

# ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

УДК 612.17:557.3(612/1/2)

## ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИПОКСИИ В РАЗЛИЧНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

**И.В. Радыш, Ю.А. Полатайко, С.И. Краюшкин, Ю.П. Старшинов**  
*Российский университет дружбы народов, г. Москва,  
Кафедра факультетской терапии ВолГМУ*

В настоящее время особое внимание уделяется изучению количественной оценки индивидуальной реактивности на воздействие факторов внешней среды. Как известно, индивидуальные особенности каждого человека проявляются в характере реагирования на гипоксический стимул, который является одним из наиболее жестко генетически детерминированных признаков и отражает наиболее адекватные особенности индивидуальной физиологической реактивности организма [1, 3, 4]. Кроме того, устойчивость к гипоксии позволяет судить об общей или неспецифической устойчивости организма к различным экологическим факторам.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение сезонной динамики показателей кардиореспираторной системы (КРС) у обследуемых при воздействии изокапнической гипоксии.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В обследовании приняло участие 46 практически здоровых мужчин в возрасте от 18 до 26 лет ( $21,4 \pm 0,2$  лет), массой тела в среднем –  $74,8 \pm 0,6$  кг, ростом –  $178,1 \pm 0,5$  см.

Исследования проводились осенью (сентябрь–октябрь), зимой (декабрь–январь), весной (март–апрель) и летом (июнь–июль).

Чувствительность дыхательного центра к гипоксии определялась по методу Вейла – использовали изокапническую гипоксическую стимуляцию, которая создавалась с помощью метода возвратного дыхания в диапазоне  $P_{A}O_2$  от 135 до 45 мм рт. ст. [3]. Испытуемый осуществлял возвратное дыхание в системе "мешок в ящике" с постепенным снижением содержания  $O_2$  в мешке от его уровня в атмосферном воздухе. Обеспечивается стабилизация  $P_{A}CO_2$  системой поглощения

$CO_2$ , т. е. создаются нарастающая изокапническая гипоксическая стимуляция.

В покое и во время проведения гипоксической пробы с помощью быстродействующего газоаналитического комплекса "Охусон Alpha" (Германия), каждые 10 секунд регистрировалась легочная вентиляция (МОД, л/мин), частота дыхания (ЧД, дых./мин), дыхательный объем (ДО, мл), концентрация  $O_2$  и  $CO_2$  в выдыхаемом ( $F_E O_2$ ,  $F_E CO_2$ , %) и в альвеолярном воздухе ( $F_A O_2$ ,  $F_A CO_2$ , %). Рассчитывались следующие показатели газообмена: потребление  $O_2$  ( $VO_2$ , л/мин), выделение  $CO_2$  ( $VCO_2$ , л/мин), дыхательный коэффициент (ДК, ед.), коэффициент использования кислорода (КИО<sub>2</sub>, мл/л), кислородный пульс ( $O_2$ -пульс =  $VO_2/ЧСС$ , мл/уд).

Объемные показатели внешнего дыхания приводились к условиям ВTPS, а показатели газообмена – к стандартным условиям STPD.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось с помощью электрокардиографии и импедансной тетраполярной реографии с регистрацией показателей на мингографе "М-34 Сименс-Элема" (Швеция) и реоплетизмографе РПГ-2-02. Артериальное давление измерялось методом Короткова. Исследовались показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), ударный объем сердца (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин), артериальное давление (мм рт. ст.) систолическое (САД), диастолическое (ДАД), среднединамическое (СДД), двойное произведение (ДП, АДс x ЧСС/100, ед.).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием *t*-критерия Стьюдента в статистических программах "Statistica 6.0" и программного обеспечения Microsoft Excel 2000.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты исследования кардиореспираторной системы в покое свидетельствуют, что величины большинства изучаемых показателей подвержены сезонным колебаниям. При этом сезонные ритмы показателей КРС характеризуются внутренней и внешней синхронизацией.

Уместно отметить, что при определении ЖЕЛ и МВЛ нами получены данные, свидетельствующие о достоверном увеличении этих показателей в летний период года, по сравнению с другими сезонами ( $P < 0,001$ ). Как известно, ЖЕЛ определяет максимально возможную глубину дыхания и поэтому является важным показателем функциональных возможностей внешнего дыхания [1].

Анализ полученных данных показал, что в условиях покоя при дыхании атмосферным воздухом у всех обследуемых максимальные значения МОД и  $VO_2$  наблюдаются в зимний период года. Сезонные различия МОД в покое обусловлены, в первую очередь, за счет повышения дыхательного объема зимой (на 16,1%), по сравнению с летом ( $P < 0,001$ ) (табл. 1). В холодный период года повышенный энергообмен достигается главным образом посредством увеличения уровня вентиляции легких. При этом потребление кислорода повышается к январю и сохраняется на высоком уровне до апреля.

