

Свободна ли маска, закрывающая рот и нос, от нежелательных побочных эффектов и возможных опасностей при ежедневном использовании?

Кай Кизилински, Пол Гибони, Андреас Прешер, Бернд Клостерхальфен, Дэвид Грессель, Стефан Функен, Оливер Кемпски и Оливер Хирш

Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18(8), 4344; <https://doi.org/10.3390/ijerph18084344>

Перевод основан на оригинальной статье в IJERPH: Татьяна Вицке, Франк Брудер

Резюме

Во многих странах требование носить в общественных местах закрывающую рот и нос маску как защиту от SARS-CoV-2 стало обычным в 2020 году. До настоящего времени степень, в которой маски могут оказывать индивидуальное негативное воздействие на здоровье, не была широко изучена. Целью нашей работы было найти, изучить, оценить и обобщить научно доказанные неблагоприятные сопутствующие эффекты от использования таких масок. Для количественной оценки было найдено 44-е, в основном экспериментальных исследований, а для содержательной оценки - 65 публикаций. Литература выявила соответствующие неблагоприятные явления масок во многих предметных областях. Мы называем психологические и физические нарушения и симптомы, описанные в комбинации, **синдромом усталости, вызванной маской (СУВМ)**, из-за последовательного и повторяющегося представления в работах по различным дисциплинам. Мы объективизировали в исследовании оценку доказанных изменений в физиологии дыхания у пользователей масок со значительной корреляцией падения O_2 и усталости ($p < 0.05$), а также кластеризованное совместное появление под масками типа N95 ухудшения дыхания и истощения O_2 (67%), маски типа N95 и повышения CO_2 (82%), маски типа N95 и истощения O_2 (72%), маски типа N95 и головной боли (60%), ухудшения дыхания и повышения температуры (88%), а также повышения температуры и влажности (100%). Длительное ношение масок населением может привести к соответствующим проявлениям и последствиям во многих областях медицины.

Условия поиска (на английском)

средства индивидуальной защиты (personal protective equipment); маски (masks); маска типа N95 (N95 face mask); хирургическая маска (surgical mask); риск (risk), неблагоприятные эффекты (adverse effects); долгосрочные неблагоприятные эффекты (long term adverse effects); противопоказания (contraindications); оценка риска для здоровья (health risk assessment); гиперкапния (hypercapnia); гипоксия (hypoxia); головная боль (headache); одышка (dyspnea); физическая нагрузка (physical exertion); синдром СУВМ (MIES-Syndrome).

1. Введение

В начале распространения **нового патогена SARS-CoV-2** необходимо было принимать далеко идущие решения - даже без четких, доступных научных данных. В любом случае, изначально предполагалось, что чрезвычайные меры в связи с пандемией будут ограничены во времени, чтобы эффективно и быстро предотвратить острую угрозу перенапряжения системы здравоохранения.

В связи с этим Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в апреле 2020 года рекомендовала использовать **защищающие маски** только для симптоматических, больных людей и медицинских работников, и не рекомендовала их массовое применение.

В июне 2020 года ВОЗ изменила эту рекомендацию, выступив за повсеместное использование лицевых масок, например, в людных общественных местах [1,2], несмотря на то, что специально заказанное ВОЗ мета-аналитическое исследование (уровень доказательности Ia) не смогло вывести четкого научно обоснованного преимущества умеренной или сильной очевидности для масок всех типов (тканевых, хирургических и масок типа N95) [3]. В то время как расстояние между людьми не менее одного метра показало умеренное доказательство в отношении распространения SARS-CoV-2, в отношении одних только масок при повседневном использовании (в немедицинских условиях) было найдено в лучшем случае лишь слабое доказательство [3]. Другой мета-анализ, проведенный в том же году, подтвердил слабое научное доказательство в отношении всех типов масок [4].

Соответственно, ВОЗ не рекомендовала повсеместное или некритичное использование масок среди широкого населения и расширила список рисков и опасностей всего за два месяца. Если в руководстве от апреля 2020 года говорилось об опасности самозагрязнения, возможных проблемах с дыханием и ложном чувстве безопасности, то в руководстве от июня 2020 года были выявлены дополнительные потенциальные неблагоприятные эффекты, такие как головная боль, развитие поражений кожи лица, раздражающий дерматит, акне или повышенный риск загрязнения в общественных местах из-за неправильной утилизации масок [1,2].

Однако под давлением растущего абсолютного числа положительных тестов на SARS-CoV-2 многисленные распорядители еще больше расширили время и ситуации ношения масок, всегда оправдываясь желанием ограничить распространение вируса [5].

Этот подход был поддержан популярными СМИ, многочисленными учреждениями и большинством населения.

В то же время звучали призывы к более дифференцированному взгляду среди представителей медицинской профессии и ученых, которые как пользователи и наблюдатели медицинских изделий являются незаменимыми органами контроля [6-8]. В то время как во всем мире велась противоречивая научная дискуссия о пользе и рисках покрытий для рта и носа в публичном пространстве, они

одновременно стали новым социальным обликом в повседневной жизни во многих странах.

Несмотря на то, что среди лиц, принимающих решения о введении **обязательного ношения масок**, существует консенсус в отношении того, что медицинские исключения оправданы, в конечном счете, ответственность за то, дать рекомендацию на освобождение от обязательства ношения масок, лежит на отдельных врачах. И они сталкиваются в этом отношении с конфликтом интересов. С одной стороны, врачи играют жизненно важную роль в поддержке властей в борьбе с пандемией. С другой стороны, они должны, в соответствии с медицинским этосом, защищать интересы, благополучие и права своих пациентов по отношению к третьим лицам с необходимой осторожностью и в соответствии с принятым уровнем медицинских знаний [9-11].

Тщательный **анализ риска и пользы** становится все более актуальным для пациентов и их лечащих врачей, в том числе в отношении потенциальных **долгосрочных последствий от применения масок**. Недостаток знаний о юридической легитимности, с одной стороны, и о медицинских научных фактах, с другой, является причиной неуверенности среди клинически активных коллег.

Цель данной работы - предоставить первый, быстрый научный отчет о рисках общего использования масок, сосредоточив внимание на возможных неблагоприятных медицинских последствиях использования масок, особенно в определенных диагностических группах, группах пациентов и пользователей.

2. Материалы и методы

Цель заключалась в поиске документально подтвержденных **побочных эффектов и рисков, связанных с различными типами масок, закрывающих рот и нос**. Помимо тканевых масок (общественных масок), рассматривались маски хирургического типа и маски FFP2 типа N95 или KN95 (Filtering Face Piece 2).

Наш подход, ограничить внимание на негативных последствиях, на первый взгляд кажется неожиданным. Однако мы надеемся, что это приведет к увеличению количества информации. Наша методология соответствует стратегии Виллалонга-Оливес и Кавачи (Villalonga-Olives & Kawachi), которые также провели обзор исключительно по негативным эффектам [12].

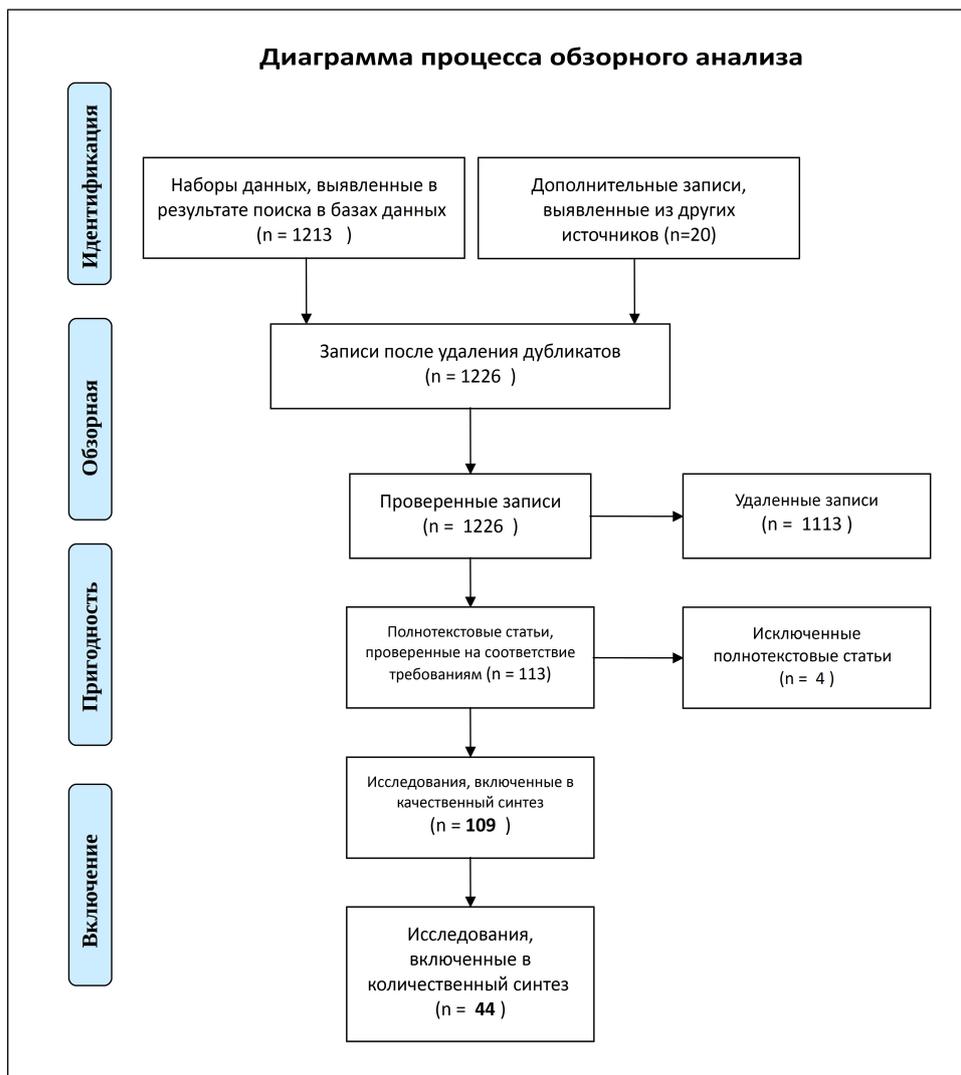
Для оценки литературных данных мы определили **риск использования средств для защиты рта и носа** как описание симптомов или негативных последствий от использования масок. Обзоры и презентации экспертов, из которых нельзя извлечь измеримые значения, но которые ясно представляют ситуацию исследования, также соответствуют этому критерию.

