**И**нгаляционная терапия применяется для лечения заболеваний легких на протяжении многих веков. Известно, что ингаляции паров ментола, эвкалипта использовались античными цивилизациями Египта, Индии, Китая, Среднего Востока. Упоминания об ингаляциях ароматных дымов различных растений (красавки) встречаются в трудах Гиппократа и Галена.

При заболеваниях легких ингаляционная терапия является наиболее логичной, так как лекарственный препарат непосредственно направляется к тому месту, где он должен действовать - в дыхательные пути. Рассматривая другие пути введения лекарственных препаратов, используемых для терапии заболеваний легких, обращает на себя внимание “нерациональность” такого выбора:

• для достижения легких препарат должен быть абсорбирован из желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и попасть в системный кровоток;

• во время прохождения через печень препарат подвергается активному метаболизму(т.н.эффект «first-pass»);

• к месту своего действия препарат поступает через трахеобронхиальный кровоток, который составляет лишь около 1% от сердечного выброса.

Можно выделить следующие преимущества ингаляционного пути введения по сравнению с другими:

• более быстрое начало действия препарата;

• меньшая доза;

• меньший риск развития побочных эффектов.

Успешная ингаляционная терапия зависит не только от правильного выбора препарата, но и от адекватного способа доставки лекарства в дыхательные пути. В настоящее время существует несколько типов систем доставки:

• *небулайзеры*-устройства для распыления (т.е.перевода жидкости в аэрозоль) различных лекарственных препаратов и их доставки в дыхательные пути;

• индивидуальные *дозирующие ингаляторы(ДИ*)-обеспечивают ингаляцию определенной дозы суспензии лекарственного вещества,находящейся в баллончике под давлением;

• *порошковые ингаляторы* - распылители сухих форм лекарственных препаратов (спинхалер,дискхалер,мультидиск,турбухалер,циклохалер).

Самую длительную историю использования имеют небулайзеры - они применяются уже более 100 лет. Первый дозированный ингалятор появился лишь в 1956 г, а первый порошковый ингалятор - в 1971 г. Слово “небулайзер” происходит от латинского “nebula” (туман, облачко), впервые было употреблено в 1874 г. для обозначения “инструмента, превращающего жидкое вещество в аэрозоль для медицинских целей”. Один из первых портативных “аэрозольных аппаратов” был создан J.Sales-Girons в Париже в 1859 г. Первые небулайзеры использовали в качестве источника энергии струю пара и применялись для ингаляции паров смол и антисептиков у больных туберкулезом. Современные небулайзеры мало чем напоминают эти старинные устройства, однако они в полной мере отвечают старому определению - продукции аэрозоля из жидкого лекарственного препарата.

В настоящее время в зависимости от вида энергии, превращающей жидкость в аэрозоль, различают **два основных типа небулайзеров**:

• компрессорные(струйные,пневматические) - использующие струю газа (воздух или кислород);

• ультразвуковые - использующие энергию колебаний пьезокристалла.

Струйные небулайзеры получили большее распространение, чем ультразвуковые, поэтому большее внимание мы уделим именно этому классу ингаляторов.

**Устройство и принцип действия**

Небулизационная система представляет собой прибор, состоящий из емкости для жидкого лекарственного препарата (собственно небулайзера), загубника или маски, тонких пластиковых трубочек и источника “рабочего” газа - компрессора (машины, производящей поток воздуха) или стационарного источника кислорода или воздуха (в клиниках).

Принцип работы струйного небулайзера основан на эффекте Бернулли (1732 г.) и может быть представлен следующим образом. Воздух или кислород (рабочий газ) входит в камеру небулайзера через узкое отверстие Вентури. На выходе из этого отверстия давление падает, и скорость газа значительно возрастает, что приводит к засасыванию в эту область пониженного давления жидкости через узкие каналы из резервуара камеры. Жидкость при встрече с воздушным потоком разбивается на мелкие частицы размерами 15-500 микрон (“первичный” аэрозоль). 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), который далее ингалируется, а большая доля частиц первичного аэрозоля (99,5%) осаждается на внутренних стенках камеры небулайзера и вновь вовлекается в процесс образования аэрозоля.Ультразвуковые небулайзеры для продукции аэрозоля используют энергию высокочастотной вибрации пьезокристалла. Вибрация от кристалла передается на поверхность раствора, где происходит формирование “стоячих” волн. При достаточной частоте ультразвукового сигнала на перекрестье этих волн происходит образование “микрофонтана”, т.е. образование аэрозоля. Размер частиц обратно пропорционален частоте сигнала. Как и в струйном небулайзере, частицы аэрозоля сталкиваются с “заслонкой”, более крупные возвращаются обратно в раствор, а более мелкие - ингалируются. Продукция аэрозоля в ультразвуковом небулайзере практически бесшумная и более быстрая по сравнению со струйными. Однако их недостатками являются: неэффективность производства аэрозоля из суспензий и вязких растворов; как правило, больший остаточный объем; повышение температуры раствора во время небулизации с возможностью разрушения структуры лекарственного препарата.

**Показания для применения небулайзеров**

**Абсолютных показаний** к применению небулайзеров относительно немного, они должны использоваться, когда:

• лекарственное вещество не может быть доставлено в дыхательные пути при помощи других ингаляторов, т.к. существует достаточно много лекарственных препаратов, для которых не создано дозированных или порошковых ингаляторов: антибиотики, муколитики, препараты сурфактанта, анестетики и др.;

• необходима доставка препарата в альвеолы (например, пентамидин при профилактике или лечении пневмоцистной пневмонии, препараты сурфактанта при синдроме острого повреждения легких);

• состояние пациента не позволяет правильно использовать портативные ингаляторы.

Последнее показание является наиболее важным и значимым при выборе ингаляционной техники. Несмотря на известные достоинства дозированных ингаляторов (ДИ) (малые размеры устройств, более низкая стоимость, быстрота использования), их использование требует четкой координации между вдохом больного и высвобождением лекарственного препарата, а также форсированного маневра. Исследования показали, что лишь 25-60% стабильных больных с обструктивными заболеваниями легких способны правильно пользоваться ДИ. Учитывая тяжесть состояния, выраженное диспное, частое поверхностное дыхание, становится ясным, что ингаляционная терапия с помощью ДИ практически неэффективна у тяжелых больных. Значительно улучшить проблему координации позволяет использование спейсеров и порошковых ингаляторов, однако, к сожалению, не всегда. Пожилой возраст больного часто служит препятствием для правильного использования всех видов ингаляционной техники, кроме небулайзера. Небулайзер является также единственно возможным средством доставки аэрозольных препаратов у детей до 3 лет.

**Объективные критерии, требующие использования небулайзера для проведения ингаляций**:

• снижение инспираторной жизненной емкости менее 10,5 мл/кг (например, < 735 мл у больного массой 70 кг);

• инспираторный поток менее 30 л/мин;

• неспособность задержать дыхание более 4 секунд;

• двигательные расстройства, нарушения сознания.

**Все остальные показания являются относительными** (т.е., небулайзер можно заменить другими ингаляционными системами).

**Необходимость использования большой дозы препарата.** Дозы лекарственных препаратов могут зависеть от функциональной тяжести заболевания. В некоторых ситуациях доступные рецепторы насыщаются препаратом при использовании относительно низких его доз: например, при легкой бронхиальной астме полная бронходилатация может быть достигнута в ответ на 100-200 мкг сальбутамола. С другой стороны, максимального ответа при тяжелой бронхиальной обструкции можно добиться только при использовании высоких доз, причиной чего могут быть анатомические препятствия (слизь, спазм, отек слизистой) для доступа препарата к рецепторам и необходимость большей пропорции доступных рецепторов для достижения максимального ответа.

**Предпочтение пациента.** При тяжелом обострении обструктивных заболеваний эффективность введения b2-агонистов при помощи комбинации спейсер-ДИ не ниже, чем при использовании небулайзера, и, возможно, имеет определенные преимущества: более быстрое развитие бронхорасширяющего эффекта, снижение использованной дозы препаратов и значительный экономический эффект. Тем не менее, многие больные во время обострения заболевания предпочитают использовать терапию и технику, отличную от той, которую они используют дома.

**Практическое удобство.** При тяжелой бронхиальной обструкции, когда требуется большая доза препаратов, использование небулайзера является более практичным решением по сравнению с другими средствами доставки, когда требуется до 50 (!) доз препарата. Несмотря на то, что эффективность использования ДИ со спейсером и небулайзера приблизительно одинаковы во многих ситуациях, использование небулайзеров является более простым методом терапии, не требует обучения пациента дыхательному маневру и контроля врача за техникой ингаляции. Небулайзер помогает быть уверенным, что больной получает правильную дозу лекарственного препарата.

Также следует напомнить другие достоинства небулайзера по сравнению с другими средствами доставки: при необходимости во время ингаляции можно использовать кислород; при небулизации нет высвобождения фреона, т.е. использование небулайзеров отвечает требованиям экологической безопасности.

**Факторы, определяющие эффективность использования небулайзеров**

Условно все факторы, оказывающие влияние на продукцию аэрозоля, его качество и депозицию в дыхательных путях пациента, т.е. определяющие эффективность небулайзерной техники, можно разделить на три большие группы:

• факторы, связанные с ингаляционным устройством;

• факторы, связанные с пациентом;

• факторы, связанные с лекарственным препаратом.

***Факторы, связанные с ингаляционным устройством***

Задачей ингаляционной терапии при помощи небулайзера является продукция аэрозоля с высокой пропорцией (> 50 %) респирабельных частиц (менее 5 мкм) в течение довольно короткого временного интервала (обычно 10-15 мин). Эффективность продукции аэрозоля, свойства аэрозоля и его доставка в дыхательные пути зависят от типа небулайзера, его конструкционных особенностей, объема наполнения и остаточного объема, величины потока рабочего газа, “старения” небулайзера, сочетания системы компрессор-небулайзер и др.

Несмотря на сходный дизайн и конструкцию, небулайзеры различных моделей могут иметь значительные различия. При сравнении 17 типов струйных небулайзеров было показано, что различия в выходе аэрозоля достигали 2 раз (0,98-1,86 мл), в величине респирабельной фракции аэрозоля - 3,5 раз (22-72%), а в скорости доставки частиц респирабельной фракции препаратов - 9 раз (0,03-0,29 мл/мин). В другом исследовании средняя депозиция препарата в легких различалась в 5 раз, а средняя орофарингеальная депозиция - в 17 раз.

Основным фактором, определяющим депозицию частиц в дыхательных путях, является размер частиц аэрозоля. Условно распределение частиц аэрозоля в дыхательных путях в зависимости от их размера можно представить следующим образом:

• более 10 мкм - осаждение в ротоглотке;

• 5-10 мкм - осаждение в ротоглотке, гортани и трахее;

• 2-5 мкм - осаждение в нижних дыхательных путях;

• 0,5-2 мкм - осаждение в альвеолах;

• менее 0,5 мкм - не осаждаются в легких.

В целом, чем меньше размер частиц, тем более дистально происходит их депозиция: при размере частиц 10 мкм отложение аэрозоля в ротоглотке равно 60 %, а при 1 мкм - приближается к нулю. Частицы размерами 6-7 мкм осаждаются в центральных дыхательных путях, в то время как оптимальные размеры для депозиции в периферических дыхательных путях - 2-3 мкм.

**Типы струйных небулайзеров**:

• конвекционные с постоянным выходом аэрозоля;

• активируемые вдохом (Вентури);

• синхронизованные с дыханием (дозиметрические).

**Конвекционный (обычный) небулайзер** является наиболее распространенным. Такой небулайзер производит аэрозоль с постоянной скоростью, во время вдоха происходит вовлечение воздуха через Т-трубку и разведение аэрозоля. Аэрозоль поступает в дыхательные пути только во время вдоха, а во время выдоха происходит потеря большей его части (55-70%), что значительно повышает стоимость терапии и экспозицию лекарственного препарата у медицинского персонала. Обычные небулайзеры для достижения адекватного выхода аэрозоля требуют относительно высокие потоки рабочего газа (более 6 л/мин).

**Небулайзеры, активируемые вдохом** (небулайзеры Вентури) также продуцируют аэрозоль постоянно на протяжении всего дыхательного цикла, однако высвобождение аэрозоля усиливается во время вдоха. Такой эффект достигается путем поступления дополнительного потока воздуха во время вдоха через специальный клапан в область продукции аэрозоля, общий поток увеличивается, что ведет и к увеличению образования аэрозоля. Во время выдоха клапан закрывается и выдох больного проходит по отдельному пути, минуя область продукции аэрозоля. Таким образом, соотношение выхода аэрозоля во время вдоха и вдоха увеличивается, повышается количество вдыхаемого препарата, снижается потеря препарата (до 30 %), а время небулизации сокращается. Небулайзеры Вентури не требуют мощного компрессора (достаточен поток 4-6 л/мин). Их недостатками являются зависимость от инспираторного потока пациента и медленная скорость продукции аэрозоля при использовании вязких растворов. У больных с муковисцидозом было показано, что небулайзеры Вентури по сравнению с обычными позволяли добиться вдвое большей депозиции препарата в дыхательных путях: 19% против 9%.

**Небулайзеры, синхронизованные с дыханием** (дозиметрические небулайзеры) производят аэрозоль только во время фазы вдоха. Генерация аэрозоля во время вдоха обеспечивается при помощи электронных сенсоров потока либо давления, и теоретически соотношение выхода аэрозоля во время вдоха и выдоха достигает 100 : 0. Основным достоинством дозиметрического небулайзера является снижение потери препарата во время выдоха. В практике, однако, может происходить потеря препарата в атмосферу во время выдоха, т.к. не весь препарат откладывается в легких. Дозиметрические небулайзеры имеют неоспоримые достоинства при ингаляции дорогих препаратов, т.к. снижают их потерю до минимума. Некоторые дозиметрические небулайзеры были созданы специально для доставки дорогих препаратов, например, небулайзер VISAN-9 предназначен для ингаляции препаратов сурфактанта. Недостатками таких систем являются более длительное время ингаляции и высокая стоимость.

**Адаптивные устройства доставки** также относятся к типу дозиметрических небулайзеров, хотя некоторые специалисты считают их новым классом ингаляционных устройств. Их принципиальным отличием является адаптация продукции и высвобождения аэрозоля с дыхательным паттерном больного. Примером небулайзера данного типа является Halolite. Устройство автоматически анализирует инспираторное время и инспираторный поток больного (на протяжении 3 дыхательных циклов), и затем обеспечивает продукцию и высвобождение аэрозоля в течение первой половины последующего вдоха. Ингаляция продолжается до тех пор, пока не достигается выход точно установленной дозы лекарственного вещества, после чего аппарат подает звуковой сигнал и прекращает ингаляцию. Достоинства устройства: быстрая ингаляция дозы препарата (4-5 мин), высокий комплайенс больных к проводимой терапии, высокая респирабельная фракция (80%) и очень высокая депозиция аэрозоля в дыхательных путях - до 60%.

**Остаточный объем.** Препарат нельзя использовать полностью, так как часть его остается в так называемом “мертвом” пространстве небулайзера, даже если камера почти полностью осушена. Остаточный объем зависит от конструкции небулайзера, и обычно находится в пределах от 0,5 до 1,5 мл. Остаточный объем не зависит от объема наполнения, однако на основе величины остаточного объема даются рекомендации о количестве раствора, добавляемого в камеру небулайзера. Большинство современных небулайзеров имеют остаточный объем менее 1 мл, для них объем наполнения должен быть не менее 2 мл. Остаточный объем может быть снижен путем легкого поколачивания камеры небулайзера к концу процедуры, при этом происходит возвращение крупных капель раствора со стенок камеры в рабочую зону, где они вновь подвергаются небулизации.

**Объем наполнения** также влияет на выход аэрозоля, например, при остаточном объеме 1 мл и объеме наполнения 2 мл может быть преобразовано в аэрозоль не более 50% препарата (1 мл раствора останется в камере), а при том же остаточном объеме и объеме наполнения 4 мл может быть доставлено в дыхательные пути до 75% препарата. Однако при остаточном объеме 0,5 мл повышение объема наполнения от 2,5 до 4 мл приводит к повышению выхода препарата лишь на 12%, а время ингаляции повышается на 70%. Чем выше выбранный исходный объем раствора, тем большая доля препарата может быть ингалирована. Однако при этом время небулизации также увеличивается, что может значительно снизить комплайенс больных к терапии. Кроме того, большинство лекарственных препаратов для небулизации расфасовано по 2 и 2,5 мл, поэтому повышение объема наполнения до 3-4 мл может потребовать дополнительных расходных материалов (шприцы, растворы), что увеличит стоимость терапии.

**Поток рабочего газа** для большинства современных небулайзеров находится в пределах 4–8 л/мин. Повышением потока приводит к линейному снижению размера частиц аэрозоля, а также к повышению выхода аэрозоля и снижению времени ингаляции. Небулайзер обладает известным сопротивлением потоку, поэтому, чтобы адекватно сравнивать компрессоры между собой, поток должен измеряться на выходе небулайзера. Этот “динамический” поток и является истинным параметром, определяющим размер частиц и время небулизации.

**Время небулизации.** Выход препарата отличается от выхода раствора вследствие испарения - к концу ингаляции раствор препарата в небулайзере концентрируется. Поэтому раннее прекращение ингаляции (например, в момент “разбрызгивания” или раньше) может значительно снизить величину доставки препарата. Существует несколько способов определения времени небулизации: “общее время небулизации” (время от начала ингаляции до полного осушения камеры небулайзера); “время разбрызгивания” (время до начала разбрызгивания, шипения небулайзера, т.е. точки, когда пузырьки воздуха начинают попадать в рабочую зону, и процесс образования аэрозоля становится прерывистым); “клиническое время небулизации” (время, среднее между “общим” и “временем разбрызгивания”, т.е. то время, в которое больной обычно прекращает ингаляцию). Слишком длительное время ингаляции (более 10 мин) может снизить комплайенс больного к терапии. Рационально рекомендовать пациенту проводить ингаляцию в течение фиксированного времени, исходя из вида небулайзера, компрессора, объема наполнения и вида лекарственного препарата.

**Соответствие небулайзера и компрессора.** Каждый компрессор и каждый небулайзер имеют свои собственные характеристики, поэтому случайная комбинация любого компрессора с любым небулайзером не гарантирует оптимальных рабочих качеств небулайзерной системы и максимального эффекта. При комбинации одного и того же небулайзера (Cirrus) с 6 разными компрессорами при использовании 2 из них размеры частиц аэрозоля и “динамический” поток находились за пределами рекомендуемых границ.

**Температура раствора** во время ингаляции при использовании струйного небулайзера может снижаться на 10°С и более, что может повысить вязкость раствора и уменьшить выход аэрозоля. Для оптимизации условий небулизации некоторые модели небулайзеров используют систему подогрева для повышения температуры раствора до температуры тела.

**“Старение” небулайзера.** С течением времени свойства струйного небулайзера могут значительно меняться, в частности, возможно изнашивание и расширение отверстия Вентури, что приводит к уменьшению “рабочего” давления, снижению скорости воздушной струи и повышению диаметра частиц аэрозоля. Мойка небулайзера также может вести к более быстрому “старению” небулайзера, а при редкой чистке камеры, выходное отверстие может блокироваться кристаллами препаратов, приводя к снижению выхода аэрозоля. При отсутствии обработки небулайзера качество продукции аэрозоля уменьшается, в среднем, после 40 ингаляций. Выделяют класс “прочных” (durable) небулайзеров, срок службы которых может достигать 12 месяцев при регулярном использовании (Pari LC Plus, Omron CX/C1, Ventstream и др.), однако их стоимость на порядок выше небулайзеров кратковременного (disposable) использования.

***Факторы, связанные с пациентом***

На депозицию аэрозоля могут влиять такие факторы, как дыхательный паттерн, носовое дыхание, геометрия дыхательных путей, наличие заболевания дыхательных путей, позиция тела.

**Дыхательный паттерн.** Основными компонентами дыхательного паттерна,влияющими на депозицию частиц аэрозоля, являются дыхательный объем, инспираторный поток и инспираторная фракция - соотношение времени вдоха к общей длительности дыхательного цикла. Средняя инспираторная фракция у здорового человека составляет 0,4-0,41, у больных с тяжелым обострением хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) - 0,34-0,36. При использовании обычного небулайзера генерация аэрозоля происходит на протяжении всего дыхательного цикла, а его доставка в дыхательные пути возможна лишь во время вдоха, т.е. прямо пропорциональна инспираторной фракции.

Быстрый вдох и подача струи аэрозоля в струю воздушного потока в середине и конце вдоха повышает центральную депозицию. В противоположность этому, медленный вдох, ингаляция аэрозоля в начале вдоха и задержка дыхания в конце вдоха повышает периферическую (легочную) депозицию. Повышение минутной вентиляции также увеличивает отложение частиц аэрозоля в легких, однако оно может также и снизиться из-за повышения инспираторного потока.

Особая проблема у детей - нерегулярный дыхательный паттерн, связанный с диспное, кашлем, плачем и т.д., что делает непредсказуемой доставку аэрозоля.

**Дыхание через нос или рот.** Вследствие узкого поперечного сечения, крутого изменения направлений воздушного потока, наличия волосков нос создает идеальные условия для инерционного столкновения частиц и является прекрасным фильтром для большинства частиц размерами более 10 мкм. Носовая депозиция увеличивается с возрастом: у детей в возрасте 8 лет в носовой полости осаждается около 13% аэрозоля, у детей 13 лет - 16%, а у взрослых (средний возраст 36 лет) - 22% .

Ингаляция при помощи небулайзера проводится через **загубник или лицевую маску**. Оба типа интерфейса считаются эффективными, однако носовое дыхание может существенно снизить депозицию аэрозоля при дыхании через маску. Маска приблизительно вдвое уменьшает доставку аэрозоля в легкие, кроме того, при расстоянии маски от лица 1 см депозиция аэрозоля падает более чем в 2 раза, а при отдалении на 2 см - на 85%. Учитывая эти данные, рекомендовано более широкое использование загубников, а лицевые маски играют основную роль у детей и при интенсивной терапии. Чтобы избежать попадания препарата в глаза при использовании маски, рекомендуется по возможности использовать загубники при ингаляциях кортикостероидов, антибиотиков, антихолинергических препаратов (описаны случаи обострения глаукомы).

Нормальные индивидуумы имеют значительные **различия в геометрии дыхательных путей**. Центральная (трахеобронхиальная) депозиция выше у пациентов с более малыми размерами проводящих дыхательных путей. Сужение просвета дыхательных путей вследствие любой причины может отражаться на распределении частиц в легких. При большинстве известных заболеваний отмечается повышение центральной и снижение периферической депозиции. Например, у больных муковисцидозом доставка к трахеобронхиальным отделам увеличивается на 200-300%, а легочная периферическая депозиция р-ДНазы обратно пропорциональна показателю ОФВ1. Подобный феномен наблюдается при ХОБЛ и бронхиальной астме. У больных ХОБЛ периферическая депозиция аэрозоля была тем меньше, чем более выражена бронхиальная обструкция.

Ингаляция тербуталина с преимущественным распределением в центральных или периферических отделах дыхательных путей приводит к одинаковому бронхорасширяющему эффекту. В противоположность этому, у больных с бронхиальной астмой центральное отложение метахолина по сравнению с периферическим приводит к большей бронхоконстрикции.

**Позиция тела.** У больных ВИЧ, получающих регулярные ингаляции пентамидина для профилактики инфекции Pneumocystis carini, пневмоцистные пневмонии все-таки могут развиваться в верхних зонах легких, так как при спокойном дыхании в положении сидя только небольшая часть аэрозоля достигает этих отделов.

***Факторы, связанные с препаратом***

Чаще всего в клинической практике для ингаляции при помощи небулайзеров используются растворы лекарственных веществ. Принцип генерации аэрозоля из суспензий имеет значительные отличия. **Суспензия** состоит из нерастворимых твердых частичек, взвешенных в воде. При небулизации суспензии каждая частичка аэрозоля является потенциальным носителем для твердой частицы, поэтому очень важно, чтобы размер частиц суспензии не превышал размер частиц аэрозоля. Средний диаметр частиц суспензии будесонида составляет около 3 мкм. Ультразвуковой небулайзер малоэффективен для доставки лекарственных суспензий.

**Вязкость и поверхностное натяжение** влияют на выход аэрозоля и его характеристики. Изменение данных параметров происходит при добавлении в лекарственные формы веществ, повышающих растворение основного вещества - ко-растворителей (например, пропиленгликоля). Повышение концентрации пропиленгликоля приводит к снижению поверхностного натяжения и увеличению выхода аэрозоля, но происходит и повышение вязкости, что оказывает противоположный эффект - снижение выхода аэрозоля. Улучшить свойства аэрозоля позволяет оптимальное содержание ко-растворителей. При назначении ингаляционных антибиотиков больным с хроническими заболеваниями легких наилучшая депозиция достигается небулайзерами, производящими очень малые частицы. Растворы антибиотиков имеют очень высокую вязкость, поэтому надо использовать мощные компрессоры и небулайзеры, активируемые вдохом.

Осмолярность аэрозоля влияет на его депозицию. При прохождении через увлажненные дыхательные пути может происходить увеличение размеров частиц гипертонического аэрозоля и уменьшение - гипотонического.

Эффективность доставки препарата может зависеть от его химической структуры. Под влиянием “срезывающих” сил, создающихся в струйном небулайзере, могут происходить конформационные изменения пептидных и белковых молекул с изменением их биологических свойств.

**Области применения небулайзеров**

**Бронхиальная астма** (БА) и **хроническая обструктивная болезнь легких** (ХОБЛ) - наиболее частые показания к использованию небулайзеров. Небулайзеры находят широкое применение при тяжелом обострении БА (симпатомиметики, антихолинергические препараты), при тяжелой хронической и нестабильной БА и при стероидозависимой БА (ингаляционные глюкокортикостероиды), имеются данные об эффективности ингаляционных стероидов и препаратов магния при тяжелом обострении астмы. При ХОБЛ небулайзеры используются во время обострения и при далекозашедших стадиях заболевания (бронходилататоры), действенность муколитиков и стероидов при данном пути введения не доказана .

Небулайзеры очень широко используются **при муковисцидозе**. Кроме бронхолитиков и кортикостероидов, задачами которых является терапия бронхиальной обструкции и бронхиальной гиперреактивности, большое значение при данной патологии имеют мукоактивные препараты (рекомбинантная ДНаза) и антибиотики, активные в отношении P.aeruginosa (колимицин, тобрамицин и др.). Их использование позволяет облегчить симптомы заболевания, улучшить функциональные легочные показатели и качество жизни больных, однако влияние на выживаемость пока не доказано.

Небулайзеры - единственный ингаляционный метод доставки антибиотиков в дыхательные пути. Кроме муковисцидоза, небулизированные антибиотики используются при бронхоэктазах с хронической колонизацией синегнойной палочки, у ВИЧ-инфицированных для профилактики пневмонии P.carinii (пентамидин) и при грибковых заболеваниях легких (амфотерицин В).

**В интенсивной терапии,** кроме упомянутых выше БА и ХОБЛ, небулайзеры используются для терапии вирусного бронхиолита у детей (рибавирин), бронхолегочной дисплазии у новорожденных (кортикостероиды), респираторного дистресс-синдрома взрослых и детей (препараты сурфактанта), высокой легочной гипертензии у больных с дыхательной недостаточностью (простациклин).

Ингаляционное введение илопроста (стабильного аналога простациклина) при помощи небулайзера от 6 до 12 раз в сутки является эффективным методом терапии **первичной легочной гипертензии**, приводя к улучшению гемодинамики, повышению физической работоспособности, и, возможно, улучшению прогноза.

**При паллиативной терапии**, задачами которой является облегчение симптомов и страданий терминальных больных, ингаляционная терапия применяется для уменьшения рефрактерного кашля (лидокаин), инкурабельной одышки (морфин, фентанил), задержки бронхиального секрета (физиологический солевой раствор), бронхиальной обструкции (бронхолитики).

Имеются данные об использовании небулайзеров у больных с идиопатическим фиброзирующим альвеолитом (глутатион, рибавирин), с экзогенным аллергическим альвеолитом (будесонид), посттрансплантационным облитерирующим бронхиолитом (циклоспорин). Перспективными направлениями использования небулайзеров являются такие области медицины, как генная терапия (в виде аэрозоля вводят вектор гена - аденовирус или липосомы), введение некоторых вакцин (например, противокоревой), терапия после трансплантации комплекса сердце-легкие (стероиды, противовирусные препараты), эндокринология (введение инсулина и гормона роста).

**Правила использования небулайзеров**

1. Во время ингаляции больной должен находиться в положении сидя, не разговаривать и держать небулайзер вертикально.

2. Перед ингаляцией необходимо проверить срок годности препарата.

3. Использовать в качестве растворителя стерильный физиологический раствор, для заправки ингаляционного раствора - стерильные иглы и шприцы.

4. Рекомендуется использовать объем наполнения небулайзера 2-4 мл; поток "рабочего" газа 6-8 литров в минуту (при использовании компрессоров данный параметр уже задан).

5. Во время ингаляции стараться дышать глубоко, медленно, через рот (особенно важно при использовании маски), стараться задерживать дыхание на 1-2 секунды перед каждым выдохом (это часто не осуществимо у тяжелых больных, им рекомендуют дышать спокойно).

6. Продолжать ингаляцию, пока в камере небулайзера остается жидкость (обычно около 5-10 мин), в конце ингаляции - слегка поколачивать небулайзер для более полного использования лекарственного препарата.

9. После ингаляции стероидных препаратов и антибиотиков необходимо тщательно полоскать рот.

10. После ингаляции промывать небулайзер чистой, по возможности, стерильной водой, высушивать, используя салфетки и струю газа (фен). Частое промывание небулайзера необходимо для предотвращения кристаллизации препаратов и бактериального загрязнения.

Таким образом, небулайзерную терапию можно широко использовать на всех этапах оказания медицинской помощи пациентам, с заболеваниями органов дыхания.

Необходимо широко внедрять небулайзеры прежде всего в работу неотложной помощи, а именно оснащение бригад скорой медицинской помощи, что повысит качество оказания догоспитальной медицинской помощи.

Рекомендуется также внедрять небулайзерную терапию в работу специализированных отделений(пульмонологических,аллергологических), что позволит повысить эффективность и сократить срок стационарного лечения пациентов с респираторной патологией.

Широкое использование небулайзерной терапии в санаторных, амбулаторно-поликлинических условиях позволит усовершенствовать восстановительное лечение и повысить его эффективность.

Высокая клиническая эффективность позволяет считать ингаляцию лекарственных веществ через небулайзер одним из наиболее надежных и простых методов ингаляционной терапии.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Список использованной литературы

1. С.Н.Авдеев.Использование небулайзеров в клинической практике. – Москва, 2005.

2. В.Ф.Лапшин, Т.Р.Уманець, О.П.Дзись.Небулайзерна терапія в педіатричній практиці. – Київ, 2005.

3. А.В. Емельянов.Использование небулайзерной терапии для оказания неотложной помощи больным с обструктивными заболеваниями легких. – Санкт-Петербург, 2001.