



ОТКРЫТЫЙ
ИНСТИТУТ
ЗДОРОВЬЯ

www.ohi.ru



Бобрик А.В.
Хорошев П.В.

**Современные маски и респираторы
в системе инфекционного контроля
и обеспечения безопасности
персонала в ЛПУ**

БОБРИК А.В.
ХОРОШЕВ П.В.

**Современные
маски и респираторы
в системе инфекционного
контроля и обеспечения
безопасности персонала в ЛПУ**

Москва
2010

© ОИЗ, 2010



Данный документ разработан и издан
Открытым Институтом Здоровья в рамках
проекта ГЛОБУС.

Бобрик А.В., Хорошев П.В. Современные маски и респираторы
в системе инфекционного контроля и обеспечения безопасности
персонала в ЛПУ. – М., 2010. – 20 с.

Содержание

Введение	4
Немного истории	5
Терминология: медицинская маска и респиратор	7
Эффективность СИЗ и снижающие ее факторы	10
Правила использования средств индивидуальной защиты органов дыхания	12
Выбор средств индивидуальной защиты органов дыхания	13
Текущие рекомендации в отношении защиты от вируса гриппа А/Н1N1	16
Заключение	17
Список литературы	18

Введение

Вопросы защиты от воздушно-капельных инфекций всегда были актуальными для учреждений здравоохранения, однако в последнее десятилетие во всем мире отмечается повышенный интерес к этой теме в связи с появлением новых штаммов вируса гриппа, распространением туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью и террористической угрозой применения бактериологического оружия.

Традиционно основу инфекционного контроля в отношении инфекций с респираторным механизмом передачи составляют административные мероприятия (разделение потоков пациентов в зависимости от их возможной контагиозности, иммунизация медработников, эпидемиологический анализ случаев внутрибольничного заражения и пр.) и инженерно-технические решения (адекватная планировка помещений, использование кабин для сбора мокроты, современные вентиляционные системы, ультрафиолетовые бактерицидные устройства и пр.). Эти меры обеспечивают защиту большого количества сотрудников и пациентов, а также мало зависят от человеческого фактора [1]. Кроме того, риск распространения воздушно-капельных инфекций снижается при последовательных усилиях руководства медицинского учреждения, направленных на повышение общей корпоративной культуры безопасности в ЛПУ, включая соблюдение кашлевого этикета, гигиены рук и поддержание установленных процедур санитарно-эпидемиологического режима. Особое место в этой иерархии методов инфекционного контроля занимает использование средств индивидуальной защиты органов дыхания.

Немного истории

Уже в средние века, сталкиваясь с быстрым распространением эпидемий, люди подозревали наличие в воздухе неких болезнетворных агентов, «отравляющих» воздух, которые в отсутствие научных представлений о природе инфекционных заболеваний получили название «миазмы». Поэтому очистка воздуха интуитивно представлялась важной мерой, а комплекс барьерных методов защиты был выбран безошибочно и принципиально не изменился за последние 500 лет: халат, очки, перчатки и маска.



Рис. 1. Medico della Peste.

Кожаная маска в составе противочумного костюма XIV века

Первая медицинская маска, введенная в обращение врачами во время европейской эпидемии чумы 1346–1351 гг., имела зловещий вид, но была довольно практичной: длинный «клюв» был плотно забит ароматическими солями, чабрецом, чесноком, розмарином, которые должны были поглотить «миазмы». Отверстия в маске для глаз были закрыты стеклом.

Следующим этапом в эволюции медицинских масок (1848 г.) стал «защитник легких Хаслетта», где в качестве фильтра использовалась смоченная шерсть и был клапан выдоха. В привычном же для нас виде маска появилась лишь к началу XX века,

на основании современных представлений о воздушно-капельном инфицировании, которые постепенно сформировались после опытов Пастера с распространением микроорганизмов, выявления Шредером и фон Душ эффективности хлопковых фильтров для очистки пропускаемого воздуха, а также работ Дж. Листера по хирургической антисептике. Однако в широкую клиническую практику использование маски вошло лишь в конце I Мировой войны, как реакция на опустошительную эпидемию смертоносного гриппа — «испанки», которая навсегда поставила точку в дебатах о необходимости микробиологической очистки воздуха. В 1920–1930-х годах использование масок становится обязательным в различных областях медицины — от хирургических отделений до инфекционных клиник. В последующие десятилетия продолжается совершенствование масок и поиск новых, более эффективных дизайнов и материалов для их изготовления.

