

Короткі повідомлення

УДК 616.127:616-008.92/93-092.9-06:616.45-001.1/3

О.О.Маркова, І.Р.Мисула, Я.Я.Боднар, І.І.Квік, А.П.Борис

Вміст макро- та мікроелементів у серцевому м'язі дорослих і старих щурів після стресорного впливу

В опытах на взрослых (8—10 мес) и старых (20—24 мес) крысах-самцах установлено, что после стрессорного воздействия в сердечной мышце исследуемых животных увеличивается содержание кальция, натрия и уменьшается — калия, магния, меди, цинка и железа. Важно, что существуют особенности изменений в сердце взрослых и старых крыс. Видоизменения в сердце взрослых животных после влияния стрессорного фактора и возрастные изменения в контрольных старых крысах одинаковы, что подтверждает о развитии у старых животных стресс-возраст-синдрома. Стрессорное повреждение вызывает в сердце старых крыс более значительные изменения содержания макро- и микроэлементов.

Вступ

Роль хімічних елементів і їх солей в організмі досить різноманітна. Як пластичний матеріал вони входять до складу частин тіла, є компонентами білків і нуклеїнових кислот, знаходяться в тканинах і крові у вільному стані. Хімічні елементи необхідні для обміну речовин, особливо, як активатори і кофактори багатьох ферментів, підтримки постійного рН середовища, осмотичного тиску і тим самим, в значній мірі, визначають гомеостаз.

Дані літератури свідчать, що поширені нині стресорні впливи різко порушують вміст мікро- й макроелементів [3, 9]. Зокрема встановлено, що стресорні адренергічні впливи викликають зміни вмісту кальцію, калію, натрію, магнію, заліза, міді та інших елементів [3, 9, 11]. Значний вплив на тяжкість цих змін має вікова реактивність [7]. У похилому віці навіть за нормальних умов існування виникають зміни в тканинах, які нагадують зміни при стресі, через що Фролькіс [8] запропонував їх називати стрес-вік-синдромом. Під дією стресорних факторів у старих і дорослих осіб слід чекати різних порушень вмісту мікро- та макроелементів.

Мета нашого дослідження — вивчити вікові особливості вмісту макро- й мікроелементів у серці щурів після стресорного впливу.

Методика

Досліди виконано на 60 дорослих (8—10 міс) і старих (20—24 міс) білих безпородних щурах-самцях, яких утримували за звичайних умов віварію. Стрес моделювали згідно методики Судакова [6]. Щурів декапітували після стресорного впливу через 30 хв, 18 год, 60 год і 7 діб. Макроелементи

(магній, натрій, калій, кальцій) і мікроелементи (мідь, цинк, залізо) визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі типу С-115. Тканину висушували до постійної маси в сушильній шафі при $+105^{\circ}\text{C}$ і за різницею мас вологої і сухої тканини визначали кількість води. Потім висушену тканину озолляли в муфельній печі при $+450^{\circ}\text{C}$ до білого кольору. За масою золи визначали загальну кількість мінеральних речовин. Після цього 25 мг золи розчиняли в азотній кислоті і випарювали до сухого стану, приливали соляну кислоту (1:1), доводили розчин до кипіння і наливали бідистильовану воду до 25 мл. Отримані розчини спектрофотометрували. Матеріал обробляли статистично на ЕОМ згідно методики Фішер — Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Результати дослідження представлено в таблиці. Встановлено, що контрольні дорослі та старі щури відрізняються за вмістом досліджуваних макроелементів. Зокрема, в дорослих щурів у серцевому м'язі магнію було більше, ніж у старих тварин на 10,5 %, натрію — на 17,4 %, калію — на 18,5 %, а кальцію менше на 31,6 % ($P < 0,05$). Слід зазначити, що серцеві м'язи дорослих і старих тварин в силу вікових особливостей мають істотні

Зміни вмісту макро- і мікроелементів (ммоль/кг вологої тканини) у серцевому м'язі дорослих і старих щурів після стресорного впливу ($M \pm m$)

