

УДК 612.2(1-17)

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У СЕВЕРЯН

Обзор

© 2009 г. **О. Н. Попова, А. Б. Гудков**

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Известно, что дыхательные пути и респираторные мембраны имеют наибольшую среди всех тканей организма человека поверхность контакта с окружающей средой [58]. Оценка степени напряжения системы дыхания и диапазона ее компенсаторных возможностей представляет собой одну из сложных проблем физиологии и пульмонологии [3].

Адаптация респираторной системы к климатическим факторам Севера сопровождается изменениями функции внешнего дыхания, которая стабильно регистрируется в условиях температурного комфорта. Исследованиями А. П. Авцына, А. Г. Марачева [1], Б. Т. Величковского, В. П. Чашина [8], М. А. Якименко с соавт. [60], В. Ю. Куликова, В. В. Ляхович [30], Т. Г. Симоновой [51], О. В. Гришина с соавт. [16], Г. С. Шишкина, Н. В. Устюжаниновой [59], В. Г. Евдокимова [21], Р. Granberg [62] показано повышение объемов легочной вентиляции (минутный объем дыхания — МОД) у северян в состоянии покоя. Работами М. П. Рощевского с соавт. [50] выявлена гипервентиляция у жителей Севера при выполнении физических нагрузок.

Компенсаторному увеличению легочной вентиляции у северян способствует развитие метаболического ацидоза в условиях высоких широт [10, 29]. По мнению Н. А. Агаджаняна с соавт. [2], характерное для Севера даже в условиях равнины увеличение МОД, широко известное в литературе под названием «полярная одышка», объясняется не только метаболическим ацидозом, но и понижением аэроионизации воздуха.

Основой повышенного МОД является увеличение дыхательного объема (ДО). Например, величина ДО у магаданцев по сравнению с жителями средней полосы повышена на 130–200 мл [14].

Относительно величины жизненной емкости легких (ЖЕЛ) у северян единого мнения до сих пор не сформировалось. Так, в исследованиях системы внешнего дыхания на Северо-Востоке России, проведенных О. П. Бартош и А. Я. Соколовым [5] на 1 179 добровольцах 8–28 лет, показано, что у лиц мужского пола, начиная с 10 лет, величина ЖЕЛ превышает должную на 7–30 %, особенно большие величины отмечались в возрасте 17–28 лет. У женщин показатели ЖЕЛ колеблются в пределах должных величин. В результате анализа возрастной динамики антропометрических показателей и ЖЕЛ у детей 7–14-летнего возраста в зависимости от климатической характеристики городов Тюмени и Владимира установлено, что дети обоих полов, проживающие в Тюмени, превосходят своих владимирских сверстников по значениям ЖЕЛ во всех возрастных группах, несмотря на отсутствие достоверных различий по антропометрическим показателям [4].

Однако В. Ю. Куликова, Л. Б. Ким [29], А. Г. Марачев [36] указывают, что показатели ЖЕЛ у жителей Севера уменьшены относительно должных. Так, установлено, что у магаданцев, проживающих

По литературным источникам проанализированы особенности легочных объемов и емкостей, показателей вентиляции, проходимости воздухоносных путей, легочного газообмена и некоторых морфологических изменений в дыхательной системе у жителей Севера. Характер морфофункциональных изменений дыхательной системы у северян позволяет считать их проявлением защитных реакций, направленных на ограничение контакта дыхательных путей с холодным воздухом и снижение теплопотерь.

Ключевые слова: дыхательная система, северяне.

на Севере не менее 5 лет, величина ЖЕЛ меньше на 3 % по сравнению с москвичами [36]. Показано, что при северном стаже более 10 лет величина ЖЕЛ достоверно ниже московского показателя на 8,2 %, что указывает на структурную перестройку легочной паренхимы [37].

Отмеченное выше противоречие, на наш взгляд, видимо, в некоторой степени связано с использованием в качестве сравнения одними авторами должных величин, другими — контрольных значений средних широт. Возможной причиной существования разногласий в литературе, кроме того, является анализ результатов, полученных при сравнении контингентов, проживающих в различных климатогеографических условиях Севера России.

