

ОБМЯНА НА КАЛЦИЙ И ФОСФОР В ОРГАНИЗМА

В обмяната на калций и фосфор в организма основно участват техните йони. Ролята на калциевите и фосфатни йони е изключително съществена и същевременно взаимосвързана. Те участват в най-разнообразни биохимични и физиологични процеси.

Калцият участва в опознавателните контакти на клетките и тяхната интеграция, благодарение на образувани калциеви катиони - мост между анионите групи на макромолекулните компоненти на мембраните на съседни клетки; също така обезпечават стабилността на формата на клетката и нейната структура в резултат взаимодействието с компонентите на клетъчната мембрана и цитоскелета; регулира пропускателността на мембраните на невроните и миоцитите към едновалентните катиони и стабилизация на потенциала на покой; участва в инициацията на мускулните съкращения за сметка на образуване на комплекс с тропонин С; стимулира много секреторни и биосинтетични процеси в екзо- и ендокринните клетки; регулира каталитичната активност на много ензими (калциева АТФаза; ФДЕ; фруктозодифосфатази и много други); регулира окислителното фосфорилиране в митохондриите; стимулира кръвосъсирването посредством активиране на редица процеси, съпътстващи превръщането на протромбина в тромбин; опосредства ефекта на редица хормони и невромедиатори; формира скелета на гръбначните (образува се калциев фосфат и калциев карбонат в костите).

Фосфорът, от своя страна, взема участие в структурата на АТФ, цикличния АМФ, 2,3 – дифосфоглицерат, много белтъци и други важни съставки на телесните течности. 85 – 90 % от общото количество фосфор в организма се намира в костите, останалата част е в плазмата. Около 2/3 от плазмения фосфор е в органични компоненти, а останалата 1/3 е неорганичен фосфор (Pi), предимно като PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} и $H_2PO_4^-$. Pi в плазмата се филтрува главно в гломерулите, но 85–90% от филтруваното количество се реабсорбира. Фосфатните йони са една от основните буферни системи в плазмата.

У възрастен организъм количеството на калция е около 1100 g, което представлява 1.5 % от общата маса. 99 % от калция се намира в костите. Количеството на фосфора е 500 – 800 g.

Основни депа за калций и фосфор са костите, тънките черва, бъбреците.

Регулацията на общото количество на калций и фосфор в организма е предимно хуморална, като основни регулатори са паратхормонът, калцитонинът и калцитриолът. Тези три хормона участват съвместно в поддържане на постоянното ниво на калций и фосфор в телесните течности.

Паратхормонът действа директно върху костите като увеличава резорбцията и мобилизира Ca^{2+} , увеличава плазменото калциево ниво и намалява плазменото фосфатно ниво, увеличава и екскрецията на фосфати с урината.

Калцитонинът намалява плазмените нива на калция и фосфатите. Той управлява своя калций – намаляващ ефект чрез потискане на костната резорбция, също така увеличава екскрецията на Ca^{2+} с урината.

Калцитриолът или 1,25–дихидроксихолекалциферол увеличава чревната резорбция и бъбречната реабсорбция на Ca^{2+} , въздейства и върху костите, където мобилизира Ca^{2+} и PO_4^{3-} чрез увеличаване броя на зрелите остеокласти; стимулира и остеобластите, но преобладаващият му ефект е изразен в извличане на Ca^{2+} от костите.

1. КАЛЦИЙ

1.1. Значение на калция за организма

Йоните на калция са жизнено важен компонент на живите организми, вземащи участие във формирането на неговите структури и регулиращи метаболитните процеси, в това число разнообразните функции на калция са:

1. участие в опознавателните контакти между на клетките и тяхната интеграция, благодарение на образувани калциеви катиони - мост между анионните групи на макромолекулните компоненти на мембраните на съседни клетки;
2. обезпечаване стабилността на формата на клетката и нейната структура в резултат взаимодействието с компонентите на клетъчната мембрана и цитоскелета;
3. регулация на пропускателността на мембраните на невроните и миоцитите към едновалентните катиони и стабилизация на потенциала на покой;
4. участва в инициация на мускулните съкращения ;
5. стимулира много секреторни и биосинтетични процеси в екзо- и ендокринните клетки;
6. регулира каталитичната активност на много ензими (калциева АТФаза; фруктозо-дифосфатази и много други);
7. регулира окислителното фосфорилиране в митохондриите;
8. участва в кръвосъсирването посредством активиране на редица процеси, съпътстващи превръщането на протромбина в тромбин;
9. опосредстване ефекта на редица хормони и невромедиатори
10. формиране скелета на гръбначните (образува се калциев фосфат и калциев карбонат в костите);
11. образуване черупката на яйцата на птиците и някои влечуги.

