

Н.В. Ермакова

Особенности адаптивных реакций студентов из горных и равнинных районов Латинской Америки к условиям средней полосы России

Провели сравнительное исследование функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем практически здоровых студентов (мужчин) в возрасте от 19 до 22 лет, жителей горных и равнинных районов Латинской Америки при их адаптации к условиям средней полосы России. Нами было установлено, что имеются достоверные различия в функциональном состоянии кардиореспираторной системы у студентов из горных и равнинных районов. Так, для представителей горных регионов Латинской Америки были характерны более высокие значения жизненной емкости легких (ЖЕЛ), проходимости крупных и средних бронхов, ударного объема, меньшие показатели частоты сердечных сокращений, систолического артериального давления, индекса напряжения миокарда, но более высокий коэффициент эффективности миокарда, чем у жителей равнины. Существенные отличия наблюдались и во взаимосвязи различных показателей. У жителей равнины отмечались достоверные корреляционные связи между проходимостью мелких бронхов и показателями сердечно-сосудистой системы. У жителей горных регионов практически любой из показателей проходимости бронхов достоверно коррелировал с ЖЕЛ, но не коррелировал с показателями гемодинамики.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение физиологических механизмов адаптации организма человека к новым климатогеографическим, производственным и социальным условиям продолжает оставаться одной из важнейших медико-биологических проблем. Большинство иностранных студентов, приезжающих на учебу в Россию, являются жителями субтропических и тропических поясов. Приезжая в Москву, они сталкиваются с более холодным климатом, непривычной экологической обстановкой. Более всего воздействию окружающей среды подвержены легкие, так как именно дыхательные пути и альвеолы имеют наибольшую среди всех тканей организма поверхность контакта с окружающей средой [8]. Видимо это и

создает необходимость идеального соответствия структуры и функции легких окружающим условиям, о чем свидетельствуют многочисленные исследования системы внешнего дыхания у жителей высокогорья, северных и южных регионов нашей планеты [1, 5 – 7, 9, 11, 12]. Известно, что парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе оказывает значительное влияние на структуру и функции легких [4]. Сердечно-сосудистая система является универсальным индикатором функциональных резервов и компенсаторно-приспособительных реакций организма, в том числе и при адаптации к новым условиям среды обитания. В связи с этим целью нашего исследования было сравнительное изучение адаптивных реакций дыхательной и сердечно-сосудистой сис-

тем у латиноамериканских студентов – жителей горных районов и равнин при их адаптации к условиям средней полосы России.

МЕТОДИКА

Обследованы 210 практически здоровых студентов (мужчин) Российского университета дружбы народов из стран Латинской Америки в возрасте от 19 до 22 лет. В соответствии с целью исследования были сформированы две группы обследуемых: жители экваториальных, равнинных, прибрежных районов из Никарагуа, Панамы и Венесуэлы (I группа) и жители высокогорных континентальных районов из Боливии, Перу и Колумбии (II группа).

Функцию внешнего дыхания и бронхиальную проходимость исследовали на пневмотахометре “Pnevoskrin-2” фирмы “Erich Eager”. Функцию сердечно-сосудистой системы оценивали с помощью импедансной тетраполярной реографии с использованием реоплетизмографа РПГ –02 с регистрацией показателей на мингографе М – 34 (“Siemens-Elerna”) и электрокардиографе ЭК1 ТО 3М. Артериальное давление измеряли методом Короткова. Физиологическую оценку функционального состояния внешнего дыхания, бронхиальной проходимости и сердечно-сосудистой системы проводили на основании анализа общепринятых показателей: частоты дыхания (ЧД), дыхательного объема (ДО), минутного объема дыхания (МОД), жизненной емкости легких (ЖЕЛ), показателей максимальной скорости выдыхаемого воздуха при наполнении легких на 75% (FEF_{75}), 50% (FEF_{50}), 25% (FEF_{25}), а также скорости потока выдыхаемого воздуха средней порции выдоха ($FEF_{25/75}$) при опорожнении легких от 25 до 75% их объема и конечной порции ($FEF_{75/85}$), при опорожнении легких от 75 до 85% их объема (FEF_{75} свидетельствует о проходимости

трахеи и крупных бронхов; FEF_{50} и $FEF_{25/75}$ – о проходимости средних бронхов; FEF_{25} и $FEF_{75/85}$ – о проходимости мелких бронхов); частоты сердечных сокращений (ЧСС); систолического (АДс), диастолического (АДд) и среднего (АДср) артериального давления; ударного объема с сердца (УО); минутного объема кровообращения (МОК); индекса напряжения миокарда (ИНМ); показателя внешней работы миокарда (ВРМ) критерия эффективности миокарда (КЭМ). Изучали также основные антропометрические характеристики: рост, массу и площадь поверхности тела.

