоками в уретру.
- Секреторний епітелій – кубічний або призматичний.
- Строма містить гладком'язові волокна, які скорочуються під час еякуляції.

### Кровопостачання

- **Артерії:**
  - Нижня міхурова артерія (*a. vesicalis inferior*)

- Середня прямокишкова артерія (*a. rectalis media*)
- Внутрішня соромітна артерія (*a. pudenda interna*)
- **Вени** навколо простати утворюють передміхурове сплетення, яке впадає у внутрішні клубові вени.



**Рис. 7. Зони передміхурової залози.**

Mikael Häggström, M.D. Author info - Reusing images- Conflicts of interest: None Mikael Häggström, M.D. ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prostate\\_zones.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prostate_zones.png)), „Prostate zones“, Language by Viktoriia Kravchenko, <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode>

## Іннервація

Передміхурова залоза отримує іннервацію через автономні нервові волокна з нижнього підчеревного (гіпогастрального) сплетення.

- Симпатичні волокна надходять через гіпогастральний нерв.
- Парасимпатичні волокна – через тазовий нерв.
- Обидва сплетення (гіпогастральне та тазове) також забезпечують чутливу іннервацію простати.

## Лімфовідтік

- Відбувається до внутрішніх клубових і крижових лімфатичних вузлів.

## Функції передміхурової залози

- Виділяє передміхуровий секрет, що становить приблизно 30% об'єму сперми.
- Секрет містить ферменти (простатичний специфічний антиген – PSA, кисла фосфатаза), лимонну кислоту, цинк, кальцій які:
  - підвищують рухливість сперматозоїдів
  - регулюють в'язкість сперми (ферменти простати забезпечують розрідження сперми після коагуляції)
- Участь у механізмі еякуляції через скорочення гладком'язових волокон

## Клінічне значення

- Доброякісна гіперплазія передміхурової залози - частіше розвивається в перехідній зоні.
- Простатит (гострий та хронічний) як наслідок бактеріальних інфекцій сечовивідних шляхів.
- Рак простати (карцинома) – частіше розвивається в периферійній зоні.

## Цибулинно-сечівникові залози

### 1. Загальні відомості

**Цибулинно-сечівникові залози** (*glandulae bulbourethrales*, бульбоуретральні (Куперові) залози) – це парні дрібні (до 1 см) екзокринні залози чоловічої статеві системи, які належать до допоміжних статевих органів. Виконують секреторну функцію та беруть участь у підготовці уретри до проходження сперми. Гомологи Бартолінієвих залоз у жіночій статевій системі

### 2. Локалізація та взаємовідношення

- Розташовані у глибокій ділянці промежини нижче передміхурової залози і задньо-латерально від перетинчастої уретри (найменшого відділу уретри, який лежить нижче передміхурової уретри).
- Знаходяться під сфінктером сечовипускального каналу, у товщі поперечної м'язової пластинки промежини (*m. transversus perinei profundus*).
- Їхні протоки відкриваються у губчасту частину уретри, безпосередньо перед еякуляцією.

### 3. Гістологічна будова

- Структура: тубуло-альвеолярні залози
- Вкрита циліндричним секреторним епітелієм
- Строма – гладком'язова капсула, що сприяє виведенню секрету у просвіт уретри під час статевого акту.

### 4. Кровопостачання

- Артерії: гілки внутрішньої соромітної артерії (*a. pudenda interna*)
- Вени: відтік у соромітне венозне сплетення

### 5. Іннервація

- Іннервація здійснюється переважно парасимпатичними волокнами тазового сплетення.

### 6. Лімфовідтік

- Відбувається до внутрішніх клубових лімфатичних вузлів.

### 7. Функції Куперових залоз

- Виділяють прозорий слизовий секрет, містить муцин та бікарбонати.
- Основні функції:
  - Змачення сечівника перед еякуляцією

- Нейтралізація залишкової кислотності в уретрі
- Створення сприятливого середовища для проходження сперматозоїдів
- Секрет виділяється до еякуляції, тобто є компонентом преєякуляту.

## 9. Клінічне значення

- Закупорка або запалення (бульбоуретрит) може призводити до дискомфорту та болю при сечовипусканні або статевому акті.

### Порівняння секретів залоз чоловічої статевої системи

Залоза	Основні компоненти секрету	Функції секрету
<b>Передміхурова залоза (простата)</b>	Лимонна кислота, цинк, ферменти (зокрема PSA), фібринолізин, іони кальцію	Розрідження сперми після еякуляції, активація сперматозоїдів, антибактеріальна дія, участь у буферуванні рН
<b>Пухирчасті залози</b>	Фруктоза, простагландини, фібриногеноподібні білки, вітаміни	Живлення сперматозоїдів (фруктоза), стимуляція скорочень жіночих статевих шляхів, коагуляція сперми
<b>Цибулинно-сечівникові залози (Куперові) залози</b>	Муцин (слизоподібний секрет), бікарбонати	Змащення уретри, нейтралізація залишків кислого середовища в уретрі

### Склад сперми

**Сперма (еякулят)** — це біологічна рідина, яка виділяється чоловіками під час еякуляції. Вона складається з двох основних компонентів: сперматозоїдів і сім'яної рідини.

1. Сперматозоїди: чоловічі статеві клітини, відповідальні за запліднення яйцеклітини. У нормі, концентрація сперматозоїдів становить від 16 до 300 мільйонів в 1 мл сперми.
2. Сім'яна рідина: рідина, яка забезпечує живлення та транспорт сперматозоїдів. Вона складається з секретів декількох залоз: □
  - **Пухирчасті залози:** ( 60% об'єму сперми). Їх секрет багатий на фруктозу, яка служить основним джерелом енергії для сперматозоїдів.
  - **Передміхурова залоза:** (30% об'єму сперми). Секрет простати містить ферменти, цинк та інші речовини, які сприяють розрідженню сперми та забезпечують рухливість сперматозоїдів.

- **Цибулинно-сечівникові та сечівникові залози** (5% об'єму): виділяють незначну кількість слизового секрету, який змащує сечівник і нейтралізує залишкову кислотність, забезпечуючи сприятливі умови для проходження сперми.

### **Фізико-хімічні властивості сперми**

- **Об'єм:** у середньому становить від 1,5 до 5 мл за одну еякуляцію.
- **Колір:** зазвичай білувато-сірий; зміни кольору можуть вказувати на патології або вплив зовнішніх факторів.
- **В'язкість:** сперма має певну в'язкість, яка забезпечує оптимальний транспорт сперматозоїдів. Після еякуляції сперма зазвичай коагулює, утворюючи гель, який через 15-30 хвилин розріджується під дією ферментів, що сприяє рухливості сперматозоїдів. Фактори згортання походять із секрету пухирчастих залоз, а фактори розрідження надходять із передміхурової залози.
- **pH:** середній показник pH сперми становить  $\approx 7,7$ , що забезпечує оптимальні умови для життєздатності та рухливості сперматозоїдів. Сперма має дуже високу буферну здатність, набагато вищу, ніж у більшості інших рідин в організмі. Сперма підтримує свій pH у кислому вагінальному середовищі, забезпечуючи сперматозоїдам можливість проникнути в цервікальний слиз з нейтральним pH.

**Склад сперми:** цитрат – 528 мг/100 мл, хлорид – 142 мг/100 мл, кальцій – 27.6 мг/100 мл, магній – 11.0 мг/100 мл, калій – 109 мг/100 мл, натрій – 300 мг/100 мл, цинк – 16.5 мг/100 мл, осмолярність – 354 мОсм, фруктоза – 272 мг/100 мл, глюкоза – 102 мг/100 мл, білки – 5.04 г/100 мл, молочна кислота – 62 г/100 мл, сечовина – 45 г/100 мл, буферна ємність – 25 слайків, в'язкість – 3–7 сП (сентиПуазів).

Розуміння складу та фізико-хімічних властивостей сперми є важливим для оцінки чоловічої фертильності та діагностики можливих порушень у репродуктивній системі.