Кроме того, мы определили количественный **негативный эффект масок** как описание измеренного, статистически значимого изменения физиологического параметра в патологическом направлении ($p < 0,05$), или статистически значимое

обнаружение симптомов ($p < 0,05$), или появление симптомов, по крайней мере, у 50% выборочно обследованных ($n \geq 50\%$), соответственно.

До 31.10.2020 включительно мы провели в базе данных в PubMed / MEDLINE поиск научных исследований и публикаций о неблагоприятных эффектах и рисках, связанных с использованием закрывающих рот и нос масок различных типов в соответствии с вышеуказанными критериями (см. Изображение 1: Диаграмма процесса обзора).

Изображение 1: Методология нашего обзора



Поисковыми терминами были "маски для лица", "хирургические маски" и "N95" в сочетании с терминами "риск", "неблагоприятные последствия" и "побочные эффекты". Критерии отбора работ зависели от приведенном нами выше определении риска и неблагоприятного эффекта масок.

Рассматривались преимущественно англо- и немецкоязычные публикации с уровнем доказательности от I до III в соответствии с рекомендациями Агентства по исследованию и качеству здравоохранения (ANQR), возраст которых на

момент проведения обзора не превышал 20-ти лет. Оценка также не включала доказательства IV-го уровня, такие как отчеты о случаях и нерелевантные письма в редакцию, которые отражают исключительно мнения без научных доказательств. После исключения 1.113-ти статей, которые не имели отношения к вопросу исследования, было найдено **109 релевантных публикаций для оценки** в контексте нашего обзорного исследования (Изображение 1: Диаграмма процесса).

В общей сложности 65 соответствующих публикаций по теме «маски» были рассмотрены в контексте оценки содержания в отношении потенциальных рисков и опасностей, связанных с их использованием. Они включали 14 обзоров и 2 мета-анализа из первичного поиска.

Для количественной оценки были допущены 44-е презентации негативных эффектов за период с 2004 по 2020 г. 31-о или 70% из этих исследований были экспериментальными, а 13 или (30%) работ представляли собой исследования по сбору данных в смысле простых обсервационных исследований, особенно в дерматологической области. Наблюдаемые параметры исследования и значимые результаты из этих 44-х публикаций ($p < 0,05$ или $n \geq 50\%$) были сведены в общую таблицу (Изображение 2).

На основе этих данных был проведен корреляционный анализ наблюдаемых эффектов маски, включая расчет корреляции зарегистрированных симптомов и физиологических изменений (для номинально шкалированных, дихотомических переменных по Фишеру с использованием R, R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия, версия 4.0.2). Кроме того, по поводу обнаруженных нами эффектов маски были рассмотрены еще 64-е публикации по смежным темам. Среди них были декларации, руководства и действующие правовые принципы. Чтобы расширить объем данных для обсуждения, мы действовали по принципу "снежного кома", находя в библиографиях цитаты из отобранных работ и, если это было уместно, дополнительно включали их.

Поскольку выводы из содержания, представленного для обсуждения, в неожиданной степени оказались предметно связанными, мы решили разделить результаты в соответствии с областями медицины. Конечно, между соответствующими областями существуют пересечения, на которые мы в отдельности обращаем внимание.

Изображение 2: Обзор всех 44-х включенных исследований с количественно определенными значительными неблагоприятными эффектами масок (черные точки и прямоугольники). Не во всех исследованиях рассматривались все параметры, так как на первый план часто выходили узкоспециальные или предметные вопросы. Серые поля соответствуют отсутствующим данным в первичных исследованиях, белые поля обозначают измеренные эффекты. Мы обнаружили химические, физические, физиологические параметры и симптомы, встречающиеся в комбинации. В таблице симптом сонливости представляет собой совокупность всех качественных неврологических дефицитов, исследованных в научной литературе.

Значительные изменения, вызванные маской, в научных исследованиях 2004-2020 гг: ● = p<0.05 ■ = n≥50 %																													
	Тканевая маска	Хирургическая маска	Маска N95	O2↓	CO2↑	Влажность ↑	Температура↑	Респираторное сопротивление ↑	Частота дыхания ↑	Кровяное давление ↑	Церебральная вазодилатация	Частота сердечных сокращений ↑	Нарушение дыхания	Усталость	Сонливость	Головокружение	Головная боль	Психоэмоциональные последствия	Снижение чувствительности	Зуд	Раздражение кожи	Акне	Ринит	Нарушение голоса	Ложное чувство безопасности	Бактериальное загрязнение	Грибковое заражение	Вирусное заражение	
Beder 2008		X		●								●																	
Bharatendu 2020			X		●						●						●												
Butz 2005		X			●																								
Chughtai 2019		X																										●	
Epstein 2020		X	X		●																								
Fikenzer 2020		X	X	●		●	●	●				●	●								●								
Foo 2006			X																		■	■	■						
Georgi 2020	X	X	X	●	●				●			●	●																
Goh 2019			X		■																								
Heider 2020		X	X																					●					
Hua 2020		X	X			●															■	●							
Jacobs 2009		X															●												
Jagim 2018	X			●								●	●																
Kao 2004			X	●					●			●	●																
Klimek 2020																								●					
Kyung 2020			X	●	●				●			●	●																
Lan 2020			X																		■	●							
Lee 2011			X						●																				
Li 2005		X	X			●	●	●			●	●	●								●								
Lim 2006			X														●												
Liu 2020	X	X	X	●		●	●				●	●	●	●	●	●					●								
Luckman 2020	X	X	X																										
Luksamijarulkul 2014			X																							●	●		
Matusiak 2020	X	X	X			●	●					●									●	●		●					
Mo 2020		X			●						●		●																
Monalisa 2017		X																									●	●	
Ong 2020			X														●												
Person 2018			X										●																
Pifarre 2020		X	X	●	●																								
Porcari 2016	X			●									●																
Prousa 2020	X	X	X																										
Ramirez 2020		X	X														●												
Rebmann 2013		X	X	●	●						●	●	●	●			●												
Roberge 2012		X		●	●	●	●		●			●	●																
Roberge 2014			X	●	●	●																							
Rosner 2020		X	X														■				■	■							
Scarano 2020		X	X			●	●					●									●								
Shenal 2012	X	X	X										●																
Smart 2020		X	X			●						●																	
Szepietkowski 2020	X	X	X																		●								
Techasatian 2020	X	X	X																		■								
Tong 2015			X	●	●																								
Wong 2013		X																									●		
Zhiqing 2018		X																										●	

3. Результаты

В общей сложности 65 научных работ о масках позволили провести чисто содержательную оценку. К ним принадлежали 14 обзоров и 2 мета-анализа.

Из математически оцениваемых, основополагающих 44-х работ, в которых были представлены значительные данные о негативных эффектах маски ($p < 0,05$ или $n \geq 50\%$), 22-е были опубликованы в 2020 году (50%), а 22 - научные публикации до пандемии COVID-19. Из этих 44-х публикаций с количественной оценкой значительного отрицательного эффекта маски 31 (70 %) были экспериментальными, а остальные 13, (30 %) - наблюдательными исследованиями. Большинство указанных публикаций были на английском языке (98%). 30 или 68 % работ касались хирургических масок.

Несмотря на различия между первичными исследованиями, мы смогли продемонстрировать статистически значимую корреляцию наблюдаемых побочных эффектов падения уровня кислорода в крови и усталости у пользователей масок с $p = 0,0454$ при количественном анализе.

Кроме того, мы обнаружили математически кластеризованную совместную встречаемость эффектов масок, которые были статистически значимо подтверждены в первичных исследованиях ($p < 0,05$ и $n \geq 50\%$), как показано на изображении 2.

В 9-ти из 11-ти соответствующих научных работ (82%) мы обнаружили совместное возникновение нарушения дыхания и повышение уровня углекислого газа при использовании маски типа N95. Мы обнаружили аналогичный результат для снижения насыщения кислородом и нарушения дыхания, причем синхронное обнаружение наблюдалось в 6-ти из 9-ти исследований, посвященных соответствующим маскам (67 %). Маски типа N95 были связаны с головной болью в 6-ти из 10-ти соответствующих исследований, что составляет 60%. Что касается кислородного голодания в респираторах типа N95, мы обнаружили совместную встречаемость в 8-ми из 11-ти первичных документов (72 %). Повышение температуры под масками было на 50% связано с усталостью (3 из 6-ти первичных документов с совместным совпадением измеренных изменений). В 7-ми из 8-ми исследований (88 %) мы обнаружили совместную встречаемость физического параметра повышения температуры под маской с симптомом нарушения дыхания. Совместное возникновение физических параметров повышения температуры и влажности под маской было обнаружено даже в 100% в 6-ти из 6-ти исследований со значительными измерениями этих параметров (Изображение 2).

