

И. Ф. МАТЮШИН, Е. М. ХВАТОВА, А. А. ПАРАМОНОВ

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И АКТИВНОСТЬ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЕ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ КОРОНАРНОГО КРОВОТОКА И ГИПЕРФУНКЦИИ МИОКАРДА

Изучение биологически активных веществ—микроэлементов в мышце сердца представляет значительный интерес. Работами ряда исследователей [2, 6—8] установлены изменения микроэлементного обмена в миокарде при различных видах патологии сердечно-сосудистой системы. Определенный интерес представляет изучение содержания меди, марганца и цинка в сердечной мышце при увеличении функциональной активности сердца. Взаимозависимые отношения ряда микроэлементов с ферментами хорошо известны.

Целью настоящего исследования было изучение активности цитохромоксидазы (ЦХО) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ), а также содержания меди, марганца и цинка в миокарде при усилении функциональной активности сердца и увеличении коронарного кровотока.

У 66 беспородных собак осуществлялась левосторонняя торакотомия в 4-м межреберье. Параллельно диафрагмальному нерву рассекался перикард. Рядом с переходной складкой перикарда создавался супракоронарный стеноз аорты, просвет которой уменьшали с помощью капроновой лигатуры в полихлорвиниловой трубке. Это предотвращало непосредственный контакт лигатуры со стенкой аорты и позволяло дозировать степень сужения аорты. Площадь поперечного сечения аорты уменьшали на 30—35%. Контролем служили 16 собак, у которых производили только торакотомию. По истечении 1, 15, 30, 60 суток исследовался кусочек миокарда из передней стенки левого желудочка опытных и интактных животных.

Активность СДГ и ЦХО определяли методом Schneider et Potter и выражали в микромолях субстрата, окисленного за 1 минуту в расчете на 1 мг белка митохондрий. При определении активности ЦХО митохондрии подвергали трехкратному замораживанию.

Содержание микроэлементов определяли спектрографически с предварительной химической обработкой проб.

Методика экстракционного концентрирования микроэлементов разработана в ГЕОХИ и аналитической химии им. В. И. Вернадского в лаборатории чл.-корр. АН СССР Ю. А. Золотова. В качестве комплексообразователей использовались 0,1% раствор 8-ортооксихинолина в хлороформе и 5% водный раствор диэтил-дитиокарбоната натрия. Концентрация определяемых микроэлементов выражалась в $\gamma\%$ на 100 г сырой ткани.

Коронарный кровоток регистрировался термоэлектрическим методом [1]. Степень увеличения кровотока регистрировали в условных единицах делений шкалы зеркального гальванометра. В каждом опыте добивались увеличения коронарного кровотока на одну и ту же величину, путем создания стеноза восходящей части аорты на 30—35%.

После торакотомии выявлено изменение активности СДГ в миокарде контрольных животных. Некоторое уменьшение ее активности регистрировали на 1-е сутки после контрольной операции, а в последующие сроки она была равна исходному уровню. Изменений активности ЦХО в контроле не было выявлено (рис. 1).

Изменений в содержании микроэлементов в сердечной мышце контрольных животных в сравнении с интактными животными не наблюдалось (табл.).

Результаты определения активности СДГ и ЦХО митохондрий миокарда опытных животных показывают, что после создания стеноза аорты активность дыхательных ферментов изменяется. Изменения активности указанных ферментов во многом были сходными: отмечалось их увеличение.

Увеличение энзиматической активности регистрировали уже через 1 сутки после операции. Уровень активности ЦХО и СДГ в этот срок превышал показатели контрольных животных соответственно на 30,6 и 28,8%. На 15-е сутки после операции активность ЦХО и СДГ превышала контрольный уровень уже соответственно на 62,5 и 67,1%, достигая своего наибольшего уровня.

По истечении 30 суток уровень активности ЦХО и СДГ начинал уменьшаться. При этом снижение СДГ происходило более резко и ее активность всего лишь на 14,2% превышала контрольные цифры. Активность ЦХО снижалась менее значительно и к этому сроку превышала данные контрольных животных на 51,5%.

