

УДК: 612.127.2:616.24-008.811.1: 616.233-072.1

## САТУРАЦИЯ КИСЛОРОДА ВО ВРЕМЯ ФИБРОБРОНХОСКОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫРАЖЕННОЙ БРОНХОРЕЕЙ: АНАЛИЗ ЛИНЕЙНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Штейнер М.Л., Жестков А.В., Штейнер С.М.

ГОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию», Самара, <http://www.samsmu.ru>

Изучены закономерности изменения сатурации кислорода во время фибробронхоскопии у пациентов с массивной бронхореей. Выяснено, что функциональная зависимость сатурации кислорода от времени проведения фибробронхоскопии имеет линейную и периодическую составляющие. Линейная составляющая подчиняется уравнению линейной регрессии и отражает состояние кислородных резервов организма во время бронхоскопии. Респираторное обеспечение фибробронхоскопии оказывает влияние, прежде всего, на линейную составляющую, уменьшая её убывающий характер.

**Ключевые слова:** фибробронхоскопия, сатурация кислорода, линейная составляющая

## OXIGEN SATURATION DURING FIBEROPTIC BRONCHOSCOPY IN PATIENTS WITH SEVERE BRONCHORRHEA: ANALYSIS OF THE LINEAR COMPONENT

Shteiner M.L., Zhestkov A.V., Shteiner S.M.

Samara State Medical University, Samara, <http://www.samsmu.ru>

This study was designed to examine the regularities of changes in oxygen saturation during fiberoptic bronchoscopy in patients with massive bronchorrhea. It has been found that the functional dependence of oxygen saturation from the time of bronchoscopy has a linear and periodic components. Linear component obeys the linear regression and reflects the state of the oxygen reserves of the body during bronchoscopy. Respiratory protection during bronchoscopy affects primarily the linear component, reducing its decreasing nature.

**Keywords:** fiberoptic bronchoscopy, oxygen saturation, linear component

Задача терапии при дыхательной недостаточности любой этиологии – поддержание доставки кислорода к тканям. В связи с этим важной проблемой является организация контроля за оксигенацией крови – неинвазивного, доступного и высокоинформативного [1].

Таким методом стала пульсоксиметрия, физиологическую основу которой составляет измерение поглощения света определённой волны гемоглобином крови. Именно с помощью пульсоксиметрии определяют степень насыщения крови кислородом, выраженную в процентах, т.е. сатурацию кислорода ( $\text{SaO}_2$ ) [2, 7, 8].

В экстренной медицине пульсоксиметрию используют для отслеживания гипоксемии при центральном угнетении дыхания (комы различной этиологии, отравления, остаточной миорелаксации после наркоза, нарушения проходимости верхних дыхательных путей). В пульмонологической практике пульсоксиметрия нашла применение для мониторинга состояний, связанных с бронхиальной обструкцией различной этиологии; диффузионными расстройствами, возникающими из-за сокращения дыхательной поверхности, шунтированием крови, выраженным уменьшением функци-

ональной остаточной ёмкости, запаса кислорода в которой недостаточно для оксигенации капиллярной крови в фазу выдоха [3].

Небольшое количество работ посвящено оценке изменений  $\text{SaO}_2$  под влиянием проведения ФБС, причём это касается, прежде всего, постбронхоскопического периода. Во всех случаях отмечалось снижение резервов оксигенации после бронхологического вмешательства [9, 10]. Вместе с тем изучению динамики  $\text{SaO}_2$  непосредственно во время проведения бронхологического вмешательства почти не уделяется внимания.

В настоящий момент имеет место всё более широкое использование бронхологических методик в пульмонологии, в т.ч. и в группе соматически тяжёлых больных с выраженной бронхообструкцией и тяжёлой дыхательной недостаточностью. Таким образом, изучение закономерностей кислородного обеспечения организма во время проведения бронхоскопии является актуальным.

**Целью настоящей работы** изучение состояния кислородных резервов у пациентов с выраженной бронхореей во время фибробронхоскопии.

### Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели было выделено 4 группы клинического наблюдения. В обследо-

ванные группы были включены пациенты с тяжёлой дыхательной недостаточностью (III степени по классификации Дембо А.Г., 1957), массивной обструкцией бронхиальным секретом и неэффективной собствен-

ной экспекторацией на фоне различной лёгочной патологии (хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ), бронхиальной астмы, пневмонии). Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Нозологический состав наблюдаемых групп

Нозологический состав	I группа	II группа	III группа	IV группа
Общее количество пациентов в группе	1000 (100%)	1000 (100%)	1000 (100%)	1000 (100%)
ХОБЛ	462 (46,2%)	513 (51,3%)	483 (48,3%)	511 (51,1%)
Бронхиальная астма	69 (6,9%)	114 (11,4%)	104 (10,4%)	90 (9,0%)
Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ	19 (1,9%)	24 (2,4%)	25 (2,5%)	34 (3,4%)
Пневмония на фоне ХОБЛ	332 (33,2%)	250 (25,0%)	313 (31,3%)	292 (29,2%)
Пневмония	118 (11,8%)	99 (9,9%)	75 (7,5%)	73 (7,3%)

I группа обследованных – 1000 человек. Группа оценивалась ретроспективно. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III-й степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось традиционным способом (без респираторной поддержки).

II группа обследованных – 1000 человек. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось на фоне трансназальной подачи кислорода.

III группа обследованных – 1000 человек. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось на фоне комбинированной подачи кислорода (трансназальной + эндобронхиальной) [4].

IV-я группа обследованных – 1000 человек. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III-й степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось на фоне респираторной поддержки с использованием бронхологического варианта невозвратной масочной системы [5, 6].

ФБС пациентам всех групп проводилась фибробронхоскопами FB-15H, FB-15P (фирма «Pentax», Япония) с наружным диаметром 5 мм и диаметром биопсийного канала 2,2 мм.

Контроль состояния пациентов осуществлялся с помощью многофункционального монитора UT 4000A (Goldway Industrial, КНР), имеющего возможность одновременно регистрировать  $\text{SaO}_2$  (каждые 15 секунд), частоту сердечных сокращений (ЧСС) (каждые 15 секунд), артериальное давление (АД) (каждые 120 секунд). Эти показатели одновременно выводились на табло дисплея и сохранялись вплоть до регистрации новых значений. Одновременно регистрировалась электрокардиограмма (ЭКГ) в первых трёх стандартных отведениях.

Изучалась функциональная зависимость ( $\text{SaO}_2$ ) от времени проведения ФБС на фоне использования различных вариантов респираторной протекции

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведённых исследований выявлена однотипность изменений  $\text{SaO}_2$  как

в различных группах клинического наблюдения, так и внутри групп – независимо от варианта респираторной протекции (или её отсутствия) и независимо от этиологической принадлежности бронхообструктивного синдрома за счёт массивной обтурации бронхиальным секретом. Зависимость  $\text{SaO}_2$  ( $f$ ) от времени проведения ФБС ( $\tau$ ) определяется в виде суммы двух функций:

$$f(\tau) = f_1(\tau) + f_2(\tau).$$

Функция  $f_1(\tau)$  отражает линейную составляющую и функция  $f_2(\tau)$  – периодическую составляющую.

Предметом настоящего рассмотрения стала линейная составляющая функциональной зависимости  $\text{SaO}_2$  от времени проведения ФБС.

Выяснено, что линейная составляющая отражается уравнением линейной регрессии со значениями коэффициентов  $a$  и  $b$ , определённых методом наименьших квадратов:

$$f_1(\tau) = a \cdot \tau + b.$$

Внутри групп отмечены очень близкие значения коэффициентов  $a$  и  $b$  в разных подгруппах («ХОБЛ», «Бронхиальная астма», «Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ», «Пневмония на фоне ХОБЛ», «Пневмония»).

На рис. 1–2 представлены общий вид функциональной зависимости изменения  $\text{SaO}_2$  и её линейная составляющая у пациентов I группы при проведении ФБС традиционным способом (без сопутствующей респираторной протекции).

На рис. 3–4 представлены общий вид функциональной зависимости изменения  $\text{SaO}_2$  и её линейная составляющая у пациентов II группы при проведении ФБС на фоне трансназальной подачи кислорода.

