**Эффективность использования медицинских масок и рекомендации по их применению в целях профилактики COVID-19**

**Обзор литературы**

**Введение**

Врачи-стоматологи подвергаются высокому риску заражения инфекционными заболеваниями, которые могут передаваться при прямом или косвенном контакте через инструменты или биологические жидкости, такие как кровь и слюна [1\*]. В связи с этим стоматологи должны соблюдать стандарты биологической безопасности, чтобы защитить себя и своих пациентов [2\*]. Меры безопасности при оказании стоматологической помощи должны быть одинаковыми для всех пациентов, а не только для пациентов с инфекционными заболеваниями. Медицинские работники и пациенты могут быть потенциальными бессимптомными носителями различных микроорганизмов, вызывающих перекрестные инфекции, которые могут затронуть любого человека в клинике или больнице и передаваться в семейное окружение, увеличивая риск заражения [3\*].

31 декабря 2019 года власти города Ухань, Китай, уведомили Всемирную Организацию Здравоохранения (ВОЗ) о вспышке вирусной пневмонии неизвестного происхождения в основном среди поставщиков или операторов продовольственного рынка [4-6\*]. Через несколько дней заболевание получило название коронавирусной инфекции (COVID-19), вызываемой вирусом SARS-CoV-2, который в основном передается воздушно-капельным путем при тесном контакте и отсутствии необходимых защитных барьеров от инфицированных пациентов [7\*]. Таким образом, COVID-19 быстро распространился по разным частям мира, и 11 марта 2020 года COVID-19 был классифицирован ВОЗ как глобальная пандемия [5,8\*]. Основными симптомами заболевания являются высокая температура (83-98%), сухой кашель (76-82%) и затрудненное дыхание (17-29%) [4,9\*].

Для обеспечения надлежащей клинической практики медицинские работники при проведении каждой процедуры должны соблюдать набор правил, призванных снизить риск заражения инфекцией. К ним относится использование защитных барьеров, таких как медицинская одежда, халаты, головные уборы, одноразовые перчатки, защитные очки и маски [10,11\*]. По словам производителей, хирургические маски должны обеспечивать эффективную фильтрацию, устойчивость к передаче инфекции воздушно-капельным путем, перепаду давления и воспламеняемости. Эти маски должны обеспечивать герметичное прилегание к коже, предотвращая прохождение частиц, таких как аэрозоли или брызги, которые могут содержать бактерии или вирусы. Сертификация качества масок основывается на 2 типах тестов для оценки эффективности фильтрации, включая количественные и качественные тесты, такие как тест эффективности фильтрации твердых частиц (PFE) и тест эффективности бактериальной фильтрации (BFE) [11,12\*]. Получение данного сертификата имеет прямое влияние на биологическую безопасность профессионалов и пациентов. Эффективность профилактики инфекционных заболеваний зависит от типа используемой маски.

Страх распространения серьезных респираторных заболеваний во многом объясняется отсутствием эффективных противовирусных препаратов и вакцин [13,14\*]. ВОЗ и центры по контролю и профилактике заболеваний (CDC) в США рекомендуют использование защитного оборудования для медицинского персонала во время оказания стоматологической помощи пациентам с подтвержденным COVID-19 или подозрением на него. Одним из самых эффективных средств защиты являются маски. Однако ВОЗ предлагает использовать их только при наличии симптомов, а CDC указывает, что респираторы N95 предназначены исключительно для медицинского персонала, а не для широкого применения [15\*]. Эти маски играют важную роль в ограничении распространения аэрозолей при кашле, разговоре или чихании [16,17\*].

**Цель**

Целью данного исследования был поиск и обобщение имеющейся информации, сравнивающей эффективность стоматологических масок, а также повышение уровня знаний о правильном использовании различных типов масок и фильтров с целью предотвращения распространения и заражения вирусом COVID-19 и другими инфекционными заболеваниями.

**Материалы и методы**

Использовались все имеющиеся экспериментальные исследования, обзоры литературы и систематические обзоры, полученные из основных баз данных международной научной литературы по здоровью (MEDLINE) с помощью PubMed, EBSCO, SCOPUS, SCIELO и латиноамериканской и карибской литературы по наукам о здоровье (LILACS), датированные до 31 мая 2020 года.

