

УДК 616-003.96+616.12.009:612

ВЛИЯНИЕ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ К ВЫСОКОГОРЬЮ НА КОМПЕНСАТОРНУЮ ГИПЕРФУНКЦИЮ СЕРДЦА**М.А.Варосян, А.А.Енгигбарян, С.Б.Бабаян***/Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци,
НИИ кардиологии МЗ РА/
375025 Ереван, ул. Корюна, 2*

Ключевые слова: срочная адаптация, сердце, высокогорье, нуклеиновая кислота, биосинтез, РНК, ДНК

В настоящее время с развитием научно-технического прогресса, приводящего к значительным изменениям в соотношении искусственной и естественной географической среды, возросшей миграции населения в связи с освоением новых районов высокогорья, освоением космоса, вопрос адаптации организма приобретает особую актуальность [1,7].

Действие на организм горного климата зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются: снижающееся с увеличением высоты порционное давление кислорода, разреженный воздух, понижение давления, резкие перепады температуры, повышенная солнечная радиация и ионизация воздуха, пониженная влажность.

Срочный этап адаптационной реакции возникает непосредственно с началом действия высокогорья и реализуется на основе готовых ранее сформировавшихся физиологических механизмов, которые характеризуются мобилизацией функциональной системы всего организма и направлены на решение трех задач — обеспечение физической и интеллектуальной деятельности организма, поддержание или восстановление постоянства внутренней среды — гомеостаза и мобилизации функциональной системы для перехода к долговременной адаптации [5, 7, 8].

Целью настоящей работы является изучение основных путей развития срочных адаптационных механизмов сердечной мышцы к высокогорью.

Материал и методы

Исследования проведены на 120 кроликах породы шиншилла массой 1,5 кг, содержащихся в идентичных условиях. Часть животных содержали на высоте 1000 м над у.м. (г. Ереван, неадаптированные), другую — на высоте 3250 м (ст. Арагац) в течение 30 дней.

Электрокардиограмму проводили в 12 отведениях. Проводилось морфологическое изучение, включавшее макроскопическую оценку, а также ультраструктурное и электронно-микроскопическое исследование миокарда обоих желудочков сердца.

Показатели общей и центральной гемодинамики изучались с помощью радиоизотопной кардиографии с использованием альбумина человеческой сыворотки, меченного I^{131} . Для изучения интенсивности коронарного кровообращения проводили радиоизотопное определение миокардиального кровотока с помощью клиренса I^{131} [2,3,9].

В различных отделах сердца определяли биосинтез, содержание и распад информационной, рибосомальной, транспортной, хромосомно-ядрышковой, ядерной и митохондриальной РНК с дальнейшим определением их нуклеотидного состава [3,4,10]. Биосинтез и распад всех типов РНК и их нуклеотидного состава определяли с помощью радиоактивных предшественников P^{32} , C^{14} , H^3 [1-3,6,11]. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики с помощью ЭВМ.

Результаты и обсуждение

В срочной адаптации к высокогорью выделяются два этапа: I — возникающий сразу в ответ на гипоксию, характеризуется экстренными реакциями системы кровообращения и дыхания (гиперпноз, гипертензия малого круга кровообращения, увеличение минутного объема сердца, тахикардия) и II — с более экономным расходом энергии, при котором сдвиги ряда физиологических функций нивелируются или приближаются к норме.

При гиперфункции сердца, закономерно возникающей в условиях высокогорья, правый желудочек осуществляет изометрическую гиперфункцию, выражающуюся главным образом увеличением систолического напряжения миокарда, а левый желудочек — изотоническую гиперфункцию, проявляющуюся увеличением амплитуды сокращения миокарда.

Динамика изменений электрической активности желудочков (ЭКГ) находится в соответствии с новыми гемодинамическими условиями, т.е. изотонический вариант гиперфункции левого желудочка приводит к возникновению нагрузки и дальнейшей умеренной гипертрофии, а изотонический вариант гиперфункции правого желудочка — к острой перегрузке и выраженной гипертрофии. Наблюдается отклонение электрической оси сердца вправо, появляется отрицательный зубец T_{III} и увеличение зубца R_{III} . Степень выраженности гипертрофического процесса находится в прямой зависимости от длительности влияния фактора высокогорной гипоксии.

Достоверное увеличение чистого веса желудочков наблюдается начиная с 7–15-дневного пребывания животных на высоте и составляет 80 и 42% для правого и левого желудочков соответственно.

Исследование тонкой архитектоники миокардиальной клетки показало, что структурное обеспечение гиперфункции осуществляется путем гиперплазии клеточных оргanelл, развивающейся на основе активации биосинтетических процессов в ядре и цитоплазме, исчезновения гликогена, увеличении размеров ядрышек, появлении в кардиомиоцитах группы лизосом, делящихся и почкующихся форм митохондрий.