Тестові завдання для самоконтролю засвоєння теми:

1. Яка залоза виділяє секрет, що містить ферменти для розрідження сперми після еякуляції?
  - A) Сім'яні пухирці
  - B) Передміхурова залоза
  - C) Куперові залози
  - D) Над'яєчко
  
2. Основним джерелом фруктози в еякуляті є:
  - A) Передміхурова залоза
  - B) Куперові залози
  - C) Сім'яні пухирці
  - D) Сім'явиносна протока
  
3. Де відкриваються протоки бульбоуретральних залоз?
  - A) У простатичну частину уретри
  - B) У шийку сечового міхура
  - C) У бульбарну (губчасту) частину уретри
  - D) У порожнину сім'яного пухирця
  
4. Яка залоза відповідає за нейтралізацію залишкової кислотності в уретрі перед еякуляцією?
  - A) Сім'яні пухирці
  - B) Куперові залози
  - C) Передміхурова залоза
  - D) Над'яєчко
  
5. Яка з перелічених залоз є найбільшою за розмірами серед додаткових статевих залоз?
  - A) Сім'яні пухирці
  - B) Куперові залози
  - C) Передміхурова залоза
  - D) Яєчко
  
6. Залози якого походження утворюють сім'явипорскувальну протоку разом із сім'явиносною протокою?
  - A) Куперові залози
  - B) Сім'яні пухирці

- C) Передміхурова залоза
- D) Яєчко

### **Клінічні кейси**

#### **Кейс 1:**

У чоловіка 50 років під час урологічного огляду виявлено збільшення простати. Пацієнт скаржиться на утруднене сечовипускання та часті позиви вночі. Що найбільш імовірно є причиною цих симптомів?

- A) Запалення сім'яних пухирців
- B) Доброякісна гіперплазія передміхурової залози
- C) Закупорка бульбоуретральних залоз
- D) Пошкодження уретри

#### **Кейс 2:**

Після перенесеної бактеріальної інфекції у чоловіка спостерігається біль під час еякуляції, гемоспермія (кров у спермі) та дискомфорт у ділянці тазу. Яка структура ймовірно уражена?

- A) Передміхурова залоза
- B) Сім'яні пухирці
- C) Куперові залози
- D) Сім'явиносна протока

#### **Кейс 3:**

У чоловіка перед еякуляцією виділяється невелика кількість прозорого слизу. Яка залоза відповідає за цей секрет?

- A) Сім'яні пухирці
- B) Куперові залози
- C) Передміхурова залоза
- D) Над'яєчко

#### **Кейс 4:**

Під час лабораторного дослідження виявлено низьку концентрацію фруктози в спермі пацієнта. Яка залоза, ймовірно, має порушення функції?

- A) Передміхурова залоза
- B) Куперові залози
- C) Сім'яні пухирці
- D) Яєчко

## Будова і функції статевого члена

**Статевий член** — це чоловічий орган, що бере участь як у розмноженні, так і в сечовиділенні. Він розташований у межах сечостатевого трикутника (*trigonum urogenitale*), між промежिनною мембраною зверху (*membrana perinei*) та глибокою фасцією промежини знизу (*fascia perinei profunda*).

### Функції статевого члена

#### Репродуктивна функція:

- Проведення сім'яної рідини (еякуляту), яка містить сперматозоїди.
- Участь у копуляції (статевому акті) завдяки ерективній здатності.
- Сексуальне збудження та відчуття задоволення — завдяки високій іннервації голівки.

#### Сечовидільна функція:

- Виведення сечі з сечового міхура через уретру до зовнішнього середовища.
- Спільний канал для сечовидільної та статевої системи.

### Зовнішня структура

Тіло статевого члена — це вільна, звисаюча частина, яка повністю вкрита шкірою.

- Шкіра статевого члена вільно з'єднана з білковою оболонкою (*tunica albuginea*).
- На дистальному кінці вона утворює передню шкірочку (*preputium penis*), яка нависає над вінцем голівки (*corona glandis*).
- Внутрішній шар передньої шкірочки безперервно переходить у шийку та далі покриває голівку, аж до зовнішнього отвору уретри.
- Вузечка (*frenulum*) — це серединна шкірна складка на нижньому боці голівки, яка тягнеться від отвору уретри до глибокої поверхні крайньої плоті.

Під шкірою розташовані три шари фасцій, які послідовно охоплюють усі внутрішні структури члена. Від поверхні до глибини вони мають таку будову:

1. **Поверхнева фасція статевого члена** (*dartos fascia*) — тонкий шар, що містить гладком'язові волокна, без жирової тканини; безпосередньо прилягає до шкіри.
2. **Глибока фасція статевого члена** (*фасція Бука, Buck's fascia*) — щільна сполучнотканинна структура, що охоплює ерективні тіла й глибокі судини пеніса.
3. **Білкова оболонка** (*tunica albuginea*) — щільно обгортає кожне з ерективних тіл, визначає анатомічну форму члена та забезпечує його

стійкість під час ерекції. Складається з двох шарів: внутрішній шар – коловий, зовнішній – поздовжній, відсутній в нижній частині. Містить: а) фібрилярний колаген типу I та III, жорсткий; б) еластичні волокна, які можуть розтягуватись на 150% своєї довжини. Сприяють розширенню оболонки та допомагає підтримувати довжину розтягнутого члена.

Статевий член має три анатомічні частини:

**1. Корінь (*radix*)** — фіксована частина, прикріплена до нижньої поверхні таза.

Складається з трьох циліндричних еректильних тіл:

- Ніжки пеніса (пара) прикріплюються до лобкової дуги, з'єднуються біля лобкового симфізу й продовжуються як печеристі тіла.
- Цибулина пеніса — це серединна структура, розташована між ніжками, прикріплена до промежнинної мембрани. Звужуючись, переходить у губчасте тіло. Уретра проникає в глибину цибулини як цибулинна уретра (*pars bulbaris*) і далі проходить через губчасте тіло.

**2. Тіло (*shaft*)** — вільна, подовжена частина, що продовжується вперед. Утворене трьома еректильними тілами:

- Два печеристі тіла (*corpora cavernosa*), що розташовані дорсально, оточені білковою оболонкою (*tunica albuginea*). Розділені фіброзною перегородкою по середній лінії. На вентральному боці мають борозну, в якій лежить губчасте тіло. На спинці є дорсальна борозна, де проходить глибока дорсальна вена. Закінчуються дистально — біля проксимальної частини голівки
- Одне губчасте тіло (*corpus spongiosum*), яке містить губчастий відділ уретри та розширюється дистально, утворюючи голівку. Лежить вентрально, у борозні між печеристими тілами. Має циліндричну форму, довжиною близько 15 см.

**3. Голівка (*glans penis*)** — дистальна частина, на верхівці якої розташований зовнішній отвір уретри. Голівка нависає над печеристими тілами й має вінцеву частину (*corona glandis*). У ділянці вінця та шийки розташовані препуціальні залози, що виділяють сальні секрети (смегма).

**Підтримка (зв'язковий апарат) статевого члена**

Статевий член утримується в анатомічному положенні завдяки двом основним зв'язкам:

**1. Пращоподібна зв'язка (*ligamentum fundiforme penis*):**

- Утворена еластичними волокнами, що відходять від білої лінії живота (не прилягає до білкової оболонки) та проникає у калитку, вплітаючись у м'ясисту оболонку. Обгортає член з боків у вигляді праці та підтримує його в області лобка.

## 2. Підвішуюча зв'язка (*ligamentum suspensorium penis*):

- Відходить від передньої поверхні лобкової кістки та прикріплюється до глибокої фасції пеніса. Утворена еластичними волокнами, що відходять від поверхневої фасції живота і вплітаються в білкову оболонку. Фіксує пеніс до лобкового симфізу.

## Кровообіг

**Артеріальна кров** до статевого члена надходить переважно з гілок внутрішньої клубової артерії, зокрема:

- Глибока артерія статевого члена (*a. profunda penis*) – живить печеристі тіла
- Спинкова артерія статевого члена (*a. dorsalis penis*) – живить шкіру, фасції та голівку
- Артерія цибулини статевого члена (*a. bulbi penis*) живить цибулину, сечівникова артерія (*a. urethralis*) — губчасте тіло і сечівник.

