

**М.В.Погорєлов**

Сумський державний університет

**Ключові слова:** онтогенез, людина, серце, мікроелементи.

Надійшла: 26.04.2017

Прийнята: 10.06.2017

УДК 611.12:575.16:577.18

## РЕГІОНАЛЬНІ ВІДМІННОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ В СТІНЦІ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ УПРОДОВЖ ОНТОГЕНЕЗУ

*Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи «Морфофункціональний моніторинг стану органів і систем організму за умов порушення гомеостазу» (номер державної реєстрації 0115U000685).*

**Реферат.** Метою дослідження було встановлення відмінностей мінерального складу в стінки серця людини протягом онтогенезу. Було вивчено 36 сердець людей різних вікових груп, методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. В результаті досліджень хімічного складу міокарда людини протягом онтогенезу були виявлені як вікові, так і регіональні відмінності. Порівнюючи кількісний склад біоелементів в серці плодів і в серці дітей грудного віку було встановлено достовірне збільшення концентрації Ca, Zn, Cu. Кількість Mg було достовірною вище в стінці правого передсердя, максимальна концентрація Ca містилася в правому шлуночку. Такі ж тенденції були характерні і для Zn. Для Cu була характерна зворотня тенденція.

**Morphologia.** – 2017. – Т. 11, № 2. – С. 25-27.

© М.В.Погорєлов, 2017

✉ m.pogorielov@gmail.com

**Pogorelov M.V. Regional differences in mineral composition in the wall of the human heart during ontogenesis.**

**ABSTRACT. Background.** The microelemental composition of the heart wall has been studied at an inadequate level, which requires modern, fundamental cardiology. In particular, the literature does not sufficiently study regional features of not only quantitative content, but also the ratio of bioelements in the cardiac muscle, which is important for understanding asynchronous heart rate in normal and in pathology. **Objective.** The aim of the study was to establish differences in mineral composition in the wall of the human heart during ontogenesis. **Methods.** 36 hearts of people of different age groups were studied using atomic absorption spectrophotometry. **Results.** As a result of studying the chemical composition of the human myocardium during ontogenesis, there were both age and regional differences. Comparing the quantitative composition of bioelements, in the hearts of the fetuses and in the hearts of infants, a significant increase in Ca, Zn, Cu concentration was identified. The amount of Mg was significantly higher in the right atrial wall, the maximum concentration of Ca was contained in the right ventricle. Zn also had same tendencies. Cu was characterized by a reverse tendency. **Conclusion.** As the age increases, there are statistically significant changes in the content of macro- and microelements in the wall of the heart. The results obtained testify to a change in the chemical composition of the myocardium, not only in the age aspect, but also in the regional one. The quantitative composition of bioelements in the right ventricle in a human in adulthood testifies, on the one hand, of their hyperfunction associated with complications of blood flow in a small circle of blood circulation in connection with the development of age-related emphysema of the lungs, and on the other hand - the involution of the physiological processes that occur in the wall of the heart.

**Key words:** ontogenesis, human, heart, microelements.

### Citation:

Pogorelov MV. [Regional differences in mineral composition in the wall of the human heart during ontogenesis]. *Morphologia.* 2017;11(2):25-7. Ukrainian.

### Вступ

Збільшення з кожним роком серцево-судинних захворювань, високі показники смертності населення унаслідок ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби, кардіоміопатій вимагають усе більш багатовекторного підходу при вивченні причин, патогенезу, діагностичних критеріїв цих захворювань для подальшого їх лікування і профілактики [1, 2].

Необхідною умовою для забезпечення робо-

ти серцевого м'яза є збалансований вміст макро- і мікроелементів в міокарді. Такі мікроелементи, як цинк, мідь, марганець беруть участь в метаболічних процесах міокарда. Іони  $Ca^{2+}$  беруть участь в процесах збудження і скорочення, забезпечуючи взаємодію актина і міозину в клітинах міокарда [3]. Кількісний вміст і співвідношення біоелементів впродовж онтогенезу в стінці серця всебічно характеризують функціональну організацію міокарда.

Як відомо з літературних джерел [4] біоелементи (макро- та мікроелементи) приймають участь в обміні речовин, забезпечують різноманітні біохімічні реакції, є кофакторами ферментів та ферментативних реакцій. Зокрема цинк приймає участь в проліферації та диференційованні клітин, мідь та магній забезпечують «енергетику» біохімічних процесів, разом з кальцієм регулюють нейрохімічну передачу та м'язові скорочення. Мідь є складовою часткою цілої низки ферментів та білків, зокрема Cu/Zn-залежної супероксиддисмутази, цитохром-с-оксидази, амінооксидази, решти. Іони марганцю впливають на розвиток сполучної тканини, сприяють нормальному функціонуванню м'язової тканини.