Обзор литературы документирует соответствующие неблагоприятные медицинские, органические и системные явления, связанные с масками в области внутренней медицины (не менее 11 публикаций, раздел 3.2). В список входят неврология (7 публикаций, раздел 3.3), психология (более 10 публикаций, раздел 3.4), психиатрия (3 публикации, раздел 3.5), гинекология (3 публикации, раздел 3.6), дерматология (не менее 10 публикаций, раздел 3.7), оториноларингология (4 публикации, раздел 3.8), стоматология (1 публикация, раздел 3.8), спортивная

медицина (4 публикации, раздел 3.9), социология (более 5 публикаций, раздел 3.10), медицина труда (более 14 публикаций, раздел 3.11), микробиология (не менее 4 публикаций, раздел 3.12), эпидемиология (более 16 публикаций, раздел 3.13) и педиатрия (4 публикации, раздел 3.14), а также экологическая медицина (4 публикации, раздел 3.15).

Вначале мы представляем общие физиологические эффекты как основу для всех специальностей. Далее следует описание результатов по различным медицинским специальностям с педиатрией в последнем разделе.

3.1. Общие физиологические и патологические эффекты для пользователя

Еще в 2005 году в экспериментальной диссертации (рандомизированное перекрестное исследование) было показано, что ношение хирургических масок у здорового медицинского персонала (15 человек, 18-40 лет) приводит к измеримым физическим эффектам с транскутанно повышенными значениями $PtcCO_2$ через 30 минут [13]. Здесь, в связи со значительным изменением ($p < 0,05$) газов крови в сторону гиперкапнии, в качестве причины обсуждалась роль объема мертвого пространства и задержки CO_2 . Маски расширяют естественное мертвое пространство (нос, горло, трахея, бронхи) за пределы рта и носа.

Экспериментальное **увеличение объема мертвого пространства** во время дыхания увеличивает **задержку углекислого газа (CO_2)** в покое и во время физической нагрузки, и соответственно увеличивает парциальное давление углекислого газа pCO_2 в крови ($p < 0,05$) [14].

Помимо повышенного выдыхания углекислого газа (CO_2) из-за мертвого пространства, ученые также обсуждают влияние повышенного **сопротивления дыханию при использовании масок** [15-17].

Согласно научным данным, пользователи масок в целом демонстрируют поразительную частоту типичных, измеримых, физиологических изменений, связанных с масками.

В ходе недавнего определения содержания газов кислорода (измеряется в O_2 %) и углекислого газа (измеряется в CO_2 ppm) в воздухе под защитной маской, закрывающей рот и нос, у 8-ми испытуемых, исследование показало более низкую доступность кислорода под масками даже в состоянии покоя, чем без масок. При измерениях использовался многораэный газоанализатор (RaeSystems®) (Sunyvale, California CA, United States). Прибор был самым передовым портативным многомерным газоанализатором реального времени на момент проведения исследования, который также используется в спасательной медицине и оперативных чрезвычайных ситуациях. Абсолютная концентрация кислорода (O_2 -vol%) в воздухе под масками была значительно снижена и составляла 18,3% по сравнению с 20,9% в воздухе помещения (абсолютное значение -12,4 vol% O_2 , статистически значимо при $p < 0,001$). В то же время, под масками - критический для здоровья показатель - была измерена концентрация углекислого газа (CO_2 vol%), увеличенная в 30 раз по сравнению с обычным комнатным воздухом (14162 ppm с маской по сравнению с 464 ppm без маски, статистически значимо при $p < 0,001$) [18].

Эти явления ответственны за статистически **значимое повышение уровня углекислого газа (CO_2) в крови у пользователей масок** [19,20], с одной стороны, измеряемое транскутанно по повышенному значению PtcCO_2 [15,17,19,21,22], а с другой - по повышенному парциальному давлению углекислого газа в конце выдоха (PETCO_2) [23,24] или по артериальному парциальному давлению углекислого газа (PaCO_2) [25].

Помимо **повышения уровня углекислого газа (CO_2) в крови пользователя** ($p < 0,05$) [13,15,17,19,21-28], другим последствием использования масок, которое часто подтверждается экспериментально, является статистически значимое **снижение насыщения крови кислородом (SpO_2)** ($p < 0,05$) [18,19,21,23,29-33]. Также было зафиксировано снижение парциального давления кислорода в крови (PaO_2) с сопутствующим **увеличением частоты сердечных сокращений** ($p < 0,05$) [15,23,29,30,34] и **увеличением частоты дыхания** ($p < 0,05$) [15,21,23,35,36]. Статистически значимое измеримое увеличение частоты пульса ($p < 0,05$) и снижение насыщения кислородом SpO_2 после первого ($p < 0,01$) и второго часа ($p < 0,0001$) пребывания под одноразовой (хирургической) маской было зарегистрировано учеными в исследовании с применением маски, которое они провели на 53-х работающих нейрохирургах [30].

В другом экспериментальном исследовании (сравнительное исследование) хирургические маски и маски типа N95 вызывали значительное увеличение частоты сердечных сокращений ($p < 0,01$) и дополнительно соответствующее чувство истощения ($p < 0,05$), сопровождающееся ощущением жара ($p < 0,0001$) и зуда ($p < 0,01$) с увлажнением защитной маски ($p < 0,0001$) [35]. Проникновение влаги определяли с помощью датчиков, используя оценку журнала (SCXI-1461, National Instruments, США).

Эти явления были воспроизведены в ходе дальнейшего эксперимента с хирургическими масками на 20-ти здоровых испытуемых. Испытуемые в масках показали статистически значимое увеличение частоты сердечных сокращений ($p < 0,001$) и частоты дыхания ($p < 0,02$), сопровождаемое статистически значимым увеличением PtcCO_2 ($p < 0,0006$), и жаловались на затрудненное дыхание во время физической активности [15].

Усиленное повторное вдыхание углекислого газа (CO_2) из увеличенного объема мертвого пространства у пользователей масок может рефлекторно вызвать повышенную дыхательную активность с увеличением мышечной работы, а также связанное с этим увеличение потребности в кислороде и его потребления [17]. Это реакция на патологические изменения в смысле адаптационного эффекта. Вызванное маской снижение показателя насыщения крови кислородом (SpO_2) [30] или парциального давления кислорода в крови (PaO_2) [34] может, в свою очередь, дополнительно усиливать субъективные симптомы на грудную клетку [25,34].

Документированные **изменения газов в крови, вызванные маской**, в сторону **гиперкапнии** (повышение уровня углекислого газа/ CO_2 в крови) и **гипоксии** (снижение уровня кислорода/ O_2 в крови) могут привести к дополнительным нефизическим эффектам, таким как спутанность сознания, снижение мыслительных способностей и дезориентация [23,36-39], а также общее

ухудшение когнитивных способностей и снижение психомоторных способностей [19,32,38-41]. Это подчеркивает важность изменений параметров газов крови как причины клинически значимых психологических и неврологических эффектов. Вышеуказанные параметры и эффекты (насыщение кислородом, содержание углекислого газа, когнитивные способности) были объективированы в исследовании на датчиках для измерения насыщения (Semi-Tec AG, Therwil, Швейцария) с помощью рейтинговой шкалы Борга, шкалы Франка, шкалы Roberge-Respirator-Comfort и шкалы Roberge-Subjective-Symptoms-during-Work, а также с помощью шкалы Лайкерта [19]). В другой первичной работе с измерением уровня углекислого газа, пульса и когнитивных способностей также использовались обычная ЭКГ, капнография и анкеты симптомов [23].

Дальнейший сбор физиологических данных проводился с помощью пульсоксиметров (Allegiance, MCGaw, США). Сбор субъективных симптомов был объективизирован с помощью 5-балльной шкалы Лайкерта, а регистрация двигательной скорости - с помощью линейно-позиционных датчиков (Tendo-Ditrodyne, Sport Machins, Trencin, Словакия) [32]. Некоторые ученые использовали стандартизированные, анонимизированные анкеты для сбора данных о субъективных симптомах, связанных с масками [37].

В экспериментальных условиях с использованием различных типов масок (общественных, хирургических, N95) у 12-ти здоровых молодых людей (студентов) было выявлено значительное увеличение частоты сердечных сокращений ($P<0,04$), снижение насыщения кислородом SpO_2 ($P<0,05$) с повышением температуры кожи и затруднением дыхания ($P<0,002$). Кроме того, исследователи наблюдали головокружение ($P<0,03$), вялость ($P<0,05$), ухудшение мышления ($P<0,03$) и проблемы с концентрацией внимания ($P<0,02$), которые также были статистически значимыми при ношении маски [29].

По данным других исследователей и их публикаций, маски также мешают терморегуляции, ухудшают поле зрения, невербальное и вербальное общение [15,17,19,36,37,42-45].

Вышеупомянутые измеримые, а также качественные физиологические эффекты масок могут иметь последствия в различных областях медицины.

Из патологии известно, что не только надпороговые стимулы с превышением пределов нормы имеют последствия, связанные с заболеванием. Подпороговые стимулы также способны вызывать патологические изменения, если время воздействия оказывается достаточно длительным. Примером этого является малейшее загрязнение воздуха сероводородом с возникновением респираторных недугов (раздражение горла, кашель, снижение поглощения кислорода) и неврологических заболеваний (головные боли, головокружение) [46]. Кроме того, подпороговое, но длительное воздействие оксидов азота и твердых частиц связано с повышенным риском развития астмы, госпитализации и общей смертности [47,48]. Даже низкие концентрации пестицидов при длительном употреблении связаны для человека с последствиями таких заболеваний, как мутации, канцерогенез и неврологические заболевания [49]. Аналогично, хроническое подпороговое потребление мышьяка связано с повышенным риском развития рака [50], подпороговое потребление кадмия - с развитием сердечной

недостаточности [51], подпороговое потребление свинца - с развитием гипертензии, почечных метаболических нарушений и когнитивных расстройств [52], или подпороговое потребление ртути - с иммунодефицитом и неврологическими нарушениями [53]. Известно также, что подпороговое воздействие ультрафиолетового излучения в течение длительных периодов времени вызывает канцерогенные эффекты, способствующие мутациям (особенно раку белой кожи) [54].

