

Біомінералізація у тканинах людського організму

Наталія Лукієнко
Національний Авіаційний Університет
Київ, Україна

Анотація. У даній науковій роботі ми розглянемо таке явище утворення і розвитку живих організмів як біологічна мінералізація. Цей процес супроводжує живі організми на протязі багатьох мільйонів років. За допомогою цього процесу розвиваються і еволюціонують не тільки люди, але і інші тварини та живі істоти. Дуже давно розпочалося формування перших біомінералів. Це одні з головних компонентів, які створюють все живе. Ще в далекому докембрійському періоді були сформовані перші біомінерали, за допомогою матриці і клітинних організмів, а також води. Ми розглянемо мінералізацію у людському організмі, зокрема як явище, яке дозволяє формуватися тканинам, а також призводить до патологічних наслідків.

Ключові слова: біомінералізація, людина, тканини, мінерали, патологічні, фізіологічні, розвиток, організм.

Biom mineralization in the tissues of the human body

Natallia Lukiienko
National Aviation University
Kyiv, Ukraine

Abstract. In this scientific work we consider such a phenomenon of the formation and development of living organisms as biological mineralization. This process accompanies living organisms for many millions of years. With this process, not only people, but also other animals and living beings develop and evolve. Years ago the formation of the first biominerals has begun. These are some of the main components that make everything alive. The first biominerals were formed in the distant Precambrian periods, with the help of matrix and cellular organisms, as well as water. We will consider the process of mineralization in the human body, in particular, as a phenomenon that allows the formation of tissues, and also leads to pathological consequences.

Key words: biomineralization, human, tissues, minerals, pathological, physiological, development, organism.

Вступ

Всі ми знаємо, що людський організм це найскладніша система, яка тільки могла бути придумано у всесвіті. На протязі століть, тисячоліть, мільйонів і мільярдів років людський організм формувався, вдосконалювався, розвивався, піддавався різноманітним мутаціям та змінам на генному рівні. Багато механізмів розвитку і побудови людського організму, які відбувалися на протязі довгого періоду часу ще до сих пір невідомі ученим і науковцям, які досліджують походження людини і її еволюцію.

Далеко не останнє місце у процесах створення живої матерії займає біомінералізація. За допомогою цього процесу формуються спеціальні мінерали та компоненти, з яких створено практично все живе на нашій планеті. Якщо мінерали

ростуть і можуть створюватися, то живі організми, створивши для цього спеціальні умови, можуть їх продукувати при участі спеціальної матриці, яка розвивається на клітинному рівні (Kermanshahi and Jassar, 2012).

Дуже давно розпочалося формування перших біомінералів. Це одні з головних компонентів, які створюють все живе. Ще в далекому докембрійському періоді були сформовані перші біомінерали, за допомогою матриці і клітинних організмів, а також води. Біомінералізацію неможливо зупинити, вона супроводжує сьогodнішню еволюцію, хоча практично непомітна. На сьогodнішній день науковці і експерти повідомляють, що людям вдалося з'ясувати про наявність 80-ти головних біомінералів, які є у нашому світі. Такого типу мінералізація в людському організмі і в організмі всіх живих істот розвивається за трьома основними напрямками: фосфатним, карбонатним та кремнієвим (Рамірес та ін., 1980). З огляду на те, що сучасна медицина розвивається досить швидкими темпами, медична мінералізація в нашому світі стала буденною річчю. Для того, щоб більш зрозуміло її пояснити приведемо приклад. Коли у людини стався серйозний перелом, то лікарі вводять за допомогою спеціальних інструментів кістковий клей. Цей клей, діючи з різноманітними сполуками в організмі зливається з кістковим і тканинним матеріалом і кістка зростається. Саме таке явище новоутворень можна і назвати органічною мінералізацією, яка проходить у тканинах людини (Кораго, 1992).