## Венозний відтік:

- Глибока дорсальна вена статевого члена (*v. dorsalis profunda penis*) – відводить кров з печеристих тіл.
- Вена цибулини статевого члена (*v. bulbi penis*) – відводить кров з цибулини.
- Поверхнева дорсальна вена (*v. dorsalis penis superficialis*) – дренує шкіру та підшкірну тканину
- Вени впадають у венозні сплетення таза (передміхурове, сечоміхурове тощо)

## Лімфатичний дренаж статевого члена

- Шкіра статевого члена та вся шкіра промежини (за винятком голівки) → дренують лімфу до поверхневих пахвинних лімфатичних вузлів (*nodi lymphatici inguinales superficiales*).
- Проміжна та проксимальна частини уретри, а також ерективні тіла (печеристі) → лімфа відводиться до внутрішніх клубових лімфатичних вузлів (*nodi lymphatici iliaci interni*).
- Дистальна губчаста уретра та голівка статевого члена → дренуються у глибокі пахвинні лімфатичні вузли (*nodi lymphatici inguinales profundi*).

Знання шляхів лімфатичного дренажу має важливе значення при діагностиці та прогнозуванні поширення інфекцій (наприклад, герпесу, сифілісу) та онкопатологій, особливо раку голівки члена. Наприклад:

- метастази пухлин голівки найчастіше виявляються у глибоких пахвинних вузлах, що може не проявлятися зовні;

- інфекційні процеси шкіри або уретри супроводжуються реакцією поверхневих або внутрішніх клубових вузлів залежно від зони ураження.

Ретельне пальпаторне обстеження лімфатичних вузлів та візуалізаційна діагностика (УЗД, МРТ) допомагають вчасно виявити патологічні зміни.

### Іннервація статевого члена

Іннервація члена включає автономну (вегетативну) та соматичну компоненти. Обидва вегетативні компоненти — симпатичний і парасимпатичний — проходять через тазове сплетення (*plexus pelvici*), утворюючи печеристі нерви (*nervi cavernosi*).

#### Соматична іннервація (чутливість):

- Спинковий нерв статевого члена (*n. dorsalis penis*) — гілка соромітного нерва (*n. pudendus*) забезпечує чутливість шкіри, голівки, передньої шкірочки.
- Корінь статевого члена отримує чутливу іннервацію від гілок клубово-пахвинного нерва (ilioinguinal nerve)

#### Парасимпатична іннервація

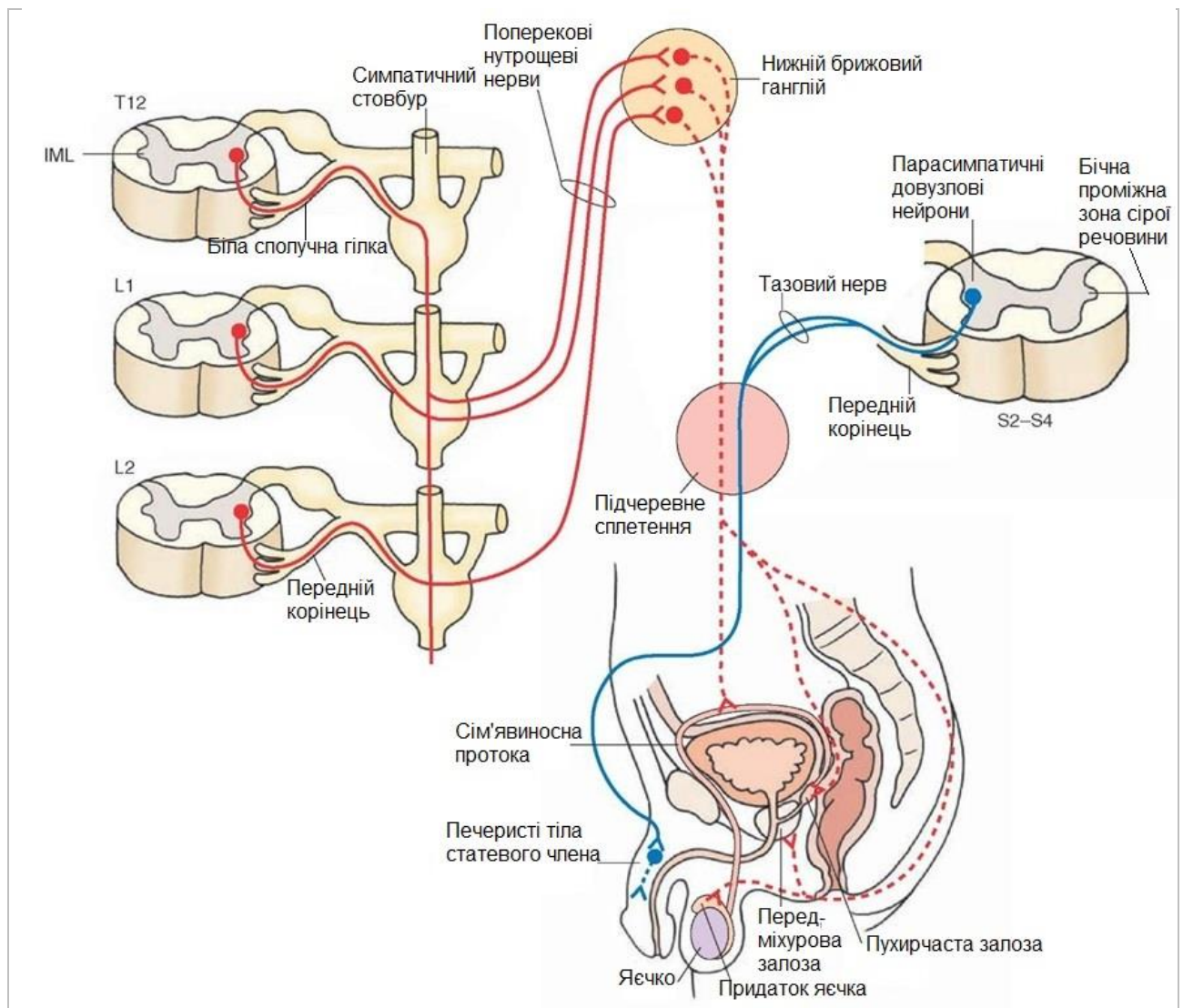
- Походження: крижові сегменти S2–S4 спинного мозку.
- Парасимпатичні довузлові волокна проходять у складі тазових нутрощевих нервів (*nn. splanchnici pelvici / nervi erigentes*), закінчуються у гангліях тазового сплетення
- Післявузлові волокна виходять із сплетення у складі глибоких печеристих нервів, які прямують до печеристих та губчастих тіл

**Функція:** розширення судин еректильної тканини, ініціація ерекції

#### Симпатична іннервація

- Походження: грудні та поперекові сегменти T11–L1 спинного мозку
- Довузлові волокна переключаються на післявузлові у симпатичному стовбурі
- Післявузлові волокна проходять через тазове сплетення і приєднуються до печеристих нервів
- Досягають еректильної тканини разом із парасимпатичними волокнами

**Функції:** еякуляція, звуження судин, завершення ерекції.



**Рис. 8 . Іннервація органів чоловічої статевій системи.** Адаптовано з: <http://what-when-how.com/neuroscience/the-autonomic-nervous-system-integrative-systems-part-4/>

### Ембріональний розвиток статевого члена

- Статевий член у чоловіків формується з генітального горбика (*tuberculum genitale*) під впливом андрогенів, які секретуються клітинами яєчка. Під дією тестостерону горбик видовжується і трансформується у член.
- У процесі видовження уретральні валики витягуються вперед, утворюючи бокові стінки майбутньої уретральної борозни. Епітелій цієї борозни формує уретральну пластинку, яка згодом буде оточена злитими валиками.
- Губчаста уретра утворюється, коли уретральні валики змикаються над уретральною пластинкою — цей процес завершується до кінця 3-го місяця внутрішньоутробного розвитку.
- Найдистальніша частина уретри (в ділянці головки) формується до кінця 4-го місяця, і відкривається назовні у зовнішній отвір сечівника.

- Уретральні валики згодом формують губчасте тіло пеніса, яке оточує уретру. Вище від нього, на дорсальній стороні, формуються два печеристі тіла, які стають основними еректильними структурами пеніса.

