

10. Марков Х.М. О биорегуляторной системе L-аргинин — окись азота // Пат. физиология. — 1996. — № 1. — С.34–39.
11. Соколовский В.В. Тиолдисульфидное соотношение крови как показатель состояния неспецифической резистентности организма: Учебное пособие. — СПб., 1996. — 30 с.

12. Стокле Ж.-К., Мюлле Б., Андрианцохайна Р., Клецке А. Гиперпродукция оксида азота в патофизиологии кровеносных сосудов // Биохимия. — 1998. — № 7. — С.976–983.
13. Ignarro L.J. // Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. — 1990. — Vol. 30. — P.535–560.

© ПОРОВСКИЙ Я.В., СОКОЛОВ А.А., РЫЖОВ А.И., ТЕТЕНЕВ Ф.Ф. —

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕМОМИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА ДЕРМЫ И СЕРДЦА У ЛИКВИДАТОРОВ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Я.В. Поровский, А.А. Соколов, А.И. Рыжов, Ф.Ф. Тетенев

(Сибирский государственный медицинский университет, ректор — д.м.н., проф. В.В. Новицкий, кафедра пропедевтики внутренних болезней, зав. — д.м.н., проф. Ф.Ф. Тетенев, кафедра гистологии и эмбриологии, зав. — д.м.н., проф. С.В. Логвинов; НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН, директор — д.м.н., проф. Н.Р.С. Карпов, г. Томск)

**Резюме.** Проведено морфофункциональное исследование биоптатов кожи голени и эндомиокарда правого желудочка у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС принимавших участие в уборке территории станции и подвергнувшись ионизирующему излучению в диапазоне 4–26 сГР. В результате исследования в коже выявлены пролиферативный гиперкератоз и панангиит кожи, в миокарде — микроангиопатия с участками неравномерного межклеточного и периваскулярного склероза при ангиографически интактных коронарных артериях. Эхокардиографически обнаружены изменения диастолической функции по типу рестриктивной кардиомиопатии. Предполагается роль хронического воспаления — панангиита кожи, в ремоделировании системной микроциркуляции и развитии радиационной кардиомиопатии.

**Ключевые слова.** Ионизирующее излучение, кожа, эндомиокард правого желудочка, морфофункциональные изменения.

Интерес к влиянию ионизирующего излучения на сердечно-сосудистую систему возрос после аварии на Чернобыльской АЭС, а также в связи с необходимостью оценки состояния здоровья населения, проживающего на загрязненной в результате аварии на Челябинском ПО «Маяк» местности, радиационного воздействия Семипалатинского испытательного полигона и производственной деятельностью Красноярского Горно-химического комбината. Рост болезней сердечно-сосудистой системы у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЛПА) чаще связывают с психоэмоциональным напряжением, радиофобией, более тщательным диспансерным наблюдением, преобладанием других факторов риска. В тоже время заболеваемость острым инфарктом миокарда среди работников основного производства Сибирского химического комбината (г.Северск) достоверно выше, чем в сопоставимой субпопуляции населения, не связанного по роду профессиональной деятельности с воздействием ионизирующего излучения [5].

Известно, что ответные реакции организма на лучевое воздействие зависят от величины и мощности поглощенной дозы, энергии и качества излучения. Кроме того, необходимо учитывать отсутствие специфичности и многообразие морфологических признаков влияния ионизирующего излучения, что требует, кроме физической, качественной характеристики излучений, выбора критических структур организма, в полной мере характеризующих степень повреждения [3].

Цель настоящего исследования — изучить у ЛПА морфофункциональное состояние эпидермиса, микроциркуляторного русла дермы в биоптатах внешне неизмененной кожи и сопоставить полученные изменения с данными биопсии эндомиокарда правого желудочка и функциональным состоянием сердца.

### Материалы и методы

Исследование проведено в 1996–2000 гг. Группа ЛПА состояла из 32 мужчин (30–61 года, средний возраст 44,5 года), участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в конце 1986, 1987, 1988 гг. Официальная доза составила 4–26 сГР. При обследовании у 8 диагностирована ИБС стенокардия напряжения 1–2 ф. к., 12 —

гипертоническая болезнь 1–2 ст., 12 — хронический бронхит вне обострения.