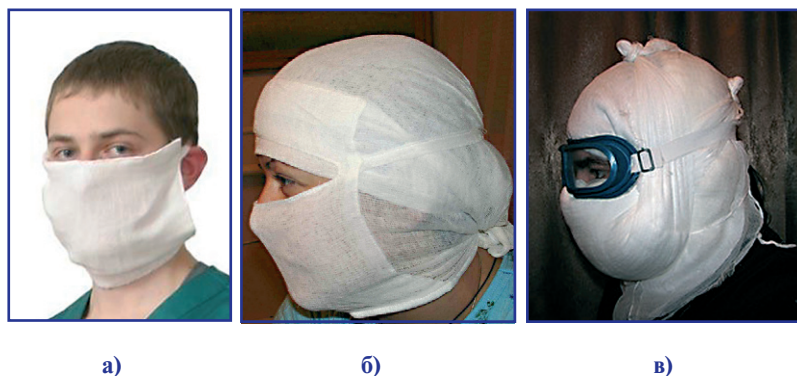


Рис. 2. Традиционные медицинские маски второй половины XX века: процедурная марлевая повязка (а), хирургическая марлевая маска (б), ватно-марлевая маска противочумного костюма (в)

Строение фильтров современных масок было разработано советским химиком Игорем Васильевичем Петряновым-Соколовым, поэтому во всем мире они носят название «фильтры Петрянова». Особенностью этого высокотехнологичного материала является специальное трехмерное расположение ультратонких полимерных волокон, благодаря которому захватываются не только частицы размером крупнее «ячейки» фильтра, но и гораздо меньшие элементы.

В 1980-х годах появляются узкоспециализированные маски и респираторы, а также разрабатываются современные стандарты индивидуальных средств защиты органов дыхания медицинских работников.



Рис. 3. Современные специализированные медицинские маски: педиатрическая – облегченная, с рисунком (а), детская – малого размера, с веселым рисунком (б), хирургическая – с дополнительным противожидкостным слоем и брызгозащитным экраном (в)

Терминология: медицинская маска и респиратор

В классическом понимании медицинская маска — это повязка прямоугольной формы, закрывающая нос и рот, относительно свободно прилегающая к лицу и предназначенная в первую очередь для предотвращения контаминации внешней среды пользователем, т.е. выдыхаемым воздухом, откашливаемым секретом и пр. Два основных вида медицинских масок — процедурные (снабженные резинками для фиксации за ушами) и хирургические (обычно имеющие завязки).



а)

б)

Рис. 4. Процедурная (а) и хирургическая (б) маски

Следует особо подчеркнуть, что процедурные и хирургические маски изначально не предназначены и не сертифицируются для защиты пользователя от опасных факторов, передаваемых через воздух. Закрывая часть лица, медицинская маска создает барьер для брызг, а ее фильтр в принципе обеспечивает некоторую ограниченную защиту от крупных капель и частиц. Однако из-за отсутствия плотной подгонки, неизбежно приводящей к боковой протечке нефильтрованного воздуха, обычная медицинская маска по сути не является средством индивидуальной защиты органов дыхания [4].

Респиратор – это средство индивидуальной защиты медработника, которое закрывает нос и рот, при этом эффективно очищая воздух, вдыхаемый пользователем через фильтрующий материал¹. Для достижения оптимальной эффективности респиратора необходимо плотное прилегание его по контуру, поэтому большинство разновидностей респираторов требуют индивидуальной подгонки пользователем по форме лица.

¹ Речь идет о респираторах, в которых фильтрующий материал является частью маски. Респираторы, в которых фильтр входит в состав сменного блока, а устройство снабжается эластичной маской с полной лицевой защитой, используются в здравоохранении гораздо реже и в данной публикации не рассматриваются.