При вивченні метаболізму міокарда дослідники визначали, що життєво важливі функції кардіоміоцитів в різних функціональних ділянках неоднаково забезпечені енергетичними ресурсами [2]. Спираючись на вищенаведене можливо припустити, що метаболічна активність, а з нею якісний та кількісний вміст біоелементів в різних відділах серцевої стінки має свої відмінності.

Таким чином, стає зрозумілим, що мікроелементний склад стінки серця вивчений в неналежному рівні, якого потребує сучасна фундаментальна кардіологія. Зокрема в літературі не вивчені в достатньому обсязі регіональні особливості не тільки кількісного вмісту, але й співвідношення біоелементів в серцевому м'язі, що важливо для розуміння асинхронного скорочення серця в нормі та при патології, деяких патофізіологічних ланцюгів розвитку серцевої недостатності.

Упродовж кардіогенезу змінюються як форма, структура серця, так і «енергетика» міокарда. Тому врахування вікових особливостей кількісного та якісного вмісту біоелементів також має не тільки теоретичне, але й практичне значення. Встановлення вікових та регіональних особливостей розподілу біоелементів дозволить враховувати ці дані як у лікуванні захворювань серця, так і в диференційній діагностиці при патологоанатомічних та судово-медичних дослідженнях померлих.

#### **Мета дослідження**

Встановити відмінності мінерального складу в стінці серця людини упродовж онтогенезу.

#### **Матеріали та методи**

Матеріалом для дослідження були серця людей різних вікових груп, у кількості 36, вилучені під час проведення аутопсій за стандартними вимогами [5, 6]. У всіх вікових груп вилучали фрагменти стінок правого та лівого передсердя, правого та лівого шлуночків і міжшлуночкової перегородки. В подальшому матеріал направлявся до судово-медичної лабораторії де проводили атомно-абсорбційну спектрофотометрію.

Після зважування ділянки серця висушували

ли в сушильній шафі при температурі 105°C до постійної ваги. Висушену тканину спалювали в парцелянових тиглях у муфельній печі при температурі 450°C упродовж 48 годин. Отриману золу розчиняли в 10% соляній та азотній кислотах і доводили бідистильованою водою до 25 мл. На атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М1 за загальноприйнятою методикою визначали кількість цинку (довжина хвилі 213,9 нм), міді (довжина хвилі 324,7 нм), марганцю (довжина хвилі 279,5 нм), кальцію (довжина хвилі 422,7 нм), магнію (довжина хвилі 285,2 нм). Отримані статистичні дані аналізували за допомогою комп'ютерної програми Statistica+2005. Достовірність середніх значень порівнювали з використанням критерію Ст'юдента. Відмінності при порівнянні середніх величин вважали достовірними при  $p < 0,05$ .

#### **Результати та їх обговорення**

Вміст кальцію при переході від пренатального до постнатального періоду в серці збільшувався. Вміст кальцію в лівому шлуночку в порівнянні з правим був достовірно більше як у плодів, так і в грудному віці. Залізо, мідь і цинк мали таку ж тенденцію як і кальцій, проте у дітей грудного віку вміст заліза, міді та цинку був достовірно більше в правому шлуночку. Кількість магнію достовірно не змінювалася як у плодів, так і в грудному віці.

Мінеральний склад стінок серця упродовж онтогенезу коливався та був нерівномірно розподілений в передсердях та шлуночках. Кількісний склад мінералів (макро- та мікроелементів) мав регіональні особливості. При вивченні хімічного складу різних відділів серця людей виявлено, що кількість магнію була вище за все в стінці правого передсердя, найнижча в нижній третині задньої стінки лівого шлуночка, правого шлуночка в середній третині міжшлуночкової перегородки. З віком у порівнянні з підлітковим періодом кількість магнію зменшувалася на 60,7% в задній стінці лівого шлуночка, на 63,3% в міжшлуночкової перегородці, на 65,8% в правому передсерді, на 72,7% в стінці лівого передсердя, тоді як в стінці правого шлуночка підвищувалася на 54,2%. Зміна кількісного вмісту марганцю мала такі ж тенденції: зменшення в задній стінці лівого шлуночка на 62,3% у верхній третині, на 33,3% в середній, на 58,9 % в міжшлуночкової перегородці, в правому передсерді на 44,2%, лівому – на 65,3%. В верхній третині правого шлуночка кількість марганцю зросла на 65,8%. Кальцій в стінці серця змінювався нерівномірно. В задній стінці лівого шлуночка у верхній третині відбувалося зниження кальцію на 26,7%, тоді як в середній третині його вміст збільшувався на 55,4%. Значні зміни концентрації кальцію відбувалися в правому шлуночку, правому передсерді, де його концентрація підвищувалася на 87,5% та 75,1% відповідно. У лівому