### Клінічні примітки: патології статевого члена

Порушення ембріонального розвитку статевого члена. Порушення процесів змикання уретральних валиків або недорозвинення структур статевого члена можуть призвести до вроджених аномалій зовнішніх статевих органів.

**Гіпоспадія.** Найпоширеніша аномалія чоловічих зовнішніх статевих органів. Зовнішній отвір уретри відкривається на нижній поверхні члена — від голівки до калитки. Виникає внаслідок неповного змикання уретральних валиків. Часто поєднується з вигином члена (хордою) та недорозвиненням крайньої плоті. Порушує сечовипускання та статеву функцію, зазвичай потребує хірургічної корекції в дитячому віці.

**Епіспадія.** Рідкісна аномалія, при якій зовнішній отвір уретри розташований на дорсальній (верхній) поверхні члена. Може поєднуватися з екстрофією сечового міхура. Причина — порушення позиціювання генітального горбика та уретральних валиків. Завжди потребує оперативного лікування, часто — у кілька етапів.

**Фімо́з** — це звуження крайньої плоті, що ускладнює або робить неможливим її відсунення від голівки. Може бути вродженим або набутись унаслідок хронічного запалення (баланопоститу). Лікування включає гігієнічні заходи, місцеву терапію або хірургічне втручання (циркумцизія).

**Парафі́моз** — ускладнення фімозу, коли відтягнута крайня плоть здавлює вінцеву борозну, порушуючи венозний відтік. Це невідкладний стан, який потребує термінової медичної допомоги.

**Сме́гма** — сальний секрет препуціальних залоз, що накопичується в ділянці між крайньою плоттю та голівкою. За відсутності належної гігієни може спричинити подразнення, неприємний запах або хронічне запалення. Надмірне накопичення смегми вважається фактором ризику для розвитку раку статевого члена.

Травматичні або ішемічні ураження еректильної тканини можуть призводити до фіброзу, викривлення пеніса (наприклад, при хворобі Пейроні) або еректильної дисфункції (див. далі).

Тестові завдання для самоконтролю засвоєння теми «Статевий член»:

1. Яка структура містить губчасту частину уретри та формує голівку статевого члена?

- A) Tunica albuginea
- B) Corpus cavernosum
- C) Corpus spongiosum
- D) Dartos fascia

2. Яка зв'язка фіксує член до лобкового симфізу і вплітається в білкову оболонку?

- A) Пращоподібна зв'язка
- B) Лобково-сечоміхурова зв'язка
- C) Підвішуюча зв'язка
- D) Куприкова зв'язка

3. Яка артерія кровопостачає печеристі тіла статевого члена?

- A) A. dorsalis penis
- B) A. bulbi penis
- C) A. profunda penis
- D) A. pudenda externa

4. Який нерв забезпечує чутливість голівки пеніса?

- A) Ilioinguinalis
- B) N. pudendus → n. dorsalis penis
- C) N. hypogastricus
- D) N. cavernosi

5. Яка структура відповідає за ініціацію ерекції?

- A) Симпатичні волокна з T11–L1
- B) Соматичні волокна n. pudendus
- C) Парасимпатичні волокна з S2–S4
- D) Пряма гілка n. ilioinguinalis

6. У які лімфатичні вузли дренається лімфа з голівки статевого члена?

- A) Поверхневі пахвинні
- B) Внутрішні клубові
- C) Глибокі пахвинні
- D) Зовнішні клубові

7. Яка з наведених структур утворює передню шкірочку?

- A) Білкова оболонка
- B) Поверхнева фасція
- C) Шкіра пеніса
- D) Глибока фасція Бука

8. Який стан є ускладненням фімозу та потребує невідкладного втручання?

- A) Смегма
- B) Парафімоз
- C) Баланіт
- D) Гіпоспадія

9. Що є основною функцією симпатичних нервових волокон статевого члена?

- A) Чутливість
- B) Ініціація ерекції
- C) Еякуляція та вазоконстрикція
- D) Гальмування секреції смегми

10. Яка фасція безпосередньо охоплює еректильні тіла та глибокі судини статевого члена?

- A) Поверхнева фасція (dartos fascia)
- B) Білкова оболонка
- C) Глибока фасція (Buck's fascia)
- D) Глибока фасція промежини

Завдання: встановіть відповідність між фізіологічною системою та її функцією в іннервації статевого члена

<b>А. Система</b>	<b>Б. Функція</b>
1) Парасимпатична	А) Завершення ерекції, еякуляція
2) Симпатична	В) Ініціація ерекції, розширення судин
3) Соматична	С) Відведення надлишкової рідини, імунний захист
4) Лімфатична система	Д) Сприйняття дотику, болю, сексуальних відчуттів

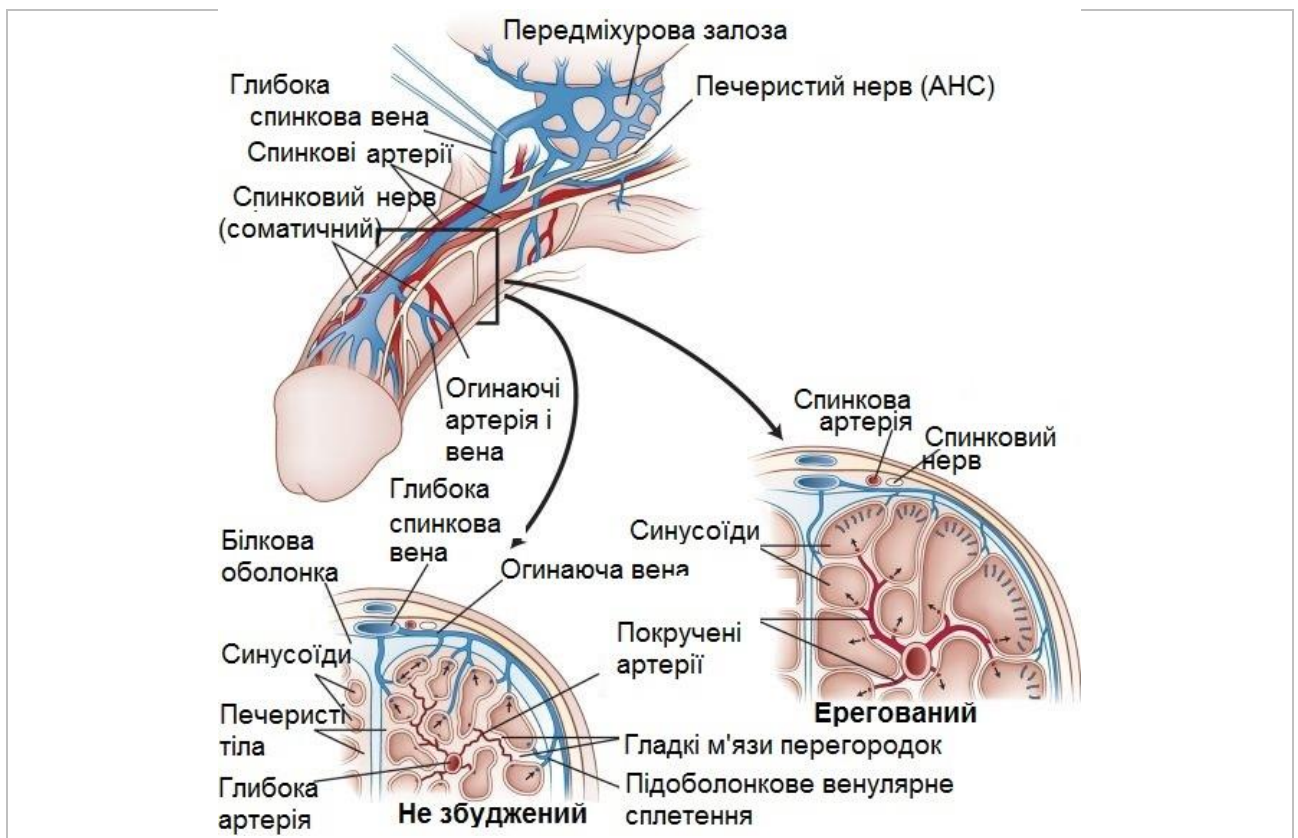
### Фізіологія ерекції

**Ерекція** — це нейроваскулярний рефлексний процес, що полягає у тривалому збільшенні об'єму та твердості статевого члена внаслідок розслаблення гладеньких м'язів еректильної тканини, збільшення артеріального притоку крові та блокування венозного відтоку. Цей процес регулюється переважно парасимпатичною нервовою системою за участю ендотеліальних і нейрональних факторів, зокрема оксиду азоту (NO). Ерекція є ключовою умовою для здійснення копулятивної функції чоловічої репродуктивної системи.