Эффективность дыхания ( $KIO_2$ ) и кислородный пульс ( $VO_2/ЧСС$ ) в сезонной динамике у обследуемых достигали максимума в летний период года.

Сезонная динамика частоты сердечных сокращений в покое характеризуется более высокими значениями у всех обследуемых зимой, это связано с изменением вегетативной регуляции сердечной деятельности, т. е. преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм. Максимальные значения МОК зимой достигались, в первую очередь, за счет увеличения ЧСС. При оценке сезонных изменений артери-

ального давления у обследуемых зарегистрировано повышение САД, ДАД и ДП на протяжении зимнего периода года, а УО – летнего.

Таким образом, можно говорить, что в условиях покоя при дыхании атмосферным воздухом у всех обследуемых параметры кардиореспираторной системы подвержены влиянию сезонных ритмов, большинство максимумов приходится на зимнее и летнее время года.

Результаты исследования динамики показателей реактивности кардиореспираторной системы у обследуемых в разные сезоны года в условиях нарастающей изокапнической гипоксии приведены в табл. 2.

Анализ полученных данных показал, что максимальная степень изменения  $\Delta P_{A,O_2}, t^{-1}$  за период пробы наблюдается в летний период года, по сравнению с другими сезонами ( $P < 0,05$ ).

При действии изокапнической гипоксии у всех обследуемых отмечается существенное изменение временных значений показателей системы дыхания независимо от сезонов года. Закономерно, что к концу пробы величины МОД на протяжении года увеличивались в среднем в 1,2–1,6 раза. Наиболее высокий прирост значений МОД наблюдался у обследуемых в весенний период года.

Установлено, что наиболее высокий уровень чувствительности вентиляторной реакции на действие изокапнической гипоксии, который оценивается по приросту МОД на единицу изменения насыщения крови  $O_2$  ( $\Delta MOД/\Delta SaO_2$ ), отмечается в весенний период года, а наиболее низкий – в летний.

В летнее время изменение легочной вентиляции происходило преимущественно за счет увеличения дыхательного объема, что свидетельствует о повышении функционирования кислородтранспортной системы у обследуемых в этот период года, что также подтверждается наиболее низкими значениями соотношения  $\Delta MOД/\Delta DO$ .

Таблица 1

**Динамика показателей кардиореспираторной системы в условиях покоя при дыхании атмосферным воздухом у обследуемых в разные сезоны года ( $M \pm m$ )**

Показатели	Сезоны года			
	осень	зима	весна	лето
ЖЕЛ, л	4,62±0,05	4,43±0,04	4,66±0,06	4,79±0,05***
МВЛ, л	99,3±1,4	93,3±1,2	102,6±1,2	108,6±1,6 ***
МОД, л	10,55±0,18	12,85±0,21**	11,08±0,26	9,19±0,16
$VO_2$ , мл/кг/мин	4,12±0,07	4,57±0,08***	4,36±0,06	4,06±0,05
ДК, усл. ед.	0,895±0,005***	0,891±0,004	0,874±0,006	0,881±0,004
$KIO_2$ , мл/л	30,4±0,4	26,9±0,3	29,7±0,5	32,2±0,6***
$VO_2/ЧСС$ мл/мин	4,25±0,08	4,48±0,09	4,41±0,07	4,63±0,09**
ЧСС, уд/мин	73,5±1,2	76,9±1,4***	71,8±1,1	68,2±0,9
МОК, л	4,19±0,08	4,57±0,09**	4,29±0,09	4,26±0,08
САД, мм рт. ст.	122,1±1,2	126,2±1,4***	120,5±1,3	118,9±1,2
ДАД, мм рт. ст.	77,1±0,9	79,3±1,1***	74,3±1,2	71,9±0,9
ДП, усл. ед.	89,7±1,7	97,0±1,8***	85,8±1,3	79,8±1,4

\*  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Таблица 2

Динамика показателей кардиореспираторной системы в условиях нарастающей гипоксической стимуляции у обследуемых в разные сезоны года ( $M \pm m$ )

