

УДК [612.22:612.017.2](470.1/.2)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕГОЧНОГО ГАЗООБМЕНА И ОЦЕНКА ЕГО ЭКОНОМИЧНОСТИ У НОВОСЕЛОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА НА СТАДИИ АДАПТИВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

© 2009 г. А. Б. Гудков, О. Н. Попова

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Уникальные природные богатства Севера определяют не только современное состояние этих регионов, но и перспективы дальнейшего экономического роста всей России. Освоение северных регионов требует привлечения высококвалифицированных кадров из других климатических зон Российской Федерации. Суровые природно-климатические условия Севера вызывают у новоселов напряжение многих функциональных систем организма. Несмотря на очевидный и значительный прогресс систем жизнеобеспечения, защищающих от неблагоприятных климатических условий Севера, до сих пор самой уязвимой системой организма остается дыхательная система. Как и прежде, органы дыхания полностью открыты для действия неблагоприятных факторов Севера.

При этом успешность или неуспешность всего процесса адаптации решающим образом определяется характером и исходом приспособительных реакций организма новосела в первую и самую сложную стадию — стадию адаптивного напряжения в первые два — шесть месяцев после переезда на Север. Поэтому установление характера некоторых приспособительных реакций системы дыхания, направленных на уравнивание с внешней средой, на стадии адаптивного напряжения у новоселов Европейского Севера имеет важное научное и практическое значение в рамках развития северной медицины и ее специального раздела — северной пульмонологии.

Методы исследования

Для решения поставленной задачи под наблюдение были взяты 36 мужчин 18–20 лет, приехавших на Европейский Север из южных регионов РФ (Краснодарский край). Ежемесячно с декабря по апрель (5 раз) новоселы проходили спирографическое исследование при помощи спирографа СГ-2. Исследование проводилось в первой половине дня, через 1,5–2 часа после принятия пищи и 20-минутного отдыха в условиях температурного комфорта и относительного покоя. Все показатели регистрировались в положении сидя. Отбирался выдыхаемый воздух, анализировался его состав газоанализаторами ПГА-КМ и ПГА-ДУМ для последующего расчета показателей газообмена, которые приводились к системе STPD.

В выдыхаемом воздухе определялось содержание кислорода (FeO_2), углекислого газа (FeCO_2), рассчитывалось потребление кислорода (PO_2), относительное потребление кислорода ($\text{PO}_2/\text{кг}$), минутное выделение углекислого газа (BCO_2), коэффициент использования кислорода (КИO_2), кислородный эффект одного дыхательного ($\text{O}_{2\text{RC}}$) и одного сердечного ($\text{O}_{2\text{CC}}$) циклов.

Обследование новоселов осуществлялось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609 ЕС).

Проведено динамическое обследование 36 мужчин 18–20 лет, приехавших на Европейский Север из южных регионов Российской Федерации. Ежемесячно в течение пяти месяцев осуществлялось спирографическое исследование и анализировался состав выдыхаемого воздуха. Рассчитывались показатели легочного газообмена и экономичность кислородных режимов. Установлено, что первые два месяца пребывания новоселов на Севере характеризуются повышенными величинами потребления кислорода, достаточно эффективной вентиляцией и газообменом и сниженной экономичностью одного дыхательного и одного сердечного циклов. В конце стадии адаптивного напряжения (4–5 месяцы) пребывания на Севере у новоселов снижается эффективность вентиляции и газообмена, появляются признаки гипометаболизма, а экономичность кислородных режимов возрастает.

Ключевые слова: Европейский Север, новоселы, стадия адаптивного напряжения, внешнее дыхание, легочной газообмен.

Анализ результатов исследования проводился с помощью статистического пакета SPSS 15.0 [1]. Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась при помощи теста Шапиро — Уилка. Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным *0,05; **0,01; ***0,001.

Результаты и их обсуждение

Переезд на Европейский Север вызвал у новоселов значительные изменения со стороны показателей легочного газообмена (таблица).

Важным показателем, характеризующим обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров, является PO_2 . Анализ полученных результатов показал, что как абсолютные, так и относительные величины PO_2 в первые два месяца наблюдения превышали должные значения ($p < 0,001$) (рис. 1). Поскольку показатель PO_2 отражает не столько состояние внешнего дыхания, сколько особенности обменных процессов в организме [5], можно заключить, что у новоселов Севера первые два месяца характеризуются значительной интенсификацией окислительного метаболизма.

Повышенная потребность в кислороде в этот период обеспечивается сочетанием достаточно эффективной вентиляции и газообмена, на что указывает величина KIO_2 , которая, как известно, зависит от условий диффузии кислорода, объема альвеолярной вентиляции и совершенства координации между легочной вентиляцией и кровообращением в малом круге.

