

MODIFICĂRILE DETERMINATE DE VÂSTĂ ȘI SEX ALE CONȚINUTULUI DE SODIU, POTASIU ȘI CLOR ÎN ȚESUTUL OSOS

Olga Tagadiuc, Valentin Gudumac, Lilia Andronache
Laboratorul Biochimie USMF "N. Testemițanu"

Abstract

Age and sex depending changes of sodium, potassium and chloride contents in bone

Detailed study of the mineral phase of bone tissue at the moment are of particular interest for biomedical research. The research conducted shows changes of different scale and orientation due to age and sex of the concentrations of sodium, potassium and chlorine in bone tissue. The results of the analysis of the correlations and dispersion shows that the contents of sodium, potassium and chlorine in bone tissue depends to a greater extent on the age of the animal than on the sex, but differences due to sex can not be neglected, being important in determining sex and age depending physiological variations.

Rezumat

Studiul detaliat al fazei minerale a țesutului osos la momentul actual prezintă un interes deosebit pentru cercetarea biomedicală. Datele cercetării realizate denotă modificări determinate de vârstă și sex de amploare și orientare diferită a concentrațiilor sodiului, potasiului și clorului în țesutul osos. Din analiza corelațională și dispersională a rezultatelor rezultă, că conținutul de sodiu, potasiu și clor în țesutul osos depinde într-o măsură mai mare de vârsta animalului, decât de sexul lui, dar diferențele determinate de sex nu pot fi neglijate, fiind importante în stabilirea variațiilor fiziologice specifice vârstei și sexului.

Actualitatea temei

Țesutul osos se caracterizează printr-o complexitate deosebită, datorită integrării structurale și funcționale a celulelor osoase, a numeroase substanțe organice și compuși minerali.

În țesutul osos se acumulează cantitatea cea mai mare a majorității substanțelor minerale din organismul uman. Astfel, el conține cca 99% din totalul de calciu, 87% - de fosfat, 58% de magneziu, 46% de sodiu și cca 20% din microelemente [7, 2]. Macro- și microelemente fazei minerale a țesutului osos pot fi: (a) părți integrale ale cristalelor de apatită, (b) solubilizate în membrana hidrică a cristalelor de apatită și (c) adsorbite pe suprafața lor, sau (d) depozitate în matricea extracelulară, prin fixarea la proteoglicani. Este stabilit că, cca 25 – 68% din cantitatea osoasă de sodiu în țesutul osos se schimbă timp de 4 ore, cantitatea majoră a căruia este solubilizată în membrana hidrică a cristalelor de apatită și reprezintă o formă de depozitare labilă a acestui element [7]. Pot difuza în această membrană și ionii de potasiu, clor și fluor [7, 1]. În același timp, ionii de fluor și sodiu pot fi parte integrală a cristalelor de apatită substituind în rețeaua cristalină ionul hidroxil și de calciu, respectiv, ce determină modificări ale proprietăților fizico-chimice ale apatitei [4, 8].

Diverse studii atestă o compoziție semnificativ mai complexă a apatitei, comparativ cu formula stoichiometrică clasică – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$. Hendriks S.B. și coaut. (1942) au stabilit că compoziția medie a apatitei este – $\text{Ca}_{9,48}\text{Mg}_{0,18}\text{Na}_{0,11}(\text{PO}_4)_{5,67}(\text{CO}_3)_{0,45}\text{OH}_{1,54} \times 0,46 \text{H}_2\text{O}$. Studiile ulterioare ale Kuhl G. et al. (1963) au stabilit o compoziție medie cu formula următoare – $\text{Ca}_{10-x-y}(\text{HPO}_4)_v(\text{PO}_4)_{6-x}(\text{CO}_3)_w(\text{OH})_{2-x-y}$, pe când cele ale lui Moreno et al. (1990) – $\text{Ca}_{8,68}(\text{HPO}_4)_{0,16}(\text{CO}_3)_{0,54}(\text{PO}_4)_{5,62}\text{OH}_{0,1}$.