Показатели	Сезоны года			
	осень	зима	Весна	Лето
$\Delta P_{A O_2} / t^{-1}$				
мм рт. ст./мин	6,5±0,3	6,8±0,2	7,3±0,3	7,8±0,3***
МОД <sub>84</sub> , л	15,6±0,8	17,5±1,1	18,3±1,1**	14,4±0,8
$\Delta \text{МОД} / \Delta \text{SaO}_2$ , л/мин/ %	0,42±0,02	0,38±0,02	0,58±0,03***	0,43±0,03
$\Delta \text{МОД} / \Delta \text{ДО}$ , л	31,6±1,1	36,6±1,3	30,4±0,9	26,8±0,8***
МОК <sub>84</sub> , л/мин	4,86±0,07	5,04±0,08	4,97±0,11	4,78±0,09
$\Delta \text{ЧСС} / \Delta \text{SaO}_2$ , уд/мин/ %	1,44±0,02	1,63±0,04	1,52±0,06	1,42±0,03
$\Delta \text{МОК} / \Delta \text{SaO}_2$ , мл/мин/ %	56,1±1,5	39,6±1,4	48,6±1,6	57,4±1,7
САД, мм рт. ст.	134,5±1,3	138,6±1,5	136,1±1,5	129,8±1,3
ДАД, мм рт. ст.	89,8±0,8	94,5±1,2	91,3±1,1	84,2±0,9
СДД, мм рт. ст.	104,7±1,0	109,2±1,1	106,2±1,1	99,4±0,9
ДП, усл.ед	121,9±3,7	131,6±3,1	124,5±2,8	114,8±2,6

\*  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Известно, что повышение роли дыхательного объема в реализации минутного объема дыхания указывает на повышение резервных возможностей системы внешнего дыхания [1].

Анализ результатов исследования реакции сердечно-сосудистой системы на действие изокпапнической гипоксии у обследуемых в разные периоды года показал, что при стандартной величине насыщения крови  $O_2$  равным 84 % ( $\text{SaO}_2$  84, %) максимальный прирост ЧСС отмечался зимой, а минимальный – летом.

Основной характеристикой изменений АД на действие гипоксии является повышение в зимний период года. Еще более четко данная тенденция выявлялась по ДАД и СДД, которые также имели более высокие значения зимой.

Сезонная динамика двойного произведения (ДП) характеризуется наиболее высокими значениями в зимний период года, за счет увеличения частоты сердечных сокращений. По мнению некоторых авторов, двойного произведения достоверно отражает потребность сердца в кислороде и дает представление об экономичности функционирования системы кровообращения. При этом ДП имеет более сильно корреляционную связь с массой левого желудочка сердца, чем с артериальным давлением [5].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате хронофизиологических исследований выявлены сезонные различия в реактивности кардиореспираторной системы при воздействии нарастающей гипоксии, что проявляется

отчетливым снижением в летний период реакции дыхания ( $\Delta \text{МОД} / \Delta \text{SaO}_2$ ), вентиляторно-перфузионного соотношения ( $\Delta \text{МОД} / \Delta \text{МОК}$ ) и повышением реакции кровообращения ( $\Delta \text{МОК} / \Delta \text{SaO}_2$ ). В этот период установлены более высокие аэробные резервы организма у обследуемых, по сравнению с другими сезонами года.

Выявлено, что гипоксическая стимуляция кардиореспираторной системы у обследуемых вызывает большее напряжение регуляторных механизмов, большую степень активации симпатического отдела вегетативной нервной системы зимой, по сравнению с другими сезонами года. При этом отмечается повышение уровня чувствительности и общей реактивности кардиореспираторной системы на действие гипоксического стимула в зимне-весенний период года.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Полунин И.Н., Степанов В.К., et al. Человек в условиях гипоксии и гиперкапнии. – Астрахань-Москва: Изд-во АГМА, 2001. – 340 с.
2. Волков Н.И., Дардури У., Сметанин В.Я. // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, № 3. – С. 51–63.
3. Мищенко В.С., Павлик А.И., Дяченко В.Ф. Функциональная подготовленность, как интегральная характеристика предпосылок высокой работоспособности спортсменов: метод. пособ. – Киев: ГНИИФКИС, 1999. – 129 с.
4. Радыш И.В., Ходорович А.М., Крайушкин С.И., et al. // Hypoxia Medical J. – 2001. – Vol. 9, № 4. – P. 50–55.
5. Hermida R.C., Fernandez J.R., Ayala D.E., et al. // Chronobiol. Int. – 2001. – Vol. 3, № 3. – P. 474–489.

Radysh I.V., Polatayko Yu.A., Krayushkin S.I., Starshinov Yu.P. Peculiarities of cardiorespiratory reactions to hypoxia in different seasons // Vestnik of Volgograd State Medical University. – 2005. – № 2(14). – P. 50–52.