Таким образом, **долгосрочных последствий неблагоприятных, связанных с маской, изменений** следует ожидать в случае **относительно незначительных проявлений, но повторяющегося воздействия в течение длительного времени** в соответствии с вышеупомянутым патогенетическим принципом. В этом отношении статистически значимые результаты, полученные в исследованиях с математически ощутимыми различиями между людьми, использующими маски, и людьми без масок, являются клинически значимыми. Это потому, что они указывают на то, что - при соответствующем многократном и длительном воздействии физических, химических, биологических, физиологических, физических и психологических условий, некоторые из которых являются подсознательными, но которые значительно смещены в сторону патологических областей - могут развиваться изменения, снижающие здоровье, и такие клинические картины, как высокое кровяное давление и артериосклероз, включая ишемическую болезнь сердца (метаболический синдром), а также неврологические заболевания. При **небольшом увеличении содержания углекислого газа во вдыхаемом воздухе** доказан этот способствующий заболеванию эффект с возникновением головной боли, раздражением сосудистой повреждающей степени, и, наконец, невропатологическими и сердечно-сосудистыми последствиями [38]. Однако даже при **умеренном, но постоянном увеличении частоты сердечных сокращений** было продемонстрировано усиление окислительного стресса с дисфункцией эндотелия через увеличение количества воспалительных мессенджеров и, в конечном итоге, развитие атеросклероза сосудов [55]. Аналогичный эффект с повышением артериального давления, нарушением работы сердца и повреждением сосудов, питающих мозг, очевиден для в легкой степени и также на протяжении длительного периода увеличивающейся частоты дыхания. [56,57]. Маски ответственны за вышеупомянутые физиологические изменения с увеличением содержания углекислого газа во вдыхаемом воздухе [18-28], небольшим устойчивым увеличением частоты сердечных сокращений [15,23,29,30,35] и в легкой степени, но устойчивым увеличением частоты дыхания [15,21,23,34,36].

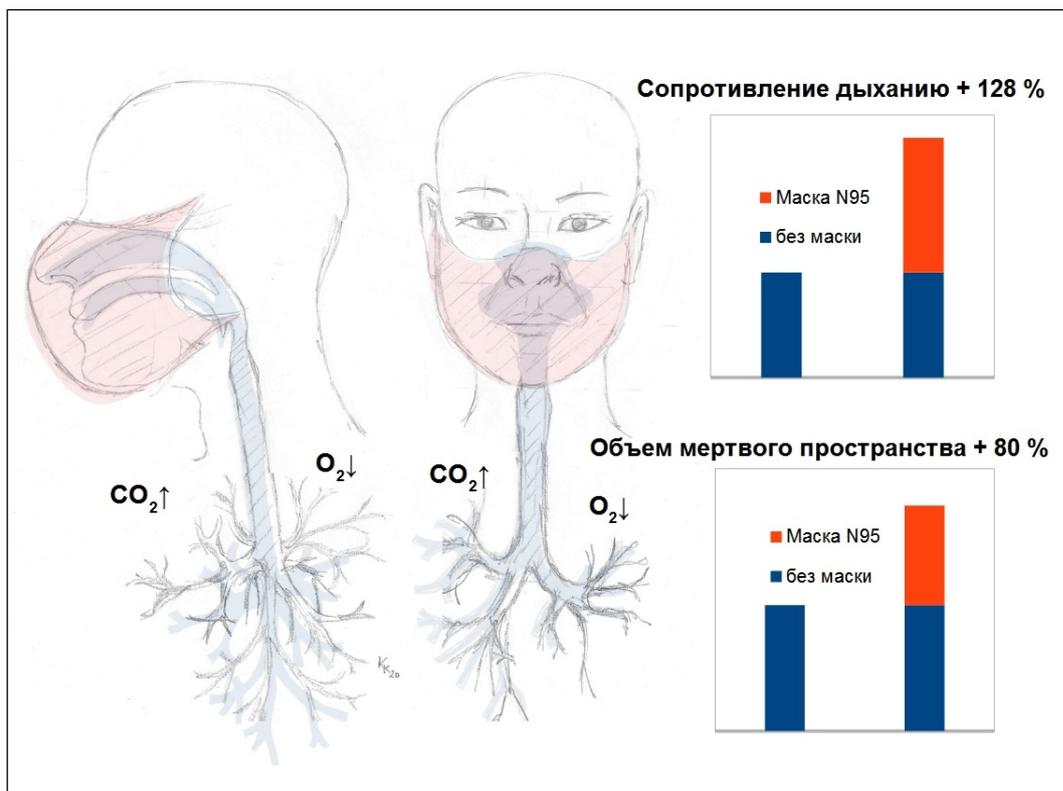
Для лучшего понимания побочных эффектов и опасностей масок, представленных в данном обзоре литературы, мы можем обратиться к хорошо известным принципам физиологии дыхания (Изображение 3).

Средний объем мертвого пространства во время дыхания у взрослых составляет приблизительно 150-180 мл и значительно увеличивается при ношении маски, закрывающей рот и нос [58]. Например, при использовании маски типа N95 экспериментальное исследование определило, что объем мертвого пространства составляет приблизительно 98-168 мл [95]. Это соответствует **увеличению**

мертвого пространства, вызванного маской, приблизительно на 65% до 112% для взрослых, и, таким образом, почти в два раза. При частоте дыхания 12 циклов в минуту маятниковый объем дыхания в такой маске составит не менее 2,9-3,8 литров в минуту. Таким образом, эффект маски, увеличивающий мертвое пространство, приводит к относительному **снижению объема газообмена в легких на 37% за один вдох** [60]. Этим во многом объясняется нарушение физиологии дыхания и обусловленные этим неблагоприятные эффекты всех типов масок при повседневном использовании у здоровых и больных людей (увеличение частоты дыхания, увеличение частоты сердечных сокращений, снижение насыщения кислородом, увеличение парциального давления углекислого газа, истощение, головные боли, головокружение, ухудшение мышления и т.д.) [36,58].

Однако, помимо эффекта увеличения объема мертвого пространства при дыхании, огромное значение имеет **вызываемое маской сопротивление дыхательных путей**, (Изображение 3) [23,36].

Изображение 3: Патофизиология маски (основные физические и химические эффекты). Иллюстрация сопротивления дыханию* и объема мертвого пространства** маски типа N95 у взрослых. Во время дыхания происходит общее значительное снижение возможного объема газообмена в легких на -37% из-за маски (Lee 2011) [60], из-за уменьшения глубины и объема дыхания из-за большего **сопротивления дыханию на +128%*** (усилие во время вдоха больше, чем во время выдоха) и из-за увеличения объема мертвого пространства на +80%****, которое непосредственно не участвует в газообмене и лишь частично смешивается с окружающей средой** (* = усредненные показатели вдоха и выдоха по данным Lee 2011 [60], включая проникновение влаги по данным Roberge 2010 [61], ** = усредненные значения по данным Хи 2015 [59]).



Эксперименты продемонстрировали **увеличение сопротивления дыхательных путей** из-за маски типа N95 на **126% во время вдоха** и на **122% во время выдоха** [60]. Экспериментальные исследования также показали, что **увлажнение маски типа N95** увеличивает сопротивление дыхательных путей **еще на 3%** [61] и, таким образом, способно повысить сопротивление дыхательных путей в 3,2 раза по сравнению с нормальным параметром. Это наглядно показывает важность сопротивления дыхательных путей маске. Здесь маска действует как фактор, нарушающий дыхание, и делает правдоподобными наблюдаемые компенсаторные реакции с увеличением частоты дыхания и одновременным ощущением дыхательного дистресса (повышенная работа дыхательных мышц). Эта дополнительная нагрузка, связанная с увеличением работы дыхания против большего сопротивления из-за масок, также приводит к повышенной утомляемости с увеличением частоты сердечных сокращений и увеличением выработки CO₂. Вполне уместно, что в нашем обзоре исследований негативных эффектов маски (Изображение 2) мы также обнаружили процентное сочетание значительного ухудшения дыхания и значительного снижения насыщения кислородом (примерно в 67% всех результатов исследований). Мы также определили статистически значимую корреляцию падения насыщения кислородом (SpO₂) и утомляемости с сопутствующим состоянием в 58% исследований использования масок со значимыми результатами при оценке первичных работ (Изображение 2, p<0,05).

3.2. Внутренние побочные эффекты и опасности

Нехарактерные физические симптомы, описанные в предыдущем разделе, такие как увеличение частоты сердечных сокращений, чувство усталости и снижение насыщения кислородом (SpO₂), которые могут быть вызваны ношением маски, имеют большое значение для терапевтов [29,30,35].

Новаторские результаты были представлены учеными в нескольких исследованиях, изучавших влияние ношения маски в стрессовых ситуациях.

Уже в 2012 году эксперимент показал **значительное увеличение частоты сердечных сокращений** (в среднем +9,4 удара в минуту, p<0,001) и **частоты дыхания (p<0,02) во время ходьбы** у 20-ти испытуемых в масках по сравнению с идентичным занятием, но без масок. Эти физиологические изменения сопровождались также транскутанно значительно измеряемым повышением уровня PtcCO₂ (p<0,0006), а также затруднением дыхания у пользователей масок по сравнению с контрольной группой [15].