Нормално в организма се поддържа устойчиво равновесие на калция - количеството на калция, постъпващ с храната е равно на количеството на същия елемент, което се отделя предимно от бъбреците и червата (в неголеми количества и от потните жлези).

При значително понижаване концентрацията на калциевите йони в кръвта и тъканната течност възниква дезинтеграция на тъканите, деформация на клетката, нарушение в пропускателността на мембраната, хиперактивност на невроните, спазми на мускулите (тетания), възпрепятства се кръвосъсирването, размекват се костите и др. При излишък на йони започва калциране и склеротизиране на меките тъкани, понижаване окислителното фосфорилиране в клетките.

Нивото на свързания и йонизиран калций в плазмата и съответно в клетката зависи от функционалното състояние на следните три структури в организма:

1. костен апарат- резервоар за калций, в който остеобластите и остеоцитите за минерализацията на костта и отлагането в нея на нейонизиран калций, остеокластите обуславят деминерализирането на костта и излизането на калций от нея в кръвта.
2. тънките черва - обуславят всмукването на калция и неговата реабсорбция.
3. бъбрекът, в който се осъществява реабсорбцията на калциевите и фосфатните йони

Функционирането на тези органи определя калциевия баланс в организма, специфично контролиран основно от следните три хормона- калцитонин, паратхормон и калцитриол ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$). От нивото на хормоните в кръвта зависи характерът, интензитетът на обмяната на калция и поддържане на калциева хомеостаза, толкова важна за организма. От друга страна, динамиката в концентрацията на тези хормони определя нивото на калциевите йони в кръвта.

1.2.Разпределение на калция в организма

При възрастен мъж с тегло 70kg общият калций в организма съставлява около 1200g. Най- голямата част от него около (99%) се съдържа в костите, зъбите, а по-малката част в извънклетъчната (0.1 %) и вътреклетъчната (0.6%) течност.

Средната дневна нужда от калций е 900-1000 mg/24h за мъже и 600-700 mg/24h за жени. Нормално съдържанието на общия калций представлява 2.2-2.6 mmol/l. Плазменият калций се намира в три основни форми: около 40% е свързан с плазмени белтъци (главно албумини), (0.2mmol/l калций на 10g/l албумин); приблизително 10% е свързан с органични и неорганични аниони (фосфат, бикарбонат, сулфат, лактат и цитрат); оставащите около 50 % циркулират като свободен физиологичноактивен йонизиран Ca^{2+} (1- 1.25 mmol/l).

2. ФОСФОР

2.1. Разпределение на фосфора в организма и значението му.

При възрастен мъж с тегло около 70 kg общото количество фосфати е около 700g, приблизително 85%, от които се намират в костите и зъбите, около 14% се съдържат вътре в клетката, в органична форма, където се явяват важен компонент на аденозинтрифосфата (АТФ) и фосфолипидните мембрани на клетката и клетъчните органели. В извънклетъчните течности фосфатите се намират органично свързани с липиди (около 70%) и в неорганична форма. Само неорганичните фосфати се измерват в плазмата. В кръвната плазма фосфатите са представени във вид на свободни йони (около 80%) или свързани с белтъци.

Една от основните функции на неорганичните фосфати в организма е буферната функция на кръвната плазма. Нещо повече- филтруващите се в бъбреците фосфати нормално се явяват най-важната небикарбонатна буферна система в урината.

В извънклетъчните течности неорганичните фосфати са представени в две форми: HPO_4^{2-} и H_2PO_4^- (първата е обикновено четири пъти повече при рН 7.4). При ацидоза количеството на H_2PO_4^-

H_2PO_4^-

H_2PO_4^-

се увеличава според това как йоните на водорода се свързват и се буферира HPO_4^{2-}

4
2-
. При алкалоза обратното – увеличава се количеството на HPO

4
2-
за сметка на освободените водородни йони от H

2
 PO

4
-
- за корекция на увеличеното рН. Нормално общият неорганичен фосфат на плазмата представлява 1mmol/l .

Фосфатите са едни от неорганичните вещества, свързващи свободния йонизиран калций; поради това, при увеличено ниво на плазмените неорганични фосфати, йонизираният калций намалява тъй като се свързва с фосфатите. В резултат, на което се предизвиква увеличение на секрецията на ПТХ, който на свой ред увеличава бъбречната екскреция на излишните фосфати.

Средната нужда от фосфор за възрастен е $800\text{-}1200\text{mg}$ на ден, 80% , от който се абсорбира в дванадесетопръстника и тънкото черво и същото количество се екскретира от бъбреците. В същото време степента на адаптация на чревната абсорбция към изменението потреблението на фосфатите е малка и затова червата имат неголяма роля в хомеостазата на фосфатите.