Astfel, este cert faptul că, nu sunt suficiente date despre compoziția minerală a țesutului osos, ce ar permite de a veni la un numitor comun referitor la spectrul substanțelor minerale prezente în țesutul osos, conținutul fiecărui element în țesut, formele în care el este prezent, cota fiecărei forme, rolul biologic, variațiile fiziologice dependente de vîrstă, sex, etc.

În acest context ne-am propus să studiem modificările determinate de vîrstă și sex ale conținutului de sodiu, potasiu și clor în țesutul osos.

Materiale și metode

Experiențele au fost efectuate pe 80 șobolani adulți fără pedigiu care ai fost divizați în următoarele grupe:

I – șobolani tineri: Ia – masculi (nr. 10) și Ib – femele (nr. 10);

II – șobolani adulți: IIa – masculi (nr. 8) și IIb – femele (nr. 8);

III – șobolani bătrîni: IIIa – masculi (nr. 5) și IIIb – femele (nr. 6);

IV – șobolani senili: IVa – masculi (nr. 16) și IVb –femele (nr. 17).

Animalele au fost sacrificate sub narcoză ușoară cu eter etilic. S-au extras oasele femurale, s-au eliberat de țesuturile adiacente, s-a înlăturat măduva osoasă prin spălări repetate cu soluție glacială de 0,9% NaCl și s-au triturat în azot lichid până la starea de pulbere.

În pulberea de os femural a fost determinat conținutul de sodiu și potasiu cu seturi standarde Springreact (Spania) și de clor cu setul standard Elitech (Franța) conform tehnicii descrise în instrucțiunile anexate. Concentrația substanțelor minerale a fost exprimată în mM/g țesut osos.

Rezultatele obținute au fost evaluate statistic conform criteriului neparametric *U* Mann-Whitney, a coeficientului de corelație *r* (StatDirect, 2001) și a fost efectuată analiza lor dispersională (R^2).

Rezultate și discuții

Rezultatele cercetării atestă o concentrație superioară de sodiu în țesutul osos al masculilor compartiv cu cea specifică femelelor la toate grupele de vîrstă, cu excepția șobolanilor tineri (tab. 1). Deasemenea, există o diferență semnificativă dependentă de sex a dinamicii modificărilor conținutului de sodiu la animalele de diferită vîrstă. Astfel, la femele nivelul sodiului alternează de la o grupă de vîrstă la alta, pe cînd la masculi el crește treptat cu vîrsta în loturile I, II și III, iar ulterior descrește brusc la animalele senile. Neglijarea diferențelor de sex a conținutului de sodiu, rezultă într-o dinamică diferită a conținutului substanței de cea specifică masculilor, ea fiind analogică cu cea identificată la femele, dar diferită după amploarea schimbărilor.

Tabelul I. Conținutul de sodiu în țesutul osos al șobolanilor de diferit sex și vîrstă (mM/g țesut osos).

	Lotul I (tineri)	Lotul II (adulți)	Lotul III (bătrîni)	Lotul IV (senili)
Femele	3,64±0,86	0,79±0,15 ^{##1}	2,83±0,19 ^{#### II}	0,71±0,08 ^{#### III}
Masculi	1,04±0,13 ^{**}	1,51±0,05 ^{***##1}	3,29±0,36 ^{#### II}	0,90±0,07 ^{#### III}
Total	2,34±0,50	1,15±0,10	3,04±0,20	0,80±0,10

Notă: a) veridicitatea diferențelor determinate de sex: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,005$, **** – $p < 0,001$;

b) veridicitatea diferențelor determinate de vîrstă: # – $p < 0,05$; ## – $p < 0,01$; ### – $p < 0,005$, #### – $p < 0,001$; cifrele romane I, II și III indică lotul cu care s-a efectuat compararea.

Conținutul de potasiu în țesutul osos al șobolanilor tineri este net superior celui depistat la animalele de altă vîrstă, indiferent de sex (tab. 2). Astfel, la femelele tinere nivelul potasiului este de 1,8 mai mare decît la femelele din celelalte loturi experimentale ($p < 0,05$ ^{II}; $p < 0,001$ ^{IV}), iar la masculii aceste diferențe scad cu vîrsta, fiind totuși semnificative comparativ cu cei adulți (de

2,1 ori, $p < 0,05$) și senili (de 1,5 ori, $p < 0,001$). Totodată, nu se depășește diferențe determinate de sex în concentrația potasiului la animalele tinere, adulte și bătrâne, iar la cele senile nivelul potasiului este cu 28% ($p < 0,001$) mai mare la masculi comparativ cu femele.

