



# Острова

Благотворительный  
фонд

Отпечатано в типографии "Бизнеспринт СПб"  
при финансовой поддержке

Благотворительного фонда "Острова"

[www.ostrova.ru](http://www.ostrova.ru)

e-mail: [ostrova@pb@gmail.com](mailto:ostrova@pb@gmail.com)

тел/факс: 275-37-58



МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А. В. Орлов, Е. Л. Титова

## ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ ИНГАЛЯЦИОННОЙ ТЕРАПИИ

Санкт-Петербург  
2013

---

МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

А. В. Орлов, Е. Л. Титова

**ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ  
ИНГАЛЯЦИОННОЙ ТЕРАПИИ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
Издательство СЗГМУ им. И. И. Мечникова  
2012

УДК 616.24  
О-66

Орлов А. В.

О-66 Практика современной ингаляционной терапии: учеб. пособие / А. В. Орлов, Е. Л. Титова. – СПб: Издательство СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2012. – 48 с.

**Авторы:**

А. В. Орлов – канд. мед. наук, доцент кафедры педиатрии и неонатологии СЗГМУ им. И. И. Мечникова, зав. отделением пульмонологии ДГБ Саштой Ольги;

Е. Л. Титова – канд. мед. наук, ООО «ПАРИ» снержия в медицине».

**Рецензент:**

Л. А. Желтанин – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой педиатрии, эндокринологии и абилитологии ГБОУ ВПО СПбГПМА МЗ России.

Современное лечение заболеваний дыхательных путей почти всегда подразумевает назначение той или иной ингаляционной терапии. В настоящем пособии рассматриваются только искусственные аэрозоли и лишь доказавшие свою эффективность методы и способы ингаляционной терапии. Как для врача, так и для больного важно знать характеристики используемых приборов для ингаляций, лекарства, растворителей и технику дыхательного маневра, позволяющего сделать саму процедуру максимально эффективной. Приводятся система обработки ингаляторов, даны схемы используемых ингаляторов.

Утверждено в качестве учебного пособия Методическим советом ГБОУ ВПО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава Ленинградской, протокол № 4 от 4 мая 2012 г.

© Орлов А. В., Титова Е. Л., 2012

© Издательство СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Очистка полости носа.....	5
Влияние дыхательных путей.....	10
Методы генерации аэрозолей.....	10
Компрессорные и ультразвуковые ингаляторы.....	11
Ингаляторы мембранного типа.....	21
Положение пациента и дыхательный маневр.....	22
Тренировка дыхательных мышц.....	23
Препараты для ингаляций.....	27
Получение индуцированной мокроты.....	28
Дозирующие аэрозольные ингаляторы (ДАИ).....	29
Ингаляторы сухих форм.....	33
Тесты по теме «Практика ингаляционной терапии».....	41
Рекомендуемая литература.....	45

## ВВЕДЕНИЕ

Ингаляционная терапия является важнейшей составляющей в комплексном лечении больных с патологией органов дыхания. Ингаляцию можно сравнить с наружным применением медикаментов. В первую очередь это воздействие на воспаленную и отечную слизистую оболочку, а также на количество секрета, его продукцию и элиминацию. Другим важным элементом является местное воздействие на мускулатуру бронхов — снятие бронхоспазма.

Дозировка лекарств при ингаляции возможна только в ограниченных пределах (мы знаем только дозу подаваемого, а не осаждаемого вещества), так как доступ к органу обеспечивается косвенный — через аэрозоль. В то же время при таком способе применения лекарств исключается эффект «first-pass» (первого прохода) и снижается активность препарата в печени в отличие от приема лекарств внутрь.

Существенным преимуществом ингаляционной терапии является возможность создания высокой концентрации медикаментов в дыхательных путях при незначительном общем количестве подаваемого препарата и, как правило, низкой его концентрации в тканях организма.

В настоящее время ингаляционная терапия может проводиться с помощью небулайзеров, генерирующих аэрозоль в виде тумана, с помощью дозирующих аэрозольных ингаляторов (ДАИ) и с помощью порошковых дозирующих ингаляторов (ПДИ или ПИ).

При оценке эффективности проводимой ингаляции через небулайзер учитываются:

1. Дисперсность создаваемого аэрозоля, содержащего препарат.
2. Дебит ингалируемого вещества (количество подаваемого аэрозоля с препаратом в 1 минуту).
3. Создаваемый поток аэрозоля.
4. Расстояние от генератора до пациента (оно должно быть минимальным, так как при использовании трубок образуется конденсат и снижается концентрация ингалируемого вещества). Обычно мундштук или маска являются продолжением распылительной камеры.
5. Конструкция распылителя и дополнительные приспособления к распылителю.

При оценке безопасности ингаляций через небулайзер крайне важна его обработка, а также система обработки распылителей, масок и мундштуков.

Важно представить также принципиальную разницу компрессорных и ультразвуковых ингаляторов. При приобретении ингалятора важно знать в первую очередь параметры подаваемых им частиц аэрозоля.

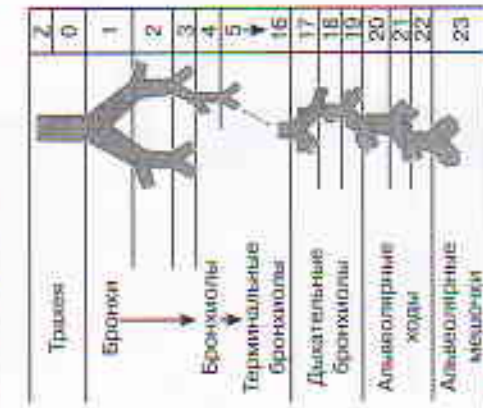


Рис. 1. Схема бронхального дерева.

Современные небулайзеры дают до 50% частиц с диаметром менее 3 мк, что вполне достаточно для эффективной аэрозольной терапии. Растворимая фракция (частица с диаметром 1–5 мк) должна составлять не менее 60%, что должно быть указано в паспорте небулайзера.

При использовании ДАИ важно знать форму нахождения вещества в баллончике (раствор или взвесь), используемый пропеллент и выбрать оптимальную систему доставки вещества в зависимости от возраста пациента.

При использовании ПДИ/ПИ необходимо представлять конструкцию ингалятора, его внутреннее сопротивление, используемый наполнитель, необходимую оптимальную скорость вдоха для лучшей доставки лекарственного вещества в дыхательные пути пациента.

## ОЧИСТКА ПОЛОСТИ НОСА

Большинство бронхолегочных заболеваний сопровождается нарушением дыхания через нос. Очистка полости носа является не менее важной, чем система ингаляций.

6. Слизистая полость носа покрыта реснитчатым (мерцательным) эпителием, который способствует перемещению слизи вместе с осевшими на нее частичками в сторону носоглотки, обеспечивая первую линию защиты от инородных частиц и микроорганизмов. Этот механизм удаляет избыток слизи. В условиях нормального функционирования мукоцилиарного транспорта (МЦТ) патогены (вирусы, бактерии, аллергены) не имеют возможности для достаточно длительного контакта с клетками эпителия полости носа. Как только МЦТ нарушается, происходит чрезмерно длительный контакт патогенов со слизистой – развивается патологический процесс. Учитывая этот механизм развития патологического процесса, особую ценность приобретают методы, позволяющие минимизировать время контакта патогенов со слизистой оболочкой – элиминационная терапия (удаление патогенов со слизистой оболочки с помощью различных растворов). Обычное высмаркивание направляет слизь в сторону, обратную физиологическому процессу. Элиминационная терапия является неотъемлемой частью терапии патологических процессов полости носа, что отражено в ряде согласительных документов (European Position Paper on Rhinosinitsis and Nasal Polyps; Allergic Rhinitis and its impact on Asthma). Требования, предъявляемые к растворам для промывания носа:

- раствор не должен нарушать скорость колебания ресничек мерцательного эпителия;
- раствор должен улучшать релогические свойства носового секрета и ускорять МЦТ.

Наибольшее количество препаратов для элиминационной терапии производится хорватской компанией Jadran Galenski Lab. На примере этих устройств можно показать систему элиминационной терапии у детей с первых дней жизни, подростков, взрослых пациентов (рис. 2–5).

Растворы (изотонические и гипертонические) приготавливаются на основе натуральной морской воды Адриатического моря и не содержат консервантов. Помимо солей Na (NaCl) растворы содержат другие микроэлементы:

- Ca и Mg – улучшают обменные процессы в клетках эпителия носа и околоносовых пазух, восстанавливают МЦТ, обеспечивая энергию движения микроресничек;
- Zn и Se – стимулируют выработку лизоцима, интерферона и иммуноглобулинов, повышают местный иммунитет;
- I – обеспечивает бактерицидный эффект;
- сульфаты, хлориды, карбонаты способствуют разжижению слизи и нормализуют ее выработку.



Применяется для лечения ринитов у детей до 1 года (2 капли 4 раза в день) и тугности полости носа у новорожденных (1–2 капли 2–3 раза в день).

Рис. 2. Аква Марис 10 мл



Применяется для профилактики и лечения инфекционных и аллергических ринитов. Механическая помпа позволяет равномерно орошать полость носа.