К 60-м суткам энзиматическая активность СДГ и ЦХО продолжала снижаться, но уровень активности СДГ превышал контрольный уровень всего лишь на 8,6%, а активность ЦХО—на 42,6%.

Исследования содержания микроэлементов в миокарде опытных животных показали, что после создания стеноза восходящей части аорты концентрация меди, марганца и цинка увеличивается. Динамика изменения содержания этих микроэлементов в сердечной мышце после создания стеноза во многом сходная (табл.).

Спустя 1 сутки после операции концентрация меди увеличилась на 17,8% по отношению к норме. Увеличение содержания марганца и цинка было менее значительным и превышало исходный уровень соответственно на 13,2 и 6,1%, что было не полностью достоверно.

К 15-м суткам после операции резко возрастало содержание всех микроэлементов. Концентрация цинка на 74% превышала контрольный уровень (наибольший уровень содержания цинка в исследуемые сроки), а меди и марганца—соответственно на 38,3 и 45,9%.

По истечении 30 суток содержание всех определяемых микроэлементов уменьшилось, приближаясь к показателям интактных животных.

К 60-м суткам наблюдалось повторное повышение концентрации меди, марганца и цинка. Уровень содержания меди в этот срок наибольший (на 55,4% больше исходных данных). Содержание марганца

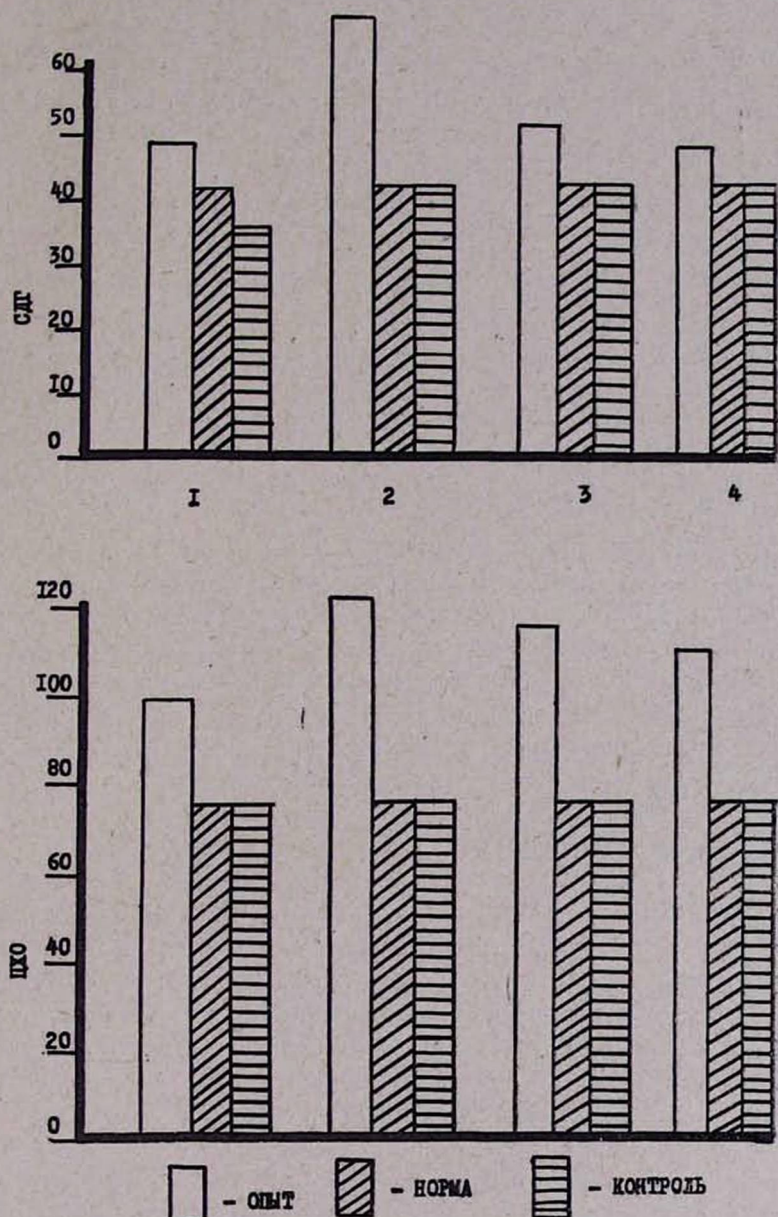


Рис. 1. Активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и цитохромоксидазы (ЦХО) митохондрий миокарда после создания стеноза аорты.