**Типы масок**

В связи с отсутствием вакцин на момент публикации статьи и оптимальных методов лечения болезни использование защитных барьеров играет важную роль в борьбе с распространением и предотвращением болезни в период пандемии [18\*]. Существуют 2 типа масок: хирургические маски и респираторы. Эффективность масок зависит от их структуры и фильтрующей способности. Респираторы гарантируют лучшую защиту по данным показателям при сравнении с хирургическими масками при том, что оба вида масок являются одноразовыми [19\*].

Согласно европейскому стандарту, хирургические маски считаются медицинским устройством с официальной номенклатурой стандарта EN 14683, который классифицирует эти маски как тип I, тип II и IIR. Последний тип классифицируется как наиболее эффективный с точки зрения создания микробного барьера и устойчивости к брызгам, предлагая степень фильтрации около 80% [18,20\*]. Хирургические маски предназначены для избегания передачи инфекционных агентов, переносимых пользователем, поэтому использование этих масок рекомендуется пациентам с COVID-19 [19,21,22\*]. Однако данные маски не обеспечивают хорошую герметичность и, таким образом, позволяют частицам проникать по краям маски.

Классификация респираторов сертифицирована двумя независимыми организациями: Европейским комитетом по стандартизации (EN) и Национальным институтом безопасности и гигиены труда (NIOSH). Обе организации гарантируют фильтрующую способность частиц диаметром 0,3 микрона, измеряемую в процентах. Респираторные маски должны иметь несколько слоев полипропилена и электростатический заряд, способный фильтровать как входящий, так и выходящий воздух, и должны быть устойчивы к брызгам жидкости, крови и другим биологическим жидкостям. Маска считается эффективно отрегулированной, когда при контакте с кожей достигается герметичность [17,19,21,23,24\*].

Европейский стандарт EN 149:2001 устанавливает 3 уровня защиты респираторных масок в соответствии с фильтрующей способностью их лицевой части (FFP): FFP1, FFP2 и FFP3, с фильтрационной способностью 80%, 95% и 99% соответственно [19,20\*]. С другой стороны, NIOSH устанавливает 9 классификаций респираторов с фильтром твердых частиц, сочетающих серию респираторов (N, R или P), и уровень эффективности 95%, 99%, 100%. Первая часть классификации респираторов (N, R или P) обозначает устойчивость фильтра к снижению эффективности фильтрации при воздействии аэрозолей на масляной основе. Серия N предназначена для использования в средах с твердыми частицами и безмасляными аэрозолями, серии R и P предназначены для использования в средах с твердыми частицами с маслом и без него (ограничено стойкие к маслу и малостойкие). Число определяет фильтрующую способность частиц размером 0,3 микрона, измеряемую в процентах от 95%, 99% и 100% [17,23,25\*].

В США использование масок N95 считается стандартом, установленным NIOSH. Эти маски предназначены для защиты пользователей от частиц воздуха, в том числе аэрозолей [26\*], с фильтрующей способностью 95% и имеют меньшую утечку через лицевое уплотнение благодаря плотному прилеганию к лицу пользователя [19,22,24,27,28\*]. Маски N99 имеют фильтрующую способность 99%, а маски N100 обеспечивают 99,7% фильтрационной защиты [23\*].

С другой стороны, доступные на стоматологическом рынке 4-хслойные респираторы китайского производства KN95 с фильтрующей способностью 94-95% функционально аналогичны респираторам серии N, сертифицированным NIOSH [12,23\*], и соответствуют требованиям GB 2626-2006.

**«Вторая жизнь» масок**

Стратегия повторного использования масок позволяет снизить степень износа масок и предотвратить их дефицит [17,18\*]. CDC рекомендует 2 стратегии сохранения респираторов: расширенное использование и ограниченное повторное использование [29,30\*].

Хирургические маски и респираторы предназначены для работы с одним пациентом. Однако в условиях кризиса необходимо сохранение ресурсов. Таким образом, альтернативным решением является работа в одной маске с несколькими пациентами [12,20\*], при этом должны быть строго соблюдены условия биологической безопасности, включающие меры безопасности, оценку герметичности и целостности маски во время использования. Для прямой защиты от жидкостей пациента возможно размещение второй хирургической маски поверх респиратора. При этом хирургическая маска утилизируется сразу после использования.