Экспериментальный материал обработан методами вариационной статистики с использованием современных средств вычислительной техники.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования было установлено, что имеются достоверные различия в функциональном состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов из горных и равнинных районов Латинской Америки. Прежде чем перейти к анализу показателей, характеризующих функции дыхания и кровообращения, следует отметить, что студенты этих двух групп несколько отличались и по основным антропометрическим показателям. Так, самые высокие значения роста, массы и площади поверхности тела наблюдались у латиноамериканцев-горцев (табл.1). Как известно, лица с большей массой имеют меньшие значения отношения площади поверхности тела к массе, отражающего величину удельной теплорегулирующей поверхности. Выявленные нами меньшие значения этого соотношения в соответствии с большей массой тела у студентов II группы могут быть связаны с более прохладным климатом горных районов Латинской Америки по сравнению с жарким и влажным климатом равнинных регионов

Таблица 1. Основные антропометрические характеристики обследуемого контингента

Группы обследуемых	Рост, см	Масса тела, кг	Площадь поверхности тела, м ²
I группа (Панама, Никарагуа, Венесуэлла)	169,4±0,9	58,4±1,4	1,65±0,01
II группа (Боливия, Перу, Колумбия)	173,0±2,1	64,0±2,1	1,75±0,03

(I группа). Сравнительные результаты показателей внешнего дыхания и ЖЕЛ представлены в табл. 2. Так, для представителей горных регионов (I группа) были характерны более высокие значения ЖЕЛ, чем у жителей равнин. Легочная вентиляция была больше у студентов (I группы), чем у студентов II группы, но в то же время в обеих группах она была выше среднеевропейских должных величин.

В наших исследованиях были прослежены корреляционные связи между основными антропометрическими характеристиками и функциональными показателями внешнего дыхания. Так, у представителей горных районов Латинской Америки была выявлена достоверная корреляционная зависимость между массой тела и ДО ($r=0,61$), а также ростом и ДО ($r=0,55$). Выявленные корреляционные зависимости позволяют предположить, что в условиях сниженного парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, что наблюдается в горных районах, имеются более жесткие требования к системе дыхания и кислородтранспортной системе в целом, что отражается на формировании легких в онтогенезе и проявляется в сильных корреляционных связях между антропометрическими показателями и парамет-

рами, характеризующими систему дыхания. Отсутствие таких повышенных требований со стороны внешней среды к легким и кислородтранспортной системе у жителей равнин приводит к увеличению степеней свободы в формировании системы дыхания в онтогенезе, что находит отражение в отсутствии корреляционных связей между показателями внешнего дыхания и антропометрическими характеристиками.

Сравнительное исследование проходимости различных отделов бронхиального дерева показало, что проходимость крупных бронхов была выше среднеевропейских должных значений в обеих группах обследуемых, особенно у студентов из горных районов Латинской Америки. Проходимость средних бронхов у студентов – жителей равнинных районов соответствовала должным величинам, у студентов горных районов – превышала их. Проходимость мелких бронхов соответствовала должным значениям в обеих группах (табл.3). При изучении корреляционных связей между ЖЕЛ и показателями проходимости различных отделов бронхиального дерева у студентов горных районов были выявлены достоверные коэффициенты корреляции между ЖЕЛ и про-

Таблица 2. Показатели жизненной емкости легких и легочной вентиляции у студентов из равнинных (I группа) и горных (II группа) районов Латинской Америки

Показатель	I группа	II группа
Жизненная емкость легких, л	4,71±0,12	5,64±0,21
Частота дыхания, мин ⁻¹	18,0±1,03	3,6±1,12
Дыхательный объем, мл	0,80±0,06	0,95±0,08
Минутный объем дыхания, л/мин	14,01±1,16	12,34±1,01