Метою даної наукової роботи є розгляд процесів мінералізації у тканинах людського організму. **Новизною** у науковій роботі можна назвати аналітичний підхід до розгляду різноманітних біомінералів та їх утворення в різних органах людського організму, зокрема в тканинах та інших системах. **Тема** даної наукової роботи вибрана з огляду на сучасний стабільний та достатньо швидкий розвиток такої науки, як біомінералогія, а також загальної потреби у використанні біомінералів для застосування їх у медицині і лікувальній справі. У цій науковій роботі перед нами поставлено лише одне **завдання**, яке базується на вивченні механізмів, завдяки яким є можливість до проведення мінералізації в людському організмі. У цій науковій роботі ми розглянемо основні фізіологічні та патологічні процеси в живій тканині, які призводять до різноманітних явищ та утворення живих тканин, а також складових компонентів людського організму.

Огляд літератури

Мінералізація – це не якась нове явище, чи технологія, яка була спеціально продумана для лікування людей. Це явище, яке придумала сама природа для того, щоб створювати живі тканини, та для того, щоб відбувалися різноманітні процеси оновлення, росту і утворення зв'язків та цілих живих систем. Тому описанням подібних процесів і явищ на протязі багатьох років займалися різноманітні учені, біологи і науковці. Як ми вже сказали раніше, мінералогія розвивається в наш час достатньо потужно для того, щоб подібні природні явища могли штучно запроваджуватися для лікування хворих людей у різноманітних галузях медицини (Данильченко та ін., 2016).

На наступній картинці зображені природні мінерали:



Рис.1. Природні мінерали

Проте, не дивлячись на те, що це природне явище відомо людям з давніх-давен, сама наука, яка отримала назву біомінералогія, появилася достатня недавно. Її становлення та розвиток можна поділити на два етапи, початковим періодом можна назвати середину 20 століття, а сьогодні вже ця наука розвивається доволі потужно і існує як окрема галузь не тільки медицини, а і різноманітних наукових знань (Окунева и Власов, 2003).

У даній науковій роботі ми використовували багато інтернет-ресурсів та книжних джерел для того, щоб дослідити роль такого явища, як біомінералізація у створенні тканин живих організмів, а зокрема у тканинах людського організму.

Одним із сподвижників цієї науки можна вважати вченого Вернадського В.І., який зробив масу відкриттів і написав доволі багато робіт на цю тему на початку 20 століття. Саму назву науки придумав біолог і науковець А. Кораго, який у 1967 році трудився над дослідженням утворення мінералів таких як річкові перлини.

Біолог Сребнодольський Б.І. у 1983 році видав монографію, в якій вперше у назві книги ввів значення "біомінералогія". Цей науковець досліджував подібні явища для формування організму і скелету тварин, а його книга отримала назву "Біологічна мінералогія".

Проте, на території колишнього Радянського Союзу основним дослідником і науковцем, який поширював цю науку і опублікував роботи, які допомагали її зрозуміти, був все той же біолог А. Кораго (1992). У 1992 році він видав книгу, яка містила в собі основні і фундаментальні праці цієї галузі науки.

Загалом можна зробити висновок, що на території колишнього Радянського Союзу і виникла ця наука, яка сьогодні активно поширюється у світі не лише вітчизняними науковцями, але і закордонними спеціалістами. Сьогодні біомінералогія стала досить широкою галуззю науки, яка включає в себе багато різноманітних підвидів досліджень, а також знань, які були здобуті біологами і науковцями на протязі досить довгого періоду часу.

Біомінералізація у тканинах людського організму

Сьогодні науковці поділяють такі природні явища формування тканин на два основних види. Фізіологічна і патологічна біомінералізація. Якщо говорити про фізіологічну мінералізацію, то вона є природним процесом і спрямована на те,

щоби утворювати нові клітини та тканини і їх цілісні структури у організмі людини. Таке явище є невід'ємною частиною процесу еволюції та розвитку організму. Його можна окремо поділити ще на два підвиди. Першим підвидом являється загальна еволюційна мінералізація у тканинах живих організмів, в ході якої поступово на протязі багатьох мільйонів років формувалися тверді і м'які тканини у різноманітних живих організмів. Завдяки цьому явищу були створені нові види організмів, підвиди та широка і велика кількість різноманітних тварин і живих істот, які сьогодні відомі сучасній науці. Іншим підвидом цього процесу можна вважати біомінералізацію, яка супроводжує нас на протязі всього життя. Для того, щоб краще зрозуміти це явище наведемо приклад. Починаючи від процесу зародження у материнському організмі і до закінчення процесу дорослішання і розвитку, приблизно у 25 років, нас на протязі життя супроводжує процес біомінералізації, у дитячому організмі він представлений процесом створення зубів, утворення кісткових систем, а також інших органів та тканин, які створюються за допомогою цього природного явища (Вісник біології та медицини, 2015).