В недавнем экспериментальном сравнительном исследовании, проведенном в 2020 году, у 12-ти здоровых добровольцев в хирургических масках, а также в масках типа N95 наблюдалось **заметное ухудшение измеряемых параметров функции легких, а также сердечно-легочной способности** (снижение максимальной реакции лактата крови) во время умеренной и тяжелой физической нагрузки по сравнению с нагрузкой без масок (p<0,001) [31]. Повышенное сопротивление дыхательных путей привело к увеличению **работы дыхания** с повышенным потреблением и запросом кислорода как дыхательными

мышцами, так и сердцем. Дыхание в этом случае значительно затруднялось ($p < 0,001$), а участники рассказывали о слабой боли. На основании полученных результатов ученые сделали вывод, что сердечная компенсация ограничений, вызванных ношением маски, которая все еще функционировала у здоровых людей, вероятно, уже невозможна у **пациентов со сниженным сердечным выбросом** [31].

В другом недавнем исследовании ученые протестировали общественные маски, хирургические маски и маски типа FFP2/N95 на 26-ти здоровых людях во время тренировки на велоэргометре. Все маски показали измеримую задержку углекислого газа (CO_2) ($P_{\text{тсCO}_2}$) (статистически значимую при $p < 0,001$), а маски типа N95 показали снижение насыщения кислородом SpO_2 (статистически значимое при 75 и 100 Вт при $p < 0,02$ и $p < 0,005$, соответственно). Клиническая значимость этих изменений проявилась в увеличении частоты дыхания при использовании тканевых масок ($p < 0,04$), а также в появлении ранее описанных специфических масочных симптомов, таких как **чувство жара, одышка и головная боль**. Чувство усталости регистрировалось по шкале Борга от 1 до 20. Во время физических нагрузок под маской типа N95 в группе с маской отмечалось значительное увеличение **ощущения усталости** по сравнению с группой с безудержным дыханием: 14,6 против 11,9 по шкале до 20. Во время нагрузок 14 из 24-х испытуемых в масках также жаловались на **одышку** (58%), 4-ро - на головную боль и 2-ое - на чувство жара. Большинство жалоб коснулось масок типа FFP2 (72 %) [21].

Вышеупомянутые физиологические и субъективные физические эффекты масок на здоровых людей в состоянии покоя и при стрессе [21,31] дают представление о влиянии масок на больных и пожилых людей даже в отсутствие стресса.

В наблюдательном исследовании десяти медсестер в возрасте от 20-ти до 50-ти лет во время дежурства в респираторах типа N95 были выявлены такие негативные эффекты масок, как затрудненное дыхание ("я не могу дышать"), **чувство усталости**, головная боль ($p < 0,001$), сонливость ($p < 0,001$) и **снижение насыщения кислородом SpO_2** ($p < 0,05$), а также **увеличение частоты сердечных сокращений** ($p < 0,001$) были статистически значимы и связаны с увеличением избыточного веса (ИМТ) [19]. Появление симптомов под масками также было связано с **более высоким возрастом (статистически значимая корреляция)**, усталость, а также сонливость с $p < 0,01$ каждая, тошнота с $p < 0,05$, повышение артериального давления с $p < 0,01$, головная боль с $p < 0,05$, затрудненное дыхание с $p < 0,001$) [19].

В интервенционном исследовании с участием 97-ми пациентов с **хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ)** на поздних стадиях, частота дыхания, насыщение кислородом и эквиваленты углекислого газа в выдыхаемом воздухе (капнометрия) значительно изменились в неблагоприятную сторону после использования масок типа N95 (FFP2-эквивалент) в ходе первоначального 10-минутного отдыха с последующим 6-минутным тестом ходьбы. 7-ро пациентов прекратили эксперимент из-за серьезных жалоб на **снижение насыщения кислородом SpO_2** и патологическую задержку CO_2 и повышение парциального давления углекислого газа в конце выдоха ($P_{\text{тсCO}_2}$) [23]. У двух пациентов $P_{\text{тсCO}_2}$

выходило за пределы нормы и достигало значений >50 мм рт. ст. FEV₁ $<30\%$ и показатель mMRC (модифицированная шкала одышки Медицинского исследовательского совета) ≥ 3 , оба показателя прогрессирующей ХОБЛ, коррелировали с общей непереносимостью маски в этом исследовании. Наиболее распространенным симптомом под маской была **одышка** - 86%. У выбывших из исследования также часто регистрировались головокружение (57%) и **головная боль**. У пациентов с ХОБЛ, толерантных к маске, значительное **увеличение частоты сердечных сокращений, частоты дыхания** и парциального давления углекислого газа в конце выдоха PЕТСО₂ было также объективизировано в состоянии покоя всего после 10-ти минут ношения маски [p<0,001], что сопровождалось снижением насыщения кислородом SpO₂ (p<0,001) [23]. Результаты этого исследования с уровнем доказательности Па являются показательными для носящих маски пациентов с ХОБЛ.

В другом ретроспективном сравнительном исследовании **ХОБЛ** и хирургических масок ученые смогли статистически достоверно продемонстрировать повышение артериального парциального давления углекислого газа (PaCO₂) приблизительно на 8 мм рт. ст. (p<0,005) и сопутствующее маске **повышение систолического артериального давления на 11 мм рт. ст.** (p<0,02) при ежедневном использовании маски [25]. Это повышение актуально для пациентов с гипертонией, но также и для здоровых людей с пограничными значениями артериального давления, поскольку могут быть вызваны патологические диапазоны, спровоцированные ношением маски.

У 39-ти **гемодиализных пациентов с болезнью почек в конечной стадии (ESRD)** маска типа N95 (эквивалент FFP2) вызвала значительное **снижение парциального давления кислорода в крови (PaCO₂)** у 70% пациентов в состоянии покоя (под гемодиализом) всего за 4 часа (p=0,006). Несмотря на компенсаторное **увеличение частоты дыхания** (p<0,001), недомогание с **болью в груди** возникало (p<0,001) и даже привело к гипоксемии (снижению содержания кислорода ниже нормы) у 19% испытуемых [34]. На основании полученных результатов исследователи пришли к выводу, что пожилые люди или **пациенты со сниженной сердечно-легочной функцией** имеют повышенный риск развития серьезного респираторного дистресса под маской [34].

В обзорной статье, посвященной рискам и преимуществам использования защитных лицевых масок при кризисе COVID-19, другие авторы дают столь же критическую оценку обязательному использованию масок для **пациентов с пневмонией**, как с заболеванием пневмонией вместе с COVID-19, так и без него [16].

3.3. Неврологические побочные эффекты и опасности

При научной оценке синкопе в операционном зале ношение маски было связано с этим событием у 36-ти из 77-ми студентов-медиков (47%) [62]. Однако нельзя с уверенностью исключить и другие факторы, способствующие этому.

В своем обзоре доказательств III-го уровня неврологи из Израиля, Великобритании и США утверждают, что маска не подходит для **эпилептиков**, поскольку может вызвать гипервентиляцию [63]. Применение маски значительно увеличивает частоту дыхания примерно на 15-20% [15,21,23,34,64]. Однако известно, что увеличение частоты дыхания в направлении **гипервентиляции** используется для **провокации** в контексте диагностики эпилепсии и вызывает эквивалентные приступу изменения ЭЭГ у 80% пациентов с генерализованной эпилепсией и до 28% фокальных эпилептиков [65].

Врачи из Нью-Йорка исследовали влияние ношения хирургических масок и масок типа N95 среди медицинского персонала в выборке из 343-х участников (опрос проводился с использованием стандартизированных, анонимных анкет). Ношение масок вызывало ощутимые физические негативные эффекты, такие как **ухудшение восприятия** (24% пользователей) и **головные боли** у 71% респондентов. Из них 28% сохранялись и требовали медикаментозного лечения. Головная боль возникла у 15,2% при менее чем 1 часа ношения, у 30,6% после 1 часа ношения и у 29,7% после 3 часов ношения. Таким образом, эффект усиливался с увеличением времени ношения [37].

Спутанность сознания и дезориентация вплоть до помрачения сознания (опросник по шкале Лайкерта) и **снижение двигательных навыков** (измеряется с помощью датчика линейного положения) со сниженной реакцией и общим ухудшением работоспособности (измеряется с помощью шкалы субъективных симптомов Роберже во время работы) в результате использования маски также были зафиксированы в других исследованиях [19,23,29,32,36,37].

Ученые объясняют эти неврологические нарушения вызванным маской скрытым снижением уровня кислорода в крови O_2 (в сторону гипоксии) или скрытым повышением уровня углекислого газа в крови CO_2 (в сторону гиперкапнии [36]. С учетом имеющихся научных данных эта взаимосвязь также представляется бесспорной [38-41].

В эксперименте с масками, проведенном в 2020 году, было обнаружено **значительное ухудшение мышления** ($p<0,03$) и **ухудшение концентрации** ($p<0,02$) для всех типов используемых масок (тканевые, хирургические и маски типа N95) после 100 минут ношения маски [29]. Нарушения мышления значительно коррелировали со снижением насыщения кислородом ($p<0,001$) во время ношения маски.

Начальные головные боли ($p<0,05$) испытывали до 82% из 158 носителей масок в возрасте от 21-го до 35-ти лет, участвовавших в другом исследовании защитных для органов дыхания средств типа N95, причем одна треть (34%) испытывала **головные боли** до 4-х раз в день. Респонденты носили маску 18,3 дня в течение 30-дневного периода, в среднем по 5,9 часов в день [66].

3.4. Психологические побочные эффекты и опасности

Согласно экспериментальному исследованию, ношение хирургической маски и масок типа N95 также может привести к снижению **качества жизни** из-за снижения способности к сердечно-легочным упражнениям [31]. Маски также

вызывают значительное увеличение дискомфорта ($p < 0,03$ до $p < 0,0001$) и чувства усталости ($p < 0,05$ до $0,0001$) с увеличением продолжительности ношения из-за физиологических изменений и дискомфорта, описанных выше [69].