Показник	Дорослі щури				
	До стресорного впливу (контроль)	Після стресорного впливу			
		через 30 хв	через 18 год	через 60 год	через 7 днів
Макроелементи					
магній	13,00 $\pm$ 0,81	11,98 $\pm$ 0,48*	8,11 $\pm$ 0,60***	9,31 $\pm$ 0,52**	9,66 $\pm$ 0,61**
натрій	43,53 $\pm$ 1,41	71,26 $\pm$ 3,52***	82,27 $\pm$ 1,39***	81,55 $\pm$ 1,99***	56,20 $\pm$ 1,47**
калій	59,11 $\pm$ 3,58	49,33 $\pm$ 1,21**	42,24 $\pm$ 1,45***	47,60 $\pm$ 1,62**	51,06 $\pm$ 1,38*
кальцій	0,335 $\pm$ 0,019	0,447 $\pm$ 0,026**	0,659 $\pm$ 0,037***	0,477 $\pm$ 0,020**	0,376 $\pm$ 0,034*
Мікроелементи					
мідь	0,150 $\pm$ 0,005	0,136 $\pm$ 0,009*	0,123 $\pm$ 0,003***	0,125 $\pm$ 0,008***	0,140 $\pm$ 0,004*
цинк	1,169 $\pm$ 0,066	0,922 $\pm$ 0,018**	0,858 $\pm$ 0,008***	1,019 $\pm$ 0,020**	1,040 $\pm$ 0,039*
залізо	1,393 $\pm$ 0,061	1,374 $\pm$ 0,048*	1,165 $\pm$ 0,025***	1,354 $\pm$ 0,112*	1,320 $\pm$ 0,019*

Показник	Старі щури				
	До стресорного впливу (контроль)	Після стресорного впливу			
		через 30 хв	через 18 год	через 60 год	через 7 днів
Макроелементи					
магній	10,34 $\pm$ 0,71	8,04 $\pm$ 0,41**	7,34 $\pm$ 0,35***	7,40 $\pm$ 0,27***	9,39 $\pm$ 0,98*
натрій	35,98 $\pm$ 1,94	49,88 $\pm$ 2,41***	73,99 $\pm$ 4,66***	55,45 $\pm$ 1,01***	41,30 $\pm$ 1,93*
калій	48,19 $\pm$ 3,06	38,07 $\pm$ 1,70**	36,58 $\pm$ 2,93**	39,74 $\pm$ 0,81**	39,66 $\pm$ 2,04**
кальцій	0,490 $\pm$ 0,009	0,604 $\pm$ 0,050**	0,750 $\pm$ 0,025***	0,734 $\pm$ 0,063***	0,598 $\pm$ 0,028**
Мікроелементи					
мідь	0,092 $\pm$ 0,004	0,090 $\pm$ 0,006*	0,064 $\pm$ 0,005***	0,073 $\pm$ 0,005**	0,107 $\pm$ 0,013*
цинк	0,825 $\pm$ 0,040	0,752 $\pm$ 0,043	0,695 $\pm$ 0,006***	0,706 $\pm$ 0,018**	0,771 $\pm$ 0,026*
залізо	1,357 $\pm$ 0,130	1,249 $\pm$ 0,015*	1,023 $\pm$ 0,046**	1,040 $\pm$ 0,020**	1,228 $\pm$ 0,065*

* $P > 0,05$, ** $P < 0,05$, *** $P < 0,001$ — імовірність різниці порівняно з контролем.

суттєві відмінності в електролітному складі. Через 30 хв після стресорного впливу вміст натрію і кальцію в міокарді дорослих тварин збільшився в 1,64 і 1,12 разів відповідно. Відмінності з контролем вірогідні. У старих тварин вміст цих макроелементів збільшився в 1,40 і 1,38 разів відповідно ($P < 0,001$). Рівень інших макроелементів, як у дорослих, так і старих щурів зменшився. Так, у серці дорослих тварин вміст магнію зменшився на 7,9 % ($P > 0,05$), калію — на 16,5 % ($P < 0,05$). У старих щурів зменшення вмісту магнію було вірогідним і становило 22,3 % від контролю, а калію — 11,1 %.

Через 18 год після стресорного пошкодження вміст натрію і кальцію в серці обох груп тварин ще більше підвищився, але в залежності від віку збільшення було різним. Зокрема, у дорослих щурів вміст натрію становив $(82,27 \pm 1,39)$ ммоль/кг, кальцію — $(0,655 \pm 0,031)$ ммоль/кг, а у старих тварин — $(73,99 \pm 4,66)$ ммоль/кг і $(0,805 \pm 0,035)$ ммоль/кг відповідно. Відмінності з контролем вірогідні. Вміст магнію і калію продовжував зменшуватися. У дорослих щурів магнію було менше на 37,6 %, калію — на 28,5 % порівняно з контрольними значеннями ($P < 0,001$). У старих щурів магнію було менше на 29,1 %, а калію — на 24,1 % ($P < 0,05$).