На наступній картинці зображені тканини людського організму:

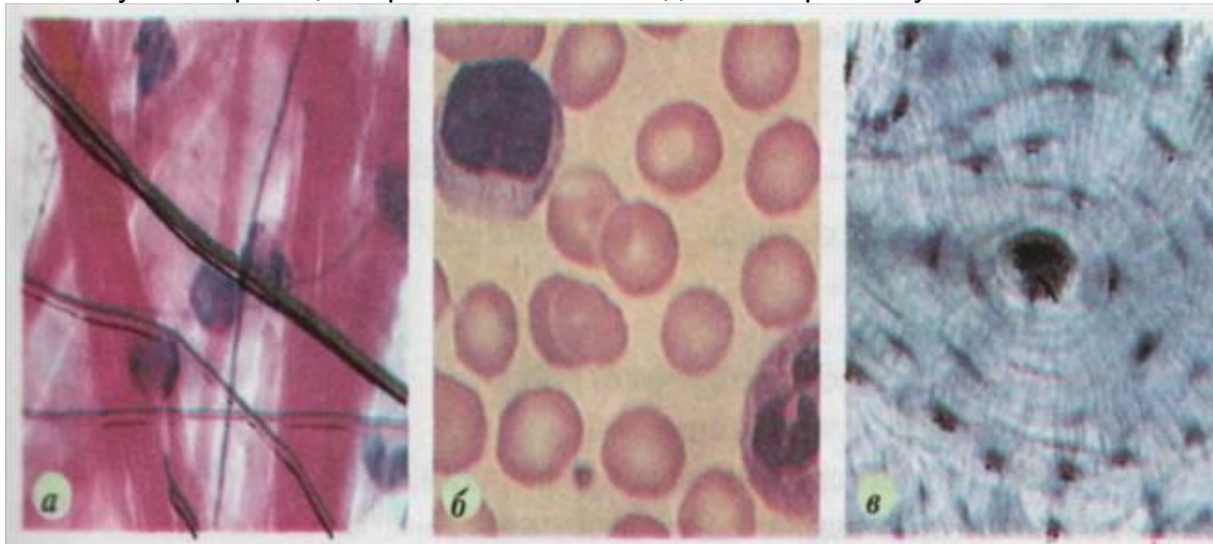


Рис. 2. Тканини людського організму

Однак є і інша негативна сторона цього процесу, ми говоримо про патологічну мінералізацію. До такого явища можна віднести утворення каменів у нирках та у сечовому міхурі, а також розвиток різноманітних пухлин та злоякісних тканин і клітин, які приносять шкоду організму людини. Далі ми більш обширно розглянемо фізіологічну і патологічну біомінералізацію

Фізіологічна біомінералізація

Як вже було вище сказано, таке явище фізіологічного характеру притаманне кожному живому організму, який розвивається. Розвиток організму людини і взагалі всіх істот на планеті був би неможливий без явища фізіологічної біомінералізації. У складі нашого організму є велика кількість мінералів, які входять до різних систем і органів. Наприклад, у зубах містяться такі мінерали, як дентин, емаль та цемент. Багатьом відомо, що найбільш твердою і мінералізованою частиною нашого організму є зубна емаль. Окрім вищеперерахованих мінералізованих тканин, в будову зуба входять різні форми апатитів тобто мінералів (Гишинская, 2003).