### Послідовність подій при ерекції:

Розслаблення гладеньких м'язових клітин (ГМК) артерій → збільшення артеріального кровотоку → розширення судинних синусоїдів у печеристих тілах → стискання підоболонкових та емісарних вен → зниження венозного відтоку → ерекція.

Важливо, що на відміну від більшості гладеньких м'язів, ГМК печеристих тіл перебувають у скороченому (тонічному) стані у спокої. Це скорочення підтримується ендотеліальними факторами: ангіотензином-II, ендотеліном-I та простагландином F<sub>2α</sub>.



**Рис. 9. Кровопостачання статевого члену в розслабленому та ерегованому стані.** Адаптовано з: <https://biology-diagrams.blogspot.com/2013/10/penis-blood-supply-arteries.html>

### Парасимпатичний судинний механізм

- Інтегративний центр ерекції знаходиться у крижових сегментах спинного мозку (S2–S4).
- **Аферентні імпульси** надходять:
  - Від геніталій через соромітний нерв → S2–S4 → рефлексогенна ерекція
  - Через низхідні шляхи ЦНС у відповідь на еротичні стимули (зорові, слухові, тактильні, нюхові) → психогенна ерекція
- **Еферентний шлях:**
  - Нейрони бічних рогів S2–S4 → тазовий нутрощевий нерв (парасимпатичні передвузлові волокна) → тазове (передаортальне та передміхурове) сплетення
  - Післявузлові нейрони виділяють ацетилхолін і вазоактивний інтестинальний поліпептид (ВІП)

- Вони стимулюють ендотеліальні клітини артерій, які виділяють оксид азоту (NO) → вазодилатація артеріол → наповнення печеристих тіл кров'ю → здавлення вен → ерекція
- У складі *nervi erigentes* також є неадренергічні, нехолінергічні волокна, які містять NO-синтазу, що каталізує утворення NO з амінокислоти L-аргінін.

### *Молекулярні механізми*

#### **Скорочення ГМК (спокійний стан):**

- Вхід  $Ca^{2+}$  → зв'язування з кальмодуліном → активація фосфорилування легких ланцюгів міозину → ковзання актину → скорочення м'яза.

#### **Розслаблення ГМК (ерекція):**

Відбувається через зниження внутрішньоклітинного кальцію — ключова умова ерекції.

#### 1. Оксид азоту (NO) синтезується:

1. nNOS — з нервових закінчень печеристого нерва (запуск ерекції)
2. eNOS — з ендотеліальних клітин (підтримка ерекції)

#### 2. цГМФ-каскад (основний шлях)

- NO → активація гуанілциклази → ↑ цГМФ → активація протеїнкінази G → ► відкриття калієвих каналів → гіперполяризація ► закриття кальцієвих каналів → ↓  $Ca^{2+}$  у цитозолі ►  $Ca^{2+}$  від'єднується від кальмодуліну → розслаблення ГМК → розширення судин

#### 3. цАМФ-каскад (додатковий шлях)

- ВІП або простагландин  $E_1$  → через G-протеїн активують аденілатциклазу → ↑ цАМФ → протеїнкіназа A → ефекти аналогічні цГМФ-шляху

#### **Завершення ерекції:**

- цГМФ руйнується ферментом 5-фосфодіестеразою (PDE-5) — це ключовий механізм припинення ерекції.
- Інгібітори PDE-5 (наприклад, силденафіл) подовжують ерекцію.

### *Соматомоторний м'язовий механізм підтримки ерекції*

Окрім судинних змін, ерекція підтримується також активністю поверхневих м'язів промежини, що іннервуються гілками соромітного нерва (соматичні). Ці

м'язи беруть участь у стабілізації статевого члена, затримці венозного відтоку та виведенні еякуляту.

### **Цибулинно-губчастий м'яз промежини (*m. bulbospongiosus*)**

- Розташування: поверхневий м'яз промежини, у чоловіків охоплює цибулину статевого члена та частково — губчасте тіло.
- Іннервація: гілка соромітного нерва — промежинний нерв (*n. perinealis*).
- Будова: складається з двох симетричних частин, які спереду з'єднуються у шов промежини (*raphe perinei*).

#### **Функції:**

- Підтримує ерекцію губчастого тіла.
- Передні волокна підвищують тиск у проксимальній частині еректильної тканини, сприяючи стабільності ерекції.
- Скорочується під час еякуляції та оргазму, допомагаючи виведенню еякуляту.
- Сприяє спорожненню уретри наприкінці сечовипускання.

### **Сідничо-печеристий м'яз промежини (*m. ischiocavernosus*)**

- Охоплює ніжки члену (*crura penis*), які є проксимальними ділянками печеристих тіл.
- Зв'язаний з коренем статевого члена, через який проходить глибока дорсальна вена.
- Іннервація: гілки соромітного нерву.

#### **Функції:**

- Стискає ніжки члена, допомагаючи просунути кров до дистальних відділів печеристих тіл.
- Здавлює глибоку дорсальну вену на рівні ніжок члена, що обмежує венозний відтік і підсилює ерекцію.
- Разом із цибулинно-губчастим м'язом формує механічну підтримку промежини та підтримує органи малого таза.

Обидва м'язи є частиною соматомоторного механізму, що доповнює судинні ефекти, особливо у фазі підтримки та завершення ерекції, а також під час еякуляції.

#### **Завершення ерекції виникає при:**

- припиненні стимуляції;
- дії симпатичних впливів, що спричиняють звуження артеріол;
- дії гальмівних сигналів з кори головного мозку (наприклад, у стресовій ситуації);

## Еякуляція

**Еякуляція** — це рефлекторний фізіологічний процес, під час якого відбувається виверження сперми з уретри через ритмічне скорочення м'язів тазового дна, гладкої мускулатури сім'явивідних проток, сім'яних пухирців і передміхурової залози. Еякуляція настає, коли досягається критичний рівень сексуального збудження. Цей механізм координується симпатичною нервовою системою (T11–L2) у взаємодії із соматичними руховими шляхами.

Процес еякуляції складається з двох фаз:

### 1. Фаза накопичення (емісія):

- Звуження покручених артерій (вазоконстрикція).
- Скорочення гладких м'язів у перегородках губчастого тіла.
- Скорочення ГМК пухирчастих залоз і передміхурової залози.
- В результаті: сім'яна рідина накопичується в проксимальній частині уретри.

### 2. Фаза виведення (еякуляція):

- Скорочення м'яза, що стискає цибулину (*m. bulbospongiosus*).
- Виштовхування сперми через уретру з подальшим виділенням назовні.

Після еякуляції статевий член переходить у стан спокою (флацидний стан). У середньому за одну еякуляцію виділяється 3–5 мл сперми, яка містить приблизно 300 мільйонів сперматозоїдів.

## Фази ерекції

**Ерекція** — це динамічний процес, що проходить кілька послідовних фаз, кожна з яких має чіткі судинні, м'язові та нейрональні механізми:

№	Назва фази	Основні процеси
1	Фаза спокою	Гладкі м'язи скорочені, артеріоли звужені, венозний відтік переважає.
2	Латентна фаза	Початкова активація парасимпатичної системи, розширення артеріол.
3	Фаза набрякання	Інтенсивне наповнення кров'ю печеристих тіл, зростання об'єму члена.
4	Фаза повної ерекції	Максимальне кровонаповнення, утруднення венозного відтоку, статевий член твердне.
5	Ригідна (скелетна) фаза	Скорочення м'язів промежини стабілізують ерекцію. Внутрішньо-кавернозний тиск вище систолічного. Кровотік по печеристим артеріям відсутній.
6	Перехідна фаза	Зниження судинного тону, поступове зменшення кровонаповнення.