Анализируя функции внешнего дыхания, В. Ю. Куликов, Л. Б. Ким [29] и А. Г. Марачев [36] установили, что показатели максимальной вентиляции легких (МВЛ) у северян несколько уменьшены. У жителей Магаданской области с северным стажем не менее 5 лет величина МВЛ меньше на 38 % по сравнению с контрольными данными по Москве [36]. В то же время В. Г. Евдокимов [20] показал, что величина МВЛ у северян выше, чем у жителей умеренных широт.

Известно, что эффективность деятельности системы внешнего дыхания во многом определяется состоянием воздухоносных путей. Исследования системы внешнего дыхания на Северо-Востоке России [5] выявили, что показатели проходимости бронхов (МОС_{50-75} , СОС_{25-75}) у всех обследованных молодых людей г. Магадана в среднем на 30–50 % превышали должные значения. По мнению авторов, это основная особенность функционирования системы внешнего дыхания у молодых жителей города. Однако в ряде работ [24, 55, 64] показано уменьшение проходимости воздухоносных путей у северян.

При анализе величины форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) установлено, что у студентов юношей Якутии значения ФЖЕЛ превышают среднеевропейские возрастные нормы на 8–14 %. У девушек они соответствуют должным значениям [6].

Для нормальной жизнедеятельности клеток необходимо постоянное обеспечение их кислородом. Адекватное потребление кислорода организмом осуществляется респираторной и гемодинамической составляющими, которые в разных сочетаниях приводят к изменению вида функциональной связи между показателями кровообращения и дыхания, например, в определенные возрастные периоды жизни человека [11]. Величина потребления кислорода (ПО_2) не зависит от его содержания в крови, а определяется внутренней потребностью в нем клеток и тканей [33] и осуществляется на уровне целостного организма [63]. При изменении ПО_2 возбуждаются хеморецепторы дуги аорты и сонных артерий, от которых импульсы поступают к дыхательным и сердечно-сосудистым центрам головного мозга. От последних сигналы идут

к рабочим органам, вызывая соответствующую реакцию, которая проявляется на органном и организменном уровнях. С одной стороны, ПО_2 линейно связано с МОД. При этом чем больше клетки организма потребляют кислород, тем больше величина МОД и наоборот. С другой стороны, ПО_2 линейно связано с минутным объемом кровообращения (МОК), причем между ударным объемом (УО) и частотой сердечных сокращений (ЧСС) обнаружена сильная обратная корреляция [9]. Существенно, что в состоянии покоя регулирование ПО_2 происходит за счет изменения в ту или другую сторону и УО, и ЧСС, тогда как при физической нагрузке ПО_2 регулируется преимущественно изменением ЧСС [39]. Один и тот же уровень потребления кислорода может достигаться разной стратегией: либо повышенной вентиляцией, либо повышенным уровнем утилизации кислорода [28]. Установлено, что величина ПО_2 у северян выше, чем у жителей умеренных широт [21].

Главная функция внешнего дыхания заключается в поддержании оптимального газового состава артериальной крови: парциального давления кислорода и углекислого газа. Эта функция выполняется не только в обычных условиях окружающей среды, но и в широком диапазоне изменений жизнедеятельности организма. Насыщение крови кислородом регулируется вдохом и выдохом, немаловажную роль играет частота и глубина дыхания [32], а также состояние красной крови [36].

У практически здоровых жителей Европейского Севера показатели общего гемоглобина и количество эритроцитов в периферической крови находятся в пределах физиологической нормы [37]. Особенности морфофизиологических показателей эритроцитов у населения северных территорий связаны со значительной интенсификацией эритропоэза и эритродиализа [18]. Эти процессы находятся в прямой зависимости от суровости климатических условий регионов и усиливаются с продвижением на Север.

У северян в артериальной крови насыщение кислородом не отличается от соответствующего показателя средних широт [1, 26], в то время как напряжение углекислоты как в артериальной [25, 28], так и в венозной [36] крови повышено. Артериовенозная разница по кислороду значительно превышает норму средних широт [49], что отражает метаболическую перестройку энергетических процессов.