Биопсия кожи проводилась в условиях хирургической клиники с информированного согласия пациента. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону, тулоидиновым синим. Морфофункциональное состояние кожи исследовано у 19 ЛПА (средний возраст 44,6±1,3 года). Проводились измерения толщины эпидермиса, клеточного и рогового слоев. Использование в гистометрических критериях измерения клеточного слоя — всех ядросодержащих клеток, позволило наиболее полно судить о функциональной активности и состоянии клеточного обновления эпидермиса в условиях радиационного воздействия [8]. В дерме определяли количество кровеносных сосудов в расчете на 1мм<sup>2</sup>, обращали внимание на признаки нарушений кровообращения, наличие дистрофических изменений. Для исключения возрастных различий эпидермиса, в качестве контроля использовался кожный лоскут, взятый у 12 скоропостижно скончавшихся лиц аналогичного возраста (средний возраст 45,8±1,7 лет) без аутолитических изменений, смерть которых наступила после травмы несовместимой с жизнью. Род их профессиональной деятельности исключал воздействие радиации выше допустимого радиационного фона.

Биопсия эндомиокарда правого желудочка выполнена у 10 ЛПА при их обследовании в НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН по поводу полиморфных болевых ощущений в прикардиальной области, одашка при незначительной физической нагрузке. Материал был получен у ЛПА с ангиографически неизменными венечными артериями при проведении коронароангиографии в целях верификации клинического диагноза.

Функциональное состояние сердца оценивали эхокардиографически в двухмерном и М-модальном режимах с помощью прибора Acuson 128 (США). Определялись конечный систолический размер и конечный диастолический размер левого желудочка, фракция выброса (ФВ), размеры левого предсердия, правого желудочка, аорты, толщины задней стенки левого желудочка, межжелудочковой перегородки, масса и индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ). Диастолическая функция левого желудочка оценивалась по данным доплер-эхокардиографии, проведенной в импульсном и цветовом режимах. Рассчитывались следующие показатели трансмитрального кровотока: максимальная скорость раннего диастолического наполнения (Е, м/с), максимальная скорость наполнения левого желудочка во время систолы предсердия (А, м/с), соотношение этих скоростей (Е/А), время замедления раннего диастолического наполнения левого желудочка (DT, мс), время изометрического расслабления левого желудочка (IVRT, мс).

В контрольной группе состоявшей из 21 мужчины

(средний возраст —  $44,8 \pm 1,6$  лет), 10 наблюдались по поводу ИБС, стенокардии напряжения 1-2 ф.к., 11 — гипертонической болезни 1-2 ст., 8 - хронического бронхита с ремиссией процесса на момент исследования.

Статистический анализ выполнялся с использованием пакета программ «STATISTIKA».

Результаты представлены как  $M \pm m$ , где  $M$  — среднестатистическое значение,  $m$  — ошибка среднего. Для сравнения средних величин двух групп с нормальным распределением применялся расчет  $t$  - критерия Стьюдента. В случае распределения значений, отличных от нормальных, использовался  $U$ -критерий Манна-Уитни. В каждой процедуре статистического анализа уровень значимости  $P$  принимался равным 0,05.

#### Результаты и обсуждение

Анализ биопсийного материала показал, что наибольшие изменения регистрируются в эпидермисе, микроциркуляторном русле дермы и характеризуются воспалительной инфильтрацией лимфоцитов. Толщина эпидермиса составила в среднем  $0,042 \pm 0,005$  мм в группе ЛПА и  $0,025 \pm 0,001$  — в контрольной ( $P < 0,05$ ). Утолщение эпидермиса происходило, в основном, за счет клеточного ядродержащего слоя — шиповатого и зернистого, а также за счет рогового слоя, т.е. с развитием пролиферативного гиперкератоза. Величина клеточного слоя у ЛПА составила в среднем  $0,037 \pm 0,005$  мм, в контрольной группе  $0,024 \pm 0,001$  ( $P < 0,05$ ). Среднее значение рогового слоя у ЛПА составило  $0,0040 \pm 0,0006$  мм, что превышало среднюю величину рогового слоя контрольной группы —  $0,0014 \pm 0,0001$  ( $P < 0,001$ ). Увеличение клеточного слоя свидетельствовало о повышении функциональной активности эпидермиса.