Далі поговоримо про такі мінералізовані тканини, як кістки у людському організмі. Згідно біологічних досліджень, можемо сказати, що людина має у своїй будові приблизно 270 великих і маленьких кісток. На відміну від зуба і зубної емалі кістки є достатньо легкими і крихкими за своєю будовою конструкціями. До складу кісток входять як мінерали, так і неорганічні частини. Якщо говорити про склад мінералів, то у структурі кістки їх приблизно 65%. Завдяки тому, що у кістках присутня така органічна частина, як еластичний білок, який носить назву колаген, кістки отримали важливу функцію міцності, яка запобігає значним переломом та пошкодженням цих конструкцій, які формують скелет і опору людського організму, а також захищають внутрішні важливі органи. Також у кістках можна знайти різні мінерали, які формують тканини - це фосфор, дентин, кальцій, кістковий сіалопротейн та багато інших. Процес формування і розвитку кістки, це система операцій, яка супроводжує людину у період її розвитку та росту (Джонсон, 1998).

У нашому організмі в мозку є спеціальна шишкоподібна залоза, або як їх ще називають науковці епіфіз. Це достатньо важлива частина структури людського організму. Вона відповідає за багато різноманітних процесів розвитку та функціонування людини. Вчені повідомляють нам, що у структурі епіфізу не так давно були знайдені мінералізовані структури. З віком кількість цих структур значною мірою зростає. Сьогодні вчені навчилися проводити радіологічне обстеження мозку пацієнта для визначення різноманітних патологій та захворювань. Саме це обстеження базується на аналізі кількості та стану мінералізованих структур і їх кількості в епіфізі. Варто відмітити, що кількість цих мікроскопічних частинок в мозку з кожним роком в організмі людини збільшується. На основі таких аналітичних даних лікарі можуть робити багато висновків про стан здоров'я пацієнта (Баконьер та ін., 2002).

Учені давно виявили, що не тільки люди, але і всі хребетні істоти у внутрішньому вусі мають спеціальні мінералізовані структури, які носять назву отоліти. За допомогою цих структур у організмів проводяться нервові імпульси і посилюються сигнали до мозку, які відповідають за рівновагу і вестибулярний апарат. (Джонс та ін., 2010).

Патологічна біомінералізація

Як уже було сказано раніше, патологічна біомінералізація - це ряд різноманітних явищ і процесів в організмі які призводять до утворення тканин, які згодом досить негативно впливають на здоров'я і структуру організму людини (Голованова, 2009).

Жовчний міхур, це орган в якому мінералогічні процеси відбуваються щосекунди. Завдяки тому, що цей орган є середовищем накопичення великої кількості рідини і місцем проведення багатьох різноманітних секреторних явищ, у деяких випадках завдяки патологічній біомінералізації у жовчному міхурі утворюються і відкладаються у стінках різноманітні мікроскопічні частинки, які згодом ведуть до погіршення стану здоров'я чи взагалі призводять до раку жовчного міхура (Тиктинский и Александров, 2000).

Найбільш поширеним захворюванням цього органу являються утворення органічних і неорганічних каменів, яке носить назву холелітіаз. Камені, які утворюються на стінках жовчного міхура та у внутрішньому його середовищі мають у своєму складі різноманітні мінеральні пігменти, такі як білівердин та білірубін. Вони негативно впливають на функціонування цієї важливої системи життєдіяльності. Ученими доведено, що у стінках жовчного міхура відбуваються

різні мінералогічні процеси, проте, одні з них приносять позитивні наслідки, а інші призводить до захворювань та негативних наслідків для здоров'я (Боккі і Вальдре, 1993).

Подібними за своєю будовою та проблематикою являються і камені, які утворюються в нирках. Лікарі називають такі новоутворення конкреціями. На відміну від ситуації у жовчному міхурі, до проведення таких мінералогічних процесів у нирках призводить як правило не правильне харчування, чи порушення загального гомеостазу організму. На сьогоднішній день лікарі достатньо ефективно, з допомогою лазерної хірургії видаляють камені з нирок.

Багато різноманітних проблем і зовнішніх факторів, які впливають на організм людини призводять до того, що в організмі людини утворюється ектопічне мінералоутворення, яке значною мірою впливає на передміхурову залозу. Такого виду проблеми проявляються у чоловіків, які старше сорока років. Є цілий ряд різноманітних факторів та чинників, які впливають на розвиток цього проблематичного захворювання (Сребнодольский, 1983).