Таблица 3. Показатели проходимости крупных (FEF₇₅), средних (FEF₅₀, FEF_{25/75}) и мелких (FEF₂₅, FEF_{75/85}) бронхов у студентов из равнинных (I группа) и горных (II группа) районов Латинской Америки

Показатель	I группа	II группа
FEF ₇₅	8,20 ± 0,24	9,33 ± 0,43
FEF ₅₀	5,24 ± 0,17	6,10 ± 0,32
FEF ₂₅	2,75 ± 0,11	3,00 ± 0,11
FEF _{25/75}	4,84 ± 0,13	5,41 ± 0,24
FEF _{75/85}	2,25 ± 0,11	2,23 ± 0,09

ходимостью крупных ($r=0,51$), средних ($r=0,74$) и мелких бронхов ($r=0,65$). У жителей равнины была отмечена достоверная положительная корреляционная связь только между ЖЕЛ и проходимостью крупных бронхов ($r=0,51$).

Изучение функциональных показателей сердечно-сосудистой системы выявило также некоторые различия в двух группах обследуемых. Для представителей горных районов были характерны более низкие значения ЧСС и АДс и самые высокие значения УО (табл.4). Сравнительное преобладание значений УО у об-

следуемых II группы является одной из характерных особенностей адаптивных сдвигов, наблюдаемых у коренных жителей горных областей [1, 2]. Следует отметить тот факт, что у обследуемых II группы отмечены самые низкие значения ИНМ, что косвенно характеризует более низкое потребление кислорода миокардом [3]. И действительно, по данным Moret [14] у горцев потребление кислорода снижено на 30% и уменьшен коронарный кровоток. Однако, несмотря на это, оксигенация миокарда представляется адекватной, так как у них не выявляется существенных изменений его окислительно-восстановительного состояния. Адаптация ткани миокарда к хронической гипоксии по мнению разных авторов может происходить несколькими путями: усилением анаэробного гликолиза, повышением активности некоторых ферментов (например, молочной дегидрогеназы) в ткани миокарда и увеличением содержания миоглобина в сердце [9], способностью усиленно утилизировать молочную кислоту, что связано с повышенной активностью ДПН-Н-оксидазной системы и пиридиннуклеотидов [15], повышенной активностью митохондриальной цитохромоксидазы в сердечной мышце [13], значительным увеличением

Таблица 4. Некоторые показатели сердечно-сосудистой системы у студентов из равнинных (I группа) и горных (II группа) районов Латинской Америки

Показатель	I группа	II группа
Частота сердечных сокращений, мин ⁻¹	73,0 ± 2,1	65,3 ± 1,8
Ударный объем, мл	60,3 ± 5,04	84,9 ± 5,68
Минутный объем кровообращения, л	4,37 ± 0,35	5,48 ± 0,39
Артериальное давление, мм рт.ст.		
систолическое	118,0 ± 1,6	111,4 ± 2,4
диастолическое	76,4 ± 1,4	66,2 ± 1,2
среднее	89,2 ± 0,56	80,6 ± 0,47
Индекс напряжения миокарда, ед.	8,61 ± 0,32	7,21 ± 0,34
Внешняя работа миокарда, ед.	5,42 ± 0,39	6,87 ± 0,41
Критерий эффективности миокарда, ед.	0,63 ± 0,04	0,95 ± 0,07

васкуляризации миокарда у жителей высокогорья [10]. Поэтому представляется закономерным выявленный нами у латиноамериканцев горных районов самый высокий КЭМ.

Изучение корреляционных связей между проходимостью мелких бронхов и показателями сердечно-сосудистой системы показало, что у жителей равнины отмечались достоверные корреляционные связи между проходимостью мелких бронхов и АДд, ИНМ, ЧСС ($r = 0,34; 0,37; 0,35$ соответственно при $P < 0,05$). У жителей гор ни АДд, ни ИНМ и ЧСС не коррелировали с проходимостью мелких бронхов.

Таким образом, у жителей равнины проходимостью мелких бронхов в большей степени связана с функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы, чем у жителей гор, у которых просвет мелких бронхов сохраняет достаточную автономию. Все это свидетельствует в пользу того факта, что внешние воздействия различного генеза, например, холодный воздух, могут быть компенсированы у горцев уже на стадии внутрилегочных взаимодействий без фактического привлечения сердечно-сосудистой системы. У жителей равнины в силу отсутствия достаточного уровня интеграции внутрилегочных механизмов состояние бронхиального дерева и, особенно, его нижних отделов тесно связано с функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. Есть основание полагать, что у представителей горных районов Латинской Америки относительная самостоятельность отдельных физиологических систем позволит избежать в значительной мере отрицательных эффектов адаптации к холодному климату, а также хронических заболеваний легких, связанных с сосудистыми и бронхоспастическими реакциями на действие холода.

