

# ЦІКАВА ЕНДОКРИНОЛОГІЯ

## ПІДШЛУНКОВА ЗАЛОЗА ТА ІНСУЛІН



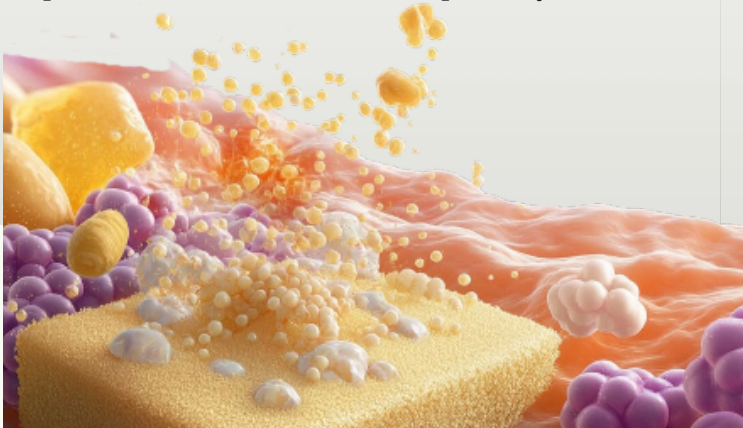
Підшлункова залоза (ПЗ) — це життєво важливий орган травної та ендокринної систем, розташований у черевній порожнині за шлунком, який виробляє травні ферменти для розщеплення їжі та гормони для регуляції рівня цукру в крові. Це залоза змішаної секреції, що складається з головки, тіла та хвоста.

## ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ

### ЕКЗОКРИННА ФУНКЦІЯ

**Безпосередня участь у процесі травлення та підготовці поживних речовин до всмоктування.**

Виробляє підшлунковий сік, який містить травні ферменти (амілаза, ліпаза, трипсин), які надходять у дванадцятипалу кишку й забезпечують розщеплення білків, жирів і вуглеводів.



### ЕНДОКРИННА ФУНКЦІЯ

**Підтримує стабільність глікемії та метаболічний гомеостаз організму.**

Інсулін виробляється  $\beta$ -клітинами при підвищенні рівня глюкози в крові. Допомагає глюкозі потрапити в клітинні організми, а у надлишку накопичується у вигляді глікогену в печінці.

Глюкагон виробляється  $\alpha$ -клітинами при зниженні рівня глюкози в крові. Для запобігання гіпоглікемії він стимулює утворення глюкози з запасів глікогену.

ПЗ функціонує безперервно, проте її ендокринна активність підпорядкована циркадним ритмам, коливанням рівня глюкози, прийомом їжі та гормональним сигналам.

# ЗНАЧЕННЯ ІНСУЛІНУ В ОБМІННИХ ПРОЦЕСАХ ОРГАНІЗМУ

Інсулін - основний анаболічний гормон, який виробляється ПЗ і регулює метаболічні процеси в організмі.

## Вуглеводний обмін (зниження цукру в крові)

### Транспорт глюкози

Інсулін діє як «ключ», відкриваючи клітинні мембрани м'язів та жирової тканини для проникнення глюкози.

### Глікогенез

Стимулює печінку та м'язи перетворювати надлишок глюкози на глікоген (резервний запас).

### Пригнічення глікогонеогенезу

Блокує вироблення нових молекул глюкози печінкою, запобігаючи гіперглікемії.

## Жировий обмін (ліпідний обмін)

### Ліпогенез

Стимулює утворення жирів (тригліцеридів) із вуглеводів та їх накопичення у жировій тканині.

### Антикатаболічна дія

Пригнічує розщеплення жирів (ліполіз), запобігаючи вивільненню жирних кислот у кров.

### Білковий обмін

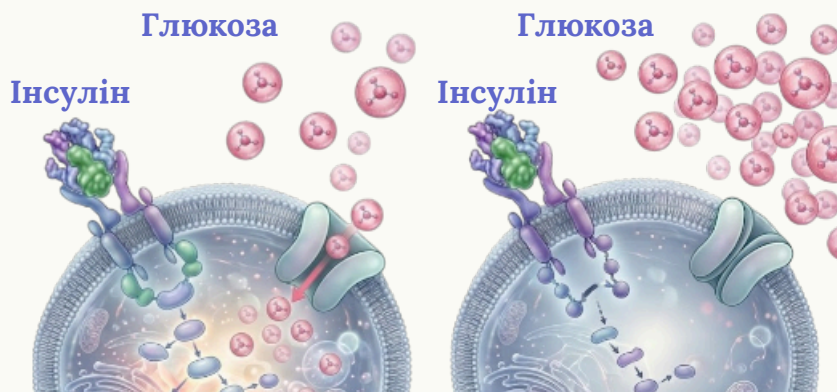
**Синтез білка.** Активізує транспортування амінокислот у клітини та сприяє синтезу білків, необхідних для росту та відновлення тканин.