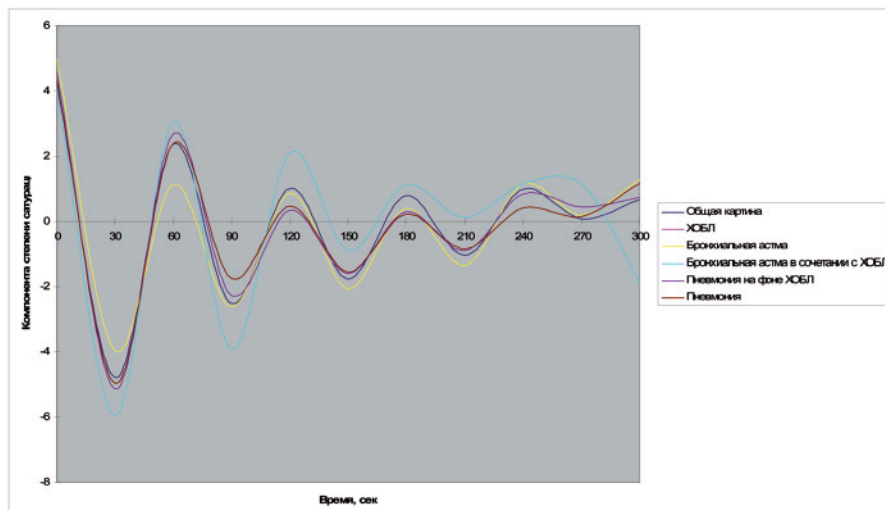


Рис. 1. Общая картина динамики сатурации (I группа)

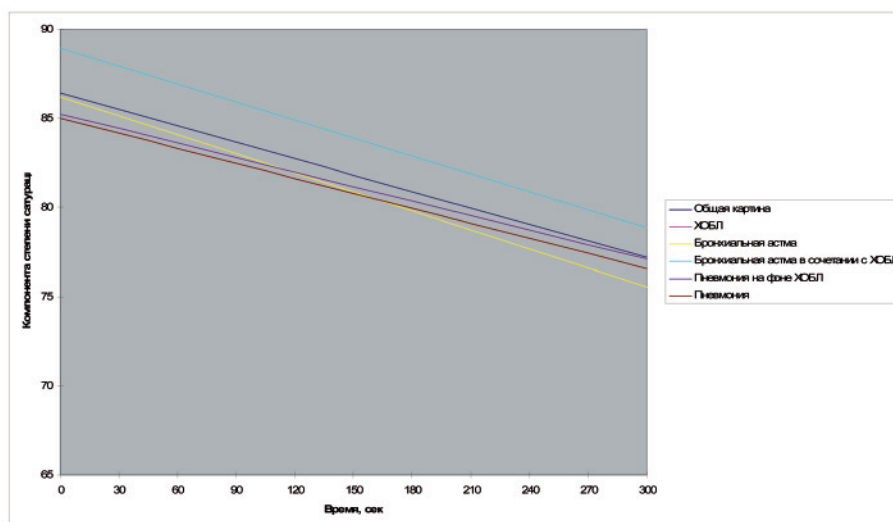


Рис. 2. Линейная составляющая динамики сатурации (I группа)

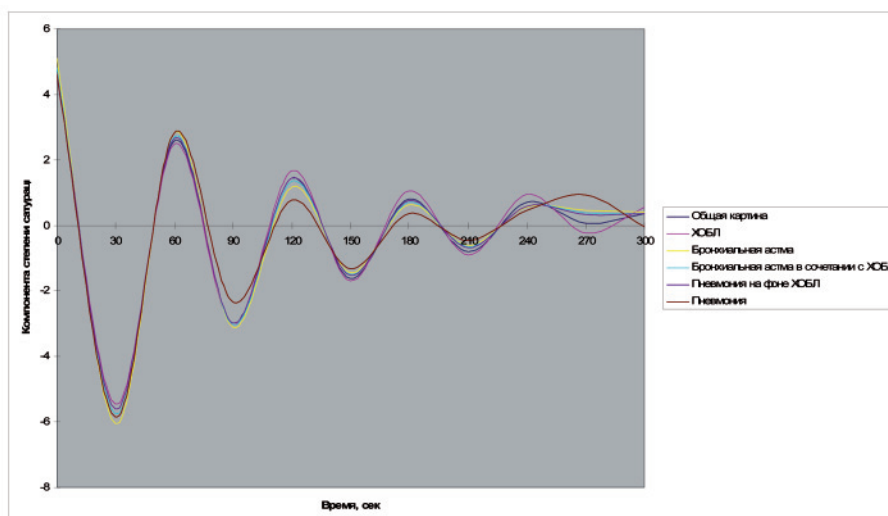


Рис. 3. Общая картина динамики сатурации (II группа)