Анализ изменений микроциркуляторного русла по-

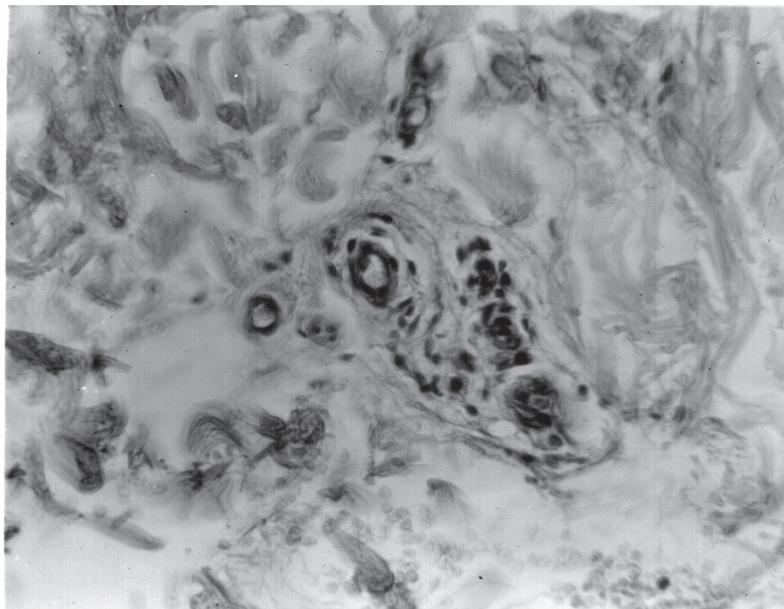


Рис.1. Гистологический препарат биоптата кожи голени у ликвидатора аварии на Чернобыльской АЭС. Сосочковый и сетчатый слой.

Лимфоцитарная инфильтрация и явления продуктивного васкулита. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.Ч400.

казал, что стенки большинства артерий малого калибра, артериол, капилляров утолщены, их просвет сужен. Это следствие набухания и пролиферации эндотелия, утолщения стенок за счет склероза и плазматического пропитывания, а также различной степени выраженности лимфоцитарной инфильтрации. В большинстве артериол отмечались явления продуктивного панваскулита (рис.1). Лимфоцитарная инфильтрация отмечалась также периваскулярно и вокруг придатков кожи. Количество сосудов в расчете на  $1 \text{ мм}^2$  существенно не отлича-

лось от средних значений контроля. В контрольных наблюдениях в биоптатах кожи изменений в эпидермисе не установлено, стратификация слоев не нарушена, структура обычная. В сосочковом слое вокруг капилляров расположены единичные лимфоциты. В двух случаях за счет единичных артерий незначительно утолщены за счет отека. Воспалительная инфильтрация отсутствовала.

Эпидермис с его компартментом ядродержащих клеток и герментативным слоем считается наиболее чувствительным к излучению [8]. Кроме того, сосуды дермы могут быть использованы как своеобразное «окно» в системное микроциркуляторное русло [11].