В случае использования респиратора без дополнительной защитной хирургической маски при сильном воздействии инфекционных капель аэрозолей не рекомендовано его повторное использование со следующим пациентом из-за более высокого риска заражения.

Однако расход масок может быть оптимизирован с помощью использования двух масок или использования защитного экрана, что позволит отказаться от второй защитной маски и продезинфицировать защитный экран, тем самым сохранив респиратор [12,20\*].

Второй путь сохранения респираторов — это ограничение повторного использование, то есть смена маски после работы с каждым пациентом, ограничивающая количество пользователей. Однако это требует строгой проверки в отношении очистки, стерилизации и функциональных характеристик [29\*]. Важно учитывать, что продолжительность использования хирургических масок не должна превышать 4 часов, а для масок FFP - 8 часов [19,20,31\*].

В литературе мало исследований, посвященных оценке повторного использования масок. В одном исследовании оценивалась политика здравоохранения 27 стран (в Европе и Америке), и было обнаружено, что широкое и ограниченное повторное использование масок разрешено в 10 странах. С другой стороны, более 60% стран не рекомендуют одну из этих двух стратегий [30\*].

**Как пользоваться масками**

В одной из своих публикаций CDC дает рекомендации по использованию и утилизации респираторов [32\*].

*Надевание*

Прикрепите завязки или резинки к середине задней части головы и шеи, а затем отрегулируйте их по переносице, вокруг лица и подбородка. Проверьте посадку маски. После надевания маски необходимо продезинфицировать руки спиртом и вымыть их с мылом в течение не менее 20 секунд.

*Снятие*

Передняя часть маски загрязнена, к ней нельзя прикасаться. Удерживая завязки или резинки маски, снимите их движением вверх, не касаясь лицевой стороны. Выбросите в указанный контейнер для мусора и вымойте руки с мылом в течение не менее 20 секунд.

**Стерилизация**

Учитывая нехватку средств индивидуальной защиты, были определены методы стерилизации и дезинфекции, позволяющие продлить эффективность масок для предотвращения передачи вируса. Важно, чтобы стерилизационная обработка не испортила материал респиратора, что может привести к уменьшению фильтрующей способности против инфекционных патогенов. CDC рекомендовали различные химические, радиационные и физические методы стерилизации [24\*].

Установлено, что стерилизация путем воздействия ультрафиолетового бактерицидного излучения (UVGI), оксида этилена или испарения перекиси водорода, эффективна для поддержания адекватной защитной функции [30,33-36\*].

В одном из исследований сравнивалось применение различных стандартных методов стерилизации масок, включая термическую обработку, стерилизатор UVGI, пар, спиртовые растворы и растворы на основе хлора. Последние 2 метода вызвали снижение статического заряда, требуемого FFR. С другой стороны, стерилизация сухим жаром с повышенной влажностью при температуре 100°C в течение 30 минут сохраняла характеристики респиратора N95. Это исследование показало, что наилучшим методом стерилизации является UVGI (254 нм, 8 Вт) с 3,6 Дж/см2 [17\*].

UVGI использует УФ-излучение для инактивации микроорганизмов, вызывающих повреждение дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), предотвращая ее репликацию. Несколько исследований продемонстрировали эффективность UVGI в снижении загрязнения каплями, нанесенными на респиратор N95, с эффективным уничтожением SARS-CoV и коронавируса ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV) [24,37,38\*]. Однако для использования UVGI с целью уничтожения вируса SARS-CoV требуются дальнейшие исследования, чтобы установить точное воздействие или требуемую интенсивность света, поскольку отчеты компании 3M показали, что облучение UVGI повреждает маску, в то время как другие исследования показывают, что этот метод никак не влияет на маски [17\*].

Комбинированная стратегия с использованием раствора гипохлорита натрия, пара, генерируемого микроволновым излучением, и UVGI излучения демонстрирует эффективную стерилизацию с уменьшением множественных регистраций вируса бактериофага MS2 из масок. Этот вирус в 7-10 раз более устойчив к ультрафиолетовому излучению, чем коронавирус [39\*].

