

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ АДАПТАЦИИ

В статье приводятся результаты исследований процесса адаптации иностранных студентов из различных регионов мира к условиям средней полосы России, а также оценка функционального состояния кардиореспираторной системы у групп обследованных на разных стадиях адаптации и в условиях измененной газовой среды. Анализ результатов комплексных исследований позволил дать оценку функциональным резервам и степени напряжения регуляторных механизмов интегративной деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у иностранных студентов.

Введение

Высокая миграционная подвижность населения, освоение новых обширных территорий с суровыми природно-климатическими условиями, процессы урбанизации и другие социальные преобразования существенно меняют характер взаимодействия человека с окружающей средой. В результате этого поддерживается постоянное напряжение физиологических систем, и таким образом возникает дисгармония между биологической природой человека и средой обитания.

Перемещение человека из одной экологической среды обитания в другую сопровождается различными перестройками в организме, приводит к «напряжению» определенных функциональных и гомеостатических систем, что сказывается на его здоровье и работоспособности. Чем более выражена контрастность между климатическими условиями места постоянного проживания и климатическими условиями места временного жительства, тем большая нагрузка падает на физиологические системы и организм в целом [1].

В связи с актуальностью этой проблемы была проведена серия исследований, целью которых явилось изучение процесса адаптации иностранных студентов из различных регионов мира к условиям средней полосы России, а также оценка функционального состояния кардиореспираторной системы у групп обследованных на разных стадиях адаптации и в условиях измененной газовой среды. В рамках этой задачи была изучена сравнительная характеристика функциональных резервов кардиореспираторной системы у жителей различных регионов мира, были выявлены взаимосвязи между показателями сердечной деятельности, дыхания и газообмена в острый период адаптации в условиях измененной газовой среды, были определены функциональные резервы кардиореспираторной системы у иностран-

ных студентов при адаптации к условиям средней полосы России.

Материал и методы исследования

Для решения поставленной задачи было обследовано 250 человек: практически здоровые юноши и девушки без отклонений со стороны сердечно-сосудистой системы и системы дыхания. Возрастной интервал – 20 – 23 года. Были сформированы три группы. Первая группа включала в себя юношей и девушек, постоянно проживающих в средней полосе России. Вторая – прибывших из различных регионов мира и живущих в средней полосе России от одного до трех месяцев. Третья – прибывших из различных регионов мира и живущих в средней полосе России более одного года.

У всех обследуемых производились антропометрические измерения (рост, масса тела, объемы грудной клетки, запястья, голени и т. д.), регистрация показателей внешнего дыхания, запись ритмокардиограммы осуществлялась в положении лежа (в покое) в течение пяти минут.

Антропометрические показатели измеряли по Международным стандартам, одобренным Комитетом по стандартизации тестов физической пригодности.

Показатели, характеризующие состояние системы внешнего дыхания, фиксировались с помощью прибора «Pneumoscrin-2» с регистрацией основных объемных и скоростных параметров дыхания. Проводились тесты «flow-volume» (поток-объем) и spirometry (спирометрия). При спирометрии производилось измерение объема вдоха и выдоха, частоты дыхания при нормальном дыхании. Фиксировались следующие показатели: ЧД – частота дыхания; ДО – дыхательный объем; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ – объем форсированного выдоха, РОвд – резервный объем вдоха; РОвд – резервный объем выдоха; ПОС – пиковая объемная скорость, МОС – максимальная объем-

ная скорость (25 – крупные бронхи, 50 – средние, 75 – мелкие);

МТБ – минимальное транзитное время; АЕХ – площадь под кривой форсированного выдоха.