Рис. 5. Современные респираторы – без клапана (а) и с клапаном выдоха (б)

Постоянное совершенствование средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания приводит к появлению их новых подтипов и стиранию традиционных границ. Ряд современных медицинских масок обладает фильтрующей способностью, которая приближается к эффективности респираторов, а их новый улучшенный дизайн лепестковой, конусовидной или клювовидной формы, с использованием вшитого крепления для носа, обеспечивает более плотное прилегание по контуру лица и резко снижает боковую протечку воздуха.



Рис. 6. Современные медицинские маски улучшенных дизайнов – конусовидная (а), в форме «утиного клюва» (б)

Внимание к особенностям протективных свойств средств индивидуальной защиты органов дыхания также приводит к появлению новых сфер для их применения. Исторически маски

и респираторы предназначались в первую очередь для использования здоровым медицинским работником. Однако ряд исследований [7, 8] свидетельствует о целесообразности применения маски источником инфекции, т.е. пациентом, с целью уменьшения вероятности внутрибольничного заражения воздушно-капельными инфекциями. В этих случаях маска ограничивает распространение инфекции от больного к персоналу и другим пациентам в ЛПУ, удерживая капли секрета и частицы, выделяемые больным при дыхании, разговоре, кашле и чихании.

Эффективность СИЗ и снижающие ее факторы

Два основных фактора, определяющих эффективность респираторной защиты — это степень фильтрации воздуха и плотность прилегания СИЗ к контуру лица, от которой зависит объем протечки воздуха вокруг фильтра. Поэтому определение именно этих показателей положено в основу современных стандартов для медицинских масок и респираторов. Например, европейский класс защиты FFP2 и американский N95 регламентируют эффективность фильтрации не менее 95% частиц размером 0,1 микрон, а также боковую протечку не более 8% воздуха.

Многочисленные исследования с использованием тестовых аэрозолей латексных частиц, а также индикаторных штаммов бактерий и вирусов [3, 6, 9, 11, 12, 14] показывают, что защита, обеспечиваемая респираторами, в 8–12 раз превосходит таковую у стандартных медицинских масок, что обусловлено широким диапазоном проницаемости материала масок для мелких частиц (от 4 до 90%) и очень высоким уровнем протечки воздуха вокруг медицинской маски (25–38%). Эти данные, предполагающие недостаточный протективный эффект традиционных медицинских масок, подтверждаются результатами кластерного рандомизированного исследования среди 1936 медработников [10], которое показало

статистически достоверное 75% снижение заболеваемости лабораторно подтвержденным гриппом и другими ОРВИ при использовании респираторов класса FFP2/N95, в то время как обычные медицинские маски оказались неэффективными.

Эффективность использования СИЗ органов дыхания зависит от продолжительности их использования, так как высокая фильтрующая способность современных материалов масок и респираторов имеет и обратную сторону — быстрое насыщение фильтра влагой выдыхаемого воздуха, что забивает поры и прогрессивно снижает площадь фильтра, уменьшая эффективность маски по мере ее использования. Эффект можно сравнить с трубой, сечение которой становится все меньше, соответственно увеличивая скорость воздухоотока. В случае с маской это изменение аэродинамики приводит к тому, что частицы, содержащиеся в воздухе, начинают с ускорением лететь мимо волокон, и эффективность фильтрации резко снижается. Скорость увлажнения маски различается в зависимости от того, как много ее пользователь говорит, потеет, кашляет, чихает и т.д. Среднее рабочее время, в течение которого маска становится влажной и фактически приводится в негодность, варьирует от 1 часа, когда медработнику приходится много говорить, например, опрашивая пациента, до 3 часов для хирургической маски. При использовании маски или респиратора более 4 часов, помимо снижения их фильтрующих свойств, добавляется новая проблема — фильтр превращается в подобие губки, пропитанной «бульоном» для стремительного размножения микроорганизмов (слущенный эпидермис, жир, слюна, отделяемое слизистых желез), и СИЗ само может стать источником опасности для пользователя.