Режим применения: по 2 ингаляции в каждой носовой ход (1–7 лет – 4 раза в день; 7–14 лет – 6 раз в день; взрослым 6–8 раз в день). Для профилактики применяются в два раза меньше дозы.

Рис. 3. Аква Марис спрей 30 мл



Гипертонический раствор воды Адриатического моря (3,2%). Применяется для снятия заложенности носа. Гипертонический раствор уменьшает отек при заложенности носа, обладает антисептическим действием, стимулирует местный иммунитет.

Является лекарственным средством. Применяется по потребности. Разрешен беременным женщинам и детям с 1 года.

Рис. 4. Аква Марис стронт



Рис. 5. Аква Марис стекло

При наличии хронических тайморитов носа наиболее значимые приобретают ежедневные промывания полости носа (до 50-100 мл раствора). Раствор должен поступать самотеком. При повышении давления (жизима и аналогичные устройства) возможно попадание раствора в полость среднего уха и развитие отита.

Безопасные устройства для промывания полости носа выпускаются фирмами Jafra Galenski Lab и PARY GmbH (рис. 6-8).



Рис. 6. Система орошения полости носа

Содержит изотонический раствор воды Адриатического моря, обогащенный йодом и цинком.

Применяется при лечении атрофических и субатрофических состояний слизистой. Стимулирует восстановление слизистой после применения стероидов и сосудосуживающих препаратов.

Является лекарственным средством. Применяется по потребности. Разрешен беременным женщинам и детям с 1 года.

Применяется для промывания полости носа при хронических тайморитах, аденоидитах, а также у часто болеющих детей.

В наборе со средствами для промывания для детей до 3-х лет — натуральная соль Адриатического моря, для детей старше 5 лет и взрослых — соль, обогащенная глицерином, эфирными маслами мята и бессмертника, которые обеспечивают усиленный протистолиз и антибактериальный эффект. Разрешен с 3-х лет. Применяется по 50-200 мл от 1 раза в день (профилактика) до 3 раз в день (лечение).

Назальный душ ПАРИ МОНТЕССОЛЬ — простое устройство, применяемая для дальнейшего орошения носа при насморке, аллергии, хронических заболеваниях носа и придаточных пазух с целью очищения и увлажнения слизистой оболочки носа.

Назальный душ предназначен для индивидуального использования.

Для промывания носа используются солевые растворы NaCl, растворы медикаментов на основе изотонического (физиологического) раствора поваренной соли, рекомендованные врачом.

Назальный душ очищается путем промывания в горячей воде с помощью средством и дезинфицируется кипячением (10-15 мин).



Рис. 7. Назальный душ ПАРИ МОНТЕССОЛЬ



Рис. 8. Спрей для промывания носа

Системы обеспечивают наиболее труднотолкаемого, тологического содержания. Назор струи для «Аква Марис беби» слабее и безопаснее для грудных детей. «Аква Марис борм» имеет растворку 50 мл (марманная форма).

Выскакивание продолжается несколько секунд. Лечение — 4-6 раз в день; профилактика — 2-4 раза в день; гигиена — 1-2 раза в день.

**Нельзя промывать нос** при опухолях носа, полипах (обтурирующих нос), аденоидах 3 степени, носовом кровотечении.

### ВЛИЯНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Проникновение аэрозоля в нижние дыхательные пути в связи с особенностями строения глотки может различаться в несколько раз (у здоровых взрослых добровольцев эти различия при прочих равных условиях лежат до 400%).

В местах ателектазов, дистелектазов, бронхоэктазов, эмфиземы аэрозольные частицы не могут оседать в связи с плохой вентиляцией этих отделов.

Обструкция дыхательных путей в зависимости от степени ее выраженности может уменьшать проникновение аэрозоля в нижние дыхательные пути на несколько порядков.

У детей 1-го года жизни частицы аэрозоля практически не задерживаются в носовых ходах, тогда как у более старших детей и у взрослых осаждение вдыхаемого аэрозоля в носу может составлять от 20 до 50%. Значительно различается осаждение частиц аэрозоля в дыхательных путях в зависимости от возраста. Так, у новорожденных осаждается лишь 1% частиц от поданных при ингаляции, у детей 2-4-х лет депозиция аэрозоля составляет около 5%, у детей 5-8 лет достигает 10-11%, а у взрослых может составлять 20-30%. В связи с этим считается целесообразным при проведении ингаляционной терапии дозировать лекарственные препараты в расчете на 1 кг веса. **Дозы могут различаться от тяжести состояния пациента, но не зависят от веса и возраста больных.**

### МЕТОДЫ ГЕНЕРАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ

Для подачи аэрозолей пациенту используются следующие приспособления:

- компрессорные ингаляторы с распылителями различных конструкций;
- ультразвуковые ингаляторы;
- ингаляторы мембранного типа;
- дозирующие ингаляторы (ДАИ), используемые в основном для лечения больных бронхиальной астмой. Они содержат суспензию или раствор лекарственного вещества в каком-

либо пропелленте и дозирочное устройство для подачи пациенту определенного количества медикамента;

- распылители сухих форм (ПФ) лекарственных препаратов (спинхалер, дискхалер, турбухалер, новоланзер, турбоспин, циклохалер, дискус, хендихалер и др.);

Распылители сухих форм выпускаются разных типов:

- капсульные (вещество находится в желатиновой капсуле, для его ингаляции необходим предварительный прокол или раскрытие этой капсулы);
- бункерные (имеется определенная емкость, из которой необходима доза вещества выводится в распылительную камеру и затем ингалируется пациентом);
- дисковые (лекарственное вещество заключено в дисках, для его подачи пациенту необходимо проколоть одну из емкостей, после чего оно попадает в распылительную камеру);
- ленточные (лекарственное вещество находится в емкостях, фиксированных в длинной ленте - емкости разрушаются с одновременным движением ленты);

### КОМПРЕССОРНЫЕ И УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИНГАЛЯТОРЫ

Небулайзером в различных статьях называют как сам ингалятор, так и его распылительную часть (распылитель).

В ультразвуковых ингаляторах размер частичек определяется частотой колебаний пьезокристалла, а в компрессорных (струйных) ингаляторах зависит от конструкции распылителя (небулайзера) и потока подаваемого воздуха. На рис. 9 и 10 представлены схемы компрессорного и ультразвукового ингаляторов.

В настоящее время небулайзеры очень широко используются в клинической практике. Не только стационары, но и большинство машин скорой помощи оснащены небулайзерами для оказания экстренной помощи больным бронхиальной астмой. Часть пациентов приобретают небулайзеры, что позволяет им достаточно эффективно лечиться дома. Эффективное лечение пульмонологических больных возможно без использования небулайзеров.

Первое определение небулайзера (от латинского слова «nebula» - туман) было дано в 1872 году «как прибора для преобразования жидкости в аэрозоль в медицинских целях», т.е. теперь оно не потеряло

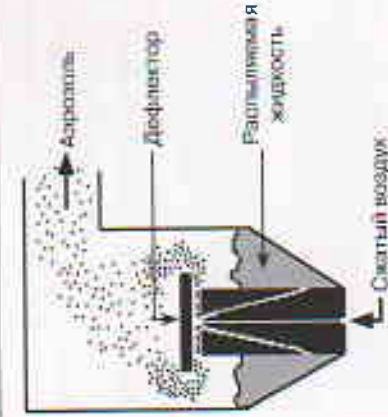
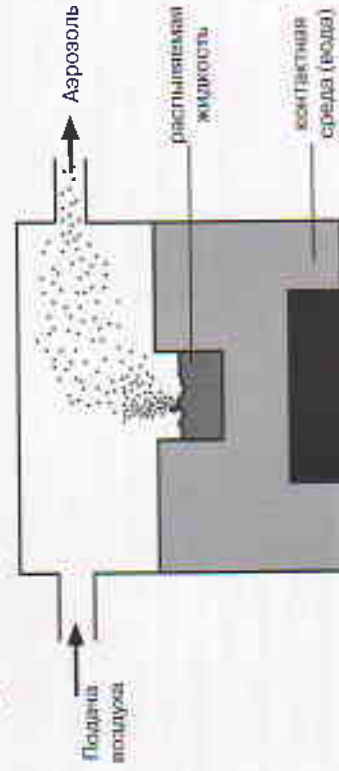


Рис. 9. Схема компрессорного ингалятора

пациента лекарственные препараты, аэрозоль которых нельзя получить каким-либо другим способом (антибиотики, ферменты, препараты сурфактанта, муколитики).

Как уже указывалось, **компрессорные (струйные) небулайзеры** формируют аэрозольное облако за счет подачи сжатым воздухом в камеру, содержащей жидкий препарат, узкое отверстие в камере, нагнетаемого компрессором (эффект Бернулли). Принцип использования сжатого воздуха в компрессорных небулайзерах является «золотым стандартом» ингаляционной терапии. В результате образуется поток полидисперсного аэрозоля, содержащий частицы различного



пьезокремний

Рис. 10. Схема ультразвукового ингалятора

веса и диаметра. В зависимости от потока сжатого воздуха его давления и конструкции распылительной камеры состав аэрозоля меняется.

Компрессорные (струйные) небулайзеры могут комплектоваться различными видами распылителей:

- распылители, активируемые вдохом;
- распылители с клапаном прерывателя потока;
- распылители, активируемые вдохом с клапаном прерывателя потока;
- распылители с системой контроля максимального инспираторного (PIF — Peak Inspiratory Flow control system) потока.

