

## Е. В. Моисеенко ЛЕГКИЕ И ЛЕГОЧНОЕ ДЫХАНИЕ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

*Институт физиологии им. А. А. Богомольца НАН Украины, г. Киев*

### Введение

В процессе адаптации человека к антарктическим условиям существенное значение имеет функциональное состояние системы внешнего дыхания, от которого зависит эффективность поступления кислорода в организм. Поэтому, при медицинском отборе кандидатов для участия в экспедиции проводят тщательное обследование с целью исключения специфической патологии и диагностики факторов ограничения вентиляции и газообмена в легких. Климатические и бытовые условия на антарктических станциях могут провоцировать усиление нагрузки на систему внешнего дыхания, возникновение симптомов одышки невыясненной этиологии ("антарктическая одышка") и атипичных дыхательных ритмов, особенно, во время сна человека [1, 3, 6]. Возвращение из длительной антарктической экспедиции сопряжено с процессами реадaptации организма человека к привычным условиям, что наверняка отражается и на системе дыхания. Однако функциональное состояние внешнего дыхания человека после антарктических экспедиций, особенно, в отдаленном периоде, остается мало изученным.

Целью исследований было выяснение особенностей состояния легких и функции внешнего дыхания человека после возвращения из длительной антарктической экспедиции.

### Методика

Обследованы 15 мужчин в возрасте 25–50 лет, которые в течение года работали на антарктической станции "Академик Вернадский". Всем участникам экспедиции проведены обзорная рентгенография легких, бодиплетизмография (бодиплетизмограф фирмы JAEGER), спирометрия (полианализатор ПА5-02), велоэргометрия с синхронной регистрацией показателей внешнего дыхания (спирометрия), кровообращения (электрокардиография, эхокардиография), газового состава крови (микрогазоанализ). Обследование проводилось до экспедиции, на протяжении пребывания в Антарктике (жизненная емкость легких), после возвращения из экспедиции и в отдаленные сроки (через год). При обработке результатов исследований использовалась модель экспертной системы оценки функциональной системы дыхания [2].

### Результаты и обсуждение

При медицинском отборе для участия в антарктической экспедиции у 50 % зимовщиков по рентгенограммам было отмечено усиление легочного рисунка с рентгенологическими признаками хронического воспаления дыхательных путей. Однако функциональные показатели внешнего дыхания характеризовались нормативными физиологическими уровнями объемов легких и проходимости дыхательных путей, что и определило допуск к экспедиции. По данным литературы и наших исследований, в Антарктике у участников экспедиций отмечаются случаи возникновения признаков затрудненного дыхания (одышка), которые отчетливо проявляются при физической работе, передвижении по пересеченной местности, восхождении в горы [1, 3, 5]. Такие явления чаще бывают на начальных этапах адаптации, однако они могут наблюдаться и при резких изменениях метеорологической ситуации. Механизмы одышки связывают с пониженным содержанием кислорода во вдыхаемой среде, холодным раздражением дыхательных путей, затруднением дыхания при сильных порывах ветра и т.д. [3, 5]. Это дает основание предполагать, что при продолжительном влиянии антарктических факторов вентиляционные показатели легких человека могут подвергаться определенным перестройкам. В наших исследованиях было показано, что жизненная емкость легких на протяжении пребывания в Антарктике имела харак-

терную для многих экспедиций динамику в течение годичной экспедиции. С наступлением антарктической зимы жизненная емкость легких закономерно снижалась у всех зимовщиков. Как показано на рисунке 1, жизненная емкость легких оставалась на исходном уровне в течение первых месяцев зимовки (март, апрель, май, июнь), а затем устойчиво снижалась и к концу экспедиции (январь, февраль) становилась на 0,1 литра ниже начальных значений. Наиболее вероятной причиной изменений емкостных характеристик легких могут быть перестройка легочной гемодинамики и альвеолярно-перфузионных соотношений в ответ на гипоксию, для развития которой существуют предпосылки как экзогенного так и эндогенного происхождения. Этому способствуют вынужденная гиподинамия (из-за ограничения физических движений членов экспедиции в период антарктической зимы) и состояние хронического стресса (от биоритмологических перестроек, ощущения "оторванности" от цивилизации и биоактивного влияния внешних факторов), которые могут изменять процессы метаболизма, активировать оксидативные реакции, в результате чего формируются условия развития скрытых форм гипоксии [2, 4]. При этом, кислородный гомеостаз, в первую очередь, поддерживается за счет включения респираторных и гемодинамических механизмов регуляции кислородных режимов организма, что сопровождается изменениями вентиляторных характеристик легких и гемодинамики в малом круге кровообращения. Детренированность внешнего дыхания к физической нагрузке и возможное повышение давления в малом круге кровообращения при гипоксии в определенной степени могут служить объяснением выявленных изменений жизненной емкости легких у зимовщиков. С наступлением антарктической весны (сентябрь–ноябрь) по показателям жизненной емкости легких отмечалось разделение зимовщиков на две группы: с повышением показателей жизненной емкости легких до начального уровня и с сохраняющимся пониженным уровнем. Разнонаправленные изменения жизненной емкости легких во второй половине зимовки могут быть свидетельством различий адаптивных перестроек системы внешнего дыхания у зимовщиков, однако, общая тенденция к снижению жизненной емкости легких все-таки превалировала (рис. 1).