## ЯК ПРАЦЮЄ ІНСУЛІН? НОРМА ТА ПАТОЛОГІЯ

У нормі (а) інсулін приєднується до інсулінових рецепторів на поверхні клітин. Це запускає сигнал усередині клітини, відкриваються «канали» для глюкози, і вона потрапляє в клітину, де використовується як джерело енергії або запасується.

При інсулінорезистентності (б) інсулін виробляється у звичайній кількості, але рецептори або внутрішньоклітинний сигнал працюють гірше. Глюкоза повільніше потрапляє в клітини, тому її рівень у крові зростає, і ПЗ змушена виробляти більше інсуліну.



**Щоб краще зрозуміти роль інсуліну у підтримці метаболічної рівноваги, варто розглянути як змінюється його активність протягом 24 годин.**

# ПРОВЕДИ 24 ГОДИНИ З ПІДШЛУНКОВОЮ ЗАЛОЗОЮ: ЯК ЗМІНЮЄТЬСЯ СЕКРЕЦІЯ ІНСУЛІНУ ПРОТЯГОМ ДНЯ



## 06:00—09:00 — ФІЗІОЛОГІЧНИЙ РАНКОВИЙ ПІДЙОМ

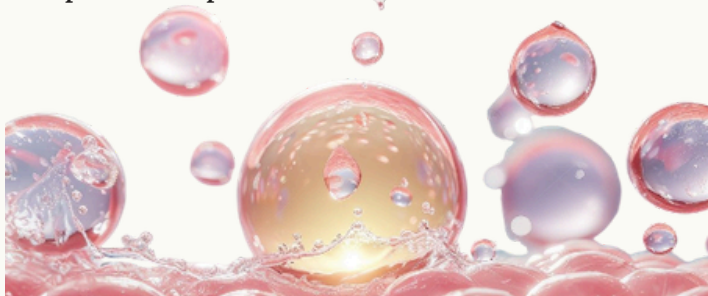
↑ кортизол → ↑ фізіологічна глюкоза → ↑ базальна секреція інсуліну

### “Світанковий феномен”

У ранні години організм переходить із нічного відновлення в режим активності. Під впливом циркадних ритмів підвищується секреція: кортизолу, гормону росту, катехоламінів.

Ці гормони мають контрінсуліновий ефект - вони підвищують рівень глюкози в крові, стимулюючи: глікогеноліз та глюконеогенез.

Мета цього процесу — забезпечити мозок енергією перед початком активності.



### Як реагує підшлункова?

β-клітини ПЗ починають базальну секрецію інсуліну, який стримує надмірне підвищення глікемії.

Однак при інсулінорезистентності саме цей період може супроводжуватися підвищеною глікемією натще.

### Якщо в цей період відбувається сніданок

Через 1–2 хв. після прийому їжі починається I фаза виходу накопиченого інсуліну із спеціальних гранул ПЗ - “швидкий викид” (тривалість фази до 10 хв.)

За нормальних умов рівень глюкози повертається до базового протягом 2–3 годин.

## 09:00—12:00 — ПІСЛЯ СНІДАНКУ: ІНСУЛІНОВА ВІДПОВІДЬ

↑ глюкоза після сніданку → ↑ ↑ секреція інсуліну (I + II фази) → ↓ глюкоза → ↑ транспорт у клітини → ↑ синтез глікогену

### Постпрандіальний період

У постпрандіальний період ПЗ переходить від I до II фази секреції інсуліну, забезпечуючи тривале та стабільне виділення гормону. Це підтримує контроль рівня глюкози в крові, поки поживні речовини надходять до клітин організму.

II фаза триває значно довше (1–2 години і більше), доки рівень глюкози не знизиться до норми.

### Роль інсуліну

Активується транспорт глюкози в м'язові та жирові клітини, у печінці стимулюється синтез глікогену, пригнічується глюконеогенез і зменшується розщеплення глікогену. Таким чином ПЗ запобігає розвитку гіперглікемії.

Саме через 2 години після їжі доцільно оцінювати постпрандіальну глікемію.

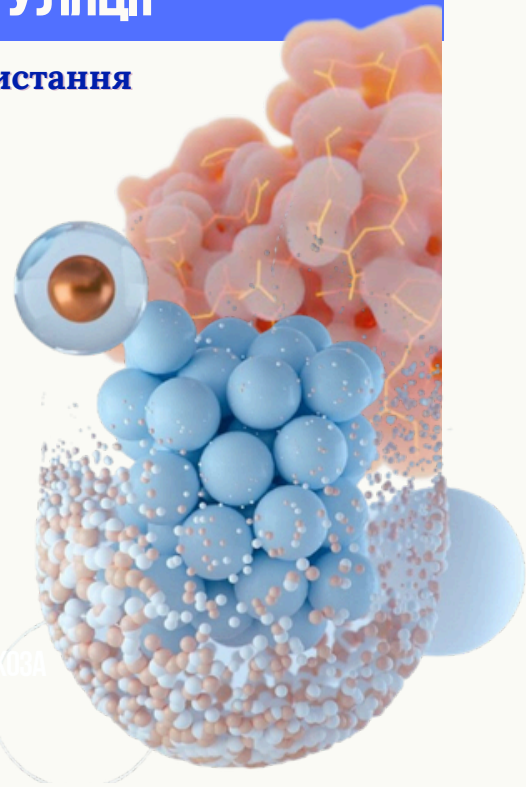


## 12:00—15:00 — ПІК ПОСТПРАНДІАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

↑ глюкоза після обіду → ↑ інсулін → використання поживних речовин

Після обіду рівень глюкози в крові знову підвищується, що активує  $\beta$ -клітини острівців Лангерганса та стимулює секрецію інсуліну. Механізм його виділення подібний до ранкової відповіді, забезпечуючи ефективний контроль глікемії. Під дією інсуліну поживні речовини використовуються клітинами або частково накопичуються у вигляді енергетичних запасів. У цей період організм перебуває у стані відносного анаболізму.

Якщо прийом їжі був збалансованим (білки + клітковина + помірна кількість вуглеводів) - інсулінова відповідь є помірною і стабільною.



### Часті перекуси для підшлункової

Часті перекуси спричиняють повторне підвищення рівня глюкози та стимулюють додаткову секрецію інсуліну. У такому випадку ПЗ працює без достатніх перерв, підтримуючи підвищений рівень гормону тривалий час. Це може сприяти хронічній гіперінсулінемії та зниженню чутливості тканин до інсуліну.

## 15:00—18:00 — ФАЗА СТАБІЛІЗАЦІЇ

↓ інсулін до базального рівня → метаболічна стабілізація → ↑ використання енергії тканинами

Цей період можна назвати “нейтральною зоною”: інсулін уже не домінує, глюкагон активується частково, а печінка підтримує стабільний рівень глюкози. Це сприятливий час для помірної фізичної активності, оскільки під час руху м’язи споживають глюкозу незалежно від інсуліну, підвищується інсулінова чутливість і зменшується навантаження на  $\beta$ -клітини.

### Що відбувається при порушеннях?

За наявності інсулінорезистентності створюється додаткове навантаження на  $\beta$ -клітини:

- глюкоза довше залишається підвищеною
- можливе відчуття втоми або “туману в голові”
- підшлункова змушена виділяти більше інсуліну

Це може бути пов’язано з такими явищами: швидкий стрибок та падіння рівня глюкози після обіду, надмірна інсулінова відповідь на харчове навантаження, або може бути сигналом про початкову фазу інсулінорезистентності.

## 18:00—22:00 — ПЕРЕХІД ДО ВІДНОВЛЕННЯ

↓ гормони стресу → підготовка до сну → рекомендовано завершити прийом їжі за 2–3 години до сну

### Зміна гормонального фону

- знижується рівень кортизолу
- поступово підвищується секреція мелатоніну, організм готується до сну

Інсулін стимулює транспорт глюкози, частина глюкози запасується, пригнічується нічна продукція глюкози печінкою.

Зберігається помірний анаболізм, підтримується синтез тканин.

При надлишку вуглеводів активується ліпогенез, формується запас енергії.

## 22:00—06:00 — НІЧНИЙ МЕТАБОЛІЧНИЙ РЕЖИМ

↓ інсулін (базальний рівень) → ↑ використання жирних кислот →  
↑ печінкова підтримка глюкози → нічне відновлення

У нормі під час сну організм переходить у режим відновлення з фізіологічною регуляцією секреції інсуліну.

При безсонні або хронічному недосипанні організм сприймає це як стрес: активується гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникова система, підвищується рівень кортизолу та катехоламінів.

### Це запускає механізми:

- посилюється ліполіз (розщеплення жиру)
- зростає рівень вільних жирних кислот у крові
- печінка стає менш чутливою до інсуліну
- знижується периферичне поглинання глюкози м'язами

В результаті знижує інсулінову чутливість і сприяє підвищенню глюкози в крові.

Змінюється активність генів циркадного годинника, що регулюють метаболізм. Навіть короткочасне недосипання знижує інсулінову чутливість.

## ПРОТЯГОМ 24 ГОДИН ПІДШЛУНКОВА ЗАЛОЗА:

- ✓ Підтримує базальний рівень інсуліну
- ✓ Забезпечує швидку постпрандіальну відповідь
- ✓ Адаптується до фізичної активності
- ✓ Працює синхронно з циркадними ритмами
- ✓ Взаємодіє з печінкою, м'язами, жировою тканиною та центральною нервовою системою