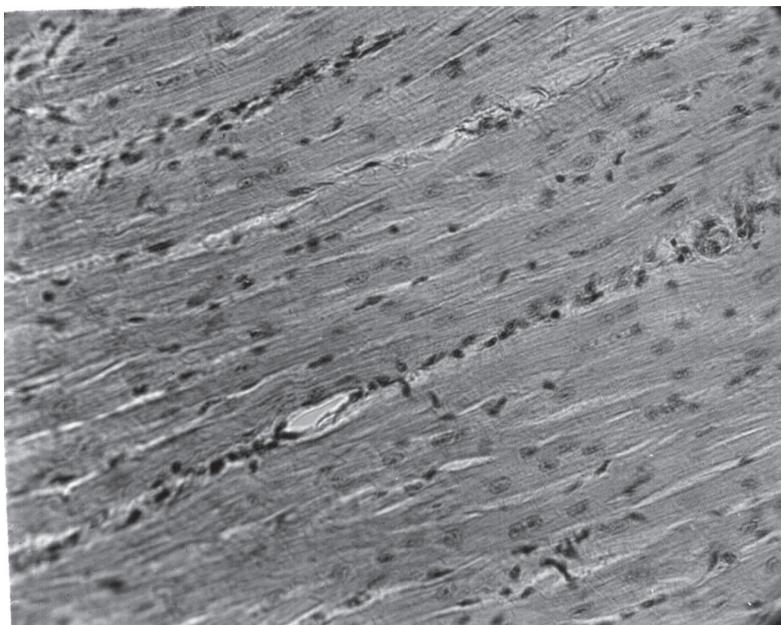
Характер выполняемых работ у исследованных нами ЛПА, радионуклидный состав на территории ЧАЭС позволяет говорить, что большинство из исследованных подверглись сочетанному воздействию мягкого, слабо проникающего  $\beta$ - и жесткого  $\gamma$ - излучения в малой дозе [2]. При действии энергии мягкого излучения большее значение имеют первичные изменения в эпидермисе [8]. При этом они могут протекать субклинически [6]. В связи с этим морфологическое исследование (биопсия) кожи было целесообразным.

Представленные выше изменения в коже выявлены нами и описаны ранее у всех ЛПА участвующих в уборке территории, снятии грунта, дезактивации станции, выходящих на крышу 3 энергоблока ЧАЭС [9]. Это послужило изучению морфологии микроциркуляторного русла в биоптатах эндомиокарда ЛПА с атеросклеротически неизменными коронарными артериями.

Изменения артериол в биоптатах эндомиокарда правого желудочка характеризовались утолщением их стенок и сужением просвета. При этом утолщение стенок было связано либо с гипертрофией меди, либо с дистрофическими изменениями сосудистых стенок, сопровождавшееся их белковым пропитыванием и гиалинозом. Характерной общей чертой изменения капилляров являлось сужение их просвета за счет утолщения базальной мембраны вследствие белкового пропитывания и изменения состояния эндотелиоцитов - набухания, гипертрофии ядер или пролиферации клеток. Изменения в микроциркуляторном русле неизменно сопровождались дистрофическими изменениями в кардиомиоцитах, в которых отмечались нарушения ядер в виде разной степени пикнотических изменений с признаками гиперхроматоза (рис.2). Обращало на себя внимание усиление в миокарде интерстициальной реакции — обнаружение соединительнотканых клеток и коллагеновых волокон в межклеточных и перикапиллярных промежутках, иногда с отчетливыми участками склероза и гиалиноза периваскулярной и межклеточной соединительной ткани.

Сердце неоднородно по анатомическому субстрату составляющих его тканей и их функциям. Часть ткани является медленно обновляемыми (эндотелий и гладкомышечные клетки сосудов, фибробласты соединительно тканевых структур) и, соответственно, относительно более равночувствительными, и элементами, которые не обладают способностью к обновлению (соб-

ственно кардиомиоциты, эндокард), и таким образом, являются более устойчивыми к воздействию радиации. Имеются немногочисленные сообщения прижизненных морфологических изменений в сердце, свидетельствующие о наличии у ЛПА в диапазоне воздействия малых доз ионизирующего излучения микроциркуля-



**Рис.2.** Гистологический препарат биоптата эндомиокарда правого желудочка у ликвидатора аварии на Чернобыльской АЭС. Дистрофические изменения в кардиомиоцитах с явлениями интерстициальной реакции. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.Ч200.

торных нарушений [12,13].