Восприимчивость вируса к гамма-облучению показала хорошую дезинфицирующую способность за счет проникновения облучения во все слои респираторов. Однако использование ионизирующего излучения ограничено, поскольку гамма-излучение не может быть применено в медицинском центре и требует транспортировки масок в другое место, что влечет за собой риск для персонала, перевозящего маски [29\*].

По данным CDC некоторые методы автоклавирования при 160°C в условиях сухого тепла, 70-75% изопропилового спирта и мыльной воды могут испортить фильтр респираторов и, следовательно, обеспечить доступ частицам через маску [24\*].

Для стерилизации масок необходимо учитывать определенные требования, такие как эффективность против SARS-CoV2, предотвращение повреждения фильтрационной части респиратора, изменение физических характеристик респираторов и обеспечение биологической безопасности лиц, которые должны носить респираторную маску [29\*].

**Варианты масок для стоматологов**

Согласно собранной информации, COVID-19 передается при прямом или косвенном контакте с инфицированными пациентами каплями слюны [12\*] и крупными частицами аэрозоля, взвешенными в воздухе (на расстоянии до 1 м), которые сохраняются в течение короткого периода времени [17,21,40\*]. В стоматологии существует прямой контакт врача с пациентом через жидкости, такие как кровь или слюна, а при многих стоматологических процедурах образуются аэрозоли. Следует также принять во внимание, что вирус SARS-CoV2 имеет сродство к рецептору ангиотензинпревращающего фермента 2 (ACE-2), который обнаружен в дыхательных путях и протоках слюнных желез и вызывает высокую вирусную нагрузку в слюне [12,17\*].

На рынке доступны разные модели масок, что затрудняет выбор наиболее подходящего типа респиратора для медицинских работников в стоматологии. Поэтому в соответствии с предыдущими рекомендациями рекомендуется проводить примерку масок для медицинского персонала, чтобы определить наилучшую посадку и герметичность в соответствии с размерами лица, этническим происхождением и внешним видом прилегания.

По данным литературы не рекомендуется использовать хирургические маски вместо респираторов [19,27,41\*]. Персоналу, работающему с аэрозолями, рекомендуется использовать маски N95, FFP2 и FFP3. Фильтрация достигается за счет сочетания полипропиленовой сети и электростатического заряда [21\*], что объясняет их хороший защитный эффект от аэрозолей и причину, по которой респираторы не должны использоваться широкой публикой [22,31,42\*].

При анализе фильтрующей способности в соответствии с классификацией маска N95 показала эффективность фильтрации, аналогичную эффективности FFP2 или KN95 [24\*]. Относительно стерилизации масок, хотя необходимо определить точные дозы излучения UVGI для стерилизации масок против вируса SARS-CoV-2, эта стратегия дает возможность расширить использование ограниченного количества респираторов против COVID-19, что одновременно является выгодным и доступным [33\*].

Основной проблемой респираторов является образование влаги внутри, что снижает воздухопроницаемость. Поэтому для использования в респираторах был разработан супервпитывающий полимер (SAP). Этот безвредный материал, впитывающий большое количество жидкости, используется в детских подгузниках, гигиенических салфетках и прокладках, применяемых при недержании. Впитывающий слой или подушечку из SAP вырезают в соответствии с формой и размером респиратора и помещают внутрь респиратора. Подушечки SAP помогают быстро впитывать выдыхаемую влагу, продлевая жизненный цикл маски и обеспечивая комфорт для стоматологов [43\*].

**Выводы**

Использование респираторов N95 или FFP2 рекомендовано в качестве индивидуальной защиты при стоматологическом лечении. Для увеличения срока службы респираторов рекомендуется использовать дополнительную хирургическую маску и защитный экран. Во время надевания маски важно обеспечить правильную посадку и ее герметичное прилегание к коже. Точно так же во время снятия маски следует избегать прямого контакта с внешней частью маски. Наконец, на сегодняшний день использование UVGI (УФ -излучения), пара перекиси водорода и тепла при стерилизации масок гарантирует сохранение фильтрующих и структурных свойств масок, обеспечивая адекватную защиту. Тем не менее, необходимы дополнительные исследования для получения дополнительной информации о точных дозах излучения UVGI, которые следует применять.

\*Указатели ссылок в квадратных скобках соответствуют списку литературы в первоисточнике.