1. Через 1 сутки после создания стеноза.
2. Через 15 суток после создания стеноза.
3. Через 30 суток после создания стеноза.
4. Через 60 суток после создания стеноза.

Таблица 1

Содержание микроэлементов в сердечной мышце собак при супракоронарном стенозе аорты (в $\gamma\%$ на сырой вес ткани)

Микроэлементы	Статистические показатели	Сроки наблюдения в сутках				Контроль
		1	15	30	60	
Медь	$M \pm m$ n P	$273,9 \pm 9,6$ 13 <0,01	$321,5 \pm 10,1$ 13 <0,001	$245,6 \pm 6,6$ 12 >0,1	$361,4 \pm 9,2$ 12 <0,001	$232,5 \pm 9,6$ 14
Цинк	$M \pm m$ n P	$1342,3 \pm 76,3$ 13 >0,1	$2055,6 \pm 67,5$ 13 <0,001	$1356,6 \pm 91,3$ 12 >0,1	$1407,5 \pm 83,7$ 12 <0,05	$1181,1 \pm 68,7$ 14
Марганец	$M \pm m$ n P	$27,7 \pm 1,6$ 13 >0,1	$38,1 \pm 0,83$ 13 <0,001	$23,7 \pm 1,1$ 12 >0,1	$31,3 \pm 1,6$ 12 <0,001	$26,1 \pm 1,4$ 14

и цинка к этому сроку увеличивалось на 19% по отношению к концентрации этих микроэлементов в миокарде неоперированных животных.

Сопоставляя изменения активности дыхательных ферментов ЦХО и СДГ, а также содержания микроэлементов в сердечной мышце после создания супракоронарного стеноза аорты, можно видеть, что эти изменения носят однонаправленный характер.

Увеличенный коронарный кровоток при стенозе восходящей части аорты обеспечивает приток кислорода и субстратов окисления к миокарду.

При остро возникающей нагрузке на сердце повышается интенсивность основных энергообразующих процессов и синтез АТФ, необходимой для осуществления сократительной функции [9, 10, 12, 14].

Увеличение активности дыхательных ферментов (СДГ и ЦХО) может указывать на усиление тканевого метаболизма миокарда в условиях изучаемой модели. Это повышение активности СДГ и ЦХО при гиперфункции миокарда может происходить не только за счет увеличения активности имеющихся ферментов, но и за счет активного синтеза ферментов митохондрий миокарда. Известно, что в этих условиях повышается число митохондрий на единицу массы миокарда [3, 13, 16]. По-видимому, можно связывать увеличение числа митохондрий и заключенных в них молекул ЦХО с повышением концентрации меди в миокарде при стенозе аорты. Увеличение концентрации марганца в миокарде при увеличении функциональной активности миокарда способствует усилению активности СДГ, что может явиться причиной его дополнительного накопления.

Выводы

1. Стеноз восходящей части аорты ведет к повышению функциональной активности миокарда, направленной на компенсацию нарушенной гемодинамики, и сопровождается усилением коронарного кровотока.

2. После создания супракоронарного стеноза в митохондриях миокарда происходит повышение активности дыхательных ферментов ЦХО и СДГ. Активность ЦХО в изучаемые сроки не нормализуется, активность СДГ к 60-м суткам приближается к исходному уровню.

3. Гиперфункция миокарда приводит к увеличению концентрации меди, марганца и цинка в сердечной мышце. Динамика изменений содержания марганца и цинка одностипна.

Характерно повторное увеличение концентрации меди на 60-е сутки после операции.