Сдвиги газов крови в сторону гиперкапнии (повышение CO_2) и гипоксии (снижение O_2) более подробно описаны в разделе общих физиологических эффектов (раздел 3.1) может, в дополнение к прямым физическим эффектам, описанным выше, также ограничивать когнитивные способности пользователя маски (измеряется с помощью анкеты с опросником по шкале Лайкерта) с одновременным **снижением психомоторных способностей и**, таким образом, также вызывать **снижение способности реагировать** (измеряется с помощью датчика линейного положения), а также общее **ограничение работоспособности** (регистрируется с помощью шкалы субъективных симптомов Роберже во время работы) [29,32,38,39,41].

Маска также вызывает **ухудшение поля зрения** (особенно в отношении пола и препятствий на полу), и представляет собой **преграду для привычных действий**, таких как принятие пищи и напитков, прикосновения, почесывание и чистка непокрытой части лица, что сознательно и подсознательно переживается как постоянное нарушение, помеха и ограничение [36]. В результате ношение маски несет в себе **ощущение лишения свободы** и потери автономии и самоопределения, что может привести к подавленному гневу и подсознательному постоянному отвлечению, тем более что ношение маски в основном определяется и упорядочивается извне [70-71]. Эти **воспринимаемые нарушения целостности, самоопределения и автономии**, в сочетании с ощущениями дискомфорта, часто способствуют значительному отвлечению внимания и, в сочетании с физиологически связанным с маской снижением психомоторных способностей, снижением реакции и **общим ухудшением когнитивной деятельности**, могут в конечном итоге привести к неправильному восприятию ситуаций и неуместным, а также замедленным, ошибочным реакциям со снижением эффективности действий пользователя маски [36,37,39-41].

Ношение масок в течение нескольких часов часто вызывает другие явные побочные эффекты, такие как головная боль, местные прыщи, раздражение кожи, зуд, ощущение тепла и сырости, **ухудшение самочувствия и дискомфорт**, которые преимущественно затрагивают **область головы и лица** [19,29,35-37,71-73].

Тем не менее, голова и лицо имеют большое значение для благополучия, поскольку они широко представлены в чувствительной коре головного мозга (гомункулус) [36].

По данным анкетного опроса, маски также часто вызывают **тревогу и психовегетативные стрессовые реакции** у детей - как и у взрослых - с увеличением психосоматических и связанных со стрессом клинических картин и **депрессивным самоощущением, снижением участия, социальной замкнутости** и снижением самообслуживания, связанного со здоровьем [74]. Более 50% исследованных пользователей масок испытывали, по крайней мере, умеренные депрессивные чувства [74]. Дополнительное, часто преувеличенное

освещение в СМИ, вызывающее тревогу, может еще больше усугублять ситуацию. Недавний ретроспективный анализ общих СМИ во время эпидемии Эболы 2014 года показал научную достоверность только 38% всей публично опубликованной информации [75]. Исследователи классифицировали в общей сложности 28% информации как провокационную и поляризующую, а также 42% как преувеличивающую риски. Кроме того, 72 % материалов СМИ были направлены на возбуждение негативных чувств, связанных со здоровьем.

Чувство страха в сочетании с неуверенностью в себе и первобытной потребностью человека быть принадлежащим [76], вызывает социальную динамику, которая кажется частично необоснованной с медицинской и научной точки зрения.

Маска, которая изначально служила чисто гигиеническим целям, превратилась в **символ конформизма и псевдосолидарности**. Таким образом, ВОЗ относит к преимуществам использования масок здоровыми людьми среди населения также потенциально сниженную стигматизацию носителей масок, передачу ощущения вклада в предотвращение распространения вируса, а также напоминание о необходимости придерживаться других мер [2].

3.5. Психиатрические побочные эффекты и опасности

Как объяснялось ранее, маски могут вызывать усиленное дыхание с накоплением углекислого газа в организме пользователя из-за увеличения объема мертвого пространства [19-18,20] (Изображение 3) часто со статистически значимым измеримым повышением уровня углекислого газа (CO_2) в крови у пораженных [13,15,17,19-28] (Изображение 2). Однако известно, что изменения в сторону гиперкапнии провоцируют панические атаки [77,78]. Это делает значительно измеряемое увеличение CO_2 в результате ношения маски также клинически значимым.

Интересно, что дыхательные провокационные тесты с вдыханием CO_2 используются для дифференциации **тревожных состояний при панических расстройствах, а также предменструальной дисфории** от других психиатрических клинических картин. Здесь уже достаточны абсолютные концентрации 5% CO_2 , чтобы при вдыхании в течение 15-16-ти минут вызывать панические реакции [77]. Нормальное содержание CO_2 в выдыхаемом воздухе составляет около 4-х %. Основываясь на экспериментальных исследованиях с людьми в масках, можно предположить, что длительное использование масок с повторным вдыханием может привести к изменению концентрации дыхательных газов в вышеупомянутом направлении со значениями выше 4-х % [18,23].

При генерации панических реакций с помощью дыхательных газов используется активация locus coeruleus под действием CO_2 [78,79]. Это связано с тем, что locus coeruleus является важной частью системы вегетативных норадренергических нейронов - центра управления в стволе мозга, который реагирует на соответствующую стимуляцию и изменения концентрации газов в крови высвобождением гормона стресса норадреналина [78].

Из описанных выше физиологических, неврологических и психологических побочных эффектов и опасностей (разделы 3.1, 3.3 и 3.4) можно вывести

дополнительные проблемы для использования масок в психиатрии. **Деменция** в процессе лечения, параноидная шизофрения, **расстройства личности с тревогой и паническими атаками**, а также **панические расстройства с клаустрофобическими компонентами** трудно совместимы с обязательством ношения маски, поскольку даже небольшое повышение уровня CO₂ может вызвать и усилить панические атаки [44,77-79].

Пациенты с **умеренной и тяжелой деменцией**, согласно психиатрическому исследованию, не понимают защитных мер COVID-19, и их приходится постоянно уговаривать носить маски [80].

По данным сравнительного исследования, пациенты с **шизофренией** принимают ношение маски хуже (54,8 %), чем пациенты из обычной практики (61,6 %) [81]. Насколько ношение масок может привести к обострению симптомов шизофрении, до сих пор подробно не изучалось.

При ношении масок наблюдались спутанность сознания, ухудшение мышления, дезориентация (стандартизированная регистрация с помощью специальных рейтинговых шкал и шкал Лайкерта, $p < 0,05$), а в некоторых случаях также замедление максимальной скорости и времени реакции (измеренные с помощью датчика линейного положения, $p < 0,05$) [19,32,36,38-41]. Психомоторные функции часто уже снижены у психиатрических пациентов под воздействием психотропных препаратов. Это может стать клинически значимым в связи с масками, особенно в отношении дальнейшего снижения взаимодействия и дополнительной повышенной восприимчивости к несчастным случаям у таких пациентов из-за ношения маски.

Чтобы избежать непреднамеренной анестезии, вызванной CO₂ [39], согласно критериям Центра по контролю и профилактике заболеваемости (CDC, Centers for Disease Control and Prevention, США), **фиксированным и находящимся под медикаментозной седацией пациентам**, без возможности постоянного мониторинга, не следует наносить маску из-за возможной задержки CO₂, описанной выше, так как существует риск аспирации и асфиксии (удушья) в случае потери сознания [16,17,20,38,82,83].

3.6. Гинекологические побочные эффекты и опасности

Как критическая переменная, низкий уровень углекислого газа в крови у беременных женщин поддерживается за счет увеличения минутного объема дыхания, стимулируемого, помимо прочих факторов, прогестероном [22]. Существует метаболическая потребность в фетально-материнском градиенте углекислого газа (CO₂) для беременной женщины и ее будущего ребенка. В связи с этим уровень углекислого газа в крови матери всегда должен быть ниже, чем у нерожденного ребенка, чтобы обеспечить диффузию CO₂ из крови плода в материнскую циркуляцию через плаценту. Поэтому описанные выше (разделы 3.1 и 3.2) явления, связанные с маской, с измеримыми изменениями в физиологии дыхания, такими как увеличение сопротивления дыханию, увеличение объема мертвого пространства (Изображение 3) и задержка выдыхаемого углекислого газа (CO₂), имеют важное значение. В этом отношении

газовые сдвиги в сторону вызывающей масками гиперкапнии - даже при подпороговом повышении углекислого газа - могут выступать в качестве сбивающей переменной для градиента CO₂ между плодом и матерью с увеличением продолжительности действия и, таким образом, приобретать клиническую значимость, в том числе в отношении сниженного компенсационного резерва будущих матерей [20,22,28].

В сравнительном исследовании у 22-х беременных женщин в масках типа N95 во время 20-минутной физической нагрузки наблюдались значительно более высокие показатели чрескожного CO₂, чем у беременных женщин без масок, со средним показателем PtcCO₂ 33,3 мм рт. ст. против 31,3 мм рт. ст. (p = 0,04) [22]. Ощущение тепла у будущих матерей также значительно усиливалось при использовании масок при p < 0,001 [22]. Соответственно, в другом интервенционном исследовании ученые показали, что дыхание через маску типа N95 (эквивалент FFP2) ухудшило газообмен у 20-ти беременных женщин в состоянии покоя и во время физической нагрузки, что привело к дополнительной нагрузке на их метаболические системы [28]. Так, под маской типа N95 у 20-ти беременных женщин наблюдалось снижение мощности поглощения кислорода VO₂ примерно на 14% (статистически значимое, p=0,013) и снижение мощности выхода углекислого газа VCO₂ примерно на 18% (статистически значимое, p=0,001). Также были зафиксированы соответствующие значительные изменения эквивалентов кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе: увеличение содержания углекислого газа в выдыхаемом воздухе (FeCO₂) (p<0,001) и уменьшение содержания кислорода в выдыхаемом воздухе (FeO₂) (p<0,001), что объясняется изменением метаболизма вследствие обструкции дыхательной маски [28].