Запись ритмокардиограммы осуществлялась с помощью прибора «Ритмокардиоскоп РКС-01». В каждом конкретном случае регистрировалось не менее 120-150 кардиоциклов с последующей математической обработкой динамического ряда R-R интервалов. При анализе сердечного ритма определялись различные статистические показатели: ЧСС – частота сердечных сокращений; М – математическое ожидание R-R интервалов; Е – среднее квадратическое отклонение значений динамического ряда кардиоинтервалов; V – коэффициент вариации; As – асимметрия;

Ex – эксцесс; Мо – наиболее часто встречающийся кардиоинтервал; DX – разница между максимальным и минимальным значением кардиоинтервалов;

ИВР – индекс вегетативного равновесия; ПАПР – показатель активности процессов регуляции; ВПР – вегетативный показатель реагирования; RI – значение автокорреляционной функции на первом сдвиге;

R – порядковый номер сдвига, на котором автокорреляционная функция стала отрицательной; s0 – значение спектра на нулевой частоте; sd – амплитуда дыхательных волн; MB1 – амплитуда медленных волн первого порядка; MB2 – амплитуда медленных волн второго порядка; ИЦ – индекс централизации; HR

– частота пульса, SDNN – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов; АМо – амплитуда моды; RMSSD – квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов;

rNN50 – число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве; SI – стресс-индекс.

Полученный экспериментальный материал был сведен в электронные таблицы и обработан статистически с использованием программы «Microsoft Excel XP». Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента.

Для более детальной сравнительной оценки резервов кардиореспираторной системы каждая группа обследованных была разделена на две подгруппы (1а, 1б, 2а, 2б, 3а, 3б) по половой принадлежности: в подгруппу «а» вошли девушки, а в подгруппу «б» – юноши.

Многочисленные литературные данные [2, 4, 6, 8] указывают на то, что гиперкапния в физиологических концентрациях оказывает спазмолитическое действие, увеличивает количество диссоциированного оксигемоглобина и повышает буферную систему организма, способствует улучшению кровотока и утилизации кислорода и соответственно полноте и интенсивности обмена веществ и энергии. Это позволяет предположить, что использование гиперкапнии с умеренной гипоксической стимуляцией значительно усиливает динамику адаптационных процессов.

С целью изучения реакции кардиореспираторной системы на различных этапах адаптации в условиях измененной газовой среды обследуемые (проживающие в условиях средней полосы России от одного до трех месяцев) проходили тренировочный курс с использованием гиперкапникатора ТДИ-02 в качестве функциональной нагрузки. Это устройство позволяет реализовать метод «возвратного дыхания» при сочетании воздействию на обследуемых дозированной гипоксии и гиперкапнии. Длительность тренировочного курса составляла 14 дней, продолжительность одного сеанса – 20 минут.

Результаты исследования

Результаты проведенных исследований функции внешнего дыхания обследуемых представлены в табл. 1.

В результате анализа данных, полученных с помощью компьютерной спирометрии, было выявлено, что в острый период адаптации у обследуемых юношей происходило достоверное увеличение частоты дыхания на фоне значительного снижения дыхательного объема. У обследуемых второй группы также было выявлено достоверное снижение ФЖЕЛ, при этом наблюдалось расхождение в динамике показателя РОвд между подгруппами обследуемых 2а и 2б: у девушек в острый период адаптации значения этого показателя увеличились, а у юношей – значительно (в 2 раза) уменьшились. Выявленные изменения физиологических объемных показателей системы дыхания у обследуемых второй группы свидетельствуют о снижении резервных возможностей и напряжении функционирования системы дыхания, что может привести к формированию донозологических состояний [3, 7].

У обследуемых в фазе устойчивой адаптации (группа 3) достоверные изменения объемных показателей внешнего дыхания наблюда-

Таблица 1. Основные показатели компьютерной спирометрии у трех групп обследованных на различных этапах адаптации