Для оценки функционального состояния аппарата внешнего дыхания большое значение имеет сопоставление показателей ПО_2 и МОД, что находит свое отражение в величине коэффициента использования кислорода [17]. Н. О. Лабутина [31] установила, что величина КИО_2 выше нормативного уровня у жителей Новой Земли и Ненецкого автономного округа. Это может свидетельствовать о большей способности легких к извлечению кислорода из воздуха.

При массовом пульмонологическом обследовании жителей Северо-Востока России было обнаружено,

что у здоровых мужчин в зимнее время года очень часто значительно увеличены функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) [47] и остаточный объем легких (ООЛ) [5, 13, 22, 27, 44]. Так, у жителей Магаданской области выявлено увеличение функционального мертвого пространства, которое на 90–110 мл превышает его величину у мужчин, проживающих в Западной Сибири [14]. Было высказано предположение, что эту функциональную особенность нужно рассматривать как проявление физиологической реакции, направленной на защиту респираторной ткани от переохлаждения путем разведения вдыхаемого холодного воздуха в увеличенном объеме теплого альвеолярного. Позднее были установлены основные критерии этой реакции: увеличение ФОЕ и ООЛ больше чем 120 % от должных значений при нормальных величинах ЖЕЛ, емкости вдоха и резервного объема выдоха. Детальное изучение механизмов изменения ФОЕ в различных условиях и при различных состояниях организма показало, что увеличение ФОЕ при действии различных факторов обусловлено раскрытием резервных ацинусов, которые включаются в вентиляцию и газообмен [15]. Такие адаптивные сдвиги со стороны внешнего дыхания способствуют защите дыхательных путей от холодового поражения и экономичности энергозатрат в условиях охлаждения [51, 60, 61].

Существует мнение, что повышенный энергообмен в холодный период года достигается двумя разными механизмами: на 60° с. ш. преимущественно за счет повышения эффективности дыхания, а на 65° с. ш. — главным образом за счет повышения уровня вентиляции легких [21].

Известно, что система внешнего дыхания активно участвует в физической терморегуляции. Потери организмом тепла при низкой температуре внешней среды происходят в основном посредством теплообмена через поверхность кожи и за счет согревания вдыхаемого воздуха.

Исследованиями А. Г. Приходько и Ю. М. Перельмана [48] установлено, что в норме респираторный теплообмен модулируется проходимостью дыхательных путей, температурой и влажностью воздуха и паттерном дыхания. По паттерну дыхания людей делят на тахи- и брадипноиков [7]. Для первых характерна повышенная частота дыхания при сниженных дыхательном объеме и коэффициенте использования кислорода; для вторых, наоборот, — сниженная частота дыхания и более высокие дыхательный объем и коэффициент использования кислорода [28].

Увеличение влаготеперь с поверхности органов дыхания, сопровождающееся ростом теплотеперь путем испарения, приводит к усилению функции внешнего дыхания по типу гипервентиляции с гипокапнией при уменьшении коэффициента использования кислорода [54].

У жителей Севера установлено наличие легочной гипертензии [14, 52]. А. Г. Марачев [38] отмечает, что

повышение давления в малом круге кровообращения и выраженные вентиляционные нарушения не только взаимосвязаны, но и взаимообусловлены. Умеренное повышение систолического давления в легочной артерии в пределах 40 мм рт. ст. направлено на обеспечение адекватного кровотока в легких и оптимизацию кислородтранспортной функции в условиях повышенного энергообмена [40, 52]. Установлена зависимость напряжений дыхательных газов в смешанной артериальной крови и смешанном альвеолярном воздухе от давления в малом круге [19].

По мнению А. Г. Марачева [36] и А. П. Милованова [40], длительная гипертензия в малом круге кровообращения у северных жителей может служить фоном для развития патологических состояний. В эксперименте установлено, что значительное (до 60 мм рт. ст.) увеличение давления в легочной артерии рефлекторно вызывает падение кровяного давления в периферических артериях, брадикардию и увеличение кровенаполнения основного депо — селезенки [45].