При исследовании функционального состояния сердца наибольшие изменения касались диастолической функции левого желудочка. Отмечались достоверное удлинение периода ДТ ( $194,42 \pm 7,74$ , в контроле —  $167,2 \pm 6,11$  мс,  $p < 0,005$ ) и IVRT ( $101,78 \pm 4,24$ , в контроле —  $79,62 \pm 1,86$  мс,  $p < 0,001$ ), увеличение А ( $0,519 \pm 0,03$ , в контроле —  $0,421 \pm 0,015$  м/с,  $p < 0,05$ ). ИММЛЖ в группе ЛПА составил  $134,66 \pm 5,74$ , в контроле —  $95,20 \pm 1,64$  г/м<sup>2</sup>, ( $p < 0,001$ ), ФВ соответственно  $63,84 \pm 0,96\%$  и  $60,76 \pm 0,60\%$  ( $p < 0,05$ ).

В настоящее время считается, что состояние диастолической функции левого желудочка определяется степенью структурно-функциональных изменений миокарда [1]. Изменение временных и скоростных параметров трансмитрального кровотока по типу рестрик-

тивной кардиомиопатии и увеличение ИММЛЖ с морфологическими признаками микроциркуляторной ангиопатии, а также наличие дистрофии кардиомиоцитов с очагами межклеточного и периваскулярного склероза позволяет рассматривать найденные нарушения как проявление лучевой кардиомиопатии.

Системное хроническое субклиническое аутоиммунное воспаление эндотелия в настоящее время является важным патогенетическим фактором, участвующим в развитии и прогрессировании атеросклероза, а роль хронического воспаления в развитии коронарной болезни считается доказанной. В формировании эндотелиальной дисфункции установлено участие провоспалительных биологически активных веществ [4]. Также в ряде работ показано, что активированные кератиноциты — основные клеточные элементы периферической иммунной системы кожи способны синтезировать и секретировать различные цитокины способствующие развитию и модуляции иммунных и воспалительных процессов в коже с провоспалительным преобразованием фенотипа микрососудистой сети [14,15]. Нарушение взаимосвязей клеток разного типа, входящих в воспалительный инфильтрат паракринного контура регуляции, по литературным данным способствует хронизации воспаления [7,10].

Основными результатами проведенного исследования является выявление ассоциации между морфологическими признаками пролиферативных изменений в эпидермисе и сосудах микроциркуляторного русла кожи и сердца, а также морфологическими и эхокардиографическими проявлениями лучевой кардиомиопатии у ЛПА. Наиболее отчетливо такая ассоциация проявлялась у ЛПА с хроническим субклинически протекающим панангиитом. Это позволяет предполагать дополнительное вмешательство вялотекущего воспалительного процесса в сосудах кожи в развитие и прогрессирование структурных системных микрососудистых изменений у ЛПА.

Авторы приносят глубокую признательность С.В. Таранову за материал, касающийся морфологического исследования сердца.

## MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN HEMOMICROCIRCULAR CHANNEL AND HEART OF CHERNOBYL CLEAN-UP WORKERS

Ya.V. Porovskiy, A.A. Sokolov, A.I. Ryzkhov, F.F. Tetenev  
(Siberian State Medical University, Research Institute of Cardiology, Tomsk)

The morphofunctional research of shank and right belly endomyocard biopsy materials, taken from the Chernobyl clean-up workers, influenced by ionizing radiation within the range of 4-26 cGy, was organized. It shows skin proliferative hyperkeratosis and panangiitis, in myocard — microangiopathy with areas of uneven intercellular and perivascular sclerosis at angiographically intact coronary arteries. Echocardiography shows the changes in diastolic function on the type of restrictive cardiomyopathy. The role of chronic inflammation — skin panangiitis in the remodeling systemic microcirculation and the development of radiation cardiomyopathy is supposed.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев Ф.Т., Овчинников А.Г. Диастолическая дисфункция как проявление ремоделирования сердца // Ж. сердеч. недостат-сть. — 2002. — Т. 3, № 4. — С.190-196.
2. Барабанова А.В., Осанов Д.П. Зависимость тяжести поражения кожи от глубинного распределения дозы  $\beta$ -излучения у пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиол. — 1993. — Т. 38. — С.28-31.
3. Воробьев Е.Н., Степанов Р.П. Ионизирующее излучение и кровеносные сосуды. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 296 с.
4. Карпов Ю.А. Роль нейрогуморальных систем в развитии и прогрессировании хронической сердечной недостаточности: эндотелиальные факторы // Ж. сердеч. недостат-сть. — 2002. — Т. 3, № 1. — С.25-27.
5. Карпов А.Б., Литвиненко Т.М., Семенова Ю.В., Зяблов Ю.И. Заболеваемость острым инфарктом миокарда сре-