Обследование зимовщиков после возвращения из экспедиции показало уменьшение рентгенологических признаков воспалительных явлений в легких и сохранение функциональных резервов внешнего дыхания в условиях покоя. Однако при выполнении дозированной физической нагрузки (75 % от ДМПК) эффективность легочной вентиляции была несколько сниженной, "вентиляторное обеспечение" дозированной физической работы было увеличенным, что свидетельствовало о неадекватности реакции внешнего дыхания на гипоксию нагрузки (рис. 2). Модельные данные экспертной системы оценки состояния кислородных режимов организма свидетельствует о сниженных характеристиках внешнего дыхания даже в состоянии покоя. Выполнение физической работы приводило к избыточной активации легочной функции с превышением должных величин вентиляции на 15 %. При этом, напряжение кислорода артериальной крови во время нагрузки было снижено по сравнению с контрольными величинами. Кроме того, обследование зимовщиков в отдаленные периоды после экспедиции свидетельствовало об усилении рентгенологических признаков воспалительных процессов в легких у многих зимовщиков со снижением функциональных характеристик внешнего дыхания как в покое, так и при выполнении физической нагрузки. Это могло быть обусловлено падением защитной функции иммунной системы после пребывания в условиях природной "стерильности" окружающей среды, о чем свидетельствовали данные иммуно-

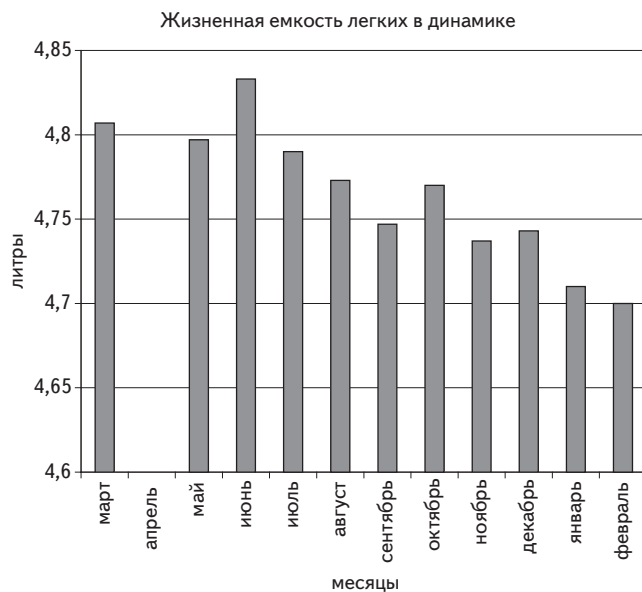


Рис. 1. Изменение жизненной ёмкости легких зимовщиков на протяжении антарктической экспедиции

логических исследований, что способствовало учащению воспалительных заболеваний дыхательных путей с возможными осложнениями и хроническими формами течения [5].

Таким образом, длительное пребывание человека в экологически чистых, но экстремальных условиях Антарктики, с одной стороны, может приводить к уменьшению рентгенологических признаков хронических воспалительных явлений в дыхательных путях и понижению параметров внешнего дыхания в покое, с другой стороны, после экспедиции вентиляторные реакции на гипоксию на грузки приобретают модифицированные формы, а в отдаленные периоды наблюдаются процессы, ухудшающие легочную функцию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Деряпа Н. Р., Давиденко В. И. Теоретические и прикладные аспекты проблемы адаптации человека в Антарктиде. // Антарктика (Москва). — 1988. — № 27 — С. 203—218.
2. Колчинская А.З., Циганова Т. Н., Остапенко Л. А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. — М.: Медицина, — 2003. — 408 с.
3. Матусов А. Л. Адаптация человека в условиях полярных экспедиций // Климат и здоровье человека. Международный симпозиум ВМО/ВОЗ/ЮНЕП, Ленинград, 22—26. сент., 1986. Тез. докл. — Л.: Гидрометеоиздат, — 1986. — С. 15—17.
4. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. — М.: Наука, — 1981. — 277 с.
5. Моисеенко Є. В. Медико-біологічні дослідження вчених України в Антарктиці. // Фізіологічний журнал. — 2003. — Т. 49, № 3, — С. 70—79.
6. Palinkas L. A., Reed H. L., Do N. Association between the polar T3 syndrome and the winter-over syndrome in Antarctica. // Antarct. J. US. — 1997. — 32, № 5. — P.112—114.