Наличие таких показателей, как МОД — 180 % должной величины, ЖЕЛ — 95 % должной величины, МВЛ — 65 % должной величины, гипертрофия правого желудочка, систолическое давление в легочной артерии 30 мм рт. ст., повышенный центральный объем крови и снижение ударного объема, является основным диагностическим критерием циркуляторного гипоксического синдрома. Лица же, имеющие гипоксический синдром, а следовательно, сниженную общую резистентность организма, должны относиться к группе повышенного риска по заболеваемости, в частности, органов дыхания и кровообращения [38, 46]. Возникновению синдрома полярного напряжения у северян способствует комплекс экологических и социально-производственных факторов [57].

Длительные субэкстремальные воздействия окружающей среды (низкая температура воздуха, химическое загрязнение, запыленность воздуха) повреждают как бронхиальное дерево, так и респираторные отделы легких [34], однако Г. С. Шишкин с соавт. [22] отмечают, что в настоящее время еще недостаточно изучено, как при этом реагирует система внешнего дыхания и чем это проявляется.

Проведенные Г. С. Шишкиным и Н. В. Устюжаниновой [59] в Западной Сибири исследования позволили установить три состояния функции внешнего дыхания: 1) нормальное дыхание (нормальная эффективность вентиляции при разном ее уровне); 2) компенсаторную гипервентиляцию, при которой вентиляционный аппарат напряжен, что указывает на какие-то изменения в морфологической структуре респираторных отделов легких (это состояние можно рассматривать как пограничное между нормой и патологией); 3) глубокое высокоэффективное дыхание, оно не имеет каких-либо признаков напряжения функции или аппарата внешнего дыхания, и его можно рассматривать как генофенотипический вариант нормы.

В настоящее время установлено, что при длительном пребывании на Севере у человека развивается комплекс характерных адаптационных морфологических изменений системы дыхания. Так, у северян по сравнению с жителями средней полосы России респираторная поверхность больше в том же объеме паренхимы легких [53]. Морфологические исследования позволили установить, что у жителей Севера альвеолярная поверхность легких увеличена на 16 % по сравнению с москвичами, что закономерно сопровождается приростом и их капиллярной поверхности [37]. Общая капиллярная поверхность легких у северян по сравнению с москвичами увеличена в среднем на 24 %, а объем капилляров — на 39 % [36, 46], что расценивается как приспособительные реакции, усиливающие газообмен [12]. Увеличение площади альвеолярной и капиллярной поверхности легких приводит к повышению общей диффузионной способности легких [36].

Известно, что холод может непосредственно влиять на мембрану гладкомышечных клеток дыхательных путей. По данным морфологических исследований, у адаптированных жителей Севера в проксимальных микроструктурах ацинусов (в респираторных бронхиолах I, II и III порядков) частично или полностью закрываются или исчезают альвеолы. Таким образом, из вентиляции выключается наиболее охлаждаемая часть респираторной поверхности [42]. Об уменьшении количества функционирующих ацинусов на Севере свидетельствуют многие работы [16, 23, 43].

Установлено, что у практически здоровых жителей Севера структура и функции системы внешнего дыхания претерпевают значительную перестройку [36]. Эта перестройка выражается в повышенной васкуляризации слизистой дыхательных путей, в гипертрофии и гиперплазии бокаловидных клеток и собственных желез трахеи и бронхов, гипертрофии мышечных, эластических и ретикулярных волокон бронхов и сосудов различных уровней ветвления, в регионарной перестройке бронхиол, артериол и венул. При этом повышаются «калориферная» и увлажняющая функция дыхательных путей, а также изменение их общей диффузионной способности за счет увеличения площади и истончения аэрогематического барьера [14].

При изучении морфофункционального состояния аэрогематического барьера у человека в условиях Крайнего Севера выявлено достоверное повышение сурфактанта в гистологически нормальных легких у лиц, проживших на Севере более 5 лет [1, 56].

У значительной части северян, включая аборигенов, наряду с эффективной приспособительной перестройкой органов дыхания наблюдаются дизадаптационные реакции, которые проявляются в виде деструкции и атрофии мукоцилиарного, эластического и мышечного аппаратов респираторного тракта с постепенным развитием нарушения дренажной функции бронхов, повышения бронхиального сопротивления и динамической компрессии мелких бронхов, что приводит к

увеличению неравномерности альвеолярной вентиляции и снижению эффективности газообмена [36].