Однако 3, 4 и 5-й месяцы пребывания переехавших на Север мужчин характеризовались тем, что у них произошло снижение величины как PO_2 , так и PO_2/kg по отношению к должным. Однонаправленные изменения этих показателей указывают на то, что подобные изменения не связаны с динамикой массы тела обследованных. Пониженный уровень потребления кислорода в покое (ниже 85 % от должного) предложено обозначать как состояние гипометаболизма [3]. Феномен гипометаболизма у северян подробно проанализирован О. В. Гришиным [2], который установил, что по мере увеличения продолжительности проживания на Севере встречаемость гипометаболизма у рабочих-строителей в

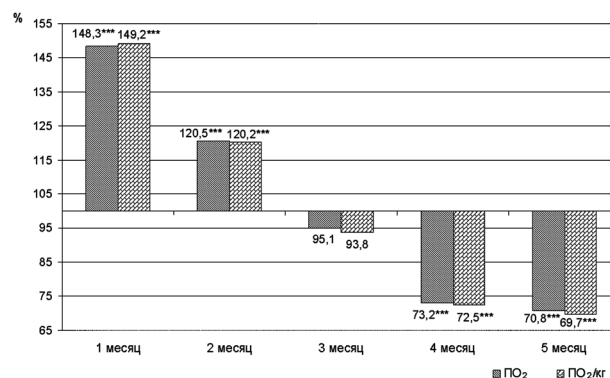


Рис. 1. Динамика потребления кислорода у новоселов Европейского Севера на стадии адаптивного напряжения

Примечания: за 100 % принята должная величина; *** — $p < 0,001$ по сравнению с должной величиной.

зимнее время года возрастает в среднем на 4 % в год на стадии устойчивой адаптации, наступающей через 4–5 лет. При этом наблюдается относительное снижение энерготрат в покое на фоне повышения эффективности газообмена.

При анализе результатов обследования мужчин установлено, что пониженное по сравнению с должными значение PO_2 на 3, 4 и 5-й месяцы сочетается у них со сниженными величинами KIO_2 , что указывает на уменьшение эффективности вентиляции легких (см. таблицу).

Примечательно, что снижение эффективности вентиляции совпадает с увеличением резевого объема выдоха ($PO_{выд}$) у новоселов на 29–35 % ($p < 0,001$) по сравнению с 1-м месяцем пребывания их на Севере, что было установлено нами ранее [4]. Можно предположить, что повышение воздушности легких, к которому привело возрастание $PO_{выд}$ и смещение уровня дыхания в инспираторную область увеличило длину пробега молекул в ацинусах, что и вызвало замедление газообмена. В связи с этим сохранение массопереноса кислорода на необходимом уровне должно обеспечиваться возрастанием минутного объема дыхания ($МОД$), что и наблюдалось у обследованных (также было установлено нами ранее [6]), поскольку меньшая утилизация кислорода в легких предполагает относительно более высокую величину легочной вентиляции по отношению к наблюдаемому в данный момент потреблению кислорода.

Показатели легочного газообмена и его экономичности у новоселов в динамике стадии адаптивного напряжения, ($M \pm s$), $n=36$

Показатель	Период наблюдения, месяц				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
PO_2 , мл/мин	378,8+160,4***	307,7+158,2**	**242,8+119,8	***186,8+106,1***	***180,9+69,9***
PO_2 , мл/мин/кг	5,73+2,46***	*4,52+2,23***	***3,48+1,66	**2,67+1,42***	***2,55+0,82***
FeO_2 , %	17,10+0,95	***18,20+0,99	***18,40+0,77	***18,80+0,78	***18,70+0,56
$FeCO_2$, %	3,44+0,74	2,79+1,15	3,52+0,41	3,30+0,52	3,47+0,26
BCO_2 , мл/мин	321,3+68,6	338,9+163,4	***421,9+155,4	366,6+145,3	*377,7+93,4
KIO_2 , мл/л	36,8+9,9	***25,6+11,6	***20,5+8,2	***16,2+7,9	***16,8+5,9
O_{2RC} , мл	23,9+10,1***	19,1+12,8	***13,5+7,57	***9,6+6,2***	***10,4+5,1**
O_{2CC} , мл	5,39+2,43***	4,39+2,37*	***3,48+1,68	***2,72+1,45***	***2,56+1,99***

Примечание. Звездочками справа обозначены достоверные отличия фактических величин от должных, слева — по сравнению с первым месяцем наблюдения: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

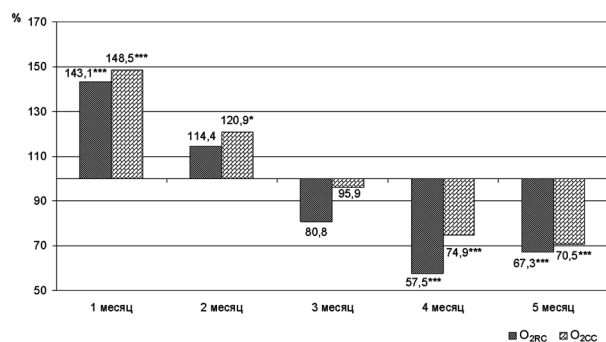


Рис. 2. Изменения показателей одного дыхательного (O_{2RC}) и одного сердечного (O_{2CC}) циклов в динамике стадии адаптивного напряжения у новоселов Европейского Севера.