	Девушки (а)		Юноши (б)	
	Ед.	% от должн.	Ед.	% от должн.
ЧД, цикл/мин 1 2 3	16,47 ±1,85 21,22 ±5,16 19,13 ±1,56	–	11,79 ±1,23 20,42* 3,71* 12,10±1,72	=
ДО, л/мин 1 2 3	0,62 ± 0,05 0,54 ± 0,09 0,68 ±0,11	–	0,94 ±0,12 0,58 ± 0,06* 1,09±0,17	–
ФЖЕЛ, л 1 2 3	3,81 ±0,20 2,53 ± 0,42 3,40 ±0,20	100,45 ±4,90 62,11±8,43* 83,70 ± 6,59**	5,05 ± 0,35 3,22 ±0,39 4,87 ± 0,36	98,48 ± 6,48 70,77 ± 7,24* 100,06 ±6,71
РВД,л 1 2 3	1,75 ±0,18 1,95 ±0,28 1,68 ±0,18	78,05 ± 5,32 90,00 + 5,62* 81,60 ±9,99	2,64 ±0,28 1,87±0,31 2,85 ±0,26	70,07 ± 7,78 32,50 ± 7,66* 74,44 ± 6,85
РОВЫд,л' 1 2 3	1,42 ±0,18 0,93 ±0,19 0,79 ±0,15	197,03 ±22,49 55,00 ± 17,45* 45,80 ± 16,46**	2,26 ± 0,22 1,54 ±0,20 1,78 ±0,28	146,20 ±24,58. 116,67±24,95 120,38 ±18,52
МОС 25, л/сек 1 2 3	6,85 ±0,45 6,18 ±0,96 5,51 ±0,39	101,65 ±6,16 91,67 ±6,91 85,73 ±6,47**	8,58 ±0,53 7,49 ±0,66 9,13 ±0,49	100,57 ±6,10 95,12 ± 8,64 112,86±5,65**

* – отмечены достоверные ($p < 0,05$) различия между группами 1 и 2,

** – отмечены достоверные ($p < 0,05$) различия между группами 1 и 3.

лись только у девушек. У юношей значения этих показателей были практически идентичными значениям показателей контрольной группы (группа 1). При этом значения показателя проходимости крупных бронхов у девушек (подгруппа 3а) уменьшились на 16%, а у юношей увеличились на 12%, что, вероятно, связано с особенностями женского организма [5].

Выявленные различия значений показателей внешнего дыхания у обследуемых позволяют сделать вывод о повышении степени напряжения регуляторных систем в острый период адаптации и свидетельствуют об экономизации дыхания у обследуемых в фазе устойчивой адаптации.

В связи с высокой интеграцией сердечно-сосудистой и дыхательной систем в процессе адаптации и поддержании гомеостаза организма нами также были получены данные, характеризующие динамику сердечно-сосудистой системы у обследуемых на различных этапах адаптационных процессов. Результаты статистической обработки показателей сердечного ритма у обследуемых представлены в табл. 2.

В результате анализа вариабельности сердечного ритма было выявлено повышение активности симпатического звена регуляции (АМо) у юношей в острый период (подгруппа 2б) и в фазе устойчивой адаптации (подгруппа 3б), при этом у девушек всех групп значения этого показателя оставались практически неизменными. Активность парасимпатического звена регуляции (показатель RMSSD) у обследуемых второй группы была снижена на 54% у девушек и на 53% у юношей по сравнению с контрольной группой. В фазе устойчивой адаптации у обследуемых подгруппы 3а значения этого показателя были снижены на 30%, а у обследуемых подгруппы 3б – на 28% также по сравнению с контрольной группой.

Значения показателя рNN50, отражающего степень преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим, у обследуемых в острый период адаптации (группа 2) был снижен на 45% у девушек и на 48% у юношей. У подгруппы 3а значения этого показателя были снижены на 26%, а у подгруппы 3б – на 24%.