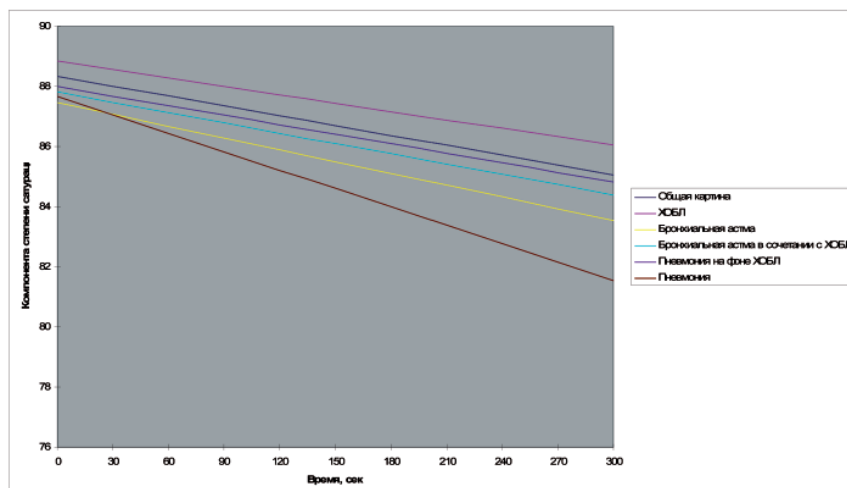


Рис. 4. Линейная составляющая динамики сатурации (II группа)

На рис. 5–6 представлены общий вид функциональной зависимости изменения  $SaO_2$  и её линейная составляющая у пациен-

тов III группы при проведении ФБС на фоне комбинированной подачи кислорода (трансназальной + эндобронхиальной).

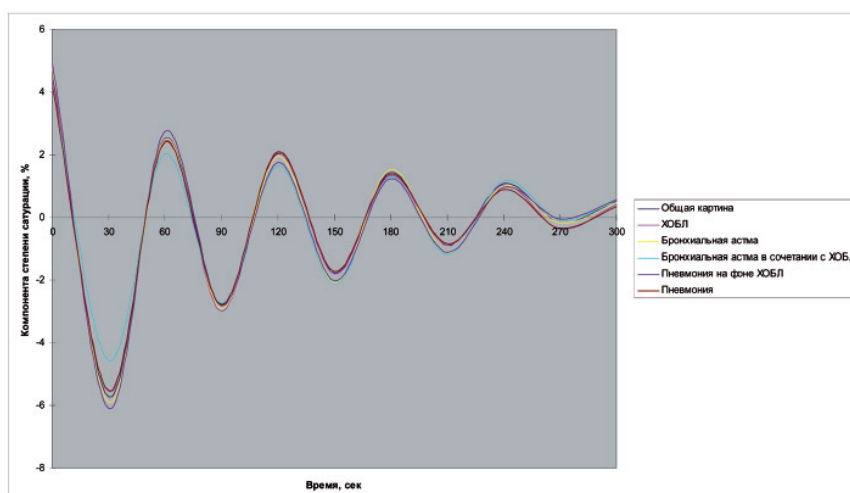


Рис. 5. Общая картина динамики сатурации (III группа)

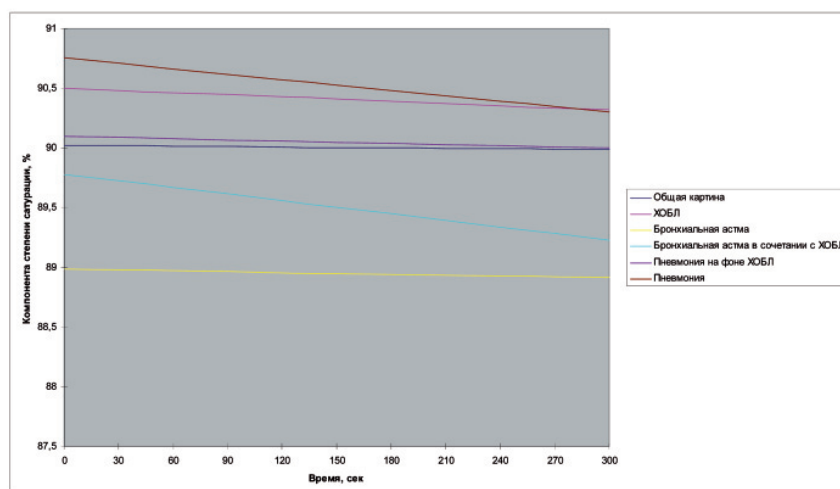


Рис. 6. Линейная составляющая динамики сатурации (III группа)