Распылители, активируемые вдохом, позволяют экономить лекарственное средство во время выдоха пациента. Эффективно применяться они могут с 4–5 лет, когда можно обучить пациента правильному маневру дыхания во время ингаляции. Распылители с клапаном прерывателя потока оптимальны при использовании дорогостоящих медикаментов (например, Дорнази Альфа). Распылители с системой контроля максимального инспираторного потока ограничивают этот поток на уровне 25 литров в минуту, что уменьшает осаждение аэрозольных частиц в ротоглотке.

Сами распылители могут иметь дополнительные насадки и приспособления:

- насадка для возможности поворота маски распылителя (возможность проведения ингаляции в горизонтальном положении младенцам);
- муштуютки, маски и смарт-маски (последние имеют клапан вдоха/выдоха);
- приспособления для нагревания аэрозоля (необходимы в случае холодного бронхоспазма или сильного кашля на ингаляцию);
- приспособления для создания положительного давления на выдохе (применяются при наличии гипотонии трахеи и бронхов);
- приспособления для получения колебаний давления во время выдоха (улучшают отхождение мокроты);
- фильтр для улавливания частиц аэрозоля во время выдоха (необходим при ингаляции антибиотиков);
- приставка для проведения ингаляции через трахеостому;
- насадки для проведения ингаляции через трахеостому.

Компрессоры могут быть мощными (используются в условиях клиники) и менее мощными (используются дома), могут иметь аккумулятор для возможности проведения ингалий (от 4 до 12 ингалий) без подключения небулайзера к источнику питания. Возможно подключение ряда небулайзеров к гнезду прикуривателя автомобиля.

Компрессорные ингаляторы универсальны, относительно дешевы и наиболее распространены. Отдельные виды ингаляторов, распылителей и насадок к ним представлены на рис. 11–21. Наибольшее количество разнообразных приспособлений производится фирмой PARY GmbH (Германия).

При выборе компрессорного небулайзера и проведении ингаляционной терапии следует помнить ряд важных положений.

- Характеристики у небулайзеров разные. Выбор небулайзера обусловлен не только общими стандартами, но и задачами ингаляционной терапии.

- Для каждого возраста следует выбирать свой небулайзер, распылитель и соответствующие насадки к нему с учетом локализации воспалительного процесса. Обязательно использовать



Рис. 12. Ингалятор «ПАРИ Мобиль». Позволяет проводить до 10 ингалий по 5 минут в «полевых» условиях за счет встроенного аккумулятора



Рис. 13. Ингалятор «ПАРИ ЭОЛЕ». Позволяет получать мощный поток аэрозоля (до 1,3 мл в минуту)

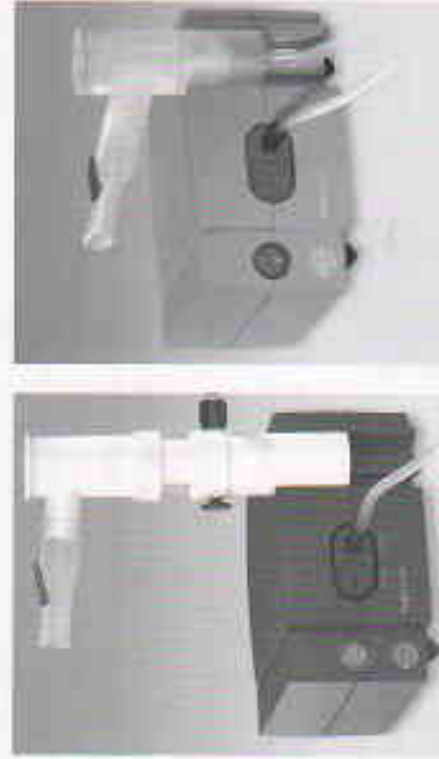


Рис. 11. Ингаляторы «ПАРИ БОЙ» и «ПАРИ Юниор БОЙ» с распылителями LL и LC Plus.

Распылитель LL имеет кнопку прерывателя потока, а LC Plus увеличивает подачу аэрозоля по время активного вдоха пациента. Обе системы обеспечивают лекарственное вещество и делают ингаляцию более эффективной



Рис. 14. Филтер (насадка на распылитель), который увлажняет выдыхаемый аэрозоль, что важно при ингаляциях агглюбирующих, стероидов и препаратов бронхорелаксантных проб с пастаминам и метаксалином компрессоры с подогревателями для них распылителями (один производитель). Подсохшие не соответствующие распылителя к конкретному компрессору изменяет параметры аэрозоля и соответственно снижает эффективность лечения.

- Следует помнить о необходимости фильтра в небулайзере, который надо регулярно заменять. Фильтры могут быть матерчатыми или керамическими.
- Распылители, мундштуки, маски и другие приспособления и насадки должны выдерживать кипячение и автоклавирование для гарантированной обработки (дезинфекции), что следует указывать в паспорте небулайзера.
- Остаточный объем раствора в распылителе после прекращения подачи аэрозоля не должен превышать 0,1 мл (только на стенках).

Существует целый ряд методов и конструктивных решений ингаляционных приборов для достижения оптимальной депозиции медикамента в определенных отделах дыхательных путей [1] (табл. 1).

Таблица 1  
Конструктивные особенности ингаляционных систем и эффект от их применения

Конструктивные особенности и приспособления	Эффект от применения
Назальный компрессор до 6 л/мин	Снижение потерь медикамента, повышение усвоения медикамента даже при низком инспираторном потоке пациента
Прерыватель воздушного потока	Возможность осуществления правильного дыхательного маневра, удобного пациенту; значительное снижение потерь медикамента
Ограничитель инспираторного потока (PIF-control)	Значительное повышение осаждения медикамента в периферических отделах респираторного тракта и уменьшение оральной депозиции
Одновременное с небулайзером использование устройства для создания положительного давления на выдохе	Повышение депозиции медикамента вследствие стабилизации стенки бронхов; улучшение эвакуации бронхиального секрета; уменьшение времени лечения
Пульсирующая подача аэрозоля	Доставка медикамента в плохо вентилируемые отделы респираторной системы, такие как придаточные пазухи носа

Конструктивные особенности и приспособления	Эффект от применения
Последовательное использование насадок к небулайзеру для центральных и периферических отделов дыхательных путей	Насадка для центральных отделов используется для бронхолитаторов и муколитиков; насадка для периферических отделов — для антибиотика и ГКС

С возраста 4–5 лет следует использовать распылители, активируемые вдохом пациента.

Для детей поток аэрозоля не должен превышать 6–8 литров в минуту.

Длительность одной ингаляции должна составлять от 5 до 8 минут. За это время лекарственное вещество, залитое в распылитель, должно быть полностью израсходовано (распыление около 0,4 мл в минуту!).

После 3–5 лет предпочтительнее использовать мундштуки для уменьшения потерь аэрозоля в полости носа. Возможно использование и у детей старшего возраста специальной маски (Смарт-маска фирмы PARY), имеющей клапан выдоха и плотно прилегающей к лицу, с инструкцией дышать ртом.

Для лечения острых и хронических тапморитов фирмой PARY разработан ингалятор «ПАРИ-синус», дающий прерывистый поток аэрозоля, за счет чего лекарственное вещество попадает в гайморовы пазухи (рис. 15).

Серьезное внимание должно уделяться гигиенической обработке небулайзеров. При несоблюдении этих мероприятий ингаляционная терапия может привести к инфицированию пациента респираторно-болезнетворных бактерий.

Допустимо кипячение распылителя в течение 10 минут. После кипячения его необходимо высушить. Можно обработать его в приборе для дезинфекции, которые предназначаются для обработки детских бутылочек. Рекомендуется дезинфицировать прибор ежедневно. При наличии острого или хронического инфекционного процесса следует стерилизовать распылитель после каждой ингаляции! Для дезинфекции возможно использование следующих растворов: 1% лиозолин-специаль (замачивание на 30 минут), 6% раствор гипохлорита натрия 1 : 50 (замачивание на 3 минуты), 70% спирт (замачивание на 3 минуты), 3% раствор

перекрыт водородом (замачивание на 30 минут). После любой обработки распылитель следует тщательно промыть проточной водой и высушить (4 часа на воздухе или с помощью фена).



Рис. 15. Ингалятор «ПАРИ-СПУС»

Ингаляции проводятся 5-8 минут 3 раза в день (пульверизатор, физиологический раствор, растворы антибиотиков). Для полости носа перекрывается оксигенатором, а ингаляция проводится через другую полость носа с помощью специальной насадки.

Аэрозоль будет попадать в легкие только при перекрывании носа мягким небом. Это достигается либо выдохом через нос, либо проведением на выдохе слов «пароход» или «ку-ку».

Правильность проведения ингаляции можно контролировать по ощущению покалывания в области пазух носа.

Курс может состоять из 10-14-20 дней ингаляции. Возможно ежедневное круглогодичное проведение ингаляции.

Создает положительное давление на выдохе, тем самым улучшается эвакуация бронхиального секрета (мокроты) и ускоряется очищение легких.

Препятствуют бронхиальному холеру, восстанавливая простет бронхов. Ингалят словами, дыхательные пути остаются открытыми дольше, так что большее количество лекарственного вещества достигает их.

