

Дыхательная недостаточность*

С.Н. Авдеев

Различные методы терапии дыхательной недостаточности (ДН) призваны обеспечить:

- разрешение причины, приведшей к развитию ДН;
- поддержание проходимости дыхательных путей;
- нормализацию транспорта кислорода;
- снижение нагрузки на аппарат дыхания.

Разрешение причины ДН

Этиотропная терапия, к сожалению, далеко не всегда возможна при ДН.

В основном устранить причину ДН можно при острой ДН (ОДН). Примером такой терапии является применение антибиотиков при инфекциях трахеобронхиального дерева и пневмониях, дренирование плевральной полости при пневмотораксе и плевритах, тромболитическая терапия при тромбозах легочной артерии, удаление инородного тела при механической обструкции дыхательных путей и т.д.

Радикально изменить течение хронической ДН (ХДН) удается очень редко, хотя в последнее время и это стало возможным благодаря развитию трансплантации легких: при хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), интерстициальном легочном фиброзе, муковисцидозе и некоторых других заболеваниях.

Поддержание проходимости дыхательных путей

Для обеспечения проходимости дыхательных путей применяются

Сергей Николаевич Авдеев – докт. мед. наук, зав. лаб. дыхательной недостаточности и интенсивной терапии НИИ пульмонологии МЗ РФ, Москва.

бронходилататоры и мукоурегуляторы. Бронходилататоры (β_2 -агонисты, антихолинергические препараты, теофиллины) – препараты первой линии при бронхиальной астме и ХОБЛ, однако они имеют определенное значение и при других заболеваниях, так как обструкция дыхательных путей (за счет бронхоспазма и нарушения отхождения мокроты) является универсальным осложнением многих форм ДН. Кроме известных побочных реакций (тахикардия, тремор, экстрасистолия) β_2 -агонисты могут вызывать эффект, особенно значимый у больных с ДН, – усугубление гипоксемии. Иpratропия бромид, напротив, улучшает газообмен у больных с обструктивными заболеваниями легких: в покое, во время сна и при физической нагрузке.

Мобилизация и удаление мокроты могут быть достигнуты при помощи **методов кинезотерапии.** Традиционным методом является постуральный дренаж с перкуссией и вибрацией грудной клетки. Однако этот метод довольно трудоемкий, дорогой, и, кроме того, он может спровоцировать бронхоспазм и транзитную гипоксемию. У больных с повышенной продукцией мокроты используется метод кашлевой техники – один-два форсированных выдоха от исходно низких легочных объемов с последующей релаксацией и контролируемым дыханием.

В ряде случаев проходимость дыхательных путей может быть обеспечена только при помощи **интубации трахеи (ИТ).** ИТ является наиболее эффективным способом защиты дыхательных путей от аспирации, что особенно актуально при нарушениях сознания. ИТ позволяет обеспечить удаление бронхиального секрета из центральных дыхательных путей и устранить механическую обструкцию верхних дыхательных путей. Наконец, она является способом связи больно-

го с контуром респиратора при проведении респираторной поддержки. Однако ИТ может сопровождаться серьезными осложнениями: манипуляции на верхних дыхательных путях могут спровоцировать ларингоспазм или бронхоспазм, а начало вентиляции легких с положительным давлением может вызвать снижение венозного возврата к сердцу, баротравму и остановку сердца. Подготовка к ИТ включает проведение максимальной оксигенации и регидратации больного.

Проведение **трахеостомии** обычно показано больным, у которых высока вероятность проведения респираторной поддержки более 10–14 дней. Трахеостомия позволяет улучшить комфорт больного (возможен разговор, прием пищи), снижает риск повреждения гортани, облегчает уход за дыхательными путями больного, а также уменьшает сопротивление дыхательных путей. Однако данная процедура может приводить к развитию инфекционных осложнений, кровотечений и стенозу трахеи. Использование перкутанной дилатационной трахеостомии является более безопасной альтернативой традиционной трахеостомии.

Нормализация транспорта кислорода

Главной задачей лечения ДН является обеспечение нормальной оксигенации тканей и органов, так как выраженная гипоксия обладает потенциально летальными эффектами.

Кислородотерапия является одним из основных направлений лечения ДН. Кроме того, улучшение транспорта O_2 может быть достигнуто за счет использования положительного давления в дыхательных путях, некоторых лекарственных средств, изменения положения тела, оптимизации сердечного выброса и гематокрита, респираторной поддержки.

* Окончание. Начало см. Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2004. № 1(12). С. 21–27.



Рис. 1. Средства доставки кислорода. 1 – трахеальная маска, 2 – носовой катетер, 3 – маска с расходным мешком, 4 – маска Вентури, 5 – простая маска.

Показанием к ургентной кислородотерапии является снижение парциального напряжения кислорода в артериальной крови (PaO_2) < 60 мм рт. ст. или сатурации кислородом гемоглобина артериальной крови (SaO_2) < 90% (у новорожденных PaO_2 < 50 мм рт. ст. или SaO_2 < 88%).

Показанием к длительной кислородотерапии является снижение PaO_2 < 55 мм рт. ст. или SaO_2 < 88% в покое при дыхании воздухом (PaO_2 56–59 мм рт. ст. или SaO_2 – 89% при наличии *cor pulmonale* или гематокри-
те > 55%).

Абсолютных противопоказаний к кислородотерапии нет. Целью кислородотерапии является коррекция гипоксемии и достижение значений PaO_2 60–65 мм рт. ст. или SaO_2 90–93%. Из-за сигмовидной формы кривой диссоциации оксигемоглобина повышение PaO_2 более 60 мм рт. ст. приводит лишь к незначительному увеличению SaO_2 и содержания кислорода в артериальной крови.

В зависимости от клинической ситуации используются различные системы для доставки кислорода в дыхательные пути. Носовые канюли позволяют создавать кислородно-воздушную смесь с содержанием O_2 (FiO_2) до 24–40%, простая лицевая маска – до 35–50%, маска с расходным мешком – до 90%; маска Вентури обеспечивает точные значения FiO_2 : 24, 28, 31, 35, 40% (рис. 1). Если адекватная оксигенация не может быть достигнута при помощи повышения FiO_2 , следует рассмотреть вопрос о респираторной поддержке.

Длительная кислородотерапия на сегодняшний день является единственным методом, способным снизить летальность больных ХОБЛ: при развитии гипоксемии она способна продлить жизнь пациента на 6–7 лет.

Использование **положительного давления в дыхательных путях** возможно как при спонтанном дыхании больного – метод терапии постоянным положительным давлением в дыхательных путях (continuous positive airway pressure – CPAP), так и при проведении респираторной поддержки – положительное давление в конце выдоха (positive end-expiratory pressure – РЕЕР). При CPAP положительное давление создается на вдохе и на выдохе, а при РЕЕР – только на выдохе.

CPAP проводится при помощи герметичной носовой (или лицевой) маски и генератора воздушного потока. CPAP находит применение в качестве

Показанием к ургентной кислородотерапии является снижение PaO_2 < 60 мм рт. ст. или SaO_2 < 90%.

самостоятельного метода при ДН у больных с синдромом ночного апноэ сна, трахеомалацией, рестриктивными заболеваниями грудной клетки, отеком легких. Доказанными эффектами CPAP являются предотвращение и расправление ателектазов, повышение легочных объемов, уменьшение вентиляционно-перфузионного (V_A/Q) дисбаланса и внутрилегочного шунтового кровотока, повышение оксигенации, комплайнса легких, перераспределение жидкости в ткани легких.

В ряде случаев (при центральной гиповентиляции, ожирении, ХОБЛ) альтернативой кислородотерапии может быть фармакологическая коррекция гипоксемии при помощи **дыхательных стимуляторов**. Их привлекательными сторонами становятся большая простота и удобство для больного, а также экономическая доступность. К числу немногих лекарств, повышающих оксигенацию артериальной крови, относятся доксапрам, медроксипрогестерон и ацетазоламид,

однако все эти препараты используются только в течение короткого времени. Единственным препаратом, способным в течение длительного времени улучшать PaO_2 у больных с ДН, является альмитрина бисмесилат. Основным механизмом действия альмитрина – уменьшение вентиляционно-перфузионного дисбаланса. Препарат усиливает гипоксическую вазоконстрикцию в плохо вентилируемых регионах легких, в результате снижается перфузия этих отделов, что приводит к уменьшению шунтирования крови и гипоксемии. Основным показанием к назначению альмитрина является умеренная хроническая гипоксемия у больных ХОБЛ: PaO_2 56–70 мм рт. ст. или SaO_2 89–93%. Его назначают внутрь в дозе 1 мг/кг/сут длительно, курсами по 2 мес с месячными перерывами. Возможно использование альмитрина и при острой ДН (остром респираторном дистресс-синдроме – ОРДС, пневмонии), когда препарат вводится внутривенно в дозе 0,36–1,0 мг/кг/ч.

Другим агентом, улучшающим вентиляционно-перфузионный баланс, является **ингаляционный оксид азота (NO)**. NO – селективный вазодилататор, вызывающий вазодилатацию только в хорошо вентилируемых отделах легких, что приводит к уменьшению шунтового кровотока и улучшению оксигенации. Кроме того, NO снижает давление в легочной артерии, и поэтому его целесообразно использовать у больных с ДН при наличии легочной гипертензии и недостаточности правого желудочка. Использование ингаляционного NO рекомендовано у больных с рефрактерной гипоксемией (PaO_2/FiO_2 < 120 мм рт. ст.) и высоким легочным сопротивлением (>400 дин с/см⁵). Критерием ответа на лечение NO служит повышение PaO_2/FiO_2 как минимум на 20%. Средние дозы NO при ОРДС составляют 5–20 ppm.

Препараты сурфактанта являются основой терапии респираторного дистресс-синдрома новорожденных (состояние, обусловленное дефицитом сурфактанта), поэтому предпринимались многократные попытки их

использовать и у взрослых больных ОРДС. У больных ОРДС доказано нарушение функции и продукции эндогенного сурфактанта, а также уменьшение его количества. Терапия экзогенным сурфактантом направлена на восстановление нормального поверхностного натяжения в альвеолах. Эффект терапии препаратами сурфактанта зависит от их природы, дозы, способа и времени назначения. Сурфактант назначается эндотрахеально в виде инстилляций либо ингаляционно через небулайзер.

Улучшение оксигенации при некоторых формах ОДН (ОРДС) может быть достигнуто за счет **прональной позиции** – придания больному положения лежа на животе. Механизм положительного эффекта прональной позиции связан с расправлением гравитационно-зависимых ателектазов, улучшением V_A/Q -баланса, повышением функциональной остаточной емкости легких и мобилизацией бронхиального секрета. Длительность ее использования пока четко не установлена, есть рекомендации применять ее до 20 ч в сутки с перерывами для ухода, смены катетеров и т.д.

Придание больному **положения на здоровом боку** приводит к улучшению V_A/Q -баланса и оксигенации у больных с массивным односторонним поражением легких (пневмония, контузия и др.). Под действием силы тяжести перфузия сдвигается в сторону здорового легкого, снижаясь при этом в “больном” легком (с плохой вентиляцией). Кроме того, за счет компрессии “нижнего” здорового легкого и уменьшения в нем комплайенса усиливается вентиляция в пораженном легком.

Снижение нагрузки на аппарат дыхания

Снижение нагрузки на аппарат дыхания может быть достигнуто при помощи мероприятий, снижающих бронхиальное сопротивление (бронхолитики, гелиокс, трахеостомия, удаление бронхиального секрета) и повышающих комплайнс легких и грудной клетки (диуретики при отеке легких, эвакуация воздуха и жидкости

из плевральной полости, расправление ателектазов).

Наиболее эффективным методом снижения нагрузки на аппарат дыхания и коррекции нарушений газообмена является **респираторная поддержка**. В зависимости от того, насколько респиратор выполняет работу дыхания за пациента, различают контролируруемую (принудительную, управляемую) вентиляцию, когда спонтанное дыхание отсутствует и весь процесс дыхания осуществляется респиратором, и вспомогательную (триггерную) вентиляцию: респиратор поддерживает каждое дыхательное усилие больного. В зависимости от того, каким образом осуществляется связь между пациентом и респиратором, респираторная поддержка делится на инвазивную (искусственная вентиляция легких – связь обеспечивается при помощи интубационных или трахеостомических трубок) и неинвазивную (используются носовые или ротовые маски).

Основные задачи респираторной поддержки:

- выигрыш времени для разрешения причины ОДН;
- коррекция нарушенного газообмена;
- разгрузка и восстановление функции дыхательной мускулатуры.

Искусственная вентиляция легких

Показания к проведению искусственной вентиляции легких (ИВЛ) должны учитывать не только отсутствие эффекта от консервативных методов терапии и тяжесть функциональных нарушений, но также быстроту их развития и потенциальную обратимость процесса, вызвавшего ОДН. Как правило, при назначении респираторной поддержки проводится комплексная клиническая и функциональная оценка статуса больного, но решение о проведении ИВЛ основывается

прежде всего на клинических характеристиках пациента.

Длительное использование традиционного режима ИВЛ, контролируемого по объему (volume-controlled ventilation – VCV), при отсутствии спонтанного дыхания ведет к атрофии дыхательной мускулатуры, поэтому предпочтение в настоящее время отдается **вспомогательным (триггерным) режимам вентиляции**:

- вспомогательно-контролируемый режим (assist-controlled ventilation – ACV),
- синхронизированная перемежающаяся принудительная вентиляция

Показания к ИВЛ

Абсолютные:

- остановка дыхания;
- выраженные нарушения сознания (сопор, кома);
- нестабильная гемодинамика (критерии шока);
- утомление дыхательных мышц.

Относительные:

- частота дыхания > 35 в 1 мин;
- pH артериальной крови < 7,3;
- $PaO_2 < 45$ мм рт. ст., несмотря на проведение кислородотерапии.

(synchronized intermittent mandatory ventilation – SIMV),

- поддержка давлением (pressure support ventilation – PSV).

При режиме ACV респиратор осуществляет вдох в ответ на каждое дыхательное усилие пациента или независимо от усилия, если спонтанная частота дыхания становится ниже заданной респиратором.

В режиме SIMV пациент дышит самостоятельно через контур респиратора, а через заданные промежутки времени осуществляется аппаратный вдох с заданным дыхательным объемом, причем начало аппаратного вдоха совпадает с началом спонтанного вдоха.

При режиме PSV поддерживается каждое дыхательное усилие пациента до заданного уровня давления, вдох прекращается при снижении инспираторного потока до определенного значения (например, 25% от пикового потока).

Считается, что все эти режимы одинаково эффективны, однако в последние годы большее предпочтение отдается режиму поддержки давлением, обеспечивающему дополнительный комфорт для больного и хорошую синхронизацию с респиратором, а также облегчающему “отлучение” от респиратора.

Преимуществами нового режима – пропорциональной вспомогательной вентиляции (proportional assisted ventilation – PAV) – являются создание давления в дыхательных путях, пропорционального эластичности и сопротивлению аппарата дыхания, автоматический ответ респиратора на изменения инспираторного усилия больного, синхронизация окончания

Наиболее часто используемые начальные параметры ИВЛ

- Дыхательный объем V_T – 8–12 мл/кг
- Частота дыхания (ЧД) – 15–20/мин
- Триггер – 1 см водн. ст.
- Инспираторный поток – 50–70 л/мин
- РЕЕР – 5 см водн. ст.
- FiO_2 – 60–100% (после интубации)

аппаратного инспираторного цикла с окончанием усилия вдоха больного.

Все остальные режимы ИВЛ и методы оксигенации при тяжелой ДН (“жидкостная” вентиляция легких, экстракорпоральная мембранная оксигенация) пока являются экспериментальными, а их место уточняется.

При некоторых формах ОДН (ОРДС, астматический статус) обычные подходы к ИВЛ могут не только оказаться неэффективными, но и еще более усугубить поражение паренхимы легких. Недавние исследования показали, что ИВЛ с большими FiO_2 , дыхательными объемами и давлением в дыхательных путях, низким (или, наоборот, высоким) уровнем РЕЕР могут приводить к повреждению легочного эпителия и эндотелия сосудов, высвобождению провоспалительных медиаторов, т.е. к развитию вентилятор-индуцированного повреждения легких. Более безопасной стратегией респираторной поддержки при ОРДС и аст-

матическом статусе является “протективная вентиляция легких” – ИВЛ с использованием малых дыхательных объемов (около 6 мл/кг массы тела). Такой подход снижает летальность при ОРДС на 25% по сравнению с использованием “обычной” ИВЛ.

Неинвазивная вентиляция легких

Неинвазивная вентиляция легких (НВЛ), т.е. вентиляционное пособие без наложения искусственных дыхательных путей (интубационной или трахеостомической трубки), является относительно новым направлением респираторной поддержки. НВЛ позволяет избежать развития многих инфекционных и механических осложнений ИВЛ, в то же время обеспечивая эффективное восстановление газообмена и достижение разгрузки дыхательной мускулатуры у больных с ДН.

Во время НВЛ связь пациента с респиратором осуществляется при помощи носовых или лицевых масок, больной находится в сознании, и, как правило, не требуется применения седативных и миорелаксирующих препаратов. Масочная вентиляция является более комфортной процедурой, чем обычная вентиляция: больной может разговаривать, принимать пищу, получать сеансы физиотерапии, откашливать мокроту. Еще одним важным достоинством НВЛ является возможность ее быстрого прекращения, а также немедленного возобновления при необходимости.

Показания к НВЛ при ОДН:

- выраженная одышка в покое, ЧД > 25 /мин;
- признаки дисфункции дыхательных мышц;
- $PaO_2 < 45$ мм рт. ст. (при $FiO_2 = 0,21$) или $PaO_2/FiO_2 < 200$ мм рт. ст.;
- $pH < 7,35$ и прогрессирующее снижение pH ;
- $PaCO_2 > 60$ мм рт. ст. и прогрессирующее нарастание $PaCO_2$.

Противопоказания для проведения НВЛ:

- остановка дыхания;
- глубокое нарушение сознания (кома);
- гипотония (систолическое АД < 70 мм рт. ст.);
- неконтролируемые аритмии;
- обструкция верхних дыхательных путей, лицевая травма;
- невозможность обеспечить адекватный дренаж бронхиального дерева;
- низкий комплайнс больного к терапии.

Использование НВЛ приводит к снижению летальности при некоторых формах ОДН: у больных с обострением ХОБЛ, с пневмоцистной пневмонией, при иммунодефицитных состояниях и др.

У больных с тяжелой ХДН (особенно рестриктивного типа: при кифосколиозе, слабости дыхательных мышц, ожирении) может быть использован метод долговременной респираторной поддержки – **длительная домашняя вентиляция легких (ДДВЛ)**. Задачами ДДВЛ являются: улучшение функции аппарата дыхания, продление жизни и повышение качества жизни больных с ХДН. Доказанными физиологическими эффектами ДДВЛ у больных ХДН, кроме коррекции гиперкапнии и гипоксемии являются: уменьшение работы дыхания и разгрузка дыхательных мышц, восстановление чувствительности дыхательного центра к CO_2 , улучшение качества сна. У больных с рестриктивной ДН ДДВЛ улучшает выживаемость (рис. 2).

Показаниями к ДДВЛ у больных ХОБЛ служат наличие симптомов (слабость, одышка, утренние головные боли) и гиперкапния с $PaCO_2 > 55$ мм рт. ст. Менее выраженная гиперкапния ($PaCO_2 50$ – 54 мм рт. ст.) является показанием при наличии эпизодов ночных десатураций ($SaO_2 < 88\%$ дольше 5 мин во время кислородотерапии 2 л/мин) или частых госпитализаций (2 и более за 12 мес) из-за повторных обострений.

При рестриктивных заболеваниях легких ДДВЛ показана при наличии симптомов (слабость, одышка, утренние головные боли) и одного из следу-

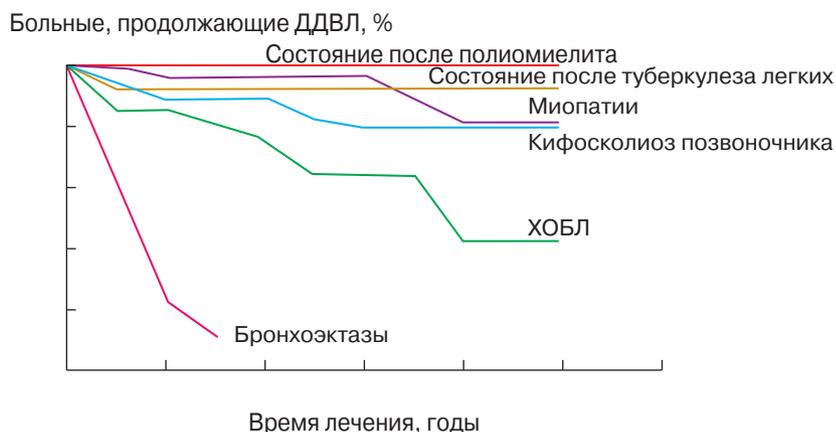


Рис. 2. Выживаемость больных, получавших ДДВЛ (Simonds & Elliott, 1995).

ющих критериев: $\text{PaCO}_2 > 45$ мм рт. ст., эпизодов ночных десатураций ($\text{SaO}_2 < 88\%$ дольше 5 мин), для прогрессирующих нейромышечных заболеваний – максимальное инспираторное давление в ротовой полости < 60 см водн. ст. или ФЖЕЛ $< 50\%$ от должной.

Как правило, для проведения ДДВЛ пациенты используют портативные респираторы и носовые маски (иногда используется трахеостом), вентиляция проводится в ночное время и, возможно, несколько часов днем. Параметры вентиляции обычно подбирают в условиях стационара, а затем проводится регулярное наблюдение за пациентами и обслуживание аппаратуры специалистами на дому. При проведении ДДВЛ у больных ХДН чаще всего требуется дополнительная подача кислорода из кислородного концентратора или из резервуаров с жидким кислородом.

Ингаляция гелиокса

У больных с ДН на фоне обструктивных заболеваний легких эффектив-

ным методом уменьшения нагрузки на аппарат дыхания является **ингаляция гелиокса** (смесь гелия с кислородом с содержанием гелия 60–80%). Благодаря более низкой плотности гелиокса по сравнению с воздухом или кислородом дыхание гелиоксом позволяет поддерживать ламинарность потока при значительном повышении его скорости. Дыхание гелиоксом снижает сопротивление потоку в дыхательных путях, что уменьшает работу дыхания и риск утомления дыхательной мускулатуры. Кислородно-гелиевые смеси используют при ОДН у больных с обострением БА, ХОБЛ, при обструктивных заболеваниях гортани и трахеи.

Показания к применению гелиокса:

- тяжелое обострение БА или ХОБЛ, обструкция верхних дыхательных путей;
- ЧД > 25 /мин;
- выраженное диспноэ, ортопноэ;
- признаки повышения работы дыхания, участие в дыхании вспомогательных мышц;
- $\text{SaO}_2 < 90\%$, $\text{PaO}_2 < 60$ мм рт. ст.

Противопоказания к применению гелиокса:

- нарушения сознания;
- остановка дыхания;
- нестабильная гемодинамика, потребность в вазопрессорах;
- $\text{PaO}_2 < 40$ мм рт. ст., потребность в кислородотерапии с $\text{FiO}_2 > 40\%$;
- $\text{PaCO}_2 > 70$ мм рт. ст., $\text{pH} < 7,25$.

Терапия гелиоксом может рассматриваться как метод, позволяющий “прикрыть” наиболее уязвимый период ОДН, в который еще в полной мере не проявились свойства медикаментозной терапии.

Рекомендуемая литература

- Авдеев С.Н., Чучалин А.Г. // Тер. архив. 2000. № 3. С. 59.
- Авдеев С.Н. // Рациональная фармакотерапия заболеваний органов дыхания / Под ред. Чучалина А.Г. М., 2004. С. 136–157.
- Зильбер А.П. Дыхательная недостаточность. М., 1989.
- Кассиль В.Л. и др. Респираторная поддержка. М., 1997.
- Чучалин А.Г., Авдеев С.Н. // Неотложные состояния. Диагностика и лечение. Справочное руководство / Под ред. Чазова Е.И. М., 2002. С. 173–183.
- AARC Clinical Practice Guideline. Oxygen Therapy in the Acute Care Hospital // Respir. Care. 1991. V. 36. P. 1410–1413.
- Bateman N.T., Leach R.M. // BMJ. 1998. V. 317. P. 798.
- Davidson C., Treacher D. Respiratory Critical Care. L., 2002.
- Duranti R. et al. / Clinical Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease / Ed. by Similowski T. et al. N.Y., 2002. P. 383–404.
- Hart C.M. // Chest. 1999. V. 115. P. 1407.
- Hess D., Chatmongkolchart S. // Int. Anesthesiol. Clin. 2000. V. 38. P. 161. ●



АТМОСФЕРА

Atmosphere

Посетите наш сайт!

На сайте www.atmosphere-ph.ru вы найдете электронную версию нашего журнала, а также журналов “Астма и Аллергия”, “Атмосфера. Кардиология”, “Легкое сердце”, “Атмосфера. Нервные болезни”, переводов на русский язык руководств и популярных брошюр GINA (Глобальная инициатива по бронхиальной астме) и GOLD (Глобальная инициатива по хронической обструктивной болезни легких).