N. V. Ermakova

SPECIFIC FEATURES OF THE ADAPTIVE REACTIONS OF THE STUDENTS FROM MOUNTAIN AND PLAIN REGIONS OF LATIN AMERICA IN CONDITIONS OF MIDDLE RUSSIA

This article contains results of the comparative study of the functional state of respiratory and cardiovascular systems of almost healthy students (man) of age 19-22, inhabitants of mountain and plain regions of Latin America during their adaptation to the conditions of middle Russia.

We have established that there are reliable distinctions in the functional state of cardio-respiratory system of students from mountain and plain regions of Latin America. So for representatives of mountain regions of LA were typical higher indicators of vital capacity, permeability of large and medium bronchial tubes, stroke volume, lower indicators of heart rate, systolic arterial pressure, myocard tension index, but higher coefficient of myocard efficiency than for inhabitants the plain. Considerable distinctions have been observed also in the intercommunication between different indicators. There have been marked considerable correlation connections between small bronchial tubes permeability and cardiovascular system indicators for plain inhabitants. For mountain regions inhabitants almost every indicator of bronchial tubes permeability correlate reliably with vital capacity, but didn't correlate with hemodynamics indicators.

Russian Peoples' Friendship University, Moscow

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А., Миррахимов М.М. Горы и резистентность организма. – М.: Наука, 1979. – 184 с.
2. Агаджанян Н.А. Высокогорье. – В кн.: Физиология кровообращения: регуляция кровообращения (Руководство по физиологии). – Л.: Наука, 1986. – С.458 – 479.
3. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1979. – 192 с.
4. Колчинская А.З. Дыхание при гипоксии. – В кн.: Физиология дыхания. – СПб.: Наука, 1994. – С.589 – 623.
5. Куликов В.Ю., Ким Л.Б. Кислородный режим при адаптации человека на Крайнем Севере. – Новосибирск: Наука, 1987. – 157 с.
6. Миррахимов М.М. Биологические и физиологические особенности коренных жителей высокогорья Тянь-Шаня и Памира. – В кн.: Биология жителей высокогорья. – М.: Мир, 1981. – С.329 – 348.
7. Северин А.Е. Эколого-физиологическое обоснование особенностей адаптации человека в жарких климато-географических регионах: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1996. – 32 с.
8. Чучалин А.Г. Современные подходы к лечению бронхиальной астмы //Клин. фармакология и терапия. – 1993. – № 1. – С.17 – 22.

9. Altland P.D., Brubach H.F., Parker M.G., Highman B. Blood gases and acidbase values off unanesthetised rats exposed to hypoxia // Amer. J. Phphysiol. – 1976. – 212. – P. 141 – 148.
10. Arias-Stella J., Topilsky M. Anatomy of coronary circulation at high altitude. – In: High Altitude Physiology : Cardiac and respiratory aspects. – Edinburgh – London, 1971. – P. 149 – 154.
11. Frisancho A.R., Velasques T., Sanchez J. Influence of developmental adaptation on lung function at high altitude //Human Biol. – 1973. – 45, № 1. – P. 583 – 594.
12. Houston C. Going high: The story of man and altitude. – New York, 1980. – 211 p.
13. McGrath J.J., Bullard R.W. Altered myocardial performance in to anoxia after high-altitude exposure //J. Appl. Physiol. – 1968. – 25, № 6. – P. 761 – 764.
14. Moret P.R. Coronary blood flow and metabolism in man at high altitude //High altitude physiology : Cardiac and respiratory aspects.- Edinburgh – London, 1971. – P. 131 – 144.
15. Reynafarie B., Velassques T. Metabolic and physiological aspects of exercise at high altitude : Kinetics of blood lactate, oxygen consumption and oxygen debit during exercise and recovery breathing air //Fed. Proc. – 1966. – 25, № 4. – P.1427 – 1434.

Рос. ун-т дружбы народов, Москва