Эффективность использования СИЗ органов дыхания также сильно зависит от правильности их применения, что в значительной мере определяется ощущением комфорта при их ношении. К сожалению, использование маски и респиратора всегда создает определенные неудобства для пользователя, которые почти пропорциональны степени защиты — при повышении уровня фильтрации неизбежно возрастают дискомфорт и усилия, требуемые для вдоха и выдоха. Поэтому допустимая нагрузка на респираторную систему строго регулируется в западных стандартах для СИЗ, определяющих требуемые уровни воздухопроницаемости

фильтра и скорость потока воздуха — для масок в диапазоне 60–95 л/мин, а для респираторов 28–32 л/мин.

При сохранении заданного уровня фильтрации, т.е. эффективности защиты, уменьшить нагрузку на респираторную систему можно, лишь увеличив площадь фильтра, что позволяет снизить удельную скорость воздухоотока на квадратный сантиметр маски и уменьшить усилия, необходимые для вдоха. Наибольшей площадью в настоящее время обладают маски и респираторы «клювовидной» конструкции, которые при низкой удельной скорости воздушного потока и соответственно меньшей нагрузке на вдохе обеспечивают достаточный уровень фильтрации. У маски в форме «утиного клюва» (рис. 6б) есть еще одно важное достоинство — она естественным образом плотно прилегает по контуру лица, снижая боковое просачивание воздуха.

Правила использования средств индивидуальной защиты органов дыхания

В большинстве медицинских учреждений индустриально развитых стран применяются следующие правила:

- Маска должна использоваться в любой момент нахождения в операционном блоке.
- Маска — это предмет одноразового использования и должна быть сменена между процедурами, манипуляциями, операциями и перед осмотром нового пациента.
- Не допускается, чтобы маска стала влажной.
- Маска должна закрывать рот и нос.
- В перерывах между процедурами маска не должна оказываться на шее или в кармане.

- Сразу после использования маски ее следует снять, не прикасаясь к поверхности фильтра и, держа за завязки, поместить в емкость для соответствующих медицинских отходов.
- В случае прикосновения к использованной маске и после ее удаления проводится гигиеническая антисептика рук.



Рис. 7. Утилизация использованной медицинской маски, держа за завязки и без касания рабочей поверхности фильтра

Правила использования респиратора во многом схожи, однако на этапе надевания особое внимание уделяется подгонке по контуру лица для обеспечения плотности прилегания.

Выбор средств индивидуальной защиты органов дыхания

К сожалению, в России ГОСТ на медицинские маски и респираторы пока отсутствует, а нормативная база [2] регламентирует выдачу «респиратора марлевого» лишь сотрудникам определенных отделений, не указывая степень требуемых защитных свойств, что дает возможность подходить к выбору и использованию СИЗ формально. Международный опыт, а также официальные рекомендации Всемирной организации здравоохранения [15], Американских Центров по контролю заболеваемости [5] и Канадского агентства по общественному здравоохранению [16] указывают

на необходимость выбора масок и респираторов соразмерно возможному риску. При этом может оказаться полезной ориентировка на следующие функциональные классы современных средств защиты органов дыхания:

1) **Трехслойные хирургические и процедурные маски** традиционной прямоугольной формы (рис. 4). Основная их цель — создание барьера, который защищает чистую «внешнюю зону» (например, операционное поле) от попадания крупных частиц аэрозоля и несколько снижает риск передачи инфекции в обоих направлениях, что особенно важно при чихании и кашле. При использовании качественных материалов трехслойные маски обеспечивают не менее 80% фильтрации частиц диаметром 100 нм, что в принципе было бы достаточно для защиты от вирусов гриппа, размер которых варьирует от 80 до 120 микрон. Однако степень прилегания таких масок небезупречна, что делает возможным поступление инфицированного воздуха через щели между маской и лицом.

Сфера применения: при операциях и рутинных процедурах в неинфекционных стационарах. Кроме того, за рубежом от кашляющих пациентов нередко требуется ношение маски до тех пор, пока не будет установлено, что симптомы не вызваны опасным инфекционным агентом или пока пациент не будет изолирован.

2) **Четырехслойные маски.** Фактически это традиционные хирургические маски, оснащенные специальным четвертым пленочным слоем, устойчивым к струе жидкости, выходящей под давлением. В зависимости от проницаемости они делятся на защиту от давления струи в 160, 120 и 80 мм рт. ст. Некоторые типы таких масок для дополнительной противоожидкостной защиты снабжаются брызгозащитным экраном (рис. 3в), другие предназначены для применения в комбинации с индивидуальными средствами защиты глаз — экранами или очками (рис. 8).

Сфера применения: операционная, для защиты хирурга от крови при травме сосуда в ходе операции.



Рис. 8. Противоожидкостная защита лица в операционной – четырех-слойная хирургическая маска в комбинации с брызгозащитным экраном (а) и очками открытого типа (б)

- 3) **Маски-респираторы и респираторы без выпускного клапана.** Относятся к средствам класса защиты FFP2/N95, обеспечивая эффективность фильтрации не менее 95%, а также протечку не более 8% воздуха за счет оптимизированной формы, лучше прилегающей к лицу. Эти средства (рис. 5а и б) эффективно снижают риск заражения большинством воздушно-капельных инфекций.

Сфера применения: во время эпидемической угрозы гриппа и сезона ОРВИ, а также в условиях инфекционного стационара. Маски-респираторы и респираторы без выпускного клапана могут использоваться в противотуберкулезных учреждениях, так как являются эффективным средством против аэрозоля, содержащего микобактерии.

- 4) **Респираторы с клапаном.** В этой категории (рис. 5б) встречаются как респираторы среднего класса защиты FFP2 (протечка не более 8% поступающего воздуха, 95% эффективность фильтрации), так и высшего класса FFP3 (протечка не более 2% поступающего воздуха, 99% эффективность фильтрации частиц диаметром 100 нм). С целью длительного сохранения высокой фильтрующей способности устройства в таких респираторах выдыхаемый воздух не подвергается очистке и выпускается через односторонний клапан для уменьшения контакта фильтра с влагой.

Сфера применения – продолжительная работа в очагах опасных инфекций.

Текущие рекомендации в отношении защиты от вируса гриппа А/Н1N1

Между документами различных международных организаций [5, 15, 16] существуют незначительные расхождения в отношении рекомендаций при угрозе гриппа А/Н1N1, но все они делают особый акцент на соблюдении гигиены рук, использовании перчаток, халатов, средств защиты глаз и органов дыхания.

Действующие рекомендации CDC [5] регламентируют использование респиратора класса защиты FFP2/N95 или выше в случае подтвержденного или предположительного диагноза гриппа А/Н1N1 при:

- входе в палату, где находится пациент;
- нахождении в пределах 1 метра от больного и любом прямом контакте с пациентом;
- транспортировке пациента в другое отделение или ЛПУ;
- проведении процедур, связанных с образованием аэрозоля.

Кроме того, в условиях эпидемической угрозы гриппа особое значение приобретает соблюдение кашлевого этикета. Эта стратегия направлена на поощрение лиц, имеющих симптомы респираторных инфекций:

- прикрывать нос и рот при кашле и чихании;
- для удаления секрета использовать одноразовые платки, которые после использования выбрасываются в ближайший бак для отходов;

- соблюдать гигиену рук после контакта с респираторными секретами, т.е. мыть руки с мылом или обрабатывать их спирто-содержащим антисептиком.

Недавнее расследование крупной вспышки в Мехико [13] показало, что после внедрения в больницах, осуществляющих лечение больных гриппом А/Н1N1 строгих мер инфекционного контроля (повсеместная установка аппаратов по выдаче антисептиков для обработки рук, изоляция пациентов, использование персоналом респираторов FFP2/N95, очков закрытого типа, халатов, перчаток) случаи внутрибольничного заражения прекратились.

Заключение

Медицинские маски и респираторы являются лишь одним из многих элементов в комплексе мероприятий по обеспечению безопасности персонала и пациентов в ЛПУ – от инженерно-технических решений и административных мер до использования фармацевтических продуктов (т.е. вакцин и противовирусных препаратов) и барьерных средств индивидуальной защиты. Однако правильное и последовательное использование масок и респираторов несомненно является надежным и эффективным методом для ограничения распространения внутрибольничных инфекций и охраны здоровья медицинских работников. Поэтому повышение информированности о средствах индивидуальной защиты органов дыхания и обеспечение доступа к современным маскам и респираторам является абсолютно необходимым для санитарно-эпидемиологического благополучия в отечественных учреждениях здравоохранения и предоставления качественной медицинской помощи населению нашей страны.

