

Н. М. ОГАНЕСЯН, З. Л. ДОЛАБЧЯН, М. А. ВАРОСЯН, Н. Г. ТАТИНЯН,
С. А. ПИРУЗЯН, **А. Б. ЗАХАРЯН**, А. Г. САРУХАНИЯН, В. Н. САФАРЯН

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГИПЕРТРОФИИ МИОКАРДА В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К ВЫСОТНОЙ ГИПОКСИИ

Известно, что при постепенной адаптации к высотной гипоксии отмечается значительно выраженная гипертрофия правого желудочка, увеличение емкости коронарного русла, которые приводят к увеличению сократительной способности миокарда [1—10].

Задачей настоящей работы явилось изучение влияния длительной высотной гипоксии на электрическую активность и морфологические изменения сердца после дополнительной перегрузки (сужение восходящей аорты).

Опыты проведены на 145 кроликах породы «Шиншилла» весом от 2,5 до 3 кг, которые были разбиты на следующие 3 группы:

I. Животные, находящиеся в условиях г. Еревана на высоте 1000 м над уровнем моря;

II. Кролики, длительно адаптированные к высоте 2000 м (станция «Нор-Амберд»);

III. Кролики, длительно адаптированные к высоте 3250 м (станция «Арагац»).

Каждая группа животных имела свой контроль.

Сужение восходящей аорты вызывали по методу Ф. З. Меерсона (1960). Просвет аорты суживали на 70% от исходного диаметра, и спустя 2, 7 и 30 дней после операции кроликов подвергали подробному исследованию. Запись электрической активности сердца осуществляли в 12 отведениях. Сердечный индекс (СИ) определяли путем деления веса сердца на вес животного [11, 12].

Сравнение количественных ЭКГ, их критериев гипертрофии желудочков сердца как контрольных, так и подопытных групп выявило определенную зависимость их величин от уровня высотной гипоксии. В контрольных группах это в основном касалось критериев гипертрофии правого желудочка (ГПЖ). По мере нарастания уровня высотной гипоксии количественные критерии ГПЖ увеличивались. Обнаруженная при этом закономерность показана в табл. 1, 2.

В опытных группах, где кролики подверглись сужению аорты, ди-

Таблица 1

Изменение ЭКГ показателей в процессе адаптации организма к высотной гипоксии до и после сужения восходящей аорты

Группы животных	Сроки исследования	Статистические показатели	Левый желудочек				Правый желудочек				
			RavL	Rv ₅	Sv ₁ +Rv ₅	$\frac{Rv_5+Rv_6}{STv_5+STv_6}$	площадь Ravr	площадь Rv ₁	Rv ₁ +Sv ₅	(Rv ₁)—(Tv ₁)	(Tv ₁)—(Tv ₆)
I	контрольн.	M±m	2,20±0,08	4,58±0,20	11,50±0,6	5,80±0,3	0,010±0,003	0,021±0,001	6,11±0,30	3,55±0,20	-1,55±0,06
	через 2 дня	M±m	2,58±0,08	5,00±0,22	12,00±0,6	6,90±0,4	0,014±0,003	0,024±0,001	6,90±0,30	4,00±0,20	-1,11±0,06
		P	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,5	>0,05	>0,05	>0,05	<0,01
	через 7 дней	M±m	2,90±0,09	6,30±0,21	13,30±0,5	8,80±0,4	0,020±0,003	0,030±0,002	7,30±0,30	5,03±0,30	-1,17±0,06
		P	<0,05	<0,01	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01
II	через 30 дней	M±m	3,30±0,09	6,40±0,20	14,00±0,6	9,00±0,5	0,024±0,003	0,039±0,002	8,20±0,30	5,75±0,20	-1,20±0,07
		P	<0,01	<0,21	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	контрольн.	M±m	2,32±0,01	4,76±0,20	10,20±0,3	6,00±0,3	0,010±0,001	0,022±0,002	7,31±0,30	3,55±0,20	-1,40±0,06
	через 2 дня	M±m	2,40±0,12	5,22±0,21	10,30±0,4	5,88±0,2	0,011±0,002	0,022±0,002	7,33±0,30	3,80±0,15	-1,00±0,06
		P	>0,05	>0,05	>0,5	>0,1	>0,5	>0,5	>0,5	>0,05	<0,05
III	через 7 дней	M±m	2,85±0,08	6,00±0,23	10,70±0,4	8,10±0,4	0,017±0,002	0,030±0,002	7,59±0,03	4,53±0,15	-1,24±0,07
		P	<0,05	<0,05	>0,5	<0,05	>0,05	>0,5	>0,5	>0,05	>0,05
	через 30 дней	M±m	3,00±0,12	6,81±0,25	11,50±0,4	8,21±0,4	0,021±0,002	0,034±0,002	9,51±0,35	5,20±0,20	-1,27±0,77
		P	<0,01	<0,01	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	>0,05
	контрольн.	M±m	2,04±0,06	5,00±0,20	10,05±0,6	6,23±0,4	0,012±0,002	0,025±0,001	9,05±0,35	4,25±0,20	-1,55±0,06
III	через 2 дня	M±m	2,30±0,08	4,81±0,18	11,00±0,6	5,90±0,3	0,012±0,003	0,026±0,002	9,48±0,35	4,20±0,20	-1,09±0,05
		P	>0,05	>0,05	>0,5	>0,1	>0,5	>0,5	>0,05	>0,05	<0,05
	через 7 дней	M±m	2,53±0,09	6,03±0,21	11,06±0,5	7,33±0,3	0,016±0,002	0,030±0,001	11,2±0,40	5,03±0,20	-1,20±0,05
		P	<0,05	<0,05	>0,5	>0,1	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01