передсерді вміст кальцію зменшився на 89,3%. Кількість цинку в задній стінці лівого шлуночка незначно знизилась на 3,5%, тоді як в міжшлуночкової перегородці відбувалося зниження на 62,1%. В правому шлуночку та передсерді відбувалася зворотня тенденція з підвищенням його концентрації на 78,3% та 28,7% відповідно. Кількісний вміст міді з віком мав аналогічні закономірності як магній та марганець. У лівому шлуночку зменшення концентрації в передній стінці та задній відповідно на 49,2% та 64,8%, в міжшлуночкової перегородці, в правому та лівому передсердях на 68,1, 45,3 та 75,5% відповідно. В правому шлуночку упродовж досліджуваного періоду концентрація її підвищилась на 70,6%.

Таким чином, результати нашого дослідження демонструють, що з віком відбуваються статистично достовірні зміни вмісту макро- та мікроелементів. Отримані результати кількісного складу біоелементів в правому шлуночку у людей зрілого віку свідчать з одного боку про його гіперфункцію, пов'язану з ускладненням крово-

току в малому колі кровообігу у зв'язку з розвитком вікової емфіземи легень, з іншого - з інволюційними фізіологічними процесами, які йдуть в серцевій стінці.

#### **Підсумок**

Проведені дослідження показали, що при порівнянні кількісного вмісту мікро- та макроеlementів в серці плодів та дітей грудного віку було встановлено зниження концентрації калію та підвищення концентрації кальцію, міді та цинку при достовірно незмінній концентрації магнію. Хімічний склад міокарда людини упродовж вивчених вікових періодів мав не тільки вікові особливості, але й регіональні. З віком відбувалося як накопичення, так і зменшення у кількісному відношенні макро- та мікроелементів в міокарді людини на одиницю ваги.

#### **Перспективи подальших досліджень**

В подальшому планується дослідити зміни мінерального складу стінок серця в умовах ішемічної хвороби серця.

### **Літературні джерела References**

1. Anderson RH, Brown NA, Mohun TJ, Moorman AF. Insights from cardiac development relevant to congenital defects and adult clinical anatomy. *J Cardiovasc Transl Res.* 2013;(6):107-17.
2. Yamagishi H, Maeda HJ, Uchida K. Molecular embryology for an understanding of congenital heart diseases. *Anat Sci Int.* 2009;84:88-94.
3. Jones EM, Surewicz WK. Fibril conformation as the basis of species- and strain-dependent seeding specificity of mammalian prion amyloids. *Journal of Cell.* 2005;1(121):63-72.
4. Posch MG, Perrot A, Berger F, Ozcelik C.

Molecular genetics of congenital atrial septal defects. *Clin Res Cardiol.* 2010;99:137-47.

5. Mishalov VD, Chaikovskiy JuB, Tverdokhleb IV. [About legal, legislative, ethical standards and requirements at performance scientific morphological researches]. *Morphologia.* 2007;1(2):108-15. Ukrainian.

6. Mishalov VD, Tverdokhlib IV, Yurchenko VT. [Legal and legislative study of biological objects be withdrawn from human corpse for scientific research in anatomy, histology, cytology]. *Morphologia.* 2016;10(1):107-11. Ukrainian.

#### **Погорелов М.В. Региональные отличия минерального состава в стенке сердца человека в период онтогенеза.**

**Реферат.** Целью исследования было установление отличий минерального состава в стенке сердца человека на протяжении онтогенеза. Было изучено 36 сердец людей разных возрастных групп, методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. В результате изучения химического состава миокарда человека на протяжении онтогенеза были установлены как возрастные, так и региональные отличия. Сравнительный состав биоэлементов в сердце плодов и в сердце детей грудного возраста было установлено достоверное увеличение концентрации Ca, Zn, Cu. Количество Mg было достоверно выше в стенке правого предсердия, максимальная концентрация Ca содержалась в правом желудочке. Такие же тенденции были характерны и для Zn. Для Cu была характерна обратная тенденция.

**Ключевые слова:** онтогенез, человек, сердце, микроэлементы.