7	Фаза дегумесценції	Відновлення венозного відтоку, член повертається у флацидний стан.
---	--------------------	--

### Центральна нервова регуляція ерекції

Процеси ерекції не є виключно периферичними — вони активно модулюються структурами центральної нервової системи, які інтегрують сенсорні, емоційні та гормональні сигнали.

### Ключові центри ЦНС, що беруть участь у регуляції ерекції:

- Гіпоталамус – головний регулятор сексуальної поведінки; включає ділянки, відповідальні за інтеграцію ендокринної та вегетативної реакції.
- Медіальна преоптична ділянка гіпоталамуса – відповідає за впізнавання партнера та поєднання сенсорних і гормональних стимулів.
- Паравентрикулярне ядро гіпоталамуса – бере участь у модуляції ерекції через окситоцинергічні шляхи.
- Гіпокамп – формує зв'язок між пам'яттю, емоціями та сексуальними реакціями.
- Лімбічна система – відповідальна за емоційну складову статевого збудження.
- Вентральний таламус, покрівля середнього мозку, чорна субстанція – задіяні в нейромоторній регуляції ерекції.

Таким чином, ерекція — це складно регульований феномен, що поєднує судинні, нейрональні, м'язові та психоемоційні механізми.

### Клінічні аспекти

**Еректильна дисфункція** — це стійка нездатність досягти або підтримати ерекцію, достатню для здійснення повноцінного статевого акту. Вона може бути тимчасовою або хронічною та часто є симптомом системних порушень.

### Можливі причини еректильної дисфункції

Група причин	Приклади та пояснення
Судинні	- Атеросклероз (порушення артеріального припливу) - Венозна недостатність (утрата вено-оклюзії)
Нейрогенні	- Пошкодження спинного мозку, периферичних нервів - Діабетична невропатія - Хірургічні втручання в малому тазу
Гормональні	- Гіпогонадизм (низький рівень тестостерону) - Гіперпролактинемія
Психогенні	- Тривога, депресія, стрес - Конфлікти в партнерських стосунках

<b>Медикаментозні</b>	- Антидепресанти (особливо СІЗЗС* <sup>1</sup> ) - β-блокатори, сечогінні, гормональні препарати
<b>Інші</b>	- Травми таза - Хронічні захворювання (печінки, нирок, легенів)

### *Механізми порушення ерекції*

- Порушення NO-цГМФ каскаду → ↓ релаксація ГМК → недостатній притік крові
- Недостатнє стискання вен → ↑ венозного відтоку → втрата ерекції
- Пошкодження нервових шляхів → ↓ парасимпатичної або соматичної іннервації
- Психогенне гальмування → надмірна активація симпатичної системи → судинозвуження

**Клінічне значення.** Еректильна дисфункція часто є раннім маркером судинних захворювань, зокрема коронарної недостатності. Важливо проводити комплексне обстеження пацієнта з еректильною дисфункцією, оскільки вона рідко буває ізольованою проблемою. Для уточнення діагнозу використовують опитувальники (наприклад, ПЕФ-5), доплерографію судин пеніса, аналізи на гормони та глюкозу.

**Хвороба Пейроні** — це викривлення статевого члена, яке виникає внаслідок утворення фіброзних бляшок у білковій оболонці (tunica albuginea). Зазвичай є доброякісним станом, але може супроводжуватися: болючими ерекціями, еректильною дисфункцією, психоемоційним дискомфортом. Можливі механізми розвитку<sup>^</sup>

- Мікротравми члена (наприклад, під час статевого акту) → пошкодження дрібних судин (мікросудин) → відкладення фібрину → розростання колагену → фіброзна бляшка → втрата еластичності → локальна деформація члену при ерекції.

<sup>1</sup> СІЗЗС — це селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну. Це група антидепресантів, що збільшують рівень серотоніну в синапсах, блокуючи його зворотне захоплення нейронами. Приклади: флуоксетин, сертралін, пароксетин, циталопрам.

Ситуаційні завдання з теми «Фізіологія ерекції та еякуляції».

### **Кейс 1: Порушення вазодилатації**

*Пацієнт, 55 років, звертається зі скаргами на поступове зниження ерекції протягом останнього року. Має в анамнезі артеріальну гіпертензію та цукровий діабет 2 типу. УЗД статевого члена з доплерографією виявило знижений артеріальний приплив у печеристі тіла.*

#### **Питання:**

1. Який основний механізм порушено у пацієнта з діабетом та гіпертензією, що скаргиться на еректильну дисфункцію?

- A) Порушення соматичної іннервації
- B) Зниження виділення дофаміну
- C) Судинна недостатність і дисфункція NO-цГМФ каскаду
- D) Надлишкова активність симпатичної системи

2. Який фермент активується оксидом азоту в гладеньких м'язах пеніса?

- A) Гуанілатциклаза
- B) Аденілатциклаза
- C) NO-синтаза
- D) Протеїнкіназа C

### **Кейс 2: Медикаментозне ускладнення**

*Чоловік, 40 років, звертається зі скаргами на зниження лібідо та слабку ерекцію. Він лікується від депресії протягом 3 місяців, приймає сертралін. До початку лікування сексуальні функції були нормальними. Загальний аналіз крові, рівень тестостерону — у межах норми.*

#### **Питання:**

1. До якого класу належить препарат сертралін?

- A) Трициклічні антидепресанти
- B) СІЗЗС – селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну
- C) Анксиолітики
- D) Бета-блокатори

2. Який механізм може пояснити сексуальну дисфункцію при прийомі сертраліну?

- A) Порушення іннервації геніталій
- B) Блокування рецепторів тестостерону
- C) Зменшення центрального сексуального збудження через вплив на серотонінові шляхи
- D) Вазоконстрикція в артеріях малого таза

### **Кейс 3: Молодий вік, психологічний чинник**

*Студент, 21 рік, скаржиться на те, що в певних ситуаціях не вдається досягти ерекції під час статевого контакту. При цьому ранкова ерекція збережена, під час рефлекторної стимуляції — також. Відмічає підвищену тривожність, невпевненість у собі. Органічних причин не виявлено.*

1. Яка найімовірніша причина еректильних розладів у молодого чоловіка з нормальною нічною ерекцією?

- A) Судинна патологія
- B) Пошкодження тазового сплетення
- C) Гормональний дисбаланс
- D) Психогенна еректильна дисфункція

2. Яка ерекція, зазвичай, зберігається при психогенній еректильній дисфункції?

- A) Тільки під час статевого акту
- B) Ранкова (нічна) та рефлекторна
- C) Лише в присутності партнера
- D) Жодна