Tabelul II. Conținutul de potasiu în țesutul osos al șobolanilor de diferit sex și vîrstă (mM/g țesut osos).

	Lotul I	Lotul II	Lotul III	Lotul IV (senili)
Femele	0,123±0,02	0,07±0,002 ^{#1}	0,069±0,01	0,0697±0,004 ^{####1}
Masculi	0,134±0,02	0,065±0,002 ^{#1}	0,079±0,01	0,089±0,007 ^{####1; ****}
Total	0,115±0,02	0,068±0,002 ^{####1}	0,073±0,007 ^{####1}	0,080±0,004 ^{####1}

Notă: vezi tabelul 1.

Conținutul de clor în țesutul osos al șobolanilor de laborator are o dinamică similară, dar diferită după magnitudinea modificărilor la masculi și femele (tab. 3). Concentrația cea mai mare de clor se atestă la șobolanii tineri de ambele sexe – $4,50 \pm 0,30$ mM/g țesut osos la femele și $2,56 \pm 0,14$ mM/g țesut osos la masculi. În grupele ulterioare de vîrstă conținutul de clor scade atât la femele, cât și la masculi, dar doar modificările înregistrate la femele sunt statistic concludente. La animalele senile nivelul clorului crește semnificativ, dar nu atinge valorile depistate la șobolanii tineri sau adulți.

Tabelul III. Conținutul de clor în țesutul osos al șobolanilor de diferit sex și vîrstă (mM/g țesut osos).

	Lotul I	Lotul II	Lotul III	Lotul IV (senili)
Femele	4,50±0,30	1,99±0,06 ^{####1}	0,15±0,03 ^{####2}	0,41±0,04 ^{####3}
Masculi	2,56±0,14 ^{****}	2,49±0,11 ^{***}	0,17±0,02 ^{####2, ***}	0,76±0,04 ^{####3, ****}
Total	3,53±0,28	2,24±0,09 ^{####1}	0,073±0,007 ^{####1, 2}	0,58±0,04 ^{####1, 2, 3}

Notă: vezi tabelul 1.

Analiza corelațională dintre nivelurile sodiului, potasiului și clorului în țesutul osos al șobolanilor a stabilit, că la șobolanii tineri se atestă doar o corelație medie pozitivă dintre conținutul de sodiu și clor ($r = 0,65$, $p < 0,05$); la șobolanii adulți - o corelație medie pozitivă dintre concentrațiile de sodiu și clor ($r = 0,53$, $p < 0,05$) și o corelație medie negativă dintre cele de sodiu și potasiu ($r = - 0,52$, $p < 0,05$); la șobolanii bătrâni dispar toate corelațiile dintre aceste substanțe minerale, iar la cei senili s-au constatat corelații pozitive medii între nivelul de sodiu și clor ($r = 0,68$, $p < 0,05$) și slabă între cel de sodiu și potasiu ($r = 0,4$, $p < 0,05$). Astfel, practic la șobolanii de toate vîrstele sunt corelate pozitiv concentrațiile sodiului și clorului în țesutul osos. Aceste corelații nu se mențin la analiza legăturilor efectuată în dependență de sexul animalului, cu excepția corelațiilor dintre conținutul de sodiu și potasiu ($r = 0,79$, $p < 0,05$) și sodiu și clor ($r = 0,54$, $p < 0,05$) la șobolanii masculi senili.

Analiza dispersională a rezultatelor obținute ne-a permis să stabilim că doar concentrația de potasiu în țesutul osos depinde statistic veridic de sex ($p < 0,05$), dar această dependență este foarte mică – $R^2 = 4\%$. Totodată, conținutul tuturor elementelor studiate depinde de vîrsta animalelor: a sodiului cu 27% ($p < 0,0001$), a potasiului cu 35% ($p < 0,0001$) și a clorului cu 68% ($p < 0,0001$).