На рис. 7–8 представлены общий вид функциональной зависимости изменения  $SaO_2$  и её линейная составляющая у пациентов IV группы при про-

ведении ФБС на фоне респираторной поддержки с использованием бронхологического варианта невозвратной масочной системы.

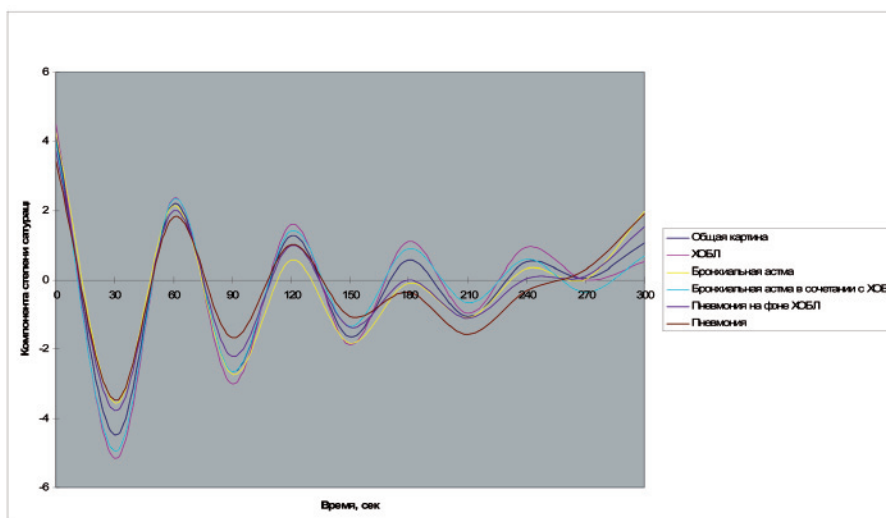


Рис. 7. Общая картина динамики сатурации (IV группа)

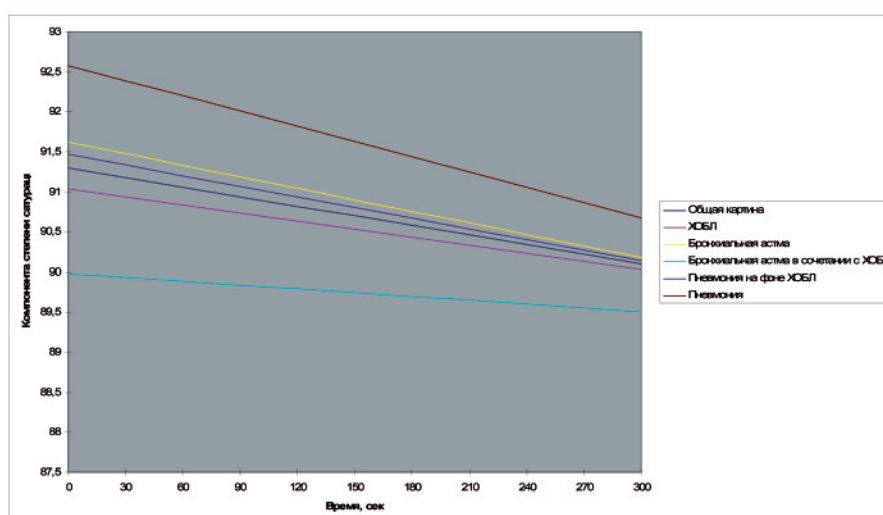


Рис. 8. Линейная составляющая динамики сатурации (IV группа)

В табл. 2 представлены значения коэффициентов в уравнениях линейной регрессии, характеризующих линейную компоненту изменений  $SaO_2$  у пациентов исследуемых групп при проведении ФБС.