Таблица 2. Динамика кардиоинтервалометрических статистических показателей сердечной деятельности у трех групп обследуемых на различных этапах адаптации

Показатель	Группа	Девушки (а)	Юноши (б)
HR, уд./мин	1	62,35 ± 1,95	66,15 ± 2,08
	2	72,32 ± 2,00*	78,72 ± 1,83*
	3	65,54 ± 1,99	69,14 ± 2,06
SDNN, мс	1	76,26 ± 4,37	81,04 ± 5,43
	2	52,55 ± 3,25*	55,32 ± 5,66*
	3	59,42 ± 3,21**	66,33 ± 6,45**
АМо, %	1	40,43 ± 3,11	30,99 ± 3,48
	2	40,78 ± 3,46	41,19 ± 5,01*
	3	38,02 ± 3,12	44,26 ± 3,59**
RMSSD, мс	1	50,55 ± 3,46	54,11 ± 2,96
	2	23,33 ± 2,55*	25,66 ± 2,64*
	3	35,33 ± 3,45**	38,89 ± 1,93**
pNN50, %	1	35,56 ± 2,57	38,39 ± 2,65
	2	19,66 ± 3,52*	20,07 ± 2,97*
	3	26,21 ± 3,25**	29,08 ± 3,59**
SI, ед.	1	110,63 ± 12,99	124,55 ± 13,03
	2	90,91 ± 12,84	106,57 ± 15,26
	3	104,53 ± 14,11	126,68 ± 16,91

Таким образом, результаты анализа variability сердечного ритма свидетельствуют о высоком функциональном напряжении регуляторных систем организма у студентов из различных климатогеографических регионов мира в период острой адаптации к условиям средней полосы России, которое сохранялось у них на протяжении всего первого года проживания. На этапе устойчивой адаптации это напряжение становится менее выраженным, что позволяет судить о достаточно высокой степени приспособления организма к новым условиям окружающей среды. При анализе показателей внешнего дыхания и сердечной деятельности у обследуемых на различ-

ных этапах адаптации в условиях измененной газовой среды (сочетанное воздействие дозированной гипоксии и гиперкапнии) сравнивались соответствующие их значения до и после тренировочного курса. Как видно из табл. 3, частота дыхания у обследуемых обоих полов после проведения тренировочного курса сочетанного воздействия гипоксии и гиперкапнии уменьшилась, однако достоверность различий отмечается лишь у юношей. Дыхательный объем у всех обследуемых изменился незначительно, при этом физиологическая жизненная емкость легких у девушек увеличилась на 49%, а у юношей – на 30%. Также были отмечены различия у юношей и девушек в изменении таких показателей внешнего дыхания, как резервный объем вдоха и резервный объем выдоха. У обследуемых женского пола РОвд практически не изменился, а РОвыд увеличился на 85%, в то время как у юношей РОвд увеличился на 78%, а РОвыд остался на прежних значениях. Достоверных изменений значений показателей проходимости трахеобронхиального дерева у всех обследуемых выявлено не было.

При анализе показателей сердечной деятельности было отмечено сохранение уровня функционирования системы кровообращения (показатель HR) и суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (показатель SDNN). Достоверные различия наблюдались в распределении управляющей функции между отделами вегетативной нервной системы.

Так, у обследуемых обоих полов было отмечено снижение активности симпатического звена регуляции (показатель АМо), значения этого показателя уменьшились на 18% у деву-

Таблица 3. Основные показатели компьютерной спирометрии и ритмокардиометрии у обследованных в острый период адаптации при воздействии гипоксии и гиперкапнии