Морфологической основой, лимитирующей скорость воздушного потока у северян, может служить гиперплазия слизистой, выраженная ее складчатость, гипертрофия мышечных пучков [37], а также активация железистого аппарата трахеи и бронхов [35].

По данным В. П. Казначеева с соавт. [41], структурным механизмом компенсаторных реакций в системе внешнего дыхания при различных длительных раздражителях является перестройка покровного эпителия. Пролiferативные реакции в этих условиях должны значительно перекрывать альтернативные процессы. В течение определенного времени происходит регенерация эпителиоцитов с полноценной его дифференцировкой. В дальнейшем многоядный цилиндрический эпителий, использовав несколько детерминированных программ, способствующих компенсации нарушенных функций, «вынужден» изменить направление дифференцировки, превращаясь в многослойный плоский. Это сопровождается минимизацией его функций. Относительная резистентность крупных бронхов с широкими формообразовательными потенциями носит приспособительный характер и является проявлением адаптации к определенным условиям существования, реализующимся на основе пластичности тканей. Метаплазия в данном случае можно рассматривать как своеобразную «плату» за адаптацию. Метаплазия бронхиального эпителия, возникающая при различных раздражениях органов дыхания, будучи регенераторной по существу, сопровождается нарушением функции бронхов и становится одним из существенных факторов, ответственных за возникновение и хроническое течение патологических процессов в легких.

Таким образом, характер морфофункциональных изменений дыхательной системы у северян позволяет считать их проявлением защитных реакций, направленных на ограничение контакта дыхательных путей с холодным воздухом и снижение теплопотерь.

Список литературы

1. Авцын А. П. Проявление адаптации и дизадаптации у жителей Крайнего Севера / А. П. Авцын, А. Г. Марачев // Физиология человека. — 1975. — № 4. — С. 587–600.
2. Агаджанян Н. А. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания / Н. А. Агаджанян, В. В. Гневушев, А. Ю. Катков. — М.: Изд-во РУДН, 1987. — 186 с.
3. Агаджанян Н. А. Среда обитания и реактивность организма / Н. А. Агаджанян, И. И. Маркова. — Тверь, 2001. — С. 101–110.
4. Анчугин Б. А. Сравнительная оценка жизненной емкости легких у школьников в городах Тюмени и Владимире / Б. А. Анчугин // Педиатрия. — 1988. — № 11. — С. 109.
5. Бартош О. П. Влияние экологических факторов на адаптационные изменения функции внешнего дыхания у молодых жителей Северо-Востока России / О. П. Бартош, А. Я. Соколов // Материалы всерос. конф. с междунар. участием «Биологические аспекты экологии человека». — Архангельск, 2004. — Т. 1. — С. 34–36.
6. Борисова Н. В. Состояние кардиореспираторной системы у коренного и пришлого населения Республики Саха (Якутия) / Н. В. Борисова // Материалы XII междунар.

симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». — М. : Изд-во РУДН, 2007. — С. 67–68.

7. Бреслав И. С. Паттерны дыхания / И. С. Бреслав. — Л., 1984. — С. 46–54.

8. Величковский Б. Т. Взаимодействие организма и вредных веществ в условиях холода / Б. Т. Величковский, В. П. Чашин // Вестник АМН СССР. — 1989. — № 9. — С. 21–26.

9. Власов Ю. А. Кровообращение и газообмен человека / Ю. А. Власов, Г. Н. Окунева. — Новосибирск : Наука, 1992. — 319 с.

10. Возрастные особенности функции внешнего дыхания и газообмена у пришлых жителей Крайнего Севера / Л. Б. Ким, Г. Н. Окунева, М. М. Егунова, В. Ю. Куликов // Бюллетень СО АМН СССР. — Новосибирск, 1981. — № 6. — С. 20–22.

11. Герасимов И. Г. Взаимосвязь между показателями гемодинамики и дыхания у человека / И. Г. Герасимов, Е. В. Самохина // Физиология человека. — 2003. — Т. 29, № 4. — С. 72–75.

12. Грибанов А. В. Север. Дети. Школа / А. В. Грибанов, Р. И. Данилова // Сборник научных трудов / под ред. А. В. Грибанова. — Архангельск, 1994. — Вып. 1. — С. 4–17.