З кожним роком до лікарів звертаються все більше пацієнтів, які мають проблеми із щитоподібною залозою. Таким поширенням подібних проблем являється особлива специфіка утворення у щитоподібній залозі, не дивлячись на те, чи злоякісні, чи доброякісні новоутворення зустрічаються у цій залозі, вони є негативними для організму. Причиною виникнення таких новоутворень являється все теж явище мінералізації, яке відбувається завдяки різноманітним причинам та зовнішнім чинником, які стають природнім каталізатором цих проблем і як наслідок важких захворювань. Основною проблемою для щитовидної залози являється кальцифікація стінок судин, а також капсул вузлів (Бай та ін, 2009).

Не оминули подібні проблеми, пов'язані із біомінералізацією в організмі і найважливішу систему функціонування у людини, якою являється серцево-судинна система. Багатьом відоме таке захворювання, як атеросклероз. Воно виникає внаслідок утворення складних сполук та мінералізації різноманітних органічних і неорганічних елементів у судинах. Основною проблемою являється утворення склеротичних бляшок, які кальцифікуються в основному у аорті, а також на стінках серцевих клапанів. Такі утворення значною мірою затрудняють пересування крові та постачання кисню до важливих органів в організмі. Слід відмітити, що при активному розвитку цього захворювання воно практично не піддається лікуванню і серед таких пацієнтів є високий процент смертності (Москаленко та ін., 2016).

Такі мінеральні сполуки, як пульмоліти являються мікроскопічними камінцями, які утворюються внаслідок складних і довготривалих процесів у легневих альвеолах. Це достатньо рідкісне захворювання, а його частота виникнення серед населення достатньо низька. Внаслідок біомінералізаційних процесів на стінках легень і в легневих тканинах відкладаються невеликі камінці. Дивним являється і те, що етіологія цього захворювання ще досі повністю не вивчена лікарями та науковцями. Висувається припущення, що таке захворювання передається тільки на генетичному рівні і по спадковості і не може бути набутиим на протязі життя людиною. Іншими словами, це захворювання можна також віднести до захворювань кальцифікації органів (Абдулла та ін., 1994).

Також до мінеральних сполук, які утворюються достатньо рідко і їх утворення спостерігається тільки у окремих випадках відносяться офтальмоліти. Мінералізацією супроводжуються такі офтальмологічні патології, як остеома, ідіопатичний склероз та різноманітні хронічні запалення і захворювання.

Свої мінералізовані об'єкти присутні також і у носовій порожнині, вони отримали назву реноліти. Внаслідок їх взаємодії з різноманітними структурами та елементами утворюються мінералізовані камені у носовій порожнині, основним елементом їхнього утворення являється фосфат кальцію (Бремер і Ріман, 2010).

Однак, основною проблемою, яка напряму залежить від мінералізації різноманітних структур у людських тканинах є утворення злоякісних пухлин. В даний час активно досліджується розвиток подібних процесів та знаходяться різноманітні методи лікування злоякісних пухлин. Можна відмітити, що основні умови для утворення великої кількості тканини, які містять злоякісні пухлини є фосфати і кальцій, які входять до групи апатитів. Дійсно, на даний час онкологічні захворювання є одним з найпроблематичніших і найпоширеніших у світі, щорічно від них помирає дуже велика кількість людей. Єдиного механізму протидії чи лікування подібних захворювань ще досі у світі не виявлено (Халворсон і Хантер, 1996).

Висновки

Отже, на основі різноманітних аналізів та збору інформації, можна зробити кілька конкретних висновків про явища біомінералізації у тканинах людського організму. Перш за все потрібно відмітити, що є два основних види такого явища, які по-різному впливають на людський організм. Якщо фізіологічна біомінералізація являється природним явищем і покликана для того, щоб людський організм і організм будь-якої живої істоти нормально розвивався і функціонував, то патологічна біомінералізація - це як збій у системі природи, який провокує утворення мінеральних сполук, які своєю присутністю в організмі значною мірою змінюють його структуру і призводять до розвитку різних захворювань та патологічних змін, які інколи несуть смертельну небезпеку для людини і будь-якої живої істоти.