Показатель	Девушки		Юноши	
	До воздействия	После воздействия	До воздействия	После воздействия
ЧД, цикл/мин	21,22 ± 5,16	14,91 ± 1,91 0,62 ± 0,14 92,60 ± 9,52*	20,42 ± 3,71 0,58 ± 0,06 70,77 ± 7,24	12,29 ± 2,23** 0,81 ± 0,24 92,43 ± 10,95**
ДО, л/мин	90,00 ± 5,62 55,00 ± 17,45 91,67 ± 6,91	91,78 ± 4,67 102,2 ± 8,13* 78,66 ± 7,41	32,50 ± 7,66 116,67 ± 24,95 95,12 ± 8,64	57,93 ± 4,15** 114,25 ± 7,36 106,47 ± 8,28
ФЖЕЛ, % от должн. РО вд, % от должн. РО выд, % от должн. МОС25, % от должн.	72,32 ± 2,00 52,55 ± 3,25 40,78 ± 3,46 23,33 ± 2,55 19,66 ± 3,52	68,56 ± 2,54 51,76 ± 3,46 33,40 ± 2,34* 36,76 ± 2,18* 27,56 ± 2,93*	78,72 ± 1,83 55,32 ± 5,66 41,19 ± 5,01 25,66 ± 2,64 20,07 ± 2,97	77,38 ± 1,87 49,98 ± 2,87 21,33 ± 3,16** 40,12 ± 2,38** 31,79 ± 3,82***
HR, уд./мин SDNN, мс АМо, % RMSSD, мс pNN50, %	90,91 ± 12,84	68,67 ± 10,31	106,57 ± 15,26	72,34 ± 8,95**

* – отмечены достоверные (p < 0,05) различия между подгруппами 2.1 а и 2.2а;

** – отмечены достоверные (p < 0,05) различия между подгруппами 2.1 б и 2.2б.

шек и на 48% у юношей. Одновременно выросла активность парасимпатического звена регуляции (показатель RMSSD). У обследуемых женского пола значения этого показателя увеличились на 58%, а у юношей – на 56%. Такая динамика также отмечается у показателя рNN50, отражающего степень преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим. Значения этого показателя увеличились на 40% у девушек и на 58% у юношей.

Значения показателя стресс-индекс (SI), отражающего общий уровень напряжения регуляторных систем, у обеих групп обследуемых уменьшились, однако достоверность различий отмечается только у юношей (32%).

В результате анализа динамики показателей кардиореспираторной системы у обследуемых на различных этапах адаптации в условиях измененной газовой среды было установлено, что сочетанное тренировочное действие дозированной гипоксии и гиперкапнии способствует снижению нагрузок на функциональные системы организма и содействует смягчению процессов адаптации лиц из раз-

личных регионов мира к условиям средней полосы России.

Таким образом, анализ результатов комплексных исследований позволил дать оценку функциональным резервам и степени напряжения регуляторных механизмов интегративной деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Динамика параметров этих жизненно-важных систем является своеобразным индикатором компенсаторно-приспособительной деятельности организма, позволяющим оценивать его исходный функциональный уровень и адаптивные возможности [1].

Проведенные исследования открыли широкие перспективы для более глубокого изучения адаптационных процессов людей из контрастных климатических регионов и различных этнических групп. Установка закономерности динамики кардиореспираторной системы у иностранных студентов, прибывших из различных регионов с жарким и умеренным климатом, в зависимости от их этнической принадлежности представляет значительный интерес для дальнейших исследований.

Список использованной литературы:

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. — Ставрополь: Изд-во СГУ, 2000. — 204 с.
2. Агаджанян Н. А., Елфимов А. И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. — М.: Медицина, 1986. — 272 с.
3. Агаджанян Н. А., Ермакова Н. В. Экологический портрет человека на Севере. — М.: Крук, 1997. — 280 с.
4. Агаджанян Н. А., Нефедьев В. В. Классификация гипоксии, гипогиперкапнии и информационно-обучающая система контроля знаний // Вестник новых медицинских технологий. — 2002. — Т. 9, №2. — С. 72—75.
5. Агаджанян Н. А., Радыш И. В., Краюшкин С. И. Хроноструктура репродуктивной функции. — М.: Крук, 1998. — 258 с.
6. Ермакова Н. В. Особенности адаптации иностранных студентов из различных регионов мира к условиям Москвы // Материалы III конференции научно-учебного центра «Применение физико-химических методов исследования в науке и технике». Москва. 20—28 февр. 1990 г. — М., 1990. — С. 51.
7. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. — Новосибирск: Наука, 1980. — 192 с.
8. Саноцкая Н. В. Влияние углекислоты на напряжение кислорода в мозге и скелетной мышце при острой гипоксии // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 1962. — С. 46—54.