В серцевому м'язі досліджуваних тварин за 60 год досліду спостерігається та ж картина, що й в попередній термін. Вміст кальцію та натрію зберігається на високому рівні в той час, як вміст магнію та калію був незначним. Відмінності між дорослими і старими щурами були лише в виразності змін.

Через 7 днів після стресорного впливу в серці дорослих і старих щурів усі показники змінюються в бік контрольних цифр. Проте, в дорослих щурів спостерігаються вірогідні відмінності вмісту магнію та натрію, а в старих тварин — калію та кальцію. Результати дослідження свідчать, що зміни вмісту макроелементів у всі терміни досліду були більш виразними в серцевому м'язі старих тварин. Вивчення вмісту мікроелементів у міокарді показало, що існують відмінності між дорослими та старими щурами. У дорослих тварин рівень міді був вищим на 38,7 % ($P < 0,001$), цинку — на 29,5 % ($P < 0,001$), заліза — на 2,5 % ($P > 0,05$).

Через 30 хв після стресорного впливу вміст мікроелементів у серцевому м'язі зменшився. Зокрема, в дорослих щурів вміст міді зменшився в 1,10 разів ($P > 0,05$), цинку — в 1,28 разів ($P < 0,001$), заліза — в 1,01 разів ($P > 0,05$). У серці старих щурів рівень міді, цинку та заліза зменшився невірогідно.

Через 18 год від початку експерименту вміст міді в серцевому м'язі дорослих щурів зменшився до $(0,123 \pm 0,003)$ ммоль/кг, а у старих до $(0,064 \pm 0,005)$ ммоль/кг. Вміст цинку і заліза також прогресивно зменшувався в міокарді досліджуваних щурів.

Через 60 год після впливу стресорного фактора в обох групах тварин відмічається тенденція до підвищення рівня мікроелементів. Порівняно з попереднім терміном відмінності були невірогідні в той час, як з контролем вони були істотні.

За 7-му добу вміст мікроелементів в серці дорослих і старих щурів наближається до контрольних величин. Проте в старих щурів ці показники були нижчими, ніж у дорослих.

У цілому, отримані результати свідчать, що пошкоджуючий стрес викликає різке зменшення вмісту мікроелементів у серцевому м'язі дорослих і старих щурів. Між цими групами тварин відмінності є лише в виразності змін. Більш значними вони були у старих щурів.

Згідно з даними літератури [5, 10], порушення співвідношення між калієм, натрієм, кальцієм, магнієм й іншими елементами слід розглядати, як важливий фактор під час деструкції клітин міокарда і утворення коагуляційного некрозу. Є чітка залежність між концентрацією кальцію та активністю перекисного окислення ліпідів [4]. А як відомо перекисне окислення ліпідів — це один з найбільш універсальних механізмів пошкодження клітин [2]. Разом із тим, ряд мікроелементів входить до складу великої групи ферментів, які мають антиоксидантні властивості. Зокрема, залізо є складовою частиною пероксидази і каталази, мідь — церулоплазмін, каталази.

Як свідчать результати нашого дослідження, після стресорного впливу вміст кальцію в міокарді піддослідних тварин зростає, а елементів, які визначають активність антиоксидантної системи, зменшується. В комплексі ці зміни призводять до активації перекисного окислення ліпідів, порушення обміну речовин і як результат пошкодження міокардіоцитів. Ці результати підтверджуються нашими даними, які були опубліковані раніше [1]. Важливо, що є особливості змін вмісту макро- та мікроелементів у серці дорослих і старих тварин. Як видно з таблиці, вміст елементів у серцевому м'язі контрольних старих тварин відповідає їх вмісту в міокарді дорослих тварин, але за 18 год після стресорного пошкодження. Виявлено, що є лише незначні відмінності вмісту мікро- та макроелементів у вказані терміни, а рівень магнію, калію та цинку істотно не відрізняється. Це означає, що зміни в серці дорослих тварин після впливу стресорного фактора і вікові зміни у старих контрольних тварин подібні. Наші результати підтверджують думку Фролькіса про розвиток у старих тварин стрес-вік-синдрому [6]. На основі цього стають зрозумілі наші результати, які свідчать, що стресорний вплив викликає в серцевому м'язі старих тварин значніші зміни вмісту макро- та мікроелементів.