намические ЭКГ-изменения выглядели следующим образом: уже через 2 дня после операции во II и III группах животных со стороны отдельных ЭКГ-критериев гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) отмечалось увеличение их среднеарифметических величин. Следует отметить, что в этот период исследования качественный анализ электрокардиограмм, а именно соотношение отдельных компонентов желудочного комплекса, в частности в отведениях, отражающих электрическую активность левого желудочка, дает сравнительно большую информацию о начинающейся ГЛЖ. Это несоответствие в степени информативности качественных и количественных данных объясняется общим снижением вольтажа ЭКГ, особенно в левых прекардиальных отведениях, что занимает среднеарифметические величины критериев ГЛЖ.

Таблица 2

Развитие гипертрофии миокарда у разных групп животных

Группы животных	Высота над уровнем моря	Сроки наблюдения	Сердечный индекс, $M \pm m \times 10^{-3}$	P	Увеличение СИ к контролю, %
I	1000 м	контрольн.	$2,2 \pm 1,0$		100
		через 2 дня	$3,2 \pm 1,5$	$<0,001$	45
		через 7 дней	$3,6 \pm 2,0$	$<0,001$	63,6
		через 30 дней	$3,6 \pm 1,5$	$<0,001$	63,6
II	2000 м	контрольн.	$3,1 \pm 2,0$		40
		через 2 дня	$3,5 \pm 2,0$	$>0,5$	12,3
		через 7 дней	$3,6 \pm 3,0$	$>0,5$	16
		через 30 дней	$3,5 \pm 2,0$	$>0,5$	12,9
III	3250 м	контрольн.	$3,6 \pm 2,0$		63,9
		через 2 дня	$3,6 \pm 2,0$	$>0,5$	0,0
		через 7 дней	$3,6 \pm 2,0$	$>0,5$	0,0

Критерии ГПЖ в этот период находились в пределах контрольных величин. На 7-й день после операции вполне отчетливо обнаруживались признаки ГЛЖ, а отдельные критерии свидетельствовали о начинающейся ГПЖ. Однако интерес представляет не констатация широко известного в литературе факта возникновения гипертрофического процесса после искусственно созданного стеноза аорты, а оценка степени ее выраженности в зависимости от адаптации животных к высотной гипоксии. Выявлено, что через 7 дней после операции степень нарастания гипертрофического процесса была выражена сравнительно больше во II группе животных, чем в III. Из критериев ГЛЖ наиболее оптимально это касается комплексов де- и реполяризации.

Степень выраженности гипертрофического процесса во всех 3 контрольных группах находилась в прямой зависимости от уровня высотной

гипоксии. Дальнейшее после операции увеличение гипертрофического процесса было выражено тем меньше, чем выше над уровнем моря происходила предварительная адаптация животных к гемодинамической перегрузке.

Результаты анатомического изучения гипертрофии сердца подопытных кроликов показывают, что у животных, адаптированных к высоте, также отмечается определенная зависимость степени гипертрофии от уровня высотной гипоксии. Так, у контрольных животных СИ в I группе составил $2,2 \pm 0,1 \times 10^{-3}$, во II группе он увеличился на 40%, в III группе — на 63% (табл. 2). В то же время у животных, подвергшихся сужению восходящей аорты, острая гемодинамическая перегрузка не приводила к соответствующему нарастанию гипертрофии в зависимости от уровня высотной гипоксии.