- ди персонала радиационно-опасных производств и населения, проживающего в зоне их расположения // Сиб. мед. журнал. — 2003. — Т. 18, № 5. — С. 36-40.
6. Жильцов И.Ф., Раппопорт И.А., Судакова В.О., Таратухин В.Р. Сравнительная оценка эффективности действия на кожу  $\beta$ -излучения  $^{133}\text{Xe}$  и  $^{85}\text{Kr}$  // Мед. радиол. — 1975. — Т. 20, № 1. — С. 73-74.
  7. Маянский Д.Н. Проблемы хронического воспаления в современной патофизиологии // Пат. физиол. и эксперим. — 1994. — № 2. — С. 51-55.
  8. Осанов Д.П. Дозиметрия и радиационная биофизика кожи. — М. Энергоатомиздат, 1990. — 232 с.
  9. Поровский Я.В., Рыжов А.И., Тетенов Ф.Ф. Отдаленные морфофункциональные изменения в коже ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2005. — Т. 45, № 1. — С. 119-123.
  10. Семинский И.Ж., Майборода А.А. Структурные критерии хронического воспаления // Сиб. мед. журнал. — Т. 27, № 3. — С. 19-23.
  11. Струков А.И., Воробьева А.А. Сравнительная патология микроциркуляторного русла // Кардиология. — 1976. — Т. 16, № 11. — С. 8-16.
  12. Телкова И.Л., Теляков А.Т., Таранов С.В., Федоров А.Ю. Диагностика состояния сердца и сосудов у больных при длительном воздействии малых доз ионизирующего излучения // Организ. мед. обслуж., особенности диагностики, лечения и реабилитации людей, подвергшихся воздействию радиации. Сб. метод. мат-лов / Под ред. Л.В.Капилевича, В.Н.Сиваченко. — Томск, 1999. — С. 66-71.
  13. Таранов С.В., Карташова С.С. Морфологические изменения сердца в результате воздействия малых доз ионизирующего излучения // Организ. мед. обслуж., особенности диагностики, лечения и реабилитации людей, подвергшихся воздействию радиации. Сб. метод. мат-лов / Под ред. Л.В.Капилевича, В.Н.Сиваченко. — Томск, 1999. — С. 42-46.
  14. Ярилин А.А. Радиация и иммунитет. Вмешательство ионизирующих излучений в ключевые иммунные процессы // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1999. — Т. 39, № 1. — С. 181-189.
  15. Sireinlein J.W. Skin-associated lymphoid tissue (SALT): original and functions // J. Invest. Dermatol. — 1983. — Vol. 80. — P. 12-16.

© КАРЗИЛОВ А.И., ТЕТЕНЕВ Ф.Ф., БОДРОВА Т.Н. —

## РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ АППАРАТА ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

А.И. Карзилов, Ф.Ф. Тетенов, Т.Н. Бодрова

(Сибирский государственный медицинский университет, Томск, ректор — д.м.н., проф. В.В. Новицкий, кафедра пропедевтики внутренних болезней, зав. — д.м.н., проф. Ф.Ф. Тетенов)

**Резюме.** Изучалась связь между паттернами дыхания и восприятием дыхания у здоровых лиц и больных с бронхообструктивным синдромом в покое, при электростимуляции диафрагмы и последующей ингаляции беродуала.  
**Ключевые слова.** Регуляция дыхания, паттерны дыхания, восприятие дыхания, одышка, аппарат внешнего дыхания, бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, электростимуляция диафрагмы.