O.O.Markova, I.R.Misula, Ya.Ya.Bodnar, I.I.Kvik, A.P.Boris

THE LEVEL OF MACRO-AND MICROELEMENTS IN THE CARDIAC MUSCLE OF ADULT AND OLD RATS AFTER THE STRESS INFLUENCE

Experiments with adult (8—10 months) and old (20—24 months) male-rats have permitted establishing that the stress-induced damage caused an increase in the Ca, Na content and a decrease in the K, Mg, Cu, Zn, Fe content in the cardiac muscle of experimental animals. It is important that there are certain peculiarities in changes in the heart of adult and old rats. Changes in the heart of adult animals after the stress were similar to age changes in control old animals. This confirms the V.V.Frolkis opinion about the development of the stress-age-syndrome in old animals. The stress-induced damage causes more important changes in the content of macro-and microelements in the heart of old rats.

The Ternopil Medical Institute,
Ministry of Public Health of Ukraine

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маркова Е.А., Мисула И.Р. Показатели состояния перекисного окисления липидов в сердечной мышце взрослых и старых животных при развитии адреналиновой миокардиодистрофии // Пробл. старения и долголетия. — 1992. — 2, № 1. — С. 14—16.
2. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов: Руководство по физиологии. — М.: Наука, 1986. — С. 77—124, 481—632.
3. Меерсон Ф.З., Сазонтова Т.Г., Архипенко Ю.В. Адаптация к кратковременным стрессорным воздействиям увеличивает активность кальциевого насоса саркоплазматического ретикулума и снижает скорость его инактивации при автализе // Вопр. мед. химии. — 1990. — 36, № 2. — С. 55—61.

4. Савов В.М., Бабижаев М.А., Каган В.Е. Механизмы действия ионов Ca^{2+} на процесс перекисного окисления липидов // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. — 1986. — 101, № 6. — С. 693—695.
5. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. — М.: Медгиз, 1960. — 290 с.
6. Судаков К.В. Олигопептиды в механизмах устойчивости к эмоциональному стрессу // Патол. физиология и эксперим. терапия. — 1989. — № 1. — С. 3—11.
7. Тишкин В.С., Дунаев В.В., Милошьева Н.П. и др. Возрастные особенности изменений биоэнергетического метаболизма сердца при экспериментальном инфаркте миокарда // Тез. I съезда геронтологов и гериатров. — К., 1988. — С. 258.
8. Фроликис В.В., Мурадян К.К. Старение, эволюция и продление жизни. — К.: Наук. думка, 1992. — 334 с.
9. Ellingsen O., Vengen O., Sejersted O., Ilebekk A. Temporal relationship of contractility and myocardial potassium balance following beta-adrenergic stimulation of the in situ pig heart // Acta physiol. scand. — 1988. — 132, № 2. — P. 241—250.
10. Mallot A., Pavoin C., Latersztajn S., Pecker F. Calcium et mort cellulaire // Gastroenterol. clin. et biol. — 1987. — 11, № 6—7. — P. 445—448.
11. Oster O., Dahm M., Oelert H., Prellwitz W. Concentrations of some trace elements (Se, Zn, Cu, Fe, Mg, K) in blood and heart tissue of patients with coronary heart disease // Clin. Chem. — 1989. — 35, № 5. — P. 851—856.

Терноп. мед. ін-т
М-ва охорони здоров'я України

Матеріал надійшов
до редакції 07.05.93

УДК 616.314.17—092.9:613.863

І.Ю.Литовченко, К.С.Непорада, Л.М.Тарасенко

Патогенетичні механізми пошкодження тканин пародонту при хронічному стресі та спонтанному пародонтиті у щурів

Исследовали общую коллагенолитическую активность мягких тканей пародонта и степень резорбции костной ткани при хроническом стрессе и спонтанном пародонтите у крыс. Установлена однотипность их изменений при исследуемых патологических процессах: усиление активности коллагеназы и резорбции альвеолярного отростка челюстных костей. Обосновывается существенная роль хронического стресса в генезе повреждений пародонта.

Вступ

Біохімічними, цитологічними, електронно-мікроскопічними та фізіологічними методами обґрунтована роль універсальних механізмів клітинного пошкодження пародонту при гострому та хронічному стресі: активації перекисного окислення ліпідів, дезорганізації компонентів сполучної тканини та підвищення резорбції альвеолярного відростку щелепних кісток [11]. Клінічні спостереження підтверджують істотний вплив стресорних факторів у розвитку пародонтитів [5]. На наш погляд, важливим у подальшому розкритті значення стрес-синдрому в генезі пародонтитів є пошук спільних ознак патологічного процесу в пародонті при дії стресорних факторів і його природній моделі — спонтанному пародонтиті.