Варто також відзначити, що наука, яка базується на мінералізації в сучасному світі медицини досить широко розвивається, застосовуються новітні методи, для того, щоб з допомогою цього природного явища лікувати людей та проводити різноманітні процеси для відновлення живих тканин. Можна відмітити, що подібні природні процеси служать для захисту людини для захисту її організму, опори, а в деяких випадках навіть як зброя. На протязі дуже великої кількості часу процеси мінералізації змінювалися під впливом багатьох сторонніх факторів і еволюції.

Варто відмітити що при своєчасному виявленні біологічний мінералізації в організмі людини та у тканинах можна уникнути багатьох важких захворювань.

Список використаної літератури:

Kermanshahi, M.C., Jassar, P. (2012). Болт з подуття: риноліт в носі більше 80 років. *BMJ Case Rep.*, 23(11), 45-47.

Абдулла, А.К. Джаррар, Г., Еджекат, Г.К. (1994). Ідіопатичний легеневий кальциноз: варіант альвеолярного мікролітіазу. *Східно-Африканський Медичний Журнал*, 71(8), 543-544.

Бай, Ю., Чжоу, Г., Накамура, М. (2009). Вплив виживання тіла псаммоми, кальцифікації строми та формування кісткової тканини в папілярній карциному щитовидної залози. *Сучасна патологія*, 22, 887-894.

Баконьєр, С., Ланг, С.Б., Поломска, М. (2002). Мікрокристали кальциту в шишковидній залозі головного мозку людини: перші фізико-хімічні дослідження. *Біоелектромагнетика*, 23(7), 488-495.

Боккі, Г., Вальдре, Г. (1993). Фізико-хімічна та мінералогічна характеристика карбонатно-гідроксиапатитових конкрементів людської шишковидної залози. *Журнал неорганічної біохімії*, 49(3), 209-220.

Бремер, Д., Ріман, Р. (2015). Риноліт - можливий диференційний діагноз односторонньої обструкції носа. *Реф.*, 84(5), 671-673.

Гишинская, Л.Г. (2003). Исследование минеральных патогенных образований на сердечных клапанах человека. Химический и фазовый состав. *Журнал структурной химии*, 44(4), 678-689.

Голованова, О.А. (2009). Патогенное минералообразование в организме человека. *Известия ТПУ*, 3, 215-224.

Данильченко, С.Н., Станиславов, А.С., Кузнецов, В.Н. (2016). Структура и морфология нанокристаллических кальцификатов щитовидной железы. *Журнал нано- и электронной физики*, 8(1).

Джонс, Г.П., Лукашкіна, В.А., Рассел, І.Я. (2010). Вестибулярна система опосередковує сприйняття низькочастотних звуків у мишей. *Журнал Асоціації досліджень в області отоларингології*, 11(4), 725-732.

Джонсон, С. (1998). *Біологія людського зубного ряду*. Сент-Луїс, Мосбі (5 вид.), 355 с.

Кораго, А.А. (1992). *Введение в биоминералогию*. С-Пб.: Недра, 280 с.

Москаленко, Р.А., Романюк, А.М., Рєзнік, А.В. (2016). Папілярний рак щитоподібної залози з біомінералізацією: клініко-морфологічні особливості. *Патологія*, 1(36), 29–36.

Рамірес, С.Т., Руїз, Я.А., Гомес, А.З. (1980). Кристалографічний аналіз каменю передміхурової залози. *Журнал Урології*, 124, 840-843.

Сребнодольский, Б.И. (1983). *Биологическая минералогия*. Киев, «Наукова думка», 101 с.

Тиктинский О.Л., Александров, В.П. (2000). *Мочекаменная болезнь*. СПб.: Питер, Т. 384, 139 с.

Халворсон, К.Г., Хантер, Г.К. (1996). Подібності та відмінності в розвитку пухлини, ремоделювання скелета та болю при остеолітичній та остеобластичній моделі раку кісток. *Biochem. J.*, 317, 59-64.