В экспериментах с преимущественно коротким временем применения маски не было выявлено статистически значимого увеличения частоты сердечных сокращений или изменения частоты дыхания и уровня насыщения кислородом ни у матери, ни у плода. Однако точные последствия длительного применения масок у беременных женщин в целом остаются неясными. Поэтому длительное использование хирургических масок и масок типа N95 у беременных женщин рассматривается критически [20].

Кроме того, неясно, могут ли вещества, содержащиеся в промышленно изготовленных масках, которые вдыхаются в течение длительного времени (например, формальдегид как ингредиент текстиля и тирам как ингредиент ушных ремней), нанести вред фертильности [20,84].

3.7. Дерматологические побочные эффекты и опасности

В отличие от одежды, которая прилегает к закрытой коже, маски закрывают участки кожи вблизи телесных отверстий рта и носа, т.е. части тела, участвующие в дыхании. Это неизбежно приводит не только к измеримому **повышению температуры** [15,44,85], но и к серьезному **повышению влажности** из-за конденсации выдыхаемого воздуха, со значительным **изменением естественной среды кожи** периоральной и периназальной областей [36,61,82] и измеримому

увеличению покраснения, повышению водородного показателя pH, потере жидкости через эпителий кожи, повышенной гидратации и выработке талька [73]. Имеющиеся заболевания кожи не только сохраняются, но и усугубляются в результате этих изменений. В целом, кожа также становится более восприимчивой к инфекциям и прыщам.

Соответственно, авторы экспериментального исследования смогли продемонстрировать **нарушение барьерной функции кожной среды** всего через 4 часа ношения масок у 20-ти здоровых добровольцев как для хирургических масок, так и для масок типа N95 [73]. Кроме того, микробы (бактерии, грибки и вирусы) накапливаются на внешней и внутренней поверхностях масок в результате теплой, влажной среды [86-89]. Из них могут исходить клинически значимые грибковые, бактериальные или вирусные инфекции. Необычное увеличение числа случаев обнаружения риновирусов в дозорных обследованиях немецкого Института Роберта Коха (RKI) с 2020 года [90] может быть еще одним свидетельством этого явления.

Кроме того, участок кожи, эволюционно не приспособленный к таким раздражителям, подвергается повышенному механическому стрессу. В целом, вышеупомянутые факты вызывают неблагоприятные дерматологические эффекты со связанными с маской нежелательными кожными реакциями, такими как акне, кожные высыпания на лице и зуд [91].

Группа исследователей из Китая сообщила о раздражении кожи и зуде при использовании масок типа N95 среди 542-х участников тестирования, а также о корреляции между возникшим повреждением кожи и временем воздействия (68,9% при ≤ 6 ч/день и 81,7% при > 6 ч/день) [92].

Нью-Йоркское исследование оценило эффект частого ношения хирургической маски и масок типа N95 среди медицинского персонала во время пандемии COVID-19 в выборке из 343-х участников. Ношение масок вызвало головную боль у 71,4% участников, кроме того, сонливость у 23,6%, заметные повреждения кожи у 51% и акне у 53% пользователей масок [37].

С одной стороны, прямые **механические повреждения** кожи возникают на носу и скулах из-за сдвигающих усилий, особенно при частом надевании и снятии масок [37,92]. С другой стороны, маски создают неестественно влажную и теплую локальную среду кожи [29,36,82].

Более того, в другом исследовании, в котором испытуемые носили маски в течение часа, ученые также смогли продемонстрировать **значительное повышение влажности и температуры в покрытой маской области лица** [85]. Относительная влажность под масками измерялась с помощью датчика (Atmo-Tube, Сан-Франциско, Калифорния, США). Ощущение влажности и температуры в области лица имеет более важное значение для самочувствия, чем в других областях тела [36,44]. Это может усилить дискомфорт под масками. Кроме того, повышение температуры благоприятствует колонизации бактерий. Давление масок также вызывает нарушение физиологии лимфатических и кровеносных сосудов на лице с последующим **нарушением функции кожи** [73] и, в конечном счете, способствует развитию акне у 53 % всех пользователей и других **раздражений кожи** у 51 % всех пользователей [36,37,82].

Другие ученые исследовали 322 участника, использовавших маски типа N95 в наблюдательном исследовании, и обнаружили **угревую сыпь** у 59,6% из них, зуд у 51,4% и покраснение у 35,8% в качестве побочных эффектов [72].

В одном исследовании у 19,6 % (273) из 1.393 пользователей различных масок (общественные маски, хирургические маски, маски типа N95) зуд был объективизирован, в 9 % даже сильно выражен. Атопическая предрасположенность (склонность к аллергии) коррелирует с риском возникновения зуда. Продолжительность использования (первые симптомы после одного часа использования) была значительно связана с риском возникновения зуда ($p < 0,0001$) [93].

В другом дерматологическом исследовании, проведенном в 2020 году, 96,9% из 876-ти пользователей всех типов масок (общественные маски, хирургические маски, маски типа N95) подтвердили неблагоприятные проблемы со значительным усилением зуда (7,7%), сопровождающимся запотеванием очков (21,3%), ощущением жара (21,3%) и затруднением дыхания /35,8%) ($p < 0,01$) [71].

Помимо повышенной частоты возникновения акне [37,72,91] под масками, **контактный дерматит и крапивница** [94] обычно описываются в связи с повышенной чувствительностью к ингредиентам промышленно изготовленных масок (хирургическая маска и маска типа N95), таким как формальдегид (ингредиент текстиля) и тирам (ингредиент ушной ленты) [73,84]. Опасное вещество тирам - изначально пестицид и протрава - используется в резиновой промышленности в качестве ускорителя вулканизации, а формальдегид - биоцидное и канцерогенное вещество, используемое в промышленности для дезинфекции.

Дерматологи описали даже изолированную постоянную **гиперпигментацию** в результате поствоспалительного или пигментного **контактного дерматита** после длительного применения масок [72,91].

3.8. Побочные эффекты и опасности, связанные с ЛОР-органами и стоматологией

В стоматологических кругах есть сообщения о негативном воздействии масок, которые получили соответствующее название "масочный рот" [95]. Провокация **гингивита (воспаления десен), галитоза (неприятного запаха изо рта), кандидоза (грибкового заражения слизистых оболочек грибом *Candida albicans*) и хейлита (воспаления губ)**, особенно уголков рта, и даже **зубного налета и кариеса** объясняются чрезмерным и неправильным использованием масок.

Основным триггером упомянутых здесь заболеваний полости рта является повышенная **сухость во рту** из-за уменьшения слюноотделения, а также из-за усиленного дыхания через открытый рот под маской. Ротовое дыхание приводит к обезвоживанию поверхности слизистой оболочки и снижению скорости потока слюны (SFR) [95]. Сухость во рту научно подтверждена в результате использования маски [29]. Эта неблагоприятная привычка кажется

правдоподобной, поскольку дыхание через открытый рот компенсирует повышенное сопротивление дыханию, особенно при вдыхании через маски [60,61]. Объяснением воспаления губ и уголков рта (хейлит) в свою очередь ответственной считается внешняя влажность кожи [71,73,85] с измененной кожной флорой, уже описанной в разделе дерматологических побочных эффектов (раздел 3.7) [95]. Это подчеркивает способствующее развитию болезни вызываемое масками изменение естественных условий. Физиологическая внутренняя влажность при внешней сухости в области рта меняется на внутреннюю сухость при внешней влажности.

Недавно ЛОР-врачи обнаружили у 46-ти пациентов новую форму **раздражительного ринита**, вызванного применением масок типа N95. Они провели эндоскопию и назальный лаваж у пользователей масок, которые впоследствии были подвергнуты патологическому исследованию. Клинические проблемы регистрировались с помощью стандартных опросников. Они обнаружили статистически значимые признаки вызванного маской ринита и зуда слизистых оболочек с их отеком, а также усиление чихания ($p < 0,01$). Эндоскопия показала повышенную секрецию и свидетельство вдыхания полипропиленовых волокон маски как триггера раздражения слизистой [96].

В ходе исследования 221-го медицинского работника отоларингологи выявили **нарушения голоса** у 33% пользователей масок. Показатель VHI-10 от 1 до 10, который измеряет нарушения голоса, был в среднем на 5,72 балла выше у этих пользователей масок (статистически значимо при $p < 0,001$). Маска действовала не только как акустический фильтр при провокации чрезмерно громкой речи. Скорее, она также вызывает нарушение координации голосовых связок, поскольку градиенты давления, необходимые для беспрепятственной речи, нарушаются маской [43].

Исследователи пришли к выводу, что маски могут представлять потенциальный риск возникновения новых расстройств голоса, а также обострения уже существующих.

3.9. Побочные эффекты и опасности спортивной медицины

Согласно литературным данным, эффект масок для повышения работоспособности в отношении оптимизации сердечно-сосудистой системы и улучшения способности поглощения кислорода не доказан.

Например, в экспериментальном сравнительном исследовании (12 испытуемых в группе) тренировочная маска (ETM: Elevation Training Mask), которая якобы имитирует высотные тренировки, оказала тренировочное воздействие только на дыхательные мышцы. Однако у носителей масок **показатели насыщения кислородом (SpO_2)** во время физической нагрузки были значительно ниже (SpO_2 94% у носителей масок против 96% у безмасочных, $p < 0,05$) [33], что можно объяснить увеличением объема мертвого пространства и повышением сопротивления во время дыхания. Измеренные значения насыщения кислородом

были значительно ниже нормы в группе носителей масок, что указывает на клиническую значимость.

Доказанный эффект адаптации дыхательных мышц у здоровых спортсменов [33] говорит о том, что маски оказывают явно разрушающее влияние на физиологию дыхания.