### **Кейс 4: Болюча ерекція та викривлення пеніса**

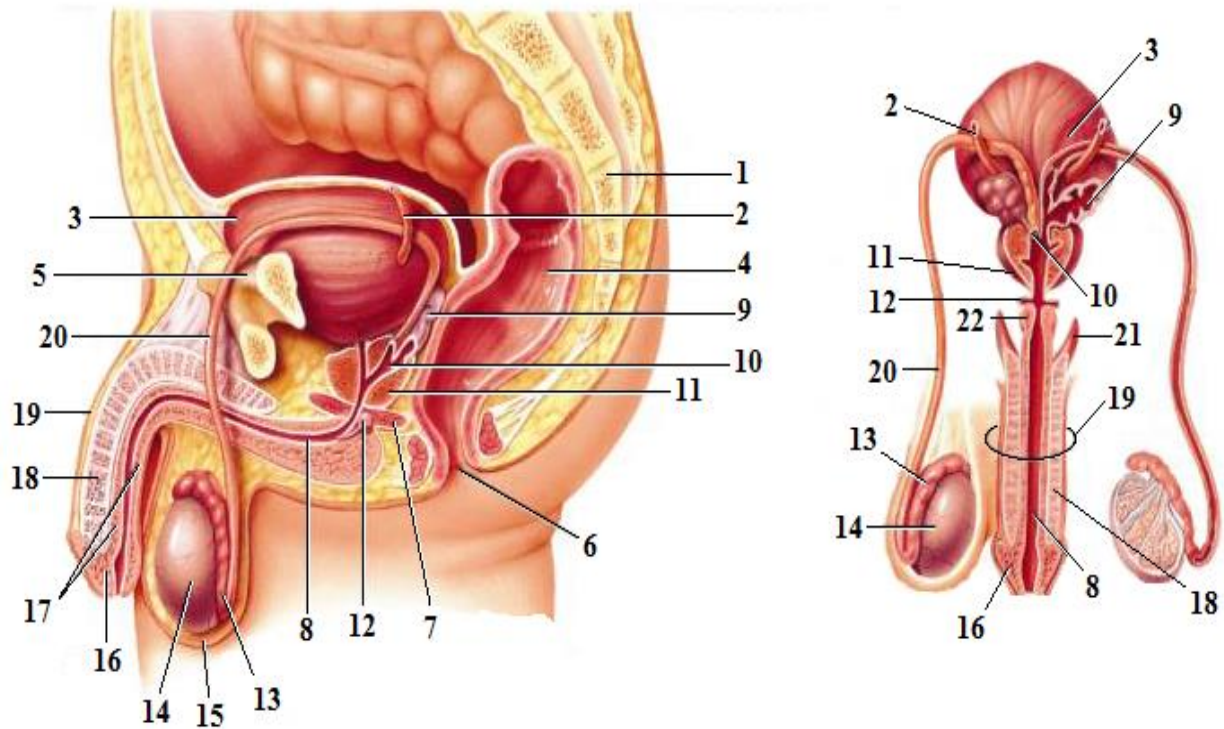
*Пацієнт, 52 роки, звертається зі скаргами на викривлення статевого члена під час ерекції, яке з'явилося приблизно 6 місяців тому. Вказує на помірний біль під час ерекції та утруднення під час статевого акту. В анамнезі — відсутність травм, але згадує періодичний дискомфорт у ділянці промежини після статевих актів у минулому. Пальпаторно виявлено ущільнення на дорсальній поверхні пеніса. Еректильна функція знижена. УЗД підтвердило наявність фіброзної бляшки.*

**Питання:**

1. Яке найімовірніше захворювання у пацієнта?
  - A) Епіспадія
  - B) Хвороба Пейроні
  - C) Венозна недостатність
  - D) Гіпоспадія
  
2. Який механізм розвитку цієї патології є найбільш ймовірним?
  - A) Надмірна секреція тестостерону
  - B) Атрофія печеристих тіл
  - C) Відкладення колагену після мікросудинного ушкодження
  - D) Гіперіннервація соматичними нервами

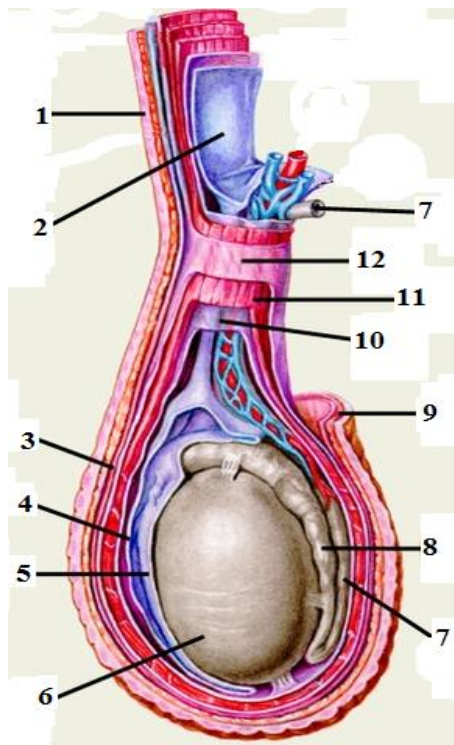
Завдання для самостійної роботи з теми «Анатомія чоловічої статеві системи»

Зробіть підписи до малюнків.



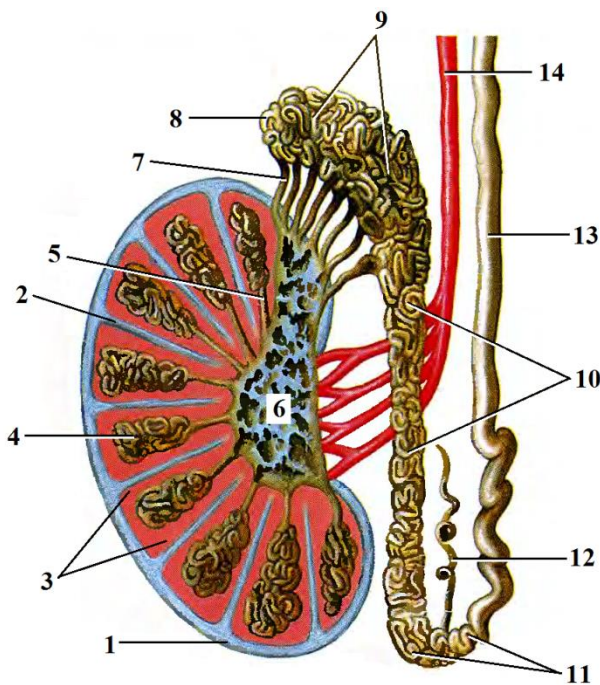
**Рис 11. Будова чоловічої статеві системи** (© 2001 Brooks/Cole – Thomson Learning)

- |      |      |
|------|------|
| 1. – | 12.– |
| 2. – | 13.– |
| 3. – | 14.– |
| 4. – | 15.– |
| 5. – | 16.– |
| 6. – | 17.– |
| 7. – | 18.– |
| 8. – | 19.– |
| 9. – | 20.– |
| 10.– | 21.– |
| 11.– | 22.– |



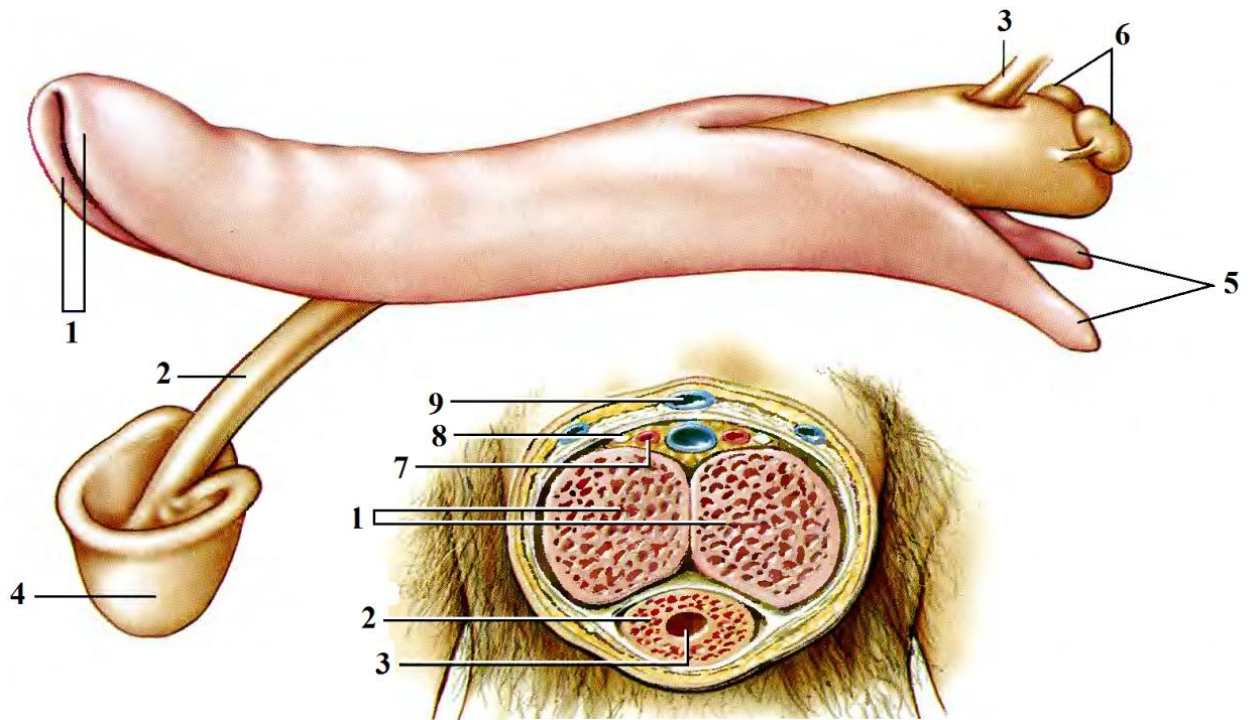
1. –
2. –
3. –
4. –
5. –
6. –
7. –
8. –
9. –
10. –
11. –
12. –