Линейная компонента зависимости  $SaO_2$  от времени проведения ФБС ( $\tau$ ) отражает, по нашим представлениям, как бы результирующий вектор кислородоустойчивости организма. При отсутствии кислородной подачи во время проведения ФБС непосредственный гипоксический эффект, сопровождающий введение в трахеобронхиальное дерево

фибробронхоскопа (крупного инородного тела, частично обтурирующего просвет), явно превалирует над более отдалённым положительным эффектом эвакуации бронхиального секрета. Поэтому линейная компонента здесь будет иметь чётко убывающий характер.

Дополнительная респираторная поддержка во время ФБС позволяет частично или почти полностью восстановить пошатнувшееся равновесие. Таким образом, линия тренда линейной регрессии становится более полой, а иногда и параллельной оси абсцисс.

Таблица 2

Значения коэффициентов в уравнениях линейной регрессии, характеризующих линейную компоненту изменений  $\text{SaO}_2$  у пациентов исследуемых групп

Подгруппы пациентов	Значения коэффициентов в уравнении линейной регрессии							
	I группа		II группа		III группа		IV группа	
	а	в	а	в	а	в	а	в
Линия тренда пациентов подгруппы «ХОБЛ»	-0,02990	87,23397	-0,00930	88,83689	-0,00061	90,50136	-0,00370	91,04036
Линия тренда пациентов подгруппы «Бронхиальная астма»	-0,03558	86,20909	-0,01306	87,45730	-0,00023	88,98601	-0,00480	91,61818
Линия тренда пациентов подгруппы «Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ»	-0,03364	88,95455	-0,00020	87,84848	-0,00184	89,77818	-0,00156	89,98181
Линия тренда пациентов подгруппы «Пневмония на фоне ХОБЛ»	-0,02719	85,24591	-0,01058	87,99517	-0,00033	90,09714	-0,00444	91,46753
Линия тренда пациентов подгруппы «Пневмония»	-0,02807	84,99597	-0,02045	87,67208	-0,00152	90,75428	-0,00633	92,57955
Линия тренда (общая картина)	-0,03071	86,41709	0,01094	88,34101	-0,00013	90,02185	-0,00397	91,29504

### Выводы

1. Зависимость сатурации кислорода от времени проведения фибробронхоскопии имеет периодическую и линейную составляющие.

2. Линейная составляющая характеризует результирующий вектор кислородоустойчивости организма во время проведения фибробронхоскопии

3. Респираторная поддержка влияет на линейную составляющую динамики сатурации кислорода, нивелируя её убывающий характер.

### Список литературы

1. Зислин Б.Д., Чистяков А.В. Мониторинг дыхания и гемодинамики при критических состояниях. – Екатеринбург: Сократ, 2006. – 336 с.
2. Каков С.В., Мулер В.П. Пульсоксиметрия // Вестник новых медицинских технологий. – 2006. – Том XIII, №1. – С. 171–172.
3. Киров М.Ю. Современные аспекты мониторинга гемодинамики в отделениях анестезиологии и интенсивной терапии // Интенсивная Терапия. – 2005. – №3 (интернет-версия). – Режим доступа: <http://www.icj.ru/2005-03-10.html>. (Дата обращения: 7.12.2010).

4. Патент РФ на изобретение №2226980, 24.09.2002.
5. Патент РФ на полезную модель №36982, 11.11.2003.
6. Патент РФ на полезную модель №33853, 5.05.2003.
7. Шурыгин Н.А. Мониторинг дыхания в анестезиологии и интенсивной терапии – Санкт-Петербург: Диалект, 2003. – 416 с.
8. Barker S. «Motion-resistant» pulse oximetry: a comparison of new and old models // Anesth. Analg. – 2002. – Vol.95. – P. 967–972.
9. Chhajed P.N., Glanville A.R. Management of hypoxemia during flexible bronchoscopy // Clin. Chest Med. – 2003. – Vol.24. – P. 511–516.
10. McCain T.W., Dunagan D.P., Adair N.E., Chin R.J. Prospective randomized trial comparing oxygen administration during nasal flexible bronchoscopy // Chest. – 2001. – Vol.120. – P. 1671–1674.

### Рецензенты:

Ганцева Х.Х., д.м.н., профессор, зав. кафедрой внутренних болезней ГОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет», г. Уфа;

Демко И.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой внутренних болезней №2 ГОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет МЗ СР РФ», главный аллерголог-иммунолог МЗ Красноярского края, г. Красноярск.