Таблица

Гемодинамические показатели в процессе адаптации организма к высокогорью

Высота над уровнем моря	Сроки исследования (в сутках)	МОС мл/мин/кг	ОЦК мл/кг	УОС мл/уд/кг	КЭЦ
1000 м (неадаптированные)		179±5.6	107±3.1	0.70±0.03	1.67±0.03
3250 м	2	280±5.4	152±3.2	0.60±0.02	1.84±0.04
	7	272±5.8	157±3.1	0.76±0.03	1.73±0.03
	15	270±5.1	130±3.5	0.96±0.03	2.07±0.04
	30	268±4.3	120±5.5	0.95±0.03	2.27±0.04

Примечание. Статистически достоверное отличие показателей от неадаптированных животных ($P < 0.05$)

При срочной адаптации острая гипоксия вызывает активацию функций систем, ответственных за транспорт кислорода — увеличение минутного объема сердца (МОС), объема циркулирующей крови (ОЦК), тахикардии и коэффициента эффективности циркуляции (КЭЦ). Эта мобилизация транспортных систем компенсирует гипоксию, но не является достаточно эффективной, так как сопровождается увеличением потребности кислорода миокардом и уменьшением функциональных резервов сердца.

Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют, что, начиная с 15-дневного влияния высокогорной гипоксии МОС постепенно уменьшается и к концу наблюдения остается на высоком уровне (на 48% больше по сравнению с неадаптированными животными).

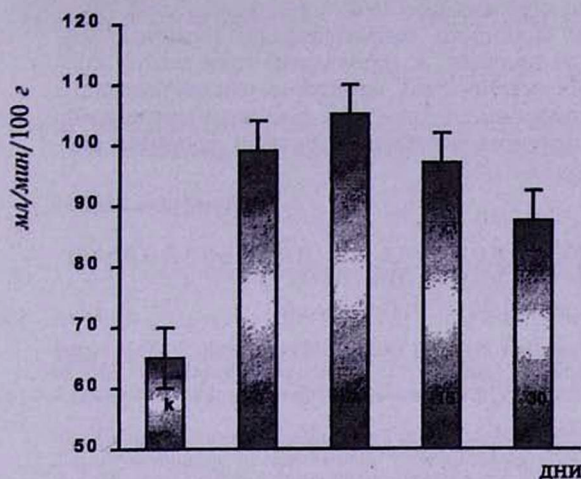


Рис. 1. Миокардиальный кровоток левого желудочка сердца у неадаптированных (К) и адаптированных животных

Рисунок отражает величину коронарного кровообращения до и после адаптации животных к высокогорью. У животных при кратковременном (2, 7 дней) воздействии высокогорья отмечается максимальное увеличение миокардиального кровотока ($105 \pm 3,1$ при норме $65 \pm 3,2$ мл/мин/100г), который на следующих этапах (15, 30 дней) адаптации, постепенно уменьшаясь, остается на высоком уровне по сравнению с кровотоком неадаптированных животных.

При срочной адаптации к высокогорью ускорение коронарного кровообращения обусловлено рефлекторным увеличением коронарной циркуляции, а при поздней — увеличением числа функционирующих коронарных капилляров [5].

При срочной адаптации животных к высокогорью происходят метаболические сдвиги, обусловленные увеличением мощности генетического аппарата миокардиальной клетки, приводящее к активации синтеза нуклеиновых кислот и белков.

Интересно отметить, что на 7-й день адаптации к высокогорью концентрация рибосомальной РНК (рРНК) в правом желудочке увеличивается на 33%, а в левом — на 22%. Аналогичная закономерность отмечается и для концентрации транспортной РНК (тРНК). Удельная радиоактивность рРНК и тРНК имеет ту же закономерность изменения. В правом желудочке отмечаются более выраженные отклонения от контроля. На 30-е сутки адаптации животных было отмечено некоторое снижение концентрации и биосинтеза РНК миокарда по сравнению с 7-м днем, но по отношению к неадаптированным животным они оставались повышенными. Аналогичная динамика изменения содержания и биосинтеза РНК наблюдается в ядерном, хромосомно-ядрышковом аппарате и в митохондриях.

При изучении нуклеотидного состава рРНК и тРНК выяснилось, что до 7-го дня наблюдался сдвиг от ГЦ-типа к АУ-типу, который в дальнейшем (до 30-го дня) не отличался от контроля.

Совершенно обратная динамика наблюдается при определении распада РНК. Через 2 дня после адаптации животных к высокогорью распад всех типов РНК возрастает и достигает до максимума к 7-му дню, затем через 15 дней восстанавливается, а ускоренный распад РНК через рецепторные механизмы генетического аппарата миокардиальной клетки усиливает синтез РНК и тем самым повышает содержание РНК в миокарде.

Таким образом, активация синтеза нуклеиновых кислот, развивающаяся в сердечной мышце в процессе адаптации к высокогорью, способствует не только развитию гипер-

ми). К этому сроку наблюдается нормализация ОЦК. Ударный объем сердца (УОС), который в период срочной адаптации уменьшается, через месяц увеличивается на 35% по сравнению с неадаптированными животными. Надо отметить, что после пребывания животных на высоте увеличение МОС происходит за счет увеличения скорости сокращения, а в последующем оно связано с увеличением силы сокращения, т.е. УОС.