The article is devoted to study of seasonal changes of the parameters of cardiorespiratory system in students under the influence of hypoxia. Seasonal variation in reactivity of cardiorespiratory system are revealed under the influence of progressing hypoxia, with is shown by distinct decrease of reaction of respiration and increased reaction of the hemodynamics

in the summer. Summer activates higher aerobic reserves of the organism, in comparison with other seasons of the year.  
УДК 616.12 – 009.72; 616.13

## СТЕНОКАРДИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ

О.В. Илюхин, Е.Л. Калганова, Ю.М. Лопатин

Кафедра Кардиологии с функциональной диагностикой ФУВ ВолГМУ,  
Волгоградский областной кардиологический центр

Ухудшение эластических свойств магистральных артерий у больных атеросклерозом часто ассоциируется с высоким риском сердечно-сосудистых событий, в том числе и летальных исходов [6]. Известно, чем выше ригидность аорты, тем хуже субэндокардиальный кровоток, что, в свою очередь, приводит к усилению субэндокардиальной ишемии миокарда [12].

Патологические изменения эластичности и реактивности магистральных артерий у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) при коронарном атеросклерозе и разной степени тяжести стенокардии продолжают оставаться предметом активного изучения. Одним из простых методов, который может быть использован в клинической практике для определения состояния сосудистой стенки магистральных артерий, является измерение скорости пульсовой волны (СПВ).

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить изменения показателей эластичности и реактивности магистральных артерий в зависимости от распространенности атеросклеротического поражения коронарных артерий и функционального класса стенокардии у больных ИБС.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 60 больных с ИБС в возрасте от 38 до 73 лет (в среднем 57,3±1,04 лет) со стенокардией напряжения I–IV функциональных классов (ФК) и ХСН I–IV ФК (NYHA). Всем пациентам была проведена коронарная ангиография. Обязательным условием включения больных в исследование явилось наличие хотя бы одного гемодинамически значимого стеноза (не менее 75 %) коронарных артерий. Клиническая характеристика обследуемых групп представлена в табл. 1.

СПВ определяли на каротидно-радиальном и каротидно-фemorальном сегментах (мышечный тип,  $C_m$  и эластический тип артерий,  $C_e$  соответственно) по стандартной методике с помощью компьютерной системы Colson По СПВ высчитывался "активный фактор" мышечного тонуса сосудистой стенки ( $C_m/C_e$ ) и модуль упругости  $E_m$  и  $E_e$  для артерий мышечного и эластического типа соответственно [4].

Реактивность магистральных артерий мышечного типа (*a. radialis*) в ответ на усиление кровотока определяли с помощью пробы с реактивной гиперемией (РГ). Прекращение кровотока в плечевой артерии достигали с помощью увеличения давления в манжетке манометра для измерения АД на 50 мм рт. ст. выше исходного систолического АД в течение 3 минут. СПВ определяли сразу после восстановления кровотока на участке *a. carotis* – *a. radialis* в течение первых 15–20 секунд с последующим измерением через 3 минуты. Результаты считались объективными при коэффициенте репрезентативности не менее 0,890 и коэффициенте повторяемости 0,935 [1].

Таблица 1

Клиническая характеристика групп больных ИБС в зависимости от функционального класса стенокардии

Параметры	ФК I	ФК II	ФК III–IV (3,2)
Кол-во больных	18	22	20
Возраст, лет	54,7±2,66	56±1,6	57,9±1,6
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	29,37±1,04	28,6±0,57	27,1±0,67
САД, мм рт.ст.	123,9±3,32	122,4±3	121±4
ДАД, мм рт.ст.	83,21±1,9	80±1,5	75±2
АД ср., мм рт.ст.	99,01±2,1	97,7±2,1	94±2,5
ЧСС, уд./мин	64,7±2,17	62±0,7	65±1
ФК ХСН по NYHA	1,4±0,1	2±0,1*	2,3±0,2*
ФВ, %	54,4±1,8	49±2,1	44±3,1*
ПЖ, мм	24,1±1,4	25,7±0,67	25±1
КДР ЛЖ, мм	53,9±1,4	51,1±1,1	55,8±2
КСР ЛЖ, мм	38,4±1,8	36,2±1,1	41±2,1
МЖП, мм	10,03±0,45	10±0,26	10±0,4
ЗСЛЖ, мм	9,39±0,52	9,4±0,3	10±0,3
ЛП, мм	41,9±1,8	41±1,1	44±2,1
ПП, мм	37,45±0,9	36,68±0,7	40±1,2

Примечание. ИМТ – индекс массы тела; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; АД ср. – среднее артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; ФК ХСН – функциональный класс хронической сердечной недостаточности; ФВ – фракция выброса; ПЖ – правый желудочек; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка;