

## Section: Chemistry

# ФІЗІОЛОГІЧНА РОЛЬ КАЛЬЦІЮ ТА ПОРУШЕННЯ ЙОГО ОБМІНУ В УМОВАХ ПАТОЛОГІЇ

**Гумен Валерія**

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня

**Козуб Світлана**

к.техн.н., доцент

Харківський Національний Медичний Університет, Україна

Кальцій є одним із ключових макроелементів, який виконує широкий спектр життєво важливих функцій в організмі людини. Основна його маса депонується у формі гідроксиапатиту в кістках і зубах, забезпечуючи їхню структурну міцність і механічну стійкість. Разом із тим, іонізований кальцій у міжклітинному середовищі є критично важливим для підтримання електрофізіологічної активності міокарда, м'язового скорочення, згортання крові, синаптичної передачі та регуляції гормональної секреції. Дисбаланс кальцію — як гіпокальціємія, так і гіперкальціємія — асоціюється з розвитком ряду патологічних станів, включаючи остеопороз, аритмії, м'язові спазми та порушення нейроендокринної регуляції. Тому підтримання оптимальної концентрації кальцію в організмі є одним із фундаментальних чинників збереження здоров'я.

Кальцій (Ca) належить до п'яти найпоширеніших елементів у складі організму. В середньому людське тіло містить близько 1 кг кальцію, скелет налічує 99%, а м'які тканини включають близько 1% кальцію. Майже весь кальцій знаходиться в плазмі крові. Метаболізм кальцію регулюється ендокринною системою, зокрема паратиреоїдним гормоном (ПТГ) та вітаміном D. Під час дефіциту вітаміну D метаболізм кісток страждає в результаті зниження активного всмоктування кальцію, а це в свою чергу призводить до посиленої секреції ПТГ. Близько 50 % кальцію, що міститься в плазмі крові вільно потрапляє в ниркові клубочки. Після цього майже весь профільтрований кальцій повертається назад у кров через ниркові каналці. У дорослої людини із середнім раціоном, з сечею виводиться близько 200 мг кальцію на добу.

Діабет 2 типу є великою проблемою в усьому світі. Він пов'язаний з такими ускладненнями, як ниркова недостатність, сліпота та ампутація нижніх кінцівок. Від гомеостазу кальцію залежить секреція та дії інсуліну, оскільки вивільнення інсуліну у відповідь на високий рівень глюкози в крові є кальційзалежним процесом. У людей які мають діабет загальний рівень кальцію в сироватці крові вищий, ніж у тих, хто не хворіє на діабет. У щурів з штучно викликаним цукровим діабетом шляхом введення алоксану (хімічна речовина, яка руйнує клітини підшлункової залози які виробляють інсулін та використовується для штучного

створення діабету у тварин), організм гірше засвоював кальцій через зменшення його переходу зі стінок дванадцятипалої та клубовою кишок у кров'яне русло. Це зниження абсорбції кальцію можна було відновити до контрольного рівня за допомогою інсуліну, що підтверджує зв'язок між цукровим діабетом та порушенням абсорбції кальцію в кишечнику.

В кістковій тканині кальцій зберігається у вигляді гідроксиапатиту, відкладаючи його при високому рівні в крові та вивільняючи при низькому. Цей процес пов'язаний з ендокринною системою через щитовидну і паращитовидні залози. Якщо рівень кальцію в сироватці крові підвищений, щитовидна залоза вивільняє кальцитонін, який пригнічує резорбцію кісток, зупиняючи активність остеокластів. При постійному впливі ПТГ активує остеокласти, що сприяє утворенню кісток. Однак при хронічному зниженні ПТГ призводить до зниження ремоделювання, і як наслідок, до крихких і слабких кісток.

Гіпокальціємія характеризується аномально низьким рівнем кальцію в крові. Приблизно 45% кальцію в організмі зв'язано з білками плазми, переважно альбуміном. Близько 15% зв'язано з малими аніонами, наприклад, фосфат і цитрат, орієнтовно 40% знаходяться у вільному або іонізованому стані, який є активним. Загальна концентрація кальцію в сироватці крові коливається від 2.12 до 2.62 ммоль/л, а норма іонізованого кальцію становить від 1.16 до 1.31 ммоль/л. Показники нижче цього діапазону, розцінюються як гіпокальціємія. Основними гормональними регуляторами є гормон ПТГ який підвищує рівень кальцію збільшуючи активність остеокластів, тоді як кальцитонін діє протилежно та пригнічує остеокласти. Більшість причин гіпокальціємії є набутими, але деякі спадковими, їх можна розділити на 3 категорії: дефіцит ПТГ, високий рівень ПТГ та інші причини.