**Рис. 12. Калитка та її оболонки.** Адаптовано з: <https://www.jaypeedigital.com/book/9788184486780/chapter/ch3>



1. –
2. –
3. –
4. –
5. –
6. –
7. –
8. –
9. –
10. –
11. –
12. –
13. –
14. –

**Рис. 13. Будова яєчка та над'яєчка.** Адаптовано з: <https://www.jaypeedigital.com/book/9788184486780/chapter/ch3>



**Рис. 14. Статевий член.** Адаптовано з: <https://anatom.ua/wp-content/uploads/%D0%A1%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%B4258-4.jpg>

- |      |      |
|------|------|
| 1. – | 6. – |
| 2. – | 7. – |
| 3. – | 8. – |
| 4. – | 9. – |
| 5. – |      |

## Відповіді на тестові запитання та завдання

### Тема: Сперматогенез та його регуляція

**Тестові завдання:** 1-В; 2-С; 3-В; 4-С; 5-В; 6-С; 7-В; 8-В; 9-В; 10-А.

**Завдання 1.** 1 – В; 2 – С; 3 – D; 4 – А.

**Завдання 2.** 1 – В; 2 – С; 3 – D; 4 – А

**Завдання 3.**  $E \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow G$

**Завдання 4:** 1. SRY-гена; 2. Мюллерових (парамезонефральних); 3. processus vaginalis; 4. водянки, пахвинної грижі

### Ситуативне завдання 1:

В) Порухення роботи клітин Лейдїга та Сертолі

#### Пояснення:

*Зниження тестостерону вказує на гіпофункцію клітин Лейдїга. Знижений інгібін вказує на недостатню активність клітин Сертолі. Відсутність негативного зворотного зв'язку призводить до підвищення секреції ФСГ і ЛГ передньою часткою гіпофіза.*

### Ситуативне завдання 2:

А) Порухення функції гіпоталамуса з недостатньою секрецією ГнРГ

#### Пояснення:

*Ожиріння часто супроводжується дисфункцією гіпоталамічного центру та зниженням секреції ГнРГ. Це призводить до недостатньої стимуляції передньої частки гіпофіза і, як наслідок, до низьких рівнів ФСГ і ЛГ, що знижує вироблення тестостерону та порушує сперматогенез.*

### Ситуативне завдання 3:

С) — крипторхізм.

*Крипторхізм – це неопущення яєчка до мошонки. Часто виявляється у немовлят, особливо недоношених. Якщо яєчко залишається в черевній порожнині, воно піддається дії вищої температури, що призводить до його атрофії та ризику безпліддя в майбутньому.*

**Ситуативне завдання 4.** Правильна відповідь: В

**Пояснення:** *перекрут сім'яного канатика порушує венозний відтік і блокує приплив артеріальної крові, що веде до ішемії. Критичний час для відновлення кровообігу — до 6 годин, інакше настає некроз тканин яєчка. Це ургентний стан!*

### **Ситуативне завдання 5.**

Правильна відповідь: С — гематоцеле (накопичення крові).

**Пояснення:** *гематоцеле – це накопичення крові між листками tunica vaginalis навколо яєчка, зазвичай після травми. Відрізняється від гідроцеле тим, що має кров'янистий вміст, а не серозний. Може супроводжуватись болем та набряком.*

### **Тема: додаткові залози**

**Тестові завдання:** 1. В. 2 С. 3. С. 4. В. 5. С. 6. В.

**Ситуаційні завдання.** Кейс 1. В. Кейс 2. В. Кейс 3. В. Кейс 4. С.

### **Тема: будова статевого члена**

**Тестові завдання:** 1. С. 2. С 3. С 4. В 5. С 6. С 7. С 8. В 9. С 10.С

**Завдання на відповідність:** 1 – В; 2 – А; 3 – D; 4 – С.

### **Ситуаційні завдання до теми «еректильна дисфункція».**

**Кейс 1.** 1 С. 2. А. **Пояснення:** порушення NO-цГМФ каскаду; внаслідок ендотеліальної дисфункції при діабеті; зниження розслаблення ГМК → слабе наповнення кров'ю.

**Кейс 2.** 1. В. 2. С. **Пояснення:** препарат — СІЗЗС; побічний ефект — гальмування ерекції та лібідо через вплив на ЦНС.

**Кейс 3.** 1. D. 2. В. **Пояснення:** психогенна еректильна дисфункція. Центри ерекції в спинному мозку працюють нормально → нічна та рефлекторна ерекція збережені.

**Кейс 4.** 1.В. 2.С. **Пояснення:** клінічна картина (викривлення члена під час ерекції, фіброзна бляшка, біль, зниження еректильної функції) є типовою для хвороби Пейроні — фіброзно-дегенеративного процесу в оболонках печеристих тіл. Відкладення колагену після мікросудинного ушкодження. Найімовірнішим механізмом розвитку є локальне накопичення колагену в ділянці фіброзної бляшки після мікросудинного травмування, що порушує еластичність тканини і призводить до її деформації під час ерекції.

## Список використаних джерел

1. Міжнародна анатомічна термінологія (латинська, українська, англійська) / О.І Ковальчук// - К.: Книга-плюс, 2023. -128 с.
2. Медична фізіологія за Гайтоном і Голлом: 14-е видання: у 2 томах. Том 2 / Джон Е. Голл, Майкл Е. Голл. ВСВ «Медицина». - 2022. Р. 81. С.481-502.
3. Dong S., Chen C., Zhang J., Gao Y., Zeng X., Zhang X. Testicular aging, male fertility and beyond. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022 Oct 13;13:1012119. doi: 10.3389/fendo.2022.1012119.
4. Griswold M.D. Spermatogenesis: The Commitment to Meiosis. *Physiol Rev*. 2016 Jan;96(1):1-17.
5. Gunasena R., Hacking C., Walizai T, et al. Penis. Reference article, Radiopaedia.org (Accessed on 31 Mar 2025) <https://doi.org/10.53347/rID-51995>.
6. Hayley M. Scott, J. Ian Mason, Richard M. Sharpe, Steroidogenesis in the Fetal Testis and Its Susceptibility to Disruption by Exogenous Compounds, *Endocrine Reviews*, Volume 30, Issue 7, 1 December 2009, Pages 883–925, <https://doi.org/10.1210/er.2009-0016>
7. Miyasaka, A., Kanda, T., Nonaka, N., Terakoshi, Y., Cherasse, Y., Ishikawa, Y., Li, Y., Takizawa, H., Hirano, A., Seita, J., Yanagisawa, M., Sakurai, T., Sakurai, K., & Liu, Q. (2025). Sequential transitions of male sexual behaviors driven by dual acetylcholine-dopamine dynamics. *Neuron*, S0896627325000807. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2025.01.032>
8. Neto F.T., Bach P.V., Najari B.B., Li P.S. Goldstein M. Spermatogenesis in humans and its affecting factors. *Semin Cell Dev Biol*. 2016 Nov;59:10-26. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2016.04.009>
9. Owen D.H., Katz D.F. A review of the physical and chemical properties of human semen and the formulation of a semen simulant. *J Androl*. 2005 Jul-Aug;26(4):459-69. <https://doi.org/10.2164/jandrol.04104>
10. Sam P., LaGrange C.A. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Penis. [Updated 2023 Jul 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
11. Singh O., Bolla S.R. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Prostate. [Updated 2023 Jul 17]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
12. Suede S.H., Malik A., Sapra A. Histology, Spermatogenesis. [Updated 2023 Mar 6]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
13. Tiwana M.S., Leslie S.W. Anatomy, Abdomen and Pelvis: Testes. [Updated 2023 Apr 15]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
14. Turano Alexandra & Osborne. Brittany & Schwarz Jaclyn. (2018). Sexual Differentiation and Sex Differences in Neural Development. [https://doi.org/10.1007/7854\\_2018\\_56](https://doi.org/10.1007/7854_2018_56)
15. Walker W.H. Androgen Actions in the Testis and the Regulation of Spermatogenesis. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1288:175-203. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77779-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77779-1_9)