Примечания: за 100 % принята должная величина; * – $p < 0,05$; *** – $p < 0,001$ по сравнению с должной величиной.

На снижение эффективности легочной вентиляции на 3, 4 и 5-й месяцы пребывания новоселов на Севере указывает косвенно также и содержание O₂ в выдыхаемом воздухе, которое в динамике 5-месячного наблюдения увеличивалось.

Содержание CO₂ в выдыхаемом воздухе в течение пяти месяцев изменилась незначительно, однако величина VCO₂ возросла за счет увеличения МОД.

Для оценки динамики экономичности кислородных режимов у новоселов проанализированы показатели O_{2RC} и O_{2CC} (рис. 2).

В первые два месяца пребывания новоселов на Севере кислородный эффект одного дыхательного и одного сердечного циклов превышали должные значения ($p < 0,05–0,001$), что указывает на сниженную экономичность работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем, поскольку организму на выполнение одного дыхательного и одного сердечного циклов в условиях покоя требуется затрачивать большее количество энергии. Затем показатели O_{2RC} и O_{2CC} стали уменьшаться, и на 3-й месяц наблюдения их величины достигли значения должных, а на 4-й и 5-й месяцы опустились ниже должных ($p < 0,001$), что свидетельствует о возрастании экономичности кислородных режимов организма в первом звене – общей легочной вентиляции. Таким образом, при анализе показателей газообмена установлено, что в конце стадии адаптивного напряжения у новоселов Севера эффективность легочной вентиляции снижается, а экономичность кислородных режимов возрастает.

Полученные результаты динамических исследований показателей газообмена и его экономичности у новоселов Европейского Севера указывают на то, что наряду с целесообразными компенсаторно-приспособительными реакциями системы внешнего дыхания, направленными на уравнивание с внешней средой, имеются элементы скрытых функциональных нарушений. Такие скрытые функциональные нарушения являются факторами пульмонологического риска.

Список литературы

1. Бююль А. SPSS: искусство обработки информации / А. Бююль, П. Цефель. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. – 608 с.
2. Гришин О. В. Интенсивность энергетического обмена у человека в норме и при хронической патологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Гришин О. В. – Новосибирск, 2001. – 50 с.
3. Гришин О. В. Медленно развивающиеся реакции органов дыхания / О. В. Гришин, Н. В. Устюжанинова // Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология. – Новосибирск: Art-Avenue, 2006. – С. 38–40.
4. Гудков А. Б. Реакция дыхательной системы у молодых лиц при миграции на Европейский Север / А. Б. Гудков, О. Н. Попова, А. А. Небученных // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2005. – № 2(30). – С. 109–113.
5. Иржак Л. И. Потребление кислорода и энергетические затраты, связанные с применением проб Генчи и Штанге / Л. И. Иржак // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2002. – Т. 88, № 7. – С. 935–938.
6. Кубушка О. Н. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север / О. Н. Кубушка, А. Б. Гудков, Н. Ю. Лабутинов // Экология человека. – 2004. – № 5. – С. 16–18.

DESCRIPTION OF PULMONARY GAS EXCHANGE AND ASSESSMENT OF ITS EFFECTIVENESS IN NEW OCCUPANTS OF EUROPEAN NORTH AT STAGE OF ADAPTIVE STRESS

A. B. Gudkov, O. N. Popova

Northern State Medical University, Arkhangelsk

A dynamic study of 36 men at the age 18–20 who came to the European North from southern regions of the Russian Federation has been carried out. Every month during five months, a spirometric study was implemented and expiratory air composition was analyzed. Pulmonary gas exchange indices and effectiveness of oxygen conditions were estimated. It has been established that two first months of the new occupants' stay in the North were described by higher values of oxygen consumption, quite effective ventilation and gas exchange and lower effectiveness of one respiratory and one cardiac cycles. At the end of the stage of adaptive stress (4–5-th months) of their stay in the North, the new occupants had lower effectiveness of ventilation and gas exchange, signs of hypometabolism appeared and effectiveness of oxygen conditions increased.

Key words: European North, new occupants, stage of adaptive strain, external respiration, pulmonary gas exchange.

Контактная информация:

Гудков Андрей Борисович – доктор медицинских наук, профессор, директор института гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51
Тел. (8182) 21-50-93

Статья поступила 27.03.2009 г.