### ЛЕГКИЕ И ЛЕГОЧНОЕ ДЫХАНИЕ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

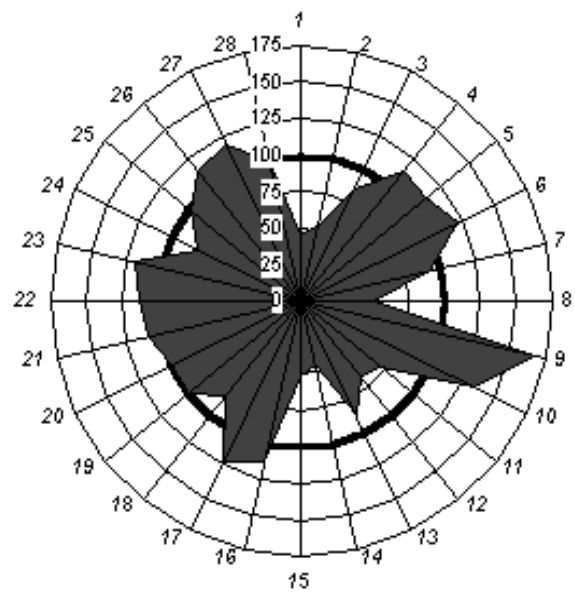
Е. В. Моисеенко

#### Резюме

Целью исследований было выяснение особенностей состояния легких и функции внешнего дыхания человека после возвращения из длительной антарктической экспедиции.

Обследованы 15 мужчин в возрасте 25—50 лет, которые в течение года работали на антарктической станции "Академик Вернадский".

Показано, что длительное пребывание человека в экологически чистых, но экстремальных условиях Антарктики, с одной сторо-



1 — минутный объём дыхания, л/мин, 2 — частота дыхания, дых./мин., 3 — дыхательный объём, л, 4 — соотношение альвеолярной вентиляции к дыхательному объёму, усл.ед., 5 — минутный объём крови, л/мин, 6 — частота сердечных сокращений, уд/мин, 7 — ударный объём, мл, 8 — вентиляционный эквивалент, усл.ед., 9 — кислородный эффект дыхательного цикла, мл, 10 — гемодинамический эквивалент, усл.ед., 11 — кислородный пульс, мл, 12 — гемоглобин, г %, 13 — потребление кислорода, мл/мин, 14 — скорость поступления кислорода в легкие, мл/мин., 15 — скорость поступления кислорода в альвеолы, мл/мин, 16 — скорость транспорта кислорода артериальной кровью, мл/мин, 17 — скорость транспорта кислорода смешанной венозной кровью, мл/мин, 18 — напряжение кислорода артериальной крови, мм рт.ст., 19 — напряжение кислорода смешанной венозной крови, мм рт.ст., 20 — содержание кислорода в артериальной крови, об. %, 21 — содержание кислорода в смешанной венозной крови, об. %, 22 — малоновый диальдегид, ммоль/л, 23 — супероксиддисмутаза, усл.ед., 24 — напряжение кислорода артериальной крови при физической нагрузке, мм рт.ст., 25 — рН крови при физической нагрузке, 26 — минутный объём дыхания при физической нагрузке, л/мин, 27 — дыхательный объём при физической нагрузке, л/мин, 28 — частота сокращений сердца при физической нагрузке, уд/мин.

Рис. 2. Модель экспертной системы оценки функциональной системы дыхания зимовщиков после экспедиции

ны, может приводить к уменьшению рентгенологических признаков хронических воспалительных явлений в дыхательных путях и понижению параметров внешнего дыхания в покое, с другой стороны, после экспедиции вентиляторные реакции на гипоксию на грузки приобретают модифицированные формы, а в отдаленные периоды наблюдаются процессы ухудшающие легочную функцию.

### LUNGS AND HUMAN LUNG RESPIRATION AFTER LONG-TERM EXPEDITION TO ANTARCTIC STATION

E. V. Moiseyenko

#### Summary

The purpose of this study was to find out peculiarities in the state of the lungs and in the function of the human external respiration after returning from the long-term Antarctic expedition.

15 males aged 25—50 were examined, who within a year, worked at the Antarctic station "Academician Vernadsky".

Thus, long-term staying of people in ecologically clean, but extreme conditions of Antarctic, can result in the decrease of roentgenological signs of chronic inflammatory phenomena in the respiratory tract and the functional state of the external respiration during rest. On the other hand, after the expedition the reactions of the external respiration on the load hypoxia acquire modified forms and, at the delayed periods, the processes causing worsening of the lung function can be observed.