Важным вопросом клинической физиологии дыхания является изучение регуляции дыхания у лиц с различными функциональными способностями аппарата внешнего дыхания (АВД) в покое и при воздействии эффективных методов респираторной терапии [1-4,6,8]. Ведущими причинами снижения функциональных способностей АВД являются хронические болезни легких с бронхообструктивным синдромом (БОС), представленные бронхиальной астмой (БА) и хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ), часто сопровождающихся хронической дыхательной недостаточностью (ХДН) [3,4,6,8,12]. Эффективными методами респираторной терапии больных с БОС и ХДН в реабилитационном процессе являются чрескожная электростимуляция диафрагмы (ЧЭСД) [4,5,7] и бронхолитические препараты комбинированного действия, в частности беродуал [4,5,12]. Регуляция дыхания в клинических условиях оценивается паттернами дыхания (ПД) и восприятием дыхания (ВД). Формирование ПД связано с работой дыхательного центра (ДЦ) [1-3,8]. ВД у больных с БОС и ХДН проявляется одышкой — ощущением повышенной работы дыхательной мускулатуры по преодолению возросшего внутрилегочного сопротивления (ВЛС), формирующегося в лимбической системе ЦНС и связанного с интенсивностью афферентного потока, поступающего с дыхательной мускулатуры в лимбическую систему ЦНС [3,4,6,11,13].

Цель работы — изучить связи между ПД и ВД у лиц с различными функциональными возможностями АВД, представленных здоровыми и больными с БОС и ХДН, в покое, при ЧЭСД и последующих ингаляциях беродуала.

### Материалы и методы

Исследования были проведены на группе здоровых

лиц — 1-я группа (20 мужчин, средний возраст 20,2), больных бронхиальной астмой (БА) — 2-я (30, из них 18 мужчин, 12 женщин, средний возраст 43,7 года), больных с хроническим обструктивным бронхитом (ХОБ) — 3-я (34, из них 22 мужчины, 12 женщин, средний возраст 50,9 года). Группу здоровых составили тщательно обследованные лица без заболеваний легких в анамнезе. Для исключения возрастных и половых влияний на ВД и функционирование АВД группа здоровых была сформирована из лиц мужского пола молодого возраста, занимающихся спортом и имеющих 2-3-й спортивный разряд. У больных БА и ХОБ отмечалась одышка при обычных физических нагрузках. Для исследования отбирались больные с течением болезни средней степени тяжести в фазе затухающего обострения. Таким образом, исследуемые 1-й группы характеризовались наилучшими функциональными способностями АВД, а исследуемые 2-й и 3-й — сниженными функциональными способностями его.

Оценка ВД у здоровых лиц проводилась по системе балльных оценок [5] с последующим анализом по Z-критерию. Выраженность одышки (ОД) в баллах у больных с БОС определялась по визуальной аналоговой шкале [5,13]. Состояние ДЦ оценивалась по максимальному времени задержки дыхания (Т) в секундах после спокойного выдоха, индексу инспираторной активности (ИИА= $T_i/T_t$ ), скорости вдоха ( $V_i$ ) и выдоха ( $V_e$ ) в л/с, частоте дыхания в минуту (F) [2,3]. Механические свойства легких оценивались по ОФВ1 в литрах (характеризует бронхиальную проходимость) и общей работе дыхания (At) в кгм/мин (характеризует внутрилегочное сопротивление), определяемой по кривым объема и транспульмонального давления при текущем значении минутного объема дыхания (V) [8,9,15], регистрируемыми при помощи пневмотахографа с интегратором («Медфизприбор», г. Казань). При проведении канонического анализа дополнительно учитывался возраст (В) исследуемых лиц.

В 1-й группе проводился разовый сеанс ЧЭСД, во 2-й и 3-й — курсом в 10-15 сеансов. ЧЭСД проводилась по 30 минут в положении лежа с помощью электростимулятора серийного производства ЧЭСД-2П (Чебоксарский электроаппаратный завод) с учетом их рекомендаций [7]. Исследование проводилось в утренние