Данные, полученные при изучении электрической активности, хорошо коррелируют с анатомическими. Коэффициент корреляции между критериями гипертрофии по ЭКГ и сердечным индексом составляет для I группы $+0,75$ ($P < 0,002$), для II группы $+0,69$ ($P < 0,01$).

Резюмируя представленный в работе фактический материал, можно прийти к общему заключению, что в адаптации сердечно-сосудистой системы животных к длительно действующему гипоксическому фактору в условиях высокогорья наряду с другими известными факторами важную роль играет гипертрофия миокарда. Однако дополнительная гемодинамическая перегрузка путем сужения восходящей аорты на фоне предварительной адаптации не вызывает дополнительного развития гипертрофии сердечной мышцы, что свидетельствует о возможности использования фактора адаптации животных к высотной гипоксии в профилактике некоторых заболеваний сердечно-сосудистой системы, сопровождающихся гипертрофией миокарда (экспериментальные пороки сердца).

Институт кардиологии МЗ Арм. ССР им. Л. А. Оганесяна,
Институт физики, Ереван

Поступила 14/IV 1981 г.

Ե. Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Զ. Լ. ԴՈՒՆՔՅԱՆ, Մ. Ա. ՎԱՐՈՍՅԱՆ, Ե. Գ. ՏՄՏԻՆՅԱՆ,
Ա. Ա. ՓԻՐՈՒԶՅԱՆ, **Զ. Պ. ԶԱՔԱՐՅԱՆ** Ա. Գ. ՍԱՐԴԻԱՆՅԱՆ, Վ. Ե. ՍԱՅԱՐՅԱՆ

ՄՐՏԱՄԿԱՆԻ ԳԵՐԱՃԻ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ԲԱՐՁՐԱՆՈՒՄԻՆ ԶԻՊՈՔՄԻԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ
ՀԱՐՄԱՐՎՈՂԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ն փ ն ի մ

Հաստատված է, որ բարձրալեռնային հիպոքսիան բերում է սրտամկանի զերանի, իսկ վերջինիս մեծությունը կապված է բարձրալեռնային հիպոքսիայի մակարդակից, Լրացուցիչ զերբեռնվածությունը չի բերում սրտամկանի համապատասխան զերանի:

Ստացված մորֆոլոգիական տվյալները խիստ կորելացիոն կապի մեջ են սրտամկանի էլեկտրական ակտիվության հետ:

N. M. Hovanesian, Z. L. Dolabchian, M. A. Varossian, N. G. Tatinian,
S. A. Pirouzian, **A. B. Zakarian**, A. G. Saroukhanian, V. N. Safarian

Peculiarities of the Myocardium Hypertrophy Development in the Process of Adaptation of the Organism to High-Altitude Hypoxia

S u m m a r y

It is established that the adaptation of animals to the high-altitude conditions brings to the myocardium hypertrophy and the degree of this process directly depends on the level of the high-altitude hypoxia. The data obtained by ECG are correlated with the morphologic indices.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Меерсон Ф. З. Компенсаторная гиперфункция и недостаточность сердца. М., 1960.
2. Миррахимов М. М. Сердечно-сосудистая система в условиях высокогорья. Л., «Медицина», 1968.
3. Захарян А. Б. В кн.: «Новые направления в электрокардиологии», 1973, 125.
4. Меерсон Ф. З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. М., «Медицина», 1975.
5. Чотоев Ж. А. Динамика изучения активности трансаминаз в сердечной мышце при адаптации животных к высокогорью. Труды Кирг. мед. ин-та, 1979, 5, 134, 40—48.
6. Данияров С. Б. Работа сердца в условиях высокогорья. Л., «Медицина», 1979.
7. Оганесян Н. М., Варосян М. А. и др. Кровообращение, 1979, 12, 4, 14—19.
8. Пшеничкова М. Г. Адренэргическая регуляция сердца при адаптации к высотной гипоксии и непрерывной большой нагрузке. Автореф. докт. дисс., М. 1980.
9. Weglicki et al. Pathol. Resp., 1972, 8, 1400.
10. Jacob, Moser et al. Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch., 1975.
11. Ильин Г. И. Арх. Пат., 1956, 8, 97—100.
12. Маврин В. К. Кардиология, 1970, 1, 148—149.