Concluzii

1. Datele cercetării realizate denotă modificări determinate de vîrstă și sex de amploare și orientare diferită a concentrațiilor sodiului, potasiului și clorului în țesutul osos.
2. Concentrațiile sodiului, potasiului și clorului în țesutul osos al șobolanilor experimentali depind într-o măsură mai mare de vîrsta animalului, decît de sexul lui, dar diferențele determinate de sex nu pot fi neglijate, fiind importante în stabilirea variațiilor fiziologice specifice vîrstei și sexului.

Bibliografie

1. Conté J.J. Le Métabolisme du potassium et ses grandes déviations (Revue generale). Rev Méd Toulouse, 1975; 11: 593 – 600;
2. Farber S.I. Mucopolyschirides and sodium metabolism. In: A.P.Fishman (ed.) Symposium on Salt and Water Metabolism. Circulation, 1960; 21: 941 – 954;
3. Hendriks S.B., Hill W.L. The inorganic constitution of bone. Science, 1942; 96: 255 – 257;
4. Horvath A.L. Solubility of Structurally Complicated Materials: II. Bone. J Phys Chem Ref Data, 2006; 35 (4): 1653 – 1667;
5. Kuhl G., Nebergall W.H. Hydrogenphosphat und carbonatapatit. Z Anorg Allg Chem, 1963; 324: 189 – 201;
6. Moreno E.C., Aoba T. Solubility of human enamel mineral. J Biol Buccale, 1990; 18: 195 – 201.
7. Прохончуков А.А., Жижин Н.А., Тигранян Р.А. Гомеостаз костной ткани в норме и при экстремальном воздействии. В «Проблемы космической биологии», под ред. Уголева А.М. том. 49, Москва, Наука, 1984, с. 14 – 63;
8. Торбенко В.П., Касавина Б.С. Функциональная биохимия костной ткани Москва, Медицина, 1977;

MODIFICĂRILE ONTOGENETICE ALE CONȚINUTULUI DE ZINC ȘI CUPRU ÎN ȚESUTUL OSOS

Olga Tagadiuc
Laborator Bochimie

Summary

Ontogenetic changes of zinc and copper contents in bone

The concentration of zinc in bone tissue of intact rats is clearly lower than the concentrations of other mineral substances present in this tissue (micromoles vs. milimoles). Age - determined dynamics of the zinc concentration in bone of the rats of different sex was significantly different; changes were attenuated and modified by elimination of sex from the equation. Age - determined dynamics of the copper concentration in bone of the rats of different sex are similar, only absolute values being different. Sex-caused differences of zinc concentration in animals of the same age were established in old animals (in females by 55%, $p < 0,05$ higher than in males) and of copper content in the young ones (in females by 47%, $p < 0,001$ higher than in males). Concentrations of zinc and copper in bone of experimental rats are significantly influenced by animal age. Sex dependent differences can not be neglected, being important in determining sex- and age - specific physiological variations.

Rezumat

Concentrația de zinc în țesutul osos al șobolanilor intacti este net inferioară concentrației altor substanțe minerale prezente în acest țesut (micromoli vs milimoli). Dinamica determinată de vîrstă a concentrației de zinc în țesutul osos al șobolanilor de diferit sex s-a deosebit esențial, variațiile fiind atenuate și modificate în cazul eliminării din calcul a sexului animalului. Dinamica determinată de vîrstă a concentrației de cupru în țesutul osos al șobolanilor de diferit sex este similară, deosebindu-se doar valorile absolute ale conținutului de cupru. Deosebiri determinate de sex la animalele de aceeași vîrstă a concentrației de zinc se atestă la animalele bătrîne (la femele cu 55%, $p < 0,05$ mai mare decît la masculii) iar de cupru la cele tinere (la femele cu 47%, $p < 0,001$ mai înalt decît la masculii). Concentrațiile zincului și cuprului în țesutul osos al șobolanilor experimentali sunt influențate semnificativ de vîrsta animalului. Deosebirile dependente de sex nu pot fi neglijate, fiind importante în stabilirea variațiilor fiziologice specifice vîrstei și sexului.