Возможность подбора, регулирования и контроля создаваемого сопротивления на выдохе с помощью манометра позволяет проводить ингаляционную терапию.

Все компоненты (кроме манометра с трубкой) можно мыть, кипятить, химически/термически дезинфицировать, и стерилизовать в автоклаве при  $t$  до  $137^{\circ}\text{C}$ .



Рис. 16. Насадка для получения положительного давления на выдохе при проведении ингаляции (с манометром)

Система «ПАРИ ТЕРМ» подогревает аэрозоль примерно до  $37^{\circ}\text{C}$ , позволяет пациентам с гиперчувствительностью бронхов вдыхать аэрозоль для лечения нижних дыхательных путей.

Мягко подогревает аэрозоль, лекарственное вещество не разрушается. Более высокий выход аэрозоля означает существенно более короткое время ингаляции, что экономит время пациента и врача.

Система «ПАРИ ТЕРМ» совместима только с небулайзером «ПАРИ ДП». Выход аэрозоля увеличивается примерно на 50% в сравнении с небулайзером «ПАРИ ДП» без подогревательного элемента.

«ПАРИ ТЕРМ» подогревательный элемент (без кабеля с вилкой) должен дезинфицироваться в химической ванне.



Рис. 17. Система «ПАРИ ТЕРМ»



Рис. 18. Приставка для сбора влаги



Рис. 19. Система «ПАРИ Трахеостома Сэл» позволяет проводить лечение ингаляционно при помощи ПАРИ приборов у людей, имеющих трахеостомию



Рис. 20. Ингалятор фирмы Opton AIR NE-C28 — компактный, недорогой ингалятор, который можно рекомендовать пациентам при необходимости 3–4 курсов ингаляции в год



Рис. 21. Ингалятор фирмы Opton U-17 используется для получения ингаляционной мокроты

Как уже указывалось, в ультразвуковых небулайзерах для образования аэрозоля используется высокочастотная ультразвуковая волна, вызываемая вибрацией пьезоэлектрических кристаллов. Вибрация от кристалла передается на поверхность лекарственного раствора с образованием стоячих волн, что приводит к образованию капель и созданию аэрозоля. Так же, как и в струйных небулайзерах, предприняты меры к исключению крупных капель из аэрозоля. Вследствие рассеяния высокочастотной энергии в тепловой форме в ультразвуковых небулайзерах происходит повышение температуры лекарственного раствора во время небулизации. Это ограничивает использование ультразвуковых ингаляторов для некоторых лекарственных препаратов (антибиотики, ферменты, сурфактант разрушаются ультразвуком). Суспензия будесонида (Пульмикорт) обычно плохо небулизуется, так как частицы суспензии не достигают волновой зоны генерации аэрозоля.

Ультразвуковые небулайзеры почти беспумны и не требуют периодической замены небулизационных камер. Значение респираторной фракции частиц хороших ультразвуковых ингаляторов достигает 90%, а средний размер аэрозольных частиц составляет 2–3 мкм. Благодаря этому аэрозоль достигает мелких

bronхов и бронхиол в более высокой концентрации. Остаточный объем распылительной камеры у небулайзеров солидных фирм не превышает 0,2 мл, что позволяет распылить лекарство с минимальными потерями.

## ИНГАЛЯТОРЫ МЕМБРАННОГО ТИПА

В основе работы этих ингаляторов лежит расплывание жидкости в результате вибрации пьезоэлемента и прожесания жидкости через мельчайшие отверстия в металлической мембране — *mesh* (сито) технология. В качестве примера можно привести ингаляторы фирмы Opton Micro AIR NE-U22 и фирмы PARY e-FLOW garid (рис. 22, 23).



Рис. 22. Ингалятор Opton Micro AIR NE-U22



Рис. 23. Ингалятор e-FLOW garid

Особенностью данных приборов являются:

- низкая частота колебаний пьезоэлемента — 117 кГц, при которой не разрушается медикамент (в обычных ультразвуковых ингаляторах частота колебаний около 2 МГц — разрушение ряда медикаментов);
- высокая дисперсность аэрозоля;
- высокий процент частиц респираторной фракции;
- беспумная работа прибора;
- система клапанов вдоха и выдоха;
- резервуар — стейсер для аэрозоля.

Пока ингаляторы этого типа мало распространены (из экономических соображений), но очень перспективны, так как позволяют индивидуализировать за счет отверстий в мембране ингаляци при конкретных медикаментах (индивидуализация ингалятора под конкретный медикамент).

### ПОЛОЖЕНИЕ ПАЦИЕНТА И ДЫХАТЕЛЬНЫЙ МАНЕВР

Эффективность ингаляции находится в прямой зависимости от ее длительности. Длительным фактором может быть лишь контактность пациента и его способность к сотрудничеству. Имеет значение и скорость вдоха. На рис. 24 видны различия в депозиции частиц аэрозоля при медленном и быстром вдохе у пациента с obstructивным бронхитом.



Рис. 24. Различия в депозиции частиц аэрозоля при медленном (слева) и быстром (справа) вдохе у пациента с obstructивным бронхитом

Для большинства лекарственных веществ оптимальная длительность ингаляции считается равной 5–8 минутам. После 10 минут пациент обычно устает и не может контролировать правильный маневр дыхания во время ингаляции. При производительности ингалятора 0,3–0,4 мл/мин в камеру распылителя следует заливать от 1,5 до 2,5 мл раствора.

Очень важно положение пациента для проникновения аэрозоля во все отделы дыхательных путей. Одежда должна быть свободной (ничто не должно препятствовать глубокому вдоху).

**Проведение ингаляции (это важный ритуал):**

1. Пациент сидит прямо, опершись на спинку стула (рис. 25).



Рис. 25. Положение пациента при ингаляции

2. Поместить мундштук распылителя между зубами и плотно обхватить его губами (язык не должен мешать прохождению аэрозоля).
3. Сделать *медленный* вдох.
4. Задержать дыхание на 3–5 секунд (по возможности).
5. Сделать спокойный медленный выдох.

### ТРЕНИРОВКА ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

Важный терапевтический аспект при хронических заболеваниях органов дыхания — это поддержание статуса дыхательных мышц, играющих значительную роль в обеспечении достаточной вентиляционной функции. Хроническая легочная инфлексия, воспалительный процесс и вязкий густой секрет вызывают обструкцию дыхательных путей и замедление опустошения альвеол при выдохе, вследствие этого у больных происходит задержка воздуха в альвеолах, приводящая к увеличению объема легких (гиперинфляция легких). Гиперинфляция легких оказывает негативное воздействие на респираторные мышцы, прежде всего диафрагму: она уплощается, снижается ее радиус кривизны, изменяется ориентация волокон в местах их реберного прикрепления и уменьшается зона аппозиции. Это приводит к тому, что уменьшается

механическая эффективность диафрагмы, а именно снижена ее способность генерировать силу для изменения объема легких.

Это усугубляет нарушения механики дыхания — необходимость дышать при более высоком объеме легких повышает эластичную нагрузку на инспираторные мышцы и увеличивает их потребность в кислороде. На фоне прогрессирования процесса в легких возрастание энергетических затрат дыхания приводит к тому, что дыхательные мышцы не в состоянии обеспечить необходимый уровень вентиляции.

Тренировка инспираторных мышц (ТИМ) может увеличить силу и выносливость инспираторных мышц, а также восстановить баланс между моторным сигналом к мышцам и механическим ответом мышц на него.

Таким образом, целью ТИМ является улучшение силы и выносливости инспираторных мышц, что оказывает положительное воздействие на клинические симптомы, физическую работоспособность и качество жизни больных муковисцидозом.

Противопоказания для назначения ТИМ:

- спонтанный пневмоторакс в анамнезе;
- кровохарканье;
- сочетание муковисцидоза с тяжелой бронхиальной астмой;
- тяжелое обострение заболевания.

В основе тренировки дыхательных мышц лежат такие же принципы, как и при тренировке других скелетных мышц: нагрузка, специфичность и обратимость. В табл. 2 представлен алгоритм тренировки инспираторных мышц, а на рис. 26 и 27 — тренажеры дыхательных мышц и техника выполнения упражнений.

Таблица 2

Алгоритм тренировки инспираторных мышц

Параметр	Определение	Рекомендации
Способ	Тип тренажера	Тренажер с регулируемым инспираторным сопротивлением или тренажер с пороговой нагрузкой
Частота	1. Количество тренировок в день 2. Количество дней в неделю	1. 1-2 тренировки в день в зависимости от физической работоспособности пациента. 2. 5-7 дней тренировки в неделю в соответствии с возможностями пациента

Окончание табл. 2

Параметр	Определение	Рекомендации
Интенсивность	Нагрузка, которую пациент должен преодолеть	Процент МПР — наиболее общий подход для определения инспираторной нагрузки. Рекомендуемый диапазон — 30-60% МПР
Длительность	1. Продолжительность каждого тренировочного сеанса. 2. Количество недель для тренировки	1. До 30 минут в день, в зависимости от нагрузки: высокая нагрузка не может поддерживаться так же долго, как низкая. В начале сеансы могут быть короткими — по 3-5 минут. 2. Более 6 недель. После прекращения тренировок показатели возвращаются к исходному уровню
Контроль	Максимальное инспираторное давление в ротовой полости (МР)	Необходима повторная измерение МПР для коррекции интенсивности нагрузки один раз в неделю или, по крайней мере, один раз в месяц



Рис. 26. Тренажеры дыхательных мышц



Рис. 27. Техника выполнения упражнений

При проведении ТИМ пациентам рекомендуется вести дневники, это напоминает им о необходимости соблюдать график тренировок и одновременно дает информацию о реальном проведении тренировок и их результате. В табл. 3 приведены параметры, которые контролируются при тренировке.