В другом интервенционном исследовании по использованию масок у тяжелоатлетов ученые зафиксировали статистически значимые эффекты **снижения внимания** (запись анкеты, шкала Лайкерта) и **замедления максимальной скорости движения** (оба показателя значимы при $p < 0,001$), что привело исследователей к выводу, что использование масок в спорте не лишено рисков. В качестве дополнительного результата они также обнаружили значительное снижение насыщения кислородом SpO_2 при выполнении специальных упражнений по поднятию тяжестей ("приседания со штангой на плечах") в группе спортсменов с маской всего через 1 минуту тренировки по сравнению с группой спортсменов без маски ($p < 0,001$) [32]. Доказанная тенденция масок смещать химический параметр насыщения кислородом SpO_2 в патологическом направлении (нижнее предельное значение 95 %) вполне может иметь клиническое значение у нетренированных или больных людей.

Спортивная медицина также подтвердила **повышенную задержку углекислого газа (CO_2)** с увеличением парциального давления CO_2 в крови при увеличении объема мертвого пространства дыхательных путей [14].

На самом деле, задержка CO_2 в мертвом пространстве, вызванная ношением масок во время физических упражнений, также была экспериментально продемонстрирована. У 16-ти здоровых людей были протестированы эффекты кратковременных аэробных упражнений под масками типа N95, и было обнаружено значительное увеличение парциального давления углекислого газа в конце выдоха ($P_{ET}CO_2$) - +8 мм рт. ст. ($p < 0,001$) [24]. Повышение уровня углекислого газа (CO_2) в крови у пользователей масок составило +14% CO_2 для хирургических масок и +23% CO_2 для масок типа N95 при максимальной нагрузке, эффект, который вполне может иметь клиническое значение для предболезненных и пожилых людей, а также детей, поскольку уровни сильно приближаются к патологическому диапазону [24].

В интересном исследовании на нагрузку с участием 8-ми испытуемых среднего возраста (19-66 лет) содержание газов O_2 и CO_2 под масками определялось до и после физической нагрузки. Под масками - уже в состоянии покоя по сравнению с ситуацией без масок - наблюдалось 13%-ное снижение доступности кислорода и 30-тикратное увеличение концентрации углекислого газа (CO_2). При нагрузке (тест Руфье) концентрация кислорода (% O_2) под маской значительно снизилась на 3,7 %, концентрация углекислого газа (% CO_2) значительно увеличилась на следующие 20 % (статистически значимо при $p < 0,001$). Соответственно, насыщение крови кислородом (SpO_2) у испытуемых значительно снизилось с 97,6 % до 92,1 % ($p < 0,02$) [18]. Падение показателя насыщения кислородом (SpO_2) до 92 %, что явно ниже нормального предела в 95 %, следует классифицировать как клинически значимое и вредное для здоровья.

Это свидетельствует о том, что использование масок также вызывает описанные выше **эффекты в направлении гипоксии и гиперкапнии** в области спорта. Соответственно, ВОЗ и Центры по контролю и профилактике заболеваний (CDC, США) советуют не заниматься спортом под масками [82,97].

3.10. Социальные и социологические побочные эффекты и риски

Результаты чилийского исследования с участием медицинских работников показывают, что маски действуют как акустический фильтр и провоцируют чрезмерно громкую речь. Это приводит к нарушению голоса [43]. Повышенная громкость речи также способствует увеличению образования аэрозоля пользователем маски [98]. Эти экспериментальные данные, измеренные с помощью аэродинамического анализатора частиц (APS, TSL, модель 332, TSI Incorporated, Minnesota, MI, USA), имеют большое значение.

Кроме того, носители масок **лишены возможности нормально взаимодействовать** в повседневной жизни из-за ухудшения разборчивости речи [45], что побуждает их сближаться друг с другом. Это приводит к необъективной расстановке приоритетов в общей популяции и противодействию рекомендуемым мерам, связанным с пандемией COVID-19. ВОЗ отдает приоритет соблюдению дистанции и гигиене рук с умеренными доказательствами, особенно в ситуациях, когда люди не в состоянии поддерживать физическое расстояние не менее 1 метра [3]. **Нарушение невербальной коммуникации** из-за потери восприятия выражения лица под маской может усилить чувство неуверенности, обескураженности и оцепенения, а также **изоляция**, что может заметно огорчать людей с **нарушениями психики и слуха** [16].

В своей работе авторы отмечают, что маски нарушают основы человеческого общения (вербального и невербального). В результате распознавания лиц, ограниченного масками, возникает блокировка эмоциональных сигналов. Поэтому маски приводят к нарушениям в социальном взаимодействии, угасанию положительного эффекта улыбки и смеха, но в то же время сильно увеличивают возможности для недопонимания, поскольку негативные эмоции также менее понятны под масками [42].

Снижение восприятия эмпатии при использовании маски с **нарушением отношений между врачом и пациентом** уже было научно доказано на основе рандомизированного исследования (статистически значимого, с $p=0,04$) [99]. Для 1.030-ти пациентов использовались показатели "Меры заботы о консультативной эмпатии", а также оценка по инструменту Patient Enablement Instrument (PEI) и шкала оценки удовлетворенности. 516 врачей, которые на протяжении всего времени носили маски, меньше сопереживали пациентам и тем самым сводили на нет положительный эффект динамики взаимоотношений, способствующий укреплению здоровья.

Эти данные свидетельствуют о нарушении межличностного взаимодействия и динамики отношений под воздействием маски.

Руководство ВОЗ по использованию масок у детей в сообществе, опубликованное в августе 2020 года, указывает, что преимущества использования масок у детей должны быть сопоставлены с потенциальным вредом, включая социальные и коммуникационные проблемы [100].

Опасения, что широкомасштабные действия пандемии приведут к нарушению социальной жизни с дисфункциональными социальными, культурными и психологическими взаимодействиями, высказывались и другими экспертами [6-8,42].

3.11. Побочные эффекты и опасности, связанные с социальным и профессиональным здоровьем

Помимо специфических для маски симптомов, таких как ощущение тепла, сырости, одышки и головной боли, регистрировались различные физиологические явления, такие как значительное увеличение частоты сердечных сокращений и частоты дыхания, ухудшение параметров легочной функции, снижение сердечно-легочной емкости (например, пониженная максимальная реакция на лактат в крови [15,19,21,23,29-31] и изменения содержания кислорода и углекислого газа как в воздухе под маской и в конце выдоха, так и в крови испытуемых [13,15,18,19,21-25,27-34]. Значительные изменения были заметны уже через несколько минут ношения масок и в некоторых случаях достигали величины -13% снижения концентрации CO_2 и 30-кратного увеличения концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе под масками ($p < 0,001$) [18]. Наблюдаемые изменения были не только статистически значимыми, но и клинически значимыми; у испытуемых также наблюдалось патологическое насыщение кислородом после воздействия масок ($p < 0,02$) [18].

Одышка во время легкой нагрузки (6 минут ходьбы) под хирургическими масками была зарегистрирована со статистической значимостью у 44-х здоровых людей в проспективном экспериментальном исследовании ($p < 0,001$) [101]. В данном случае дискомфорт оценивался с помощью субъективной визуальной аналоговой шкалы.

В другой работе 2011 года все протестированные маски вызывали значительное увеличение дискомфорта и чувства усталости у 27-ми испытуемых с увеличением продолжительности ношения ($p < 0,0001$) [69].

Когда возникают такие симптомы, это приводит к дополнительному стрессу у трудящихся пользователей и, таким образом, в связи с чувством усталости, способствует самоподкреплению проблемы порочного круга через вегетативную симпатическую активацию с дальнейшим увеличением частоты дыхания, частоты сердечных сокращений, кровяного давления и усилением чувства усталости [16,20,35,83].

Другие исследования показали, что психологическое и физическое воздействия масок через усиленные чувства усталости, неудовлетворенности и тревоги могут привести к дополнительному снижению работоспособности (измеряется по шкале субъективных симптомов Роберже во время работы 1-5 баллов) [58,102,103].

Ношение масок в течение длительного периода времени также приводило к физиологическим и психологическим нарушениям в других исследованиях и, **таким образом, снижало работоспособность** [19,36,58,69]. В экспериментах с использованием средств защиты органов дыхания увеличение объема мертвого пространства на 350 мл приводит к снижению возможного продуктивного периода примерно на -19%, а также к снижению комфорта дыхания на -18% (измеряется по субъективной шкале оценок) [58]. Кроме того, временные рамки и поток работы прерываются и сокращаются из-за надевания, снятия и смены масок. Сокращение объема работ было отражено в литературе, как описано выше (в частности, в разделах 3.1. и 3.2), но не получило более детальной количественной оценки [36,58].

Защитные хирургические маски и маски типа N95 часто вызывали у медицинского персонала такие нежелательные побочные эффекты, как головную боль, затрудненное дыхание, акне, раздражение кожи, зуд, снижение бдительности, снижение мыслительных способностей, ощущение сырости и жары [19,29,37,71,85]. Субъективные, снижающие работоспособность, связанные с маской ухудшения у пользователей, измеренные с помощью специальных опросников и шкал Лайкерта, также были описаны в других исследованиях [15,21,27,32,35,43,66-68,72,96,99].

В разделе 3.7, посвященном дерматологии, мы уже упоминали научную работу, в которой было отмечено значительное повышение температуры в среднем на 1,9 °C (до 34,5 °C) в области лица, покрытой маской ($p < 0,05$) [85].

Температурные ощущения на лице имеют большее значение для самочувствия, чем на других участках тела, из-за относительно большего представительства в чувствительной коре головного мозга (гомункулус) [36,44]. Таким образом, восприятие дискомфорта при ношении маски может усиливаться. В нашей оценке, что интересно, мы обнаружили совместное появление физической переменной повышения температуры под маской и симптома нарушения дыхания в 7-ми и 8-ми соответствующих исследованиях