Полученные данные позволяют заключить, что через месяц после адаптации организма к высокогорной гипоксии происходит увеличение мощности метаболической, нейроэндокринной и других систем регуляции, сопровождающихся повышением сократительной способности сердца.

трофии сердца, но и к возникновению более глубоких адаптационных изменений, обеспечивающих в конечном итоге увеличение мощности сократительной функции мышечной ткани сердца. Комплекс этих сдвигов приводит к увеличению пропускной способности коронарного русла, ускорению биосинтетических процессов, обеспечивающих энергетические и трофические дефициты, активации синтеза РНК в ядрах и цитоплазме, способствуя интенсивной гипертрофии миокарда и увеличению силы и скорости сердечных сокращений.

Поступила 24.09.99

ԲԱՐՅԱՆ ԼԵՆԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՆ ԱՐԱԳ ՀԱՐՄԱՐՎԵԼՈՒ ԱԶԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄՐՏԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՏՈՐ ՀԻՊԵՐՖՈՒՆԿՅՈՒՆԻ ՎՐԱ

Մ.Հ. Վարսյան, Ա.Ա. Ենգիբարյան, Ս.Բ. Բաբայան

Շինչվա ցեղի 120 ճագարների հսկիչ խումբը պահվել է Երևանի պայմաններում, ծովի մակերևույթից 1000մ բարձրության վրա: Ենթափորձային ճագարները պահվել են «Արագած» կայանում 3250կմ բարձրության վրա: Ռադիոհաղորդային մեթոդով ուսումնասիրվել են սրտի հեմոդինամիկ պարամետրերը և կենսապոլիմերների կենսասինթեզի ակտիվությունը:

Հաստատված է, որ բարձր լեռնային պայմաններում արագանում է սրտամկանի հյուսվածքում մուկլինաթթուների սինթեզը, որը նպաստում է հեմոդինամիկ ցուցանիշների կոմպենսատոր ադապտացիային, սրտամկանի էներգետիկ ապահովմանը և, որպես հետևանք, սրտամկանի կծկողական ուժի ու արագության մեծացմանը:

INFLUENCE OF FAST ADAPTATION TO HIGH ALTITUDE ON HEART COMPENSATORY HYPERFUNCTION

M.H.Varosyan, A.A.Yengibarian, S.B.Babayan

For study of the main mechanism for urgent adaptation development on model experiments in 120 rabbits there have been examined electrocardiographical indices of central general hemodynamics, coronary blood circulation, biosynthesis, content and decay of all types of RNA. Microscopic estimation and examination of heart both ventricles on various levels of high altitude (1000 m, 3250 m above sea level) have been conducted.

Activation of nucleic acids synthesis, developed in cardiac muscle in the process of adaptation to the high altitude, leads to the development of hypertrophy of heart and to the increase of myocardial tissue contractability. Acceleration of coronary channel power, activation of synthesis in RNA and cytoplasm lead to the increase of systole's strength and velocity.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варосян М.А. Космическая биология и авиакосмическая медицина, 1989, 6, с. 68.
2. Варосян М.А., Кутнар О.Э. Патол. физиология и эксперимент. терапия, 1991, 6, с. 41.
3. Варосян М.А. Механизмы развития сердечной недостаточности. Ереван, 1992.
4. Connor M.K., Takhashi M., Hood D.A. Arch.Biochem.Biophys., 1996, Sep. 1 333(1), p. 103.
5. Dugas L., Dubray C., Herry J.P. et al. Cardiovascular effects of a calcium channel blocker in hypoxia caused by altitude. Press.Med., 1995, Apr., 291, 24 (16), p. 763.
6. Neyses L., Pelzer T. Molecular adaptation of the heart to hypertension. Z.Kardiol., 1995, 84 suppl. 4:71:6.
7. Noel-Jorand M.C., Bunnet H. The sensation of respiration in men experiencing high-altitude chronic hypoxia. Biol.Pathol., 1996, Mar. 8; 43 (1): 1.
8. Saxonrey G., Garcia N., Bernard V. et al. Pre-adaptation, adaptation and de-adaptation to high altitude in humans: cardio-ventilatory and haematological changes. Eur.J.Appl.Physiol., 1996, 73 (6), p. 329.
9. Varosyan M.A. Metabolic aspects of high altitude hypoxia protective action in myocardial infarction. XIII Congress of the Intern. Society for Heart Res., May 14-18 1989, Michigan.
10. Varosyan M.A. Hypoxia protective effect of organism adaptation in heart failure development. XI World Congr. of Cardiology, 1990, Manila, Philippines.
11. Varosyan M. Influence of oxegenous nucleic acid on myocardial infarction. XI World Congress of Cardiol., 1990, Manila, Philippines.