Таблица 3  
Параметры, которые следует контролировать при тренировке

Цель	Параметр	Как контролировать
Выявление непереносимости физической нагрузки	Артериальное давление, частота сердечных сокращений, частота дыхания, другие признаки респираторного дистресс-синдрома или непереносимости физической нагрузки	Более подробно о респираторном дистресс-синдроме см. в [20]
Избежать утомления инспираторных мышц	Дискоординация дыхательных мышц, тяжелая одышка при тренировке, жалобы на утомление после тренировочного сеанса	Наблюдение. Наблюдение. Опрос

Цель	Параметр	Как контролировать
Избежать повреждение мышц	Болезненность мышц, Снижение силы, Снижение выносливости	Опрос. Измерение МР*. Неспособность поддерживать интенсивность и длительность обычной тренировочной нагрузки
Избежать гиперкапнии	Уровень $\text{CO}_2$ в конце выдоха, Сатурация кислорода, Головная боль или спутанность сознания	Капнограф, Пульсоксиметр, Опрос

\*МР — максимальный инспираторный поток. Определяется при проведении спирометрии.

## ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ИНГАЛЯЦИЙ

Препараты, используемые для ингаляций в настоящее время, можно разделить на 3 группы:

### I. Препараты, имеющиеся в виде стандартных форм

Фенклерол, сальбутамол  
Ипратропиум бромид, титропиум  
Кромогликат, недокромил  
Ингаляционные кортикостероиды  
Ацетилованилин

Дорназа Альфа  
Антибиотики (тобрамицин, колестили, фюзафунгин, флуимуцил-антибиотик)

### II. Препараты, которые используются для ингаляций, но пока не имеют в России стандартных форм

Адреналин, нафтизин  
Лидокаин  
0,9% NaCl, 3%, 6% и 7% NaCl (при муковисцидозе)  
Сульфактан  
Трипсин, химотрипсин (при ожогах дыхательных путей для удаления струпа)  
Магния сульфат  
Антибиотики (гентамицин, карбенциллин)  
Амфотерицин В

Опнаты (при опухолях легких)  
Фуросемид

### III. Разрабатываемые и внедряемые в практику препараты

Формотерол для ингалязера  
Антибиотики (азтреонам, левофлоксацин, дипрафлоксацин, амикацин, азитромицин)  
Интраконазол  
 $\alpha_1$ -Антигиперинин  
Химиипрепараты (доксорутин, цисплатин)  
Цитостатики (циклофосфид)  
Вазодилататоры (испорост)

*Другие препараты, которые не имеют стандартных форм, инвентаризация не рекомендуется. Исследования минеральных вод, ростобермоб соды, отборной травяной смеси бызвать ослабления.*

#### Смешивание лекарств в одной камере

Допускается смешивание  $\beta_2$ -агонистов интратрощума и кортико-костероидов,  $\beta_2$ -агонистов и хромонлов, кортикогостерондов и кро-мостерондов. Не смешиваются разные  $\beta_2$ -агонисты или разные кортико-стеронды, а также хромонлы и интратрощум.

#### ПОЛУЧЕНИЕ ИНДУЦИРОВАННОЙ МОКРОТЫ

При необходимости исследования мокроты у пациентов, которые ее самостоятельно не откашливают, применяется методика получения индуцированной мокроты (мокрота получается при проведении ингаляции 3–4–5% раствора NaCl в количестве 10–30 мл). Для проведения этой процедуры используются мощные ультразвуковые ингаляторы, подающие до 3–5 мл раствора за 1 минуту. **До начала процедуры** большой выливает ингаляци-цию салъбутамола (200 мкг, 2 вдоха). Затем производит ингаляции гипертонического солевого раствора сеансами по 5–7 мин с по-степенным повышением концентрации раствора на 1% (т. е. по-следовательно используют 3–4–5% раствор). После каждого сеанса больные должны тщательно прополоскать ротоглотку и пытаться откашлять мокроту. Процедуру следует проводить под контро-лем функции внешнего дыхания. При снижении показателя ОФВ более чем на 10% концентрацию раствора не повышают, при сни-жении ОФВ более чем на 20% или при появлении респираторных симптомов ингаляции следует прекратить.

При получении удовлетворительного образца мокроты про-цедуру прекращают. Полученный материал считают пригодным для исследования, если определяемое микроскопически содержа-ние клеток плоского эпителия не превышает 20%. Для пригото-вления мазков образцов полученной мокроты (не менее 1 мл) смешивают с равной порцией 0,1% раствора фермента (L-ацетилизистеин, дитиотреитол или трипсин), суспендируют в течение 10 мин. Кле-точную суспензию отбывают в солевом растворе Хенкса, фильтруют через нейлонскую марлю, центрифугируют в течение 10 мин при 1000 об./мин, осределяют жизнеспособность и интоз, из кле-точного осадка готовят мазки. В последнее время во многих лабораториях для приготовления мазков используют цитоцентри-фуги, которые позволяют получить стандартный мазокослойный мазок с заданной плотностью клеточных элементов на стекле.

#### ДОЗИРУЮЩИЕ АЭРОЗОЛЬНЫЕ ИНГАЛЯТОРЫ (ДАИ)

Дозирующие аэрозольные ингаляторы (аэрозольные баллон-чики) применяются с 1956 года. Они называются еще жидкост-ными дозирующими ингаляторами. В иностранной литературе используется термин metered-dose inhalers (MDI). Особенностью ДАИ является наличие в баллончике для индивидуальной ин-галяции смеси действующего лекарственного вещества с вытес-няющим веществом — пропеллентом. Эта смесь находится под давлением. Когда баллончик со смесью приводится в действие, небольшой отмеренный объем (25–100 мкл) выбрасывается на-ружу. При этом образуется аэрозольное облако из частиц лекар-ственного вещества, находящегося внутри более крупных капелек газа-вытеснителя. При вдыхе пациентом эта смесь поступает в ды-хательные пути, лекарственное вещество оседает в бронхах, а про-пеллент испаряется и выдыхается. Из-за охлаждения газа при его выделении из баллончика может происходить и агломерация ча-стичек, которые вследствие этого уже не могут проникать в лег-кие. Даже при правильном маневре дыхания (ингаляция во время глубокого вдоха с последующей задержкой дыхания на опреде-ленное время) внутрь бронхов проникает лишь 30–35% медика-мента. При этом маневре дыхания (тогда вещества до вдоха) лишь 10–15% лекарства достигает бронхов. Поэтому необходимо

настоятельно рекомендовать, чтобы врач и другой медицинский персонал подробно объясняли пациенту, как следует обращаться с дозирующими ингаляторами.

До начала XXI века основным пропеллентом в ДАИ был хлорофтороуглерод (ХФК). С учетом постоянного увеличения потребности ДАИ (до 5% в год) возможно, что при попадании ХФК в атмосферу и стратосферу может происходить разрушение озонового слоя, защищающего землю от действия ультрафиолетовой радиации. Согласно Венской конвенции (1985) и Монреальскому протоколу (1987), требующим прекращения производства субстанций, разрушающих озоновый слой, выпуск ХФК должен быть прекращен с 1996 года. Для ДАИ сделано исключение, постепенное сокращение производства ДАИ с ХФК с полным прекращением их использования к 2010 году во всех странах. ДАИ используют до 80% пациентов с бронхиальной астмой и хроническим обструктивным бронхитом, в связи с чем жизненно важной проблемой явилась замена ХФК на другой пропеллент. После интенсивных исследований (90 лабораторий в 10 странах) при проверке около 15 000 компонентов единственными веществами, способными заменить ХФК, были признаны гидрофтороалканы (ГФА). В 1995 году в Великобритании появился первый препарат салбутамола с ГФА в качестве пропеллента вместо ХФК. К 2004 году большинство препаратов в виде ДАИ сместились формами с ГФА. Сравнение старых и новых форм показывает преимущество препаратов с ГФА, хотя это мало ощущается пациентами в процессе самой ингаляции. Препараты с ГФА позволяют получить раствор лекарственного вещества, а не взесь сухого вещества в ХФК. Из значимых преимуществ необходимо назвать:

- отсутствие уменьшения дозы препарата при неэффективной ингаляции в течение недели (отмечалось в ДАИ с ХФК);
- отсутствие необходимости энергично встряхивать баллончик перед использованием;
- полное использование всего препарата (в ДАИ с ХФК часть препарата оставалась в камере и не поступала пациенту — последние дозы);
- температура вдыхаемой смеси близка к 0 °С (в случае с ХФК температура вдыхаемой смеси от -20 до -30 °С, что может вызвать раздражение дыхательных путей);
- отсутствие зависимости дозы поступающего вещества от температуры окружающей среды (в случае с ХФК при температура-

туре -20 °С отмечалось значительное уменьшение подаваемой дозы лекарства;

- большая респираторная фракция (до 60%, при использовании в качестве пропеллента ХФК эта фракция не превышает 30%).

ГФА при всех своих преимуществах могут влиять на глобальное потепление, в связи с чем планируется уменьшить их использование в XXI веке.

Наряду с переходом на другой пропеллент развивается направление по созданию уникальных беспропеллентных форм дозирующих систем, например «Респимат» фирмы «Берингер Ингельхайм» (рис. 28).



Рис. 28. Ингалятор «Респимат»

Ингалятор «Респимат» комплектуется баллончиком, в котором находится препарат. Препарат попадает за счет сжатого воздуха при нажатии на кнопку после поворота корпуса на 180 градусов. У малых детей возможно использование спейсера.

При использовании ДАИ остро стоит проблема координации нажатия на дно баллончика и вдоха. При плохой координации (что наблюдается у 20% взрослых пациентов и у подавляющего большинства детей до 7 лет) лекарство может практически не попасть в бронхи. Проблема решается применением специальных камер — спейсеров. Эти камеры помещаются между баллончиком и ртом пациента и позволяют предварительно распылить лекарственное вещество в камере, а затем вдохнуть его (лучше вдохнуть в один, а не в несколько приемов).

Спейсеры выпускают самые разные (рис. 29-32); наиболее



Рис. 29. Спейсер «БЕБИХАЛЕР»



Рис. 30. Эйбл-стейсер



Рис. 31. Стейсер «РОНДО»

ные, яблечкоидные, цилиндрические; из пластика и металла, с клапанами, масками и без них; разборные и цельные.

Стейсеры с маской и клапаном применяются у детей до 2-3 лет, только с клапаном — у детей с 3 до 5 лет. После 5 лет ребенок может проводить вдох ртом, а выдох носом — возможно применение обычного стейсера без клапана.

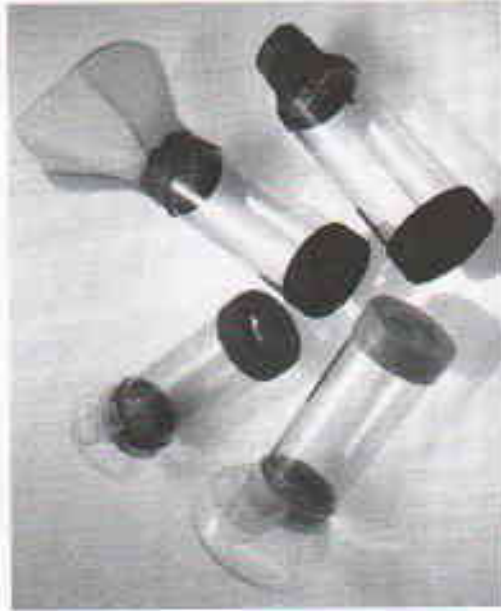


Рис. 32. Стейсеры «АЭРОЧАМБЕР»

### ИНГАЛЯТОРЫ СУХИХ ФОРМ

Хотя в Европе традиционно доминируют ДАИ, практически для всех активных субстанций существуют и порошковые формы. Порошковые ингаляторы (ПИ) используют около 20% пациентов. В некоторых странах, особенно в скандинавских, переход на ПИ поддержан правительством и ПИ доминирует. В других странах ПИ значительно дороже, и переход на ПИ существенно повышает стоимость ингаляционной терапии. В перспективе создание более доступных экономически ПИ может повысить их применение.

Применение аэрозолей из порошковых распылителей имеет по сравнению с дозирующими ингаляторами то преимущество, что частички лекарства ингалируются постепенно за счет вдоха пациента. Тем самым они меньше осаждаются в ротоглотке в связи с отсутствием большого ускорения, которое наблюдается при высвобождении частиц из аэрозольных баллончиков. **Порошковые ингаляторы в среднем в 2 раза эффективнее, чем дозирующие аэрозольные ингаляторы с ХФК.** ДАИ с ГФА имеют практически одинаковую эффективность с ингаляторами сухих форм.



Рис. 30. Эйбл-спейсер



Рис. 31. Спейсер «РОНДО»

ные, яблечки, пластиковые, полиуретановые, из пластика и металла; с юзанами, масками и без них; разборные и цельные.

Спейсеры с маской и клапаном применяются у детей до 2-3 лет, только с клапаном — у детей с 3 до 5 лет. После 5 лет ребенок может проводить вдох ртом, а выдох носом — возможно применение обычного спейсера без клапана.

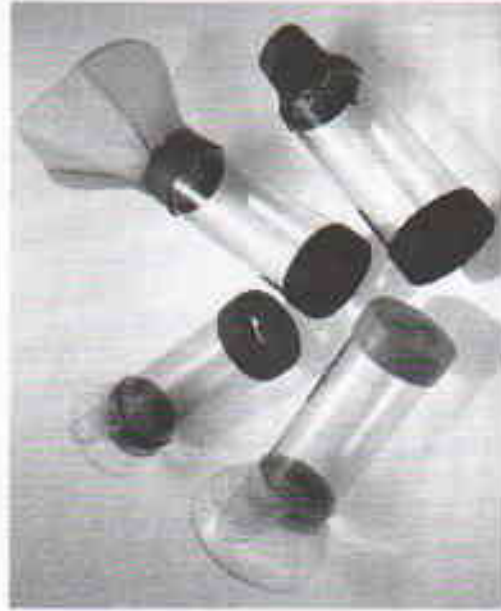


Рис. 32. Спейсеры «АЭРО-ЧАМБЕР»

### ИНГАЛЯТОРЫ СУХИХ ФОРМ

Хотя в Европе традиционно доминируют ДАИ, практически для всех активных субстанций существуют и порошковые формы. Порошковые ингаляторы (ПИ) используют около 20% пациентов. В некоторых странах, особенно в скандинавских, переход на ПИ поддержан правительством и ПИ доминируют. В других странах ПИ значительно дороже, и переход на ПИ существенно повышает стоимость ингаляционной терапии. В перспективе создание более доступных экономических ПИ может повысить их применение.

Применение аэрозолей из порошковых распылителей имеет по сравнению с дозирующими ингаляторами то преимущество, что частички лекарства ингалируются постепенно за счет вдоха пациента. Тем самым они меньше осаждаются в ротоглотке в связи с отсутствием быстрого ускорения, которое наблюдается при высвобождении частиц из аэрозольных баллончиков. **Порошковые ингаляторы в среднем в 2 раза эффективнее, чем дозирующие аэрозольные ингаляторы с ХФК.** ДАИ с ГФА имеют практически одинаковую эффективность с ингаляторами сухих форм.

Среди общих характеристик ПИ можно указать следующие:

- более высокая, чем у ДАИ, воспроизводимость дозы;
- необходимость скорости вдоха от 30 до 75 л/мин;
- отсутствие проблемы синхронизации;
- широкий возрастной диапазон;
- низкая скорость выброса (равна скорости вдоха пациента).

Обычно ингаляторы сухих форм могут использоваться у детей с 7-8 лет. До этого возраста детям сложно сделать соответствующий маневр вдоха для проведения эффективной ингаляции.

Следует помнить и о том, что при ухудшении состояния пациента уменьшается скорость его вдоха, что может значительно уменьшить ожаждение медикамента при использовании ПИ. При приступе бронхиальной астмы целесообразен переход на ДАИ или небулайзер или следует гарантированно кулировать приступ перед применением лекарственных препаратов в виде ПИ.

Как уже говорилось, распылители сухих форм выпускаются разных типов:

- капсульные (вещество находится в желатиновой капсуле, для его ингаляции необходим предварительный прокол этой капсулы) — рис. 33;
- бункерные (имеется определенная емкость, из которой необходимая доза вещества выводится в распылительную камеру и затем ингалируется пациентом) — рис. 34, 37, 38;



Рис. 33. Распылители капсульного типа — «АЭЮЛАЙЗЕР» и «ХЕНДИХАЛЕР»



Рис. 34. Распылитель бункерного типа — «НОВОПАЙЗЕР»

Рис. 35. Распылитель дискового типа — «ДИСКХАЛЕР» (Препарат, Редлинга)



Рис. 36. Распылитель ленточного типа — «МУЛЬТИДИСК»

— дисковые (лекарственное вещество заключено в дисках, для его подачи пациенту необходимо проколоть одну из емкостей, после чего оно попадает в распылительную камеру) — рис. 35;

— ленточные или мультидозировочные (лекарственное вещество находится в емкостях, фиксированных в длинной ленте — емкости разрушаются с одновременным движением

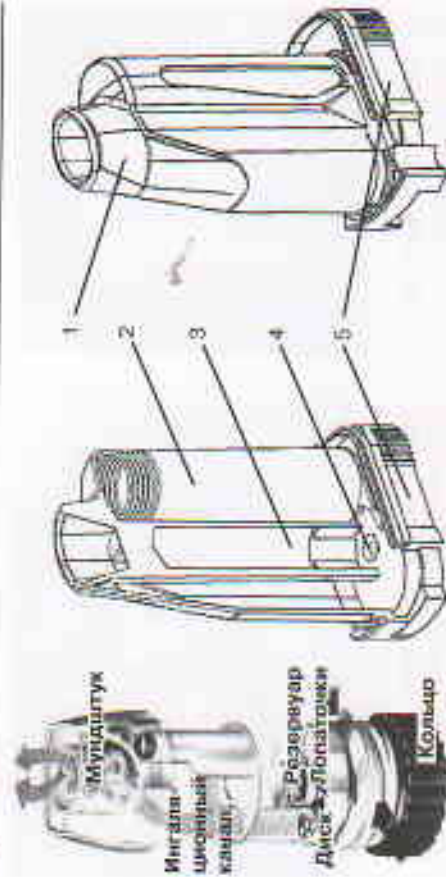


Рис. 37. Турбулайзер

Рис. 38. Циклоагрегат 1 — мундштук; 2 — бункер для лекарства; 3 — ингаляционный канал; 4 — дозирующая пушка; 5 — дозатор

Уход за ингаляторами сухих форм заключается в удалении остатков порошка путем протирания мундштука и жеек (капсульные ингаляторы) сухов тряпкой. Возможно использование мягкой кисточки.