Гіперкальціємія – підвищення рівня кальцію в крові. Причини високого вмісту кальцію можна поділити на дві категорії: опосередковану ПТГ та неопосередковану ПТГ. Паратиреоїдний гормон – опосередкований.

Первинний гіперпаратиреоз: такий стан призводить до підвищення вмісту кальцію з високим рівнем ПТГ, здебільшого спричинений аденомою паращитоподібної залози. Зазвичай у пацієнта спостерігається безсимптомний стан або легка гіперкальціємія. Проте, високий рівень ПТГ може зумовити тяжку гіперкальціємію, переломи кісток, остеопороз, ниркова недостатність на інше.

Третинний гіперпаратиреоз: цей стан також призводить до підвищеного вмісту кальцію та високого рівня ПТГ, але зумовлене гіперплазією паращитоподібних залоз внаслідок надмірної хронічної стимуляції, частіше зустрічається у людей з нирковою недостатністю.

Неопосередкований паратиреоїдний гормон.

Гіперкальціємія злоякісних новоутворень: такий стан зумовлений надмірним виробленням пухлинами білка, пов'язаного з паратиреоїдним гормоном, які впливають на рецептори ПТГ через їхню структурну схожість.

Злоякісні утворення також здатні спричинити метастази в кістки та збільшення активності остеокластів, що призведе до гіперкальціємії.

Ендокринопатії: у людей з гіпертиреозом спостерігається збільшена активність остеокластів та резорбції кісток, що викликає підвищення рівня як іонізованого, так і загального кальцію. Надниркова недостатність є рідкісною причиною гіперкальціємії, спричиненою зменшенням об'єму крові, що веде до зниження швидкості клубочкової фільтрації.

Таким чином, кальцій є одним з ключових мінералів для правильного функціонування організму. Баланс кальцію в організмі регулюється ендокринною системою, зокрема вітаміном D та ПТГ. Дефіцит кальцію здатен спричинити гіпокальціємію, яка згубно впливає на кісткову тканину та м'язи. Надлишок кальцію в свою чергу викликає гіперкальціємію, яка пов'язана з порушеннями роботи нирок та ендокринної системи. Також кальцій відіграє ключову роль у метаболізмі інсуліну, що засвідчує його зв'язок з цукровим діабетом. До того ж, він впливає на опорно-рухову систему, регулюючи процеси ремоделювання кісток через взаємодію з ПТГ та кальцитоніном.

Щоб підтримувати оптимальний рівень кальцію, потрібно мати в раціоні такі продукти як: молочні вироби (йогурт, сир, молоко), риба та морепродукти (лосось, мідії, креветки, сардина), горіхи та насіння (кунжут, чіа, мигдаль), зелені листові овочі (шпинат, капуста, броколі). Добова норма кальцію для підлітків (10-18 років) – 1300мг/добу, для дорослих – 1000мг/добу, для літніх людей (>50 років) – 1200мг/добу. Слід не забувати, що для кращого засвоєння кальцію потрібен вітамін D, який сприяє його всмоктуванню в кишківнику. Збалансоване харчування та контроль кальцію основа гарного самопочуття.

### Список використаних джерел

1. Calcium Metabolism [Електронний ресурс] // National Center for Biotechnology Information (NCBI). – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430912/> (дата звернення: 09.05.2025).
2. Calcium Physiology [Електронний ресурс] // National Center for Biotechnology Information (NCBI). – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430714/> (дата звернення: 08.05.2025).
3. Increased Serum Calcium Levels and Risk of Type 2 Diabetes: A Meta-analysis [Електронний ресурс] // Diabetes Care. – Режим доступу: <https://diabetesjournals.org/care/article/37/11/3084/29080/Increased-Serum-Calcium-Levels-and-Risk-of-Type-2> (дата звернення: 11.05.2025).
4. Hypercalcemia [Електронний ресурс] // National Center for Biotechnology Information (NCBI). – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557683/> (дата звернення: 11.05.2025).