4. Повышение активности дыхательных ферментов СДГ и ЦХО и увеличение концентрации микроэлементов меди, марганца и цинка в миокарде можно рассматривать как метаболический сдвиг при измененных условиях гемодинамики.

Горьковский мед. институт
им. С. М. Кирова

Поступило 1/XI 1973 г.

Ի. Փ. ՄԱՏՅՈՒՇԻՆ, Ե. Մ. ԽՎԱՏՈՎԱ, Ա. Ա. ՊԱՐԱՄՈՆՈՎ

ՄԻԿՐՈԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՇՆՁԱԿԱՆ ՖԵՐՄԵՆՏՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՐՏԱՄԱՆՈՒՄ ԿՈՐՈՆՈՐ ԱՐՅԱՆ ՀՈՍՔԻ ԵՎ ՍՐՏԱՄԱՆԻ ՀԻՊԵՐՖՈՒՆԿՅՈՒՆԻ ՄԵԾԱՑՄԱՆ ԴԵՊԵՆԴ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ աորտայի սուպրակորոնար նեղացումի ըստնդծումից հետո փորձարկված կենդանիների սրտամկանում մեծանում է ուսումնասիրված ֆերմենտների ակտիվությունը, ինչպես նաև պղնձի, մարգանցի և ցինկի կոնցենտրացիան:

I. F. MATYUSHIN, E. M. KHVATOVA, A. A. PARAMONOV

CONTENT OF MICROELEMENTS AND ACTIVITY OF RESPIRATORY ENZYME IN THE MYOCARDIUM DURING INCREASING THE CORONARY BLOOD FLOW AND HYPERFUNCTION OF THE MYOCARDIUM

S u m m a r y

The research has shown that the development of supracoronary stenosis of aorta increases as the activity of studied enzymes so the concentration of copper, manganese and zinc in the myocardium of animals in experiments.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аронова В. Я. Коронарный кровоток и его регуляция. М., 1972.
2. Бала Ю. М., Лифшиц В. М. Микроэлементы в гематологии и кардиологии. Воронеж, 1965.
3. Воленбергер А., Шульце В. В кн.: «Физиология и патология сердца». М., 1963, 126—140.
4. Вяхы М. Ф. Особенности обмена веществ мышцы сердца при экспериментальном стенозе аорты. Автореферат дисс. канд. биол. наук. М., 1962.
5. Жданов В. С. В кн.: «При-

- менение ферментов и гормонов в кардиологии». М., 1967, 146—152. 6. Кнета З. Я. Микроэлементы в сердечной мышце человека и некоторых животных в норме и патологии. Автореферат канд. дисс. Рига, 1964. 7. Матюшин И. Ф., Колокольцев Е. Ф., Белоусов С. С., Максимов Г. А., Самарцева Т. Ф. В кн.: «Материалы к научной конференции по теме «Спектральные методы исследования в биологии и медицине». Горький, 1967, 62—67. 8. Матюшин И. Ф., Самарцева Т. Ф. Кардиология. 1972, 34—38. 9. Меерсон Ф. З. Архив патологии. 1959, 4, 28—38. 10. Меерсон Ф. З. Компенсаторная гиперфункция и недостаточность сердца. М., Медицина, 1965. 11. Меерсон Ф. З. Миокард при гиперфункции, гипертрофии и недостаточности сердца. М., Медицина, 1965. 12. Меерсон Ф. З. Гиперфункция, гипертрофия, недостаточность сердца. М., Медицина. Народ и здоровье (ГДР), Берлин. 1968. 13. Меерсон Ф. З., Помойницкий В. Д. Кардиология. 1972, 3, 11—17. 14. Поздюнина Н. М. В кн.: «Применение ферментов и гормонов в кардиологии». Труды 16-й научной сессии Института терапии АМН СССР. М., 1967. 15. Степанян Е. П., Баркан И. Н. Энергетика оперированного сердца. М., Медицина, 1971. 16. Фролов В. А., Казанская Т. А. Кардиология, 1973, 1, 54—59.