**Внутреннее сопротивление ПИ** — один из важнейших факторов, определяющих эффективность ингаляции. Инспираторное усилие пациента создает в ингаляторе отрицательное давление, которому пропорционален инспираторный поток. Инспираторный поток определяет объем отруженной фракции и фракции мелких частиц. При прочих равных условиях чем выше внутреннее сопротивление ингалятора, тем меньше инспираторный поток и меньше объем отруженной фракции и фракции мелких частиц, а следовательно, и эффективность ингаляции. Но respiratory фракция зависит не только от внутреннего сопротивления ингалятора, но также от размера частиц лекарства и наполнителя. Инспираторный поток пациента должен быть оптимальным для определенного ингалятора. Увеличение скорости вдоха выше оптимальной приводит к осаждению большего количества частиц лекарства в ротоглотке.

В каждом конкретном случае (возраст пациента, тяжесть его состояния, особенность заболевания) при проведении ингаляций

выбирается тот или иной способ доставки медикамента, тот или иной ингалятор. При изменении ситуации меняется способ доставки медикаментов и тип ингалятора.

При использовании ПДИ следует учитывать инспираторный поток пациента. При низких показателях часть ингаляторов сухих форм могут быть неэффективны (пациент не развивает достаточного усилия для вдувания порошка). В этих случаях следует использовать приборы для измерения инспираторного потока для контроля усилий пациента (рис. 39).



Рис. 39. Пневмофлуометр и прибор для измерения инспираторного потока (In-Check)

В табл. 4 приводятся дозировки лекарственных средств для небулайзерной терапии.

Таблица 4  
Дозировки лекарственных средств для небулайзерной терапии

Группы лекарств и препараты	Концентрация раствора или разовая доза в мг (мкг)	Дозы	Примечания
<b><math>\beta_2</math>-агонисты</b>			
Фенотерол	0,1%	0,5-1 мл (10-20 капель) на одну ингаляцию	2-4 раза в день
Сальбутамол	0,1%	1-2,5 мг (1-2,5 мл). У новорожденных 2,5 мг (2,5 мл)	2-4-6-8 раз в день. У новорожденных 3-4 раза в день

Группы лекарственных препаратов	Концентрация раствора или разовая доза в мг (мкг)	Дозы	Примечания
<b>Антихолинэргические</b>			
Ипратропиум бромид (Атровент)	0,025%	0,25 мг (1 мл)	2-4 раза в день. Противопоказания: глаукома
<b>Комбинированные препараты</b>			
Фенотерол/ипратропиум = Берекдуал	0,05%/0,025%	0,5-1 мл (10-20 капель) на одну ингаляцию	2-4 раза в день. Противопоказания: глаукома
Сальбутамол/ипратропиум = Мирамол Стери-Неб	0,1%/0,02%	2,5 мл на одну ингаляцию (после 12 лет)	2-4 раза в день. Противопоказания: глаукома
<b>Муколитики</b>			
Ацетилицистеин	2%	2 мл на одну ингаляцию	1-2 раза в день. Не использовать большие концентрации раствора
Амброксол	7,5 мг/мл	1-2 мл на одну ингаляцию	1-2 раза в день
<b>Дорназа Альфа (Пульмозим)</b>			
Пульмозим	2,5 мг (2,5 мл)	1 небула 1-2 раза в день	Можно проводить дополнительную ингаляцию через ПАРИ-Слинг
<b>Ферменты</b>			
Трипсин 10 мг	5 мг в 2 мл раствора NaCl	1-2 раза в день	При ожогах дыхательных путей
Химотрипсин 10 мг	5 мг в 2 мл раствора NaCl	1-2 раза в день	При ожогах дыхательных путей

Группы лекарственных препаратов	Концентрация раствора или разовая доза в мг (мкг)	Дозы	Примечания
<b>Растворы поваренной соли (стерильные)</b>			
0,9%	2-4 мл	1-2 раза в день	Для улучшения отхождения мокроты или в качестве растворителя
3%	4 мл	1-2 раза в день	Рутинно у пациентов с муковисцидозом
6%	4 мл	1-2 раза в день	Рутинно у пациентов с муковисцидозом
<b>Кромоны</b>			
Кромогексал	1% - 2,0	20 мг (2 мл) 4 раза в день	
<b>Адреналин (эпинефрин), нафизин</b>			
Адреналин	0,025% У новорожденных 0,1%	2 мл 2-3 раза в день. У новорожденных 0,5 мл/кг до 2,5 мл	При ларинготрахеитах со стенозом гортани
Нафизин	0,025%	2 мл 2-3 раза в день	При ларинготрахеитах со стенозом гортани
<b>Антибиотики</b>			
Тобрамицин (ТОБИ, Брамиб)	300 мг в 4 или 5 мл раствора	2 раза в день - 28 дней. 6 курсов в год	У пациентов с нетипичной инфекцией (мукоцистоз)
Колистин	1-2 млн ЕД	2 раза в день - постоянно или чередовать с тобрамицином	У пациентов с нетипичной инфекцией (мукоцистоз)
Флуимуцил-антибиотик	250-500 мг	2 раза в день 2-4 недели	
Геспамицин	4%	2-4 мл 2 раза в день	

Группы лекарств и препараты	Концентрация раствора или разовая доза в мг (мкг)	Дозы	Примечания
<b>Противогрибковые</b>			
Амфотерицин	5-10 мг (5000-10 000 ЕД) в 1-2 мл 0,9% раствора NaCl	2 раза в день	
<b>Ингаляционные глюкокортикостероиды</b>			
Будесонид (Пульмикорт, Буденит, Бенакорт)	250-1000 мкг	2-4 раза в день	
Беклометазон (Кленбутел)	200-800 мкг	2-4 раза в день	
<b>Местные анестетики</b>			
Лидокаин	2-5% - 2,0	2-4 раза в день	
<b>Противовирусные препараты</b>			
Рибавирин	20 мг/мл	До 18 часов в сутки	Большое количество побочных явлений (анемия, нарушение функции печени и почек)
<b>Вазодилататоры</b>			
Июпрост	2,5-5 мкг на одну ингаляцию	Частота и длительность курса определяются клинической ситуацией	При легочной гипертензии

## ТЕСТЫ ПО ТЕМЕ «ПРАКТИКА ИНГАЛЯЦИОННОЙ ТЕРАПИИ»

- Ингаляционная терапия предполагает воздействие:
  - На воспаленную слизистую оболочку
  - На продукцию секрета
  - На вязкость секрета
  - На бронхоспазм
  - На все вышелечисленное
- Ингаляционная терапия не проводится с помощью:
  - Ультразвуковых небулайзеров
  - Компрессорных небулайзеров
  - Паровых (водяной пар) распылителей
  - Дозированных ингаляторов
  - Ингаляторов сухих форм
- Для ингаляционной терапии наиболее эффективны частицы:
  - 10-15 мкм
  - 5-10 мкм
  - 1-5 мкм
  - 0,5-1 мкм
  - Менее 0,5 мкм
- Рестрибильная фракция в современных небулайзерах должна составлять:
  - 10%
  - 20-30%
  - 30-50%
  - 50-60%
  - Больше 60%
- Растворы, применяемые для промывания полости носа:
  - Должны быть стерильными
  - Должны быть теплыми
  - Должны содержать антисептики
  - Должны улучшать мукоцилиарный транспорт
  - Должны иметь осмолярность, равную физиологическому раствору

6. При промывании носа следует:
- Применять повышенное давление
  - Использовать объемы растворов не более 10 мл
  - Использовать струю раствора, а не закапывание
  - Чередовать промывание и аспирацию раствора
  - Вводить раствор самотеком
7. Большие объемы промывания носа (50-100 мл) следует применять при:
- Гайморитах
  - Носовом кровотечении
  - Поллипах носа
  - Опухолях носа
  - Аденоидах 3 степени
8. К капсульным распылителям (сухие формы) относятся (кроме):
- Спирхалер
  - Аэролайзер
  - Хендихалер
  - Турбостин
  - Дискус
9. К бункерным распылителям относятся (кроме – 2):
- Новолайзер
  - Турбухалер
  - Циклохалер
  - Спирхалер
  - Дискус
10. Преимущества ГФА в сравнении с ХФК при использовании ДАИ (кроме):
- Меньшая скорость струи
  - Большая respirable фракция
  - Отсутствие необходимости использования спейсера
  - Отсутствие необходимости энергично встряхивать ингалятор
  - Температура пропеллента, близкая к нулю
11. Уход за ингаляторами сухих форм заключается в:
- Кипячении
  - Протирке сухой тканью

- Замачивании в растворе перекиси водорода
  - Обработке спиртом
  - Обработке растворами антисептиков
12. Тигиела небулайзера предлагает (кроме):
- Мытье с мылом распылителя
  - Кипячение распылителя
  - Регулярную замену фильтра
  - Автоклавирование распылителя
  - Распыление 2% соды после использования
13. Спейсера с маской и клапаном применяются:
- У детей до 2-х лет
  - При использовании бронхолитиков
  - При использовании ИГКС
  - При использовании холинолитиков
  - При необходимости доставки большой дозы препарата
14. В камере небулайзера возможно смешивать:
- Антибиотики и кортикостероиды
  - Бронхолитики и кортикостероиды
  - Пульмозим и бронхолитики
  - Антибиотики и пульмозим
  - Кромогликат и кортикостероиды
15. Препараты для ингаляций, имеющиеся в виде стандартных форм (небулайзер):
- Липокан
  - Физиологический раствор
  - Раствор соды
  - Сальбутамол
  - Гентамицин
16. При проведении ингаляций возможно использование:
- Минеральной воды
  - Эфирных масел
  - Отваров трав
  - Растворов ряда антибиотиков
  - Раствора эуфиллина

17. Дозировка лекарств при проведении небулайзерной терапии:

- А) Проводится по времени ингаляции  
 Б) Зависит от веса ребенка  
 В) Зависит от поверхности тела  
 Г) Зависит от роста ребенка  
 Д) Зависит от тяжести состояния пациента
18. К быстропеллетным ингаляторам относятся:
- А) Дискус  
 Б) Респимат  
 В) Синихалер  
 Г) Турбухалер  
 Д) Циклохалер
19. В камеру небулайзера следует заливать:
- А) 8–10 мл раствора  
 Б) 5–6 мл раствора  
 В) 2,5–5 мл раствора  
 Г) 1,5–2,5 мл раствора  
 Д) 0,5–1,5 мл раствора

20. Ингаляции проводятся:

- А) Только до еды  
 Б) Только после еды  
 В) В последовательности: бронхолитик – антибиотик – кортикостероид  
 Г) После проведения физиотерапии  
 Д) Только в положении лежа

Правильные ответы:

1 – Д	2 – В	3 – В	4 – Д	5 – Г	6 – Д	7 – А
8 – Д	9 – Г, Д	10 – В	11 – Б	12 – Д	13 – А	14 – Б
15 – Г	16 – Г	17 – Д	18 – Б	19 – Г	20 – В	

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бабирсков Е. В. и др. АС 2002467 С1, 1993 г. Ингалятор порошка лекарственных средств.
2. Севков А. С. и др. Некоторые особенности отечественных лекарственных форм  $\beta_2$ -агонистов // Пульмонология. – 1996. – № 3, с. 34–41.
3. Чуралин А. Г. Актуальная пульмонология // Пульмонология. – 1996. – № 3, с. 7–10.
4. Абдел С. Н., Чуралин А. Г. Консервативная терапия обострения хронического obstructивного заболевания легких // Русский медицинский журнал. – 1997. – Т. 5, № 17, с. 1105–1120.
5. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика». – М., 1997.
6. Орлов А. В. и др. Современная ингаляционная терапия. – СПб., 1998.
7. Гетте Н. А. Ингаляционная небулайзерная терапия заболеваний респираторной системы у детей. – М., 2000.
8. Шаров И. А. Мониторинг дыхания. Пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. – М.; СПб., 2000.
9. Чуралин А. Г. Клинические рекомендации по лечению больных хронической obstructивной болезнью легких. – М., 2002.
10. Шмелев Е. И. Переход на бесфреоновые ингаляторы // Русский медицинский журнал. – 2002. – № 5, с. 242–244.
11. Осородова Л. М., Петровский Ф. И., Девб И. А. Средства ингаляционной доставки препаратов: взгляд врача и взгляд пациента // Атмосфера. – 2002. – № 1(4), с. 16–19.
12. Черняк А. В., Амелина Е. Л., Чухина С. Ю., Кристовский С. А. Тренировка инспираторных дыхательных мышц у пациентов с муковисцидозом. Методические рекомендации. – М., 2007.
13. Симонюк О. И. Ингаляционная терапия: от чего зависит ее эффективность? // Вопросы современной педиатрии. – 2008. – Т. 7, № 4, с. 1–5.
14. Гетте Н. А. и др. Ингаляционная небулайзерная терапия заболеваний респираторной системы у детей. – М., 2008.
15. Карпильский С. О. и др. Острые респираторные заболевания у детей: Пособие для врачей. – М., 2009.
16. Цой А. Н. Факторы эффективности ингаляционной терапии и выбор порошкового ингалятора // Атмосфера. – 2009. – № 3, с. 16–20.

17. *Обвиников Д. Ю.* Ингаляционная терапия у новорожденных детей // Фармакогерман в педиатрии. – 2010. – № 1, с. 1–3.
18. *Albert R. E.* et al. The deposition and clearance of radioactive particles in the lung // Arch. Environ. Health 14(1967) 10–15.
19. *Brain J.* Aerosol and humidity therapy // Am. Rev. Resp. Dis. 122 (1980) 17–21 (Procc).
20. *Conte P.* et al. Lung distribution and pharmacokinetics of aerosolised tobramycin // Amer. Rev. Resp. Dis. 1993. V. 147, p. 1279–1282.
21. *Fink J. B.* et al. Aerosol delivery from a Metered-Dose inhaler during mechanical ventilation // Amer. Jurn. Resp. and Crit. Care Med. 1996. V. 154, N 2, p. 382–387.
22. *Foord N., Black A., Walsh M.* Pulmonary deposition of inhaled particles with diameter in the range 2,5–7,5 мкм. Inhaled Part. 4 Pt 1 (1975) 137–139.
23. *Horvath N. L.* et al. The effect of albuterol on the lung function of hospitalized patients with cystic fibrosis // Amer. Jurn. Resp. and Crit. Care Med. 1996. V. 154, N 1, p. 156–160.
24. *Kotler D., Fleisher W.* Established facts in inhalation therapy. Munchen, 1991.
25. *Newhouse M. T.* Principles of Aerosol Therapy // Chest 82(1982) 39–41 (Suppl.)
26. *Parisi D., Clark S. W., Thomson M. L.* Effect of mucolytic and expectorant agents on tracheobronchial clearance in chronic bronchitis // Am. Rev. Resp. Dis. 119(1979)157 (abstr.).
27. *Riedler J.* et al. Hypertonic saline challenge in an epidemiologic survey of Asthma in children // Amer. Jurn. Resp. and Crit. Care Med. 1994. V. 150, N 6, p. 1632–1639.
28. *Chua H. L.* et al. The influence of age on aerosol deposition in children // Eur Respir J. 1994. 7, p. 2185–2191.
29. *Robinson M.* Effect of hypertonic saline, amiloride and cough on mucociliary clearance in patients with cystic fibrosis // Amer. Jurn. Resp. and Crit. Care Med. 1996. V. 153, N 5, p. 1503–1509.
30. *Simon H. L.* et al. Delivery of ultrasonic nebulised aerosol to a lung model during mechanical ventilation // Amer. Rev. Resp. Dis. 1993. V. 148, N 4, p. 872–877.
31. *Janssens H.* et al. The Sophia anatomical infant nose-throat (saint) model: a valuable tool to study aerosol deposition in infants // Aerosol Med., 2001. 14, 433–441.
32. Neonatal respiratory disorders. Second edition. London, 2005.

33. *Grédès E. L., Reid W. D., Brooks D., O'Brien K., Croxall J.* A primer on inspiratory muscle trainers. The buyers' guide to respiratory care products. 2006. 59–67.
34. *Sanders M.* Inhalation therapy: an historical review // Prim Care Respir J. 2007, 16, p. 71–81.
35. *De Backer W.* et al. Lung deposition of BDP/formoterol HFA pMDI in healthy volunteers, asthmatic, and COPD patients // J. Aerosol. Med. Pulm. Drug. Deliv. 2010.
36. *Laurent Vecellio* et al. Disposable versus reusable jet nebulizers for cystic fibrosis treatment with tobramycin // Journal of Cystic Fibrosis. 2011. V. 10, p. 86–92.

А. В. Орлов, Е. Л. Туголова

**ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ  
ИНГАЛЯЦИОННОЙ ТЕРАПИИ**

Учебное пособие

Подписано в печать 16.07.2012 г. Формат бумаги 60×84 / 16

Бумага офсетная. Гарнитура Book Antiqua.

Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,37. Усл. печ. л. 3.

Тираж 1500 экз. Заказ №

Санкт-Петербург, Издательство СЗГМУ им. И. И. Мечникова  
191015, Санкт-Петербург, Кырочная ул., д. 41.

Отпечатано в типографии ООО «Бизнес принт СПб.»