Список литературы

1. Основы инфекционного контроля. Практическое руководство. АМСЗ. 2-е издание. М., Альпина, 2003. — 478 с.
2. Постановление Министерства Труда РФ от 29.12.1997 г. № 68 в ред. Постановления Минтруда РФ от 17.12.2001 № 85, и Приказ Минздравсоцразвития РФ от 17.03.2009 №118 «Об утверждении типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты».
3. Balazy A., Toivola M., Adhikari A., Sivasubramani S., Reponen T., Grinshpun S. Do N 95 respirators provide 95% protection level against airborne viruses, and how adequate are surgical masks? *American Journal of Infection Control*, 2006, 34(2):51–57.
4. Catharyn T., Tracy A., Rogers B., Kenneth I. *Respiratory Protection for Healthcare Workers in the Workplace Against Novel H1N1 Influenza A: A Letter Report*. Institute of Medicine, 2009, 68 pages, Available at <http://www.nap.edu/catalog/12748.html>.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Interim recommendations for facemask and respirator use to reduce novel influenza A (H1N1) virus transmission. 2009. Available at <http://www.cdc.gov/h1n1flu/masks.htm>.
6. Grinshpun S.A., Haruta H., Eninger R.M., Reponen T., McKay R.T., Lee S. Performance of an N95 filtering facepiece particulate respirator and a surgical mask during human breathing: Two pathways for particle penetration. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2009, 6(10):593–603.
7. Inouye S., Matsudaira Y., Sugihara Y. Masks for influenza patients: Measurement of airflow from the mouth. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 2006, 59(3):179–181.

8. Johnson D., Druce J., Birch C., Grayson M. A quantitative assessment of the efficacy of surgical and N95 masks to filter influenza virus in patients with acute influenza infection. *Clinical Infectious Diseases*, 2009, 29(2):275–277.
9. Lee I., Umscheid C. Respiratory protection devices for pandemic influenza (H1N1): A systematic review from the University of Pennsylvania Health System for Evidence-based Practice. Philadelphia, PA: Trustees of the University of Pennsylvania, 2009.
10. MacIntyre C.R., Wang Q., Cauchemez S., Seale H., Dwyer D., Peng Y., Weixian S., Ferguson N. The first randomised, controlled clinical trial of surgical masks compared to fit-tested and non-fit tested N95 masks in the prevention of respiratory virus infection in hospital health care workers in Beijing, China. Abstracts of the Interscience Conference on Antimicrobial Chemotherapy (ICAAC), September 15, 2009, San Francisco, CA.
11. Oberg T., Brosseau L. Surgical mask filter and fit performance. *American Journal of Infection Control*, 2008, 36(4):276–282.
12. Qian Y., Willeke K., Grinshpun S., Donnelly J., Coffey C. Performance of N95 respirators: Filtration efficiency for airborne microbial and inert particles. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1998, 59(2):128–132.
13. Perez-Padilla, R., de la Rosa-Zamboni D., Ponce de Leon S., Hernandez M., Quinones-Falconi F., Bautista E., Ramirez-Venegas A., Rojas-Serrano J., Ormsby C., Corrales A., Higuera A., Mondragon E., Cordova-Villalobos J. Pneumonia and respiratory failure from swine-origin Influenza A(H1N1) in Mexico. *New England Journal of Medicine*, 2009, 361(7):680–689.
14. Rengasamy S., King W., Eimer B., Shaffer R. Filtration performance of NIOSH-approved N95 and P100 filtering facepiece respirators against 4 to 30 nanometer-size nanoparticles. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2008, 5(9):556–564.

15. World Health Organization (WHO). Infection prevention and control in health care for confirmed or suspected cases of pandemic (H1N1) and influenza-like illnesses. 2009. Available at http://www.who.int/csr/resources/publications/20090429_infection_control_en.pdf.
16. Public Health Agency of Canada. Interim guidance on infection prevention and control measures for health care workers in acute care facilities. 2009. Available at http://www.phac-aspc.gc.ca/alert-alerte/swineporcine/hp-ps/ig_acf-ld_esa-eng.php.

Москва
2010