

# Ингаляционная терапия респираторных заболеваний у детей

К.м.н. Н.Г. Колосова

ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России

В настоящее время при лечении большинства острых и хронических заболеваний респираторного тракта у детей используется преимущественно ингаляционная терапия. Существует множество ингаляционных устройств, используемых для доставки лекарственных препаратов в дыхательные пути. Выбор средства доставки при различных заболеваниях часто имеет принципиальное значение, т. к. применение ряда устройств имеет возрастные ограничения, а ошибки при использовании ингаляторов ведут к неправильному распределению лекарственного вещества в дыхательных путях, необоснованному увеличению объема лечения, росту числа побочных эффектов и общей стоимости терапии.

Наиболее распространенный и эффективный способ доставки препаратов – это небулайзер (от лат. nebula – туман). С его помощью происходит распыление препарата в форме влажного аэрозоля с частицами 2–5 мкм, которые являются оптимальными для поступления в дыхательные пути. Небулайзеры используются у детей любого возраста. Особенно эффективны небулайзерная терапия у детей раннего возраста, а также у пациентов в период обострения заболевания, когда наличие симптомов (например, одышки) не позволяет совершить адекватный ингаляционный маневр, что, естественно, затрудняет использование ими других средств доставки (дозированных аэрозольных ингаляторов, порошковых ингаляторов и т. д.). Небулайзерная терапия широко используется как в стационаре, так и в домашних условиях обученными родителями [1]. К преимуществам небулайзерной терапии можно также отнести возможность доставки большей дозы препарата и получение эффекта за более короткий промежуток времени, простая техника проведения ингаляций, в т. ч. в домашних условиях. Небулайзеры – единственные средства доставки лекарственного препарата в альвеолы. При необходимости возможно подключение в контур подачи кислорода или включение в контур искусственной вентиляции легких [2].

Небулайзер состоит из компрессорного или ультразвукового прибора, с помощью которого происходит распыление лечебного раствора, и распылителя особой конструкции, пропускающего преимущественно мелкодисперсные частицы раствора (1–5 мкм). Именно совокупность прибора и распылителя определяет основные характеристики аэрозоля.

Наиболее распространены в настоящее время несколько типов небулайзеров: компрессорные, ультразвуковые и меш-небулайзеры [2, 3].

Ультразвуковой небулайзер генерирует аэрозоль путем вибрации пьезоэлектрического кристалла, в результате чего ультразвуковые волны продуцируют первичный аэрозоль с частицами различного размера над поверхностью жидкости. В дальнейшем более крупные

частицы отделяются, а пациент получает только респираторные частицы. Дробление аэрозольных частиц происходит путем возрастания частоты вибраций пьезоэлектрического кристалла. Раствор лекарственного препарата нагревается в процессе образования аэрозоля, что может привести к изменению свойств или разрушению лекарственного вещества. Недостатками также являются неэффективность образования аэрозоля из вязких растворов (суспензий) и большой остаточный объем лекарства.

Работа компрессорного небулайзера основана на принципе Вентури – поток сжатого воздуха, проходящий через узкое отверстие, создает отрицательное давление, что в свою очередь приводит к абсорбированию жидкости через специальные каналы в системе небулайзера. Высокая скорость воздушного потока прерывает поток жидкости и формирует частицы так называемого «первично генерированного аэрозоля». В дальнейшем эти частицы сталкиваются с «заслонкой» (пластинка, шарик и т. д.), в результате чего образуется «вторичный» аэрозоль – ультрамелкие частицы размерами 0,5–10 мкм (около 0,5% от первичного аэрозоля). Вторичный аэрозоль далее ингалируется, а большая доля частиц первичного аэрозоля (99,5%) осаждаются на внутренних стенках камеры небулайзера и вновь вовлекается в процесс образования аэрозоля.

Распылители в небулайзерах разных компаний-производителей могут иметь особенности конструкции. Например, компрессорные **небулайзеры OMRON Healthcare, Япония: OMRON C28 и C24 Kids** снабжены современной технологией виртуальных клапанов (V.V.T.). В основе данной технологии – уникальное строение небулайзерной камеры и загубника со специальными отверстиями, которые во время ингаляции работают как клапаны (оптимальные характеристики: средний размер частиц – 3,0 мкм, малый остаточный объем препарата – 0,7 мл и, что важно, высокая респираторная фракция – 70–76%). Это позволяет увеличить эффективность проводимой терапии при использовании стандартных доз лекарственных препаратов. Данная технология оптимизирует воздушный поток, что способствует минимальным потерям лекарства во время ингаляции детьми, ослабленными и пожилыми людьми. Отсутствие силиконовых клапанов в структуре камеры распылителя дает возможность проведения полноценной дезинфекции всей камеры кипячением, обработкой химическими методами, исключает утерю или деформацию клапанов.

Объем жидкости, рекомендуемый для распыления, в большинстве небулайзеров составляет 2–5 мл. В необходимых случаях для его достижения к лекарственному препарату нужно добавить физиологический раствор. Не следует использовать для этих целей воду, т. к.

гипотоничный раствор может спровоцировать бронхоспазм.

Особенностью современных мембранных небулайзеров является наличие кольцевидного керамического пьезоэлемента и вогнутой подвижной мембраны. Распыление при этом происходит путем передачи вибрации пьезоэлемента на тонкую металлическую мембрану, благодаря чему ингаляционный раствор проходит через микроотверстия определенного размера и формы, образуя аэрозоль. Меш-небулайзеры, как и обычные ультразвуковые небулайзеры, отличаются компактностью, бесшумностью при работе, но в отличие от последних обладают пониженной частотой ультразвука, что позволяет использовать все лекарственные растворы, предназначенные для ингаляционной терапии. Также меш-небулайзеры характеризуются наименьшим остаточным объемом, следовательно, позволяют наиболее экономно расходовать лекарственные средства. Таким образом, мембранные небулайзеры сочетают в себе преимущества компрессорных и ультразвуковых небулайзеров.

Мембранный небулайзер **OMRON MicroAir U22** использует меш-технология. В основе данной технологии лежит инновационный принцип формирования аэрозоля, при котором жидкое лекарственное вещество просеивается через металлическую сетку-мембрану, которая содержит около 6000 круглых отверстий, образуя мелкодисперсный аэрозоль высокого качества [4]. В отличие от традиционных ультразвуковых небулайзеров осевые вибрации встроенного рожка очень малы (117–180 кГц) и не разрушают структуры высокомолеку-

лярных медикаментов [6]. Сам небулайзер очень компактный (вес – 97 г), бесшумный, удобный в использовании, т. к. работает под любым углом наклона от батареек (4 ч ингаляций) или сетевого адаптера. Данный небулайзер эффективен и при малом объеме лекарства (от 0,5 мл). Несмотря на компактные размеры, респираторная фракция составляет 60%, что обеспечивает хорошую эффективность ингаляционной терапии при назначении небольших доз лекарственных препаратов [5]. Клинические исследования продемонстрировали возможность его эффективного использования с различными лекарственными препаратами, в том числе и с ингаляционными глюкокортикостероидами [6, 7]. Перечисленные характеристики делают актуальным использование данного типа небулайзера у маленьких детей, пациентов, как находящихся на постельном режиме, так и ведущих активный образ жизни.

**Поскольку в настоящее время на российском рынке выбор небулайзеров достаточно широк, необходимо ориентироваться на следующие характеристики:**

- 50% и более генерируемых частиц аэрозоля должны иметь размер менее 5 мкм (так называемая респираторная фракция);
- остаточный объем лекарственного вещества после ингаляции – не более 1 мл;
- рекомендуемый поток – 6–10 л/мин;
- производительность – не менее 0,2 мл/мин.

Небулайзер обязательно должен быть протестирован и сертифицирован в соответствии с **Европейским стандартом по небулайзерной терапии EN13544-1**

**Таблица 1. Лекарственные формы для ингаляционной терапии**

Группы медикаментов	Показания	Название	Дозировка
Антибиотики	<b>Инфекции:</b> <i>Ps. aeruginosa ect.</i> ( <i>Tobramycin, Colistin</i> ), <i>Pneumocystis carinii</i> ( <i>Pentamidin</i> )	Гентамицин	80 мг в 2,0 мл 0,9% раствора NaCl, 1–2 р./сут
		Тобрамицин	80–300 мг, 2 р./сут
		Колистин	1 млн ед. в 3,0 мл физиологического раствора NaCl, 2 р./сут
		Пентамидин	– 300–600 мг, 1 р./сут
М-холинолитики	Бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит	Ипратропия бромид	0,025% 0,1–0,5 мг, 3–4 р./сут. Детям до 1 года: 0,125 мг (10 капель), 1–2 р./сут. Детям 1–3 лет: 0,25 мг (20 капель), растворить в 2–3 мл 0,9% раствора NaCl
$\beta_2$ -агонисты	Бронхиальная астма, обструктивный бронхит	Фенотерол	0,25–0,5 мг, до 4 р./сут
		Сальбутамол	0,1% 2,5 мл (25 мг) на ингаляцию, не разводить. Детям до 1 года: 0,1–0,15 мг/кг, не более 5 мг на ингаляцию, растворить в 2–3 мл 0,9% раствора NaCl
Комбинированный М-холинолитик и $\beta_2$ -агонист	Бронхиальная астма, обструктивный бронхит	Ипратропия бромид + фенотерол	0,25–0,5 мг, 3–6 р./сут 0,5–1,0 мг, 3–6 р./сут
Муколитики и мукокинетики	Муковисцидоз, бронхоэктазы, хроническая обструктивная болезнь легких, острый и хронический бронхит	Дорназа Альфа	2,5 мг, 1–2 р./сут
		Ацетилцистеин	150–300 мг, 1–2 р./сут
		Амброксол	7,5–22,5 мг, 1–2 р./сут
Антимикотики	Инфекции, вызванные грибами, при иммунодефиците	Амфотерицин В	5–10 мг, 2 р./сут
Кромоны	Бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит	Динатрия кромогликат	20 мг, 4 р./сут
		Недокромил натрия	10 мг, 2–4 р./сут
Глюкокортикоиды	Бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит	Будесонид	250–500 мкг, 2 р./сут

Таблица 2. Сочетание лекарственных препаратов при проведении ингаляции

Комбинация медикаментов при небулайзерной терапии	Натрия хлорид (NaCl)	Сальбутамол	Ипратропия бромид	Будесонид	Флутиказон	Недокромил натрия	Тобрамицин	Колистин	Дорназа Альфа	Амброксол	Ацетилцистеин
Натрия хлорид (NaCl)	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Сальбутамол	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
Ипратропия бромид	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-
Будесонид	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Флутиказон	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Недокромил натрия	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Тобрамицин	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Колистин	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Дорназа Альфа	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Амброксол	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ацетилцистеин	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

(использование метода низкочастотного каскадного импактора, – в данный момент самого точного метода исследования аэродинамических размеров частиц аэрозоля). Данным требованиям соответствуют небулайзеры **OMRON Healthcare**.

Небулайзерная терапия сегодня широко применяется для лечения большинства заболеваний респираторного тракта, таких как стенозирующий ларинготрахеит, острый и хронический бронхит, бронхиальная астма, муковисцидоз и др., в связи с чем выбор препаратов достаточно разнообразен. Для ингаляционной небулайзерной терапии используются как стандартные растворы лекарственных препаратов (табл. 1), так и их комбинации (табл. 2).

**Не рекомендуется использовать в небулайзерах:**

- минеральную воду;
- все растворы, содержащие масла;
- суспензии и растворы, содержащие взвешенные частицы, в т. ч. отвары и настои трав;
- растворы аминофиллина, папаверина, платифиллина, дифенгидрамина и им подобные средства, как не имеющие точек приложения на слизистой оболочке дыхательных путей.

При эксплуатации небулайзеров необходимо помнить некоторые правила:

1. Никогда не оставлять небулайзер, содержащий лекарство, присоединенным к компрессору.
2. Выливать остатки лекарства после каждой процедуры.
3. Если в соединительной трубке есть влага, включить компрессор на несколько минут для удаления конденсата.
4. После каждого использования все части небулайзера разобрать, промыть в горячей мыльной воде и тщательно прополоскать в проточной горячей воде.
5. Все части небулайзера просушить в разобранном виде.
6. Дезинфекцию в домашних условиях проводить не реже 1 р./нед. Предпочтение отдается кипячению в течение 10 мин.

При выборе небулайзера нужно четко представлять себе цели и задачи его применения в будущем: учитывать место эксплуатации прибора – в стационаре, в домашних условиях, в поездках. В условиях лечебно-профилактического учреждения требуется применение более мощных небулайзеров. Использование прибора диктует необходимость закупки дополнительных расходных материалов. Для обработки сменных компонентов (небулайзерная камера, мундштук, маска и др.) следуйте инструкции производителя дезинфицирующего средства.

Выбор небулайзера зависит от многих факторов и прежде всего от индивидуальных особенностей дыхания пациента. Эффективность ингаляционной терапии будет определяться выраженностью действия и скоростью наступления лечебного эффекта, а также минимизацией системных побочных эффектов.

**Литература**

1. Авдеев С.Н. Небулайзерная терапия суспензией Пульмикорта: место в лечении заболеваний дыхательных путей: Методическое пособие для врачей. М., 2008.
2. Геппе Н.А. Ингаляционная небулайзерная терапия заболеваний респираторной системы у детей: Практическое руководство для врачей. М., 2008.
3. Геппе Н.А., Колосова Н.Г., Шаталова С.И., Чокрборти Г. Применение ингаляционного будесонида при обструкции дыхательных путей у детей раннего возраста // Доктор.Ру. 2012. № 3 (71). С. 14–18.
4. Hess D.R., Myers T.R., Rau J.L. A guide to aerosol delivery devices. Irving TX: AARC, 2007.
5. Newman S.P., Pitcaim G.R., Pickford et al. The MicroAir electronic-mesh nebulizer deposits aerosol in the lungs more efficiently than a conventional jet nebulizer. Drug Delivery to the Lungs XV, The Aerosol Society, London, 2004. P. 228–231.
6. Waldrep J.C., Berlinski A., Dhand R.J. Aerosol. Med. 2007. Vol. 20. N 3. P. 310–319.
7. Smaildone G.C., Morra L. Stony Brook Health Science Center Stony Brook. New York 11794#8172. February 2002.



# OMRON

Здоровье в к@ждый Дом

## Уникальные технологии OMRON в помощь детским врачам

Детский компрессорный  
небулайзер

### OMRON C24 Kids

с технологией  
виртуальных  
клапанов (V.V.T.)



Меш небулайзер

### OMRON U22

с технологией  
вибрирующей  
сетки-мембраны  
(V.M.T.)



**КЛИНИЧЕСКИ  
АПРОБИРОВАН**  
с лекарственными препаратами\*

- Подходят для детей младших возрастных групп
- Широкий спектр распыляемых препаратов
- Малый остаточный объем лекарственного препарата
- Быстрая и легкая очистка и дезинфекция
- Сертификация в соответствии с Европейским стандартом EN 13544-1

**CS**  
СиЭс МЕДИКА

Эксклюзивный дистрибьютер  
медицинской техники  
OMRON в России

[www.csmedica.ru](http://www.csmedica.ru)  
Бесплатная горячая линия  
по России: 8-800-555-00-80

[www.facebook.com/csmedica](http://www.facebook.com/csmedica)  
 [www.vk.com/csmedica](http://www.vk.com/csmedica)

Реклама

OMRON U22 (NE-U22-E) Регистрационное удостоверение МЗ РФ № 2004/673 от 25.06.2004.  
OMRON NE-C24 Kids (NE-C801S-KDRU) Регистрационное удостоверение № 0033.2011/11332 от 13.08.2012.  
\* Вниманию! В небулайзерах используются только специально предназначенные лекарственные препараты для ингаляционной терапии. Небулайзеры OMRON соответствуют Европейскому стандарту EN 13544-1