13. Гришин О. В. Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология / О. В. Гришин, Н. В. Устюжанинова. — Новосибирск, 2006. — С. 45–50.

14. Гришин О. В. Три типа реакций респираторной системы на дыхание холодным воздухом у мигрантов в период адаптации к Северу / О. В. Гришин, Г. С. Шишкин, О. Э. Никольская // Особенности заболеваний терапевтического профиля и их профилактика среди жителей Чукотки : тезисы докладов итоговой сессии института терапии СО АМН СССР. — Анадырь, 1990. — С. 12–13.

15. Гришин О. В. Функциональное значение изменений легочных объемов у жителей Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Гришин О. В. — Новосибирск, 1990. — 20 с.

16. Гришин О. В. Функциональное мертвое пространство легких у жителей Северо-Востока СССР / О. В. Гришин, Д. В. Куличевский, С. А. Петрунев // Особенности заболеваний терапевтического профиля и их профилактика среди жителей Чукотки. — Анадырь, 1990. — С. 11–12.

17. Гудков А. Б. Физиологическая характеристика нетрадиционных режимов организации труда в Заполярье : дис. ... д-ра мед. наук / Гудков А. Б. — Архангельск, 1996. — 255 с.

18. Дегтева Г. Н. Состояние эритропоза в норме и при патологии у жителей Европейского Севера СССР : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Дегтева Г. Н. — М., 1986. — 22 с.

19. Дьяченко А. И. Теоретический анализ влияния состояния малого круга кровообращения на распределение вентиляционно-перфузионных отношений и газообмен в легких / А. И. Дьяченко, В. Г. Шабельников // Космическая биология. — 1980. — № 3. — С. 68–70.

20. Евдокимов В. Г. Роль температурного фактора в формировании сезонных адаптивных изменений у человека на Севере / В. Г. Евдокимов // Матер. всерос. конф. с междунар. участием «Биологические аспекты экологии человека» // Приложение к журналу «Экология человека» в 2 т. — 2004. — Т. 2. — С. 170–173.

21. Евдокимов В. Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на Севере : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Евдокимов В. Г. — Сыктывкар, 2004. — 34 с.

22. Защитная реакция системы внешнего дыхания на длительное действие экологических факторов / Г. С. Шишкин, В. К. Преображенская, Г. П. Красулина и др. // Вестник РАМН. — 1998. — № 9. — С. 45–48.

23. Изменение легочных объемов при вдыхании холодным воздухом у рабочих-строителей на севере Западной Сибири / Г. С. Шишкин, О. В. Гришин, О. Э. Никольская // Физиология человека. — 1992. — № 4. — С. 12–17.

24. Изменения функции внешнего дыхания у рабочих-строителей в натурных зимних условиях / Г. С. Шишкин, О. В. Гришин, О. Э. Никольская, Е. В. Ершов // Бюллетень СО РАМН. — 1992. — № 1. — С. 45.

25. Ильин В. А. Особенности периферического кровообращения у здоровых детей (8–15 лет), уроженцев различных высотных поясов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ильин В. А. — Фрунзе, 1982. — 22 с.

26. Казначеев В. П. Некоторые особенности кислородного обмена в процессе адаптации человека к высоким широтам / В. П. Казначеев, Е. Е. Егунова, В. Ю. Куликов // Научно-технический прогресс и приполярная медицина. — Новосибирск, 1978. — С. 126–127.

27. Козырева Т. В. Индивидуальный паттерн дыхания человека и реакция на охлаждение / Т. В. Козырева, Т. Г. Симонова // 1 Международная конференция «Выживание человека: резервные возможности и нетрадиционная медицина», Москва, 21–24 сент. 1993 : тезисы докл. — М., 1993. — С. 69–70.

28. Козырева Т. В. Модулирующее влияние терморепторов на дыхание человека / Т. В. Козырева, Т. Г. Симонова // Вестник РАМН. — 1998. — № 10. — С. 14–18.

29. Куликов В. Ю. Кислородный режим при адаптации человека на Крайнем Севере / В. Ю. Куликов, Л. Б. Ким. — Новосибирск : Наука, 1987. — 159 с.

30. Куликов В. Ю. Реакции свободнорадикального окисления липидов и некоторые показатели кислородного обмена / В. Ю. Куликов, В. В. Ляхович // Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. — Л., 1990. — С. 87–97.

31. Лабутина Н. О. Физиологическая характеристика кардиореспираторной системы и стоматологического статуса у коренного и пришлого населения Арктики : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Лабутина Н. О. — Архангельск, 2000. — 18 с.

32. Лисихин М. С. Биоэкономика внешнего дыхания / М. С. Лисихин // Материалы XI междунар. симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». — М. : Изд-во РУДН, 2003. — С. 315.

33. Малкин В. Б. Острая гипоксия / В. Б. Малкин // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к экстремальным условиям среды. — М., 1979. — С. 5–18.

34. Манаков Л. Г. Влияние социально-гигиенических и экологических факторов Дальневосточного региона на распространение болезней органов дыхания / Л. Г. Манаков, С. С. Целуйко // Бюллетень СО АМН СССР. — 1991. — № 3. — С. 18–22.

35. Марачев А. Г. Морфологические изменения верхних и средних дыхательных путей в норме и при неспецифических заболеваниях легких у жителей Севера / А. Г. Марачев, Ф. Ф. Беседин // Вопросы акклиматизации и проблемы практического здравоохранения : тезисы к научной конференции. — Архангельск, 1981. — С. 87–88.

36. Марачев А. Г. Морфофункциональные основы адаптации и патологии легких, сердца и красной крови человека в условиях Крайнего Севера : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Марачев А. Г. — М., 1980. — 60 с.

37. Марачев А. Г. Морфофункциональные проявле-

ния адаптации респираторного тракта у жителей Севера / А. Г. Марачев, Л. Н. Матвеев // Материалы IV Международного симпозиума. — Новосибирск, 1978. — Т. 1. — С. 98.

38. *Марачев А. Г.* Циркумполярный гипоксический синдром и его диагностические критерии / А. Г. Марачев // Региональные особенности здоровья жителей Заполярья. — Новосибирск, 1983. — С. 98–102.

39. *Маршалл Р.* Функция сердца у здоровых и больных / Р. Маршалл, Д. Шеферд. — М.: Медицина, 1972. — 390 с.

40. *Милованов А. П.* Адаптация малого круга кровообращения человека в условиях Севера / А. П. Милованов. — Новосибирск, 1981. — 170 с.

41. *Минимизация функций кардиореспираторной системы в процессах адаптации* / В. П. Казначеев, Л. М. Непомнящих, Г. И. Непомнящих, С. В. Мишина // Адаптация человека в различных климатогеографических и производственных условиях. — Ашхабад, 1981. — Т. 1. — С. 29–31.

42. *Морфологическая основа увеличения функционального мертвого пространства у жителей Севера* / Н. Д. Уманцева, Д. В. Кулачевский, Г. С. Белобородов // Тезисы докладов республиканской конференции «Морфологические критерии дизадаптации дыхательной системы». — Благовещенск, 1985. — Ч. 1. — С. 76.

43. *Норейко Б. В.* Изменение функции аппарата внешнего дыхания при остром холодном воздействии / Б. В. Норейко // Диагностика, особенности течения и профилактики болезней органов дыхания в Дальневосточном регионе. — Благовещенск, 1986. — С. 185–186.

44. *Особенности вентиляции легких при дыхании низко-температурным воздухом* / Г. С. Шишкин, С. А. Петрунев, В. К. Преображенская // Физиология человека. — 1995. — № 2. — С. 61–66.

45. *Панин В. В.* Избранные труды. Кровообращение в норме и при патологии / В. В. Панин. — М.: Наука, 1974. — Т. 1. — 343 с.

46. *Патология человека на Севере* / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, А. Г. Марачев, А. П. Милованов. — М.: Медицина, 1985. — 416 с.

47. *Петрунев С. А.* Изменение внешнего дыхания у жителей Севера при сезонном понижении температуры воздуха: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Петрунев С. А. — Новосибирск, 1987. — 22 с.

48. *Приходько А. Г.* Респираторный теплообмен и холодная реактивность дыхательных путей у здоровых людей / А. Г. Приходько, Ю. М. Перельман // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. — 1999. — № 5. — С. 11–18.

49. *Рапопорт Ж. Ж.* Адаптация ребенка на Севере / Ж. Ж. Рапопорт. — Л.: Медицина, 1979. — 191 с.

50. *Сезонные изменения параметров кардиореспираторной системы жителей Севера* / М. П. Роцевский, В. Г. Евдокимов, А. С. Овсов, Н. Г. Варламова // Физиология человека. — 1993. — Т. 19, № 6. — С. 44–50.

51. *Симонова Т. Г.* Адаптивные сдвиги в системе дыхания у человека в условиях холода: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Симонова Т. Г. — Ашхабад, 1980. — 18 с.

52. *Совершаева С. Л.* Оценка состояния кардиореспираторной системы у жителей Европейского Заполярья в процессе адаптации / С. Л. Совершаева // Тезисы к научной конференции «Вопросы акклиматизации и проблемы практического здравоохранения». — Архангельск, 1981. — С. 105–107.

53. *Устюжанинова Н. В.* Ультраструктурные особенности респираторной ткани у жителей разных регионов России / Н. В. Устюжанинова, Г. С. Шишкин // Эколого-физиологические процессы адаптации. — М., 1994. — С. 285–286.

54. *Физиологические механизмы адаптации респираторной и сердечно-сосудистой систем в высоких широтах* / В. А. Матюхин, Г. С. Шишкин, С. Г. Кривошеков, Ю. Н. Таскаев // Экологические проблемы человека в регионе Крайнего Севера. — Новосибирск, 1981. — С. 26–33.

55. *Функциональные особенности сердечно-сосудистой и дыхательной систем пришлого населения на Крайнем Севере* / Ю. А. Федорова, А. С. Скосырев, Л. В. Саламатина, Ю. Ю. Стрелкова // Медицина труда и промышленная экология. — № 9. — 2003. — С. 43–45.

56. *Функциональные особенности системы органов дыхания у детей школьного возраста коренных жителей Крайнего Севера* / К. В. Орехов, В. А. Неязов, И. В. Нерсисянц, М. А. Прохорова // Бюллетень СО АМН СССР. — 1981. — № 2. — С. 42–47.

57. *Хрущев В. Л.* Здоровье человека на Севере / В. Л. Хрущев // Материалы XI международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». — М.: Изд-во РУДН, 2003. — С. 601–602.

58. *Чучалин А. Г.* Белая книга Пульмонология / А. Г. Чучалин. — М.: Геотар Медицина, 2000. — 47 с.

59. *Шишкин Г. С.* Функциональная вариабельность показателей вентиляции и газообмена у здоровых молодых мужчин в Западной Сибири / Г. С. Шишкин, Н. В. Устюжанинова // Физиология человека. — 2006. — Т. 32, № 3. — С. 79–83.

60. *Якименко М. А.* Терморегуляция и дыхание / М. А. Якименко, Т. Г. Симонова // Проблемы терморегуляции и температурной адаптации. — Новосибирск, 1992. — С. 24.

61. *Diesel D. E., Turker A., Robertshaw* // J. Appl. Physiol. — 1990. — Vol. 69. — P. 1946.

62. *Granberg P. O.* // Arctic. Med. Research. — 1991. — Vol. 50, N 6. — P. 23–27.

63. *Grenfield D. M.* // Circ. Res. — 1964. — Vol. 14, Suppl. 1. — P. 70.

64. *Guleria J. S., Talwar J. R.* // J. Appl. Physiol. — 1969. — Vol. 27, N 2. — P. 320.

MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF NORTHERNERS' RESPIRATORY SYSTEM

Review

O. N. Popova, A. B. Gudkov

Northern State Medical University, Arkhangelsk

The features of lung volumes and capacity, ventilation indices, airways patency, pulmonary gas exchange and some morphologic changes in the the northerners' respiratory system have been analyzed with the use of literary sources. The nature of morphofunctional changes of the northerners' respiratory system allows to consider them as a manifestation of defence reactions aimed at limitation of airways contact with cold air and heat loss reduction.

Key words: the respiratory system, northerners.

Контактная информация:

Попова Ольга Николаевна — кандидат медицинских наук, доцент института гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51

Тел. (8182) 21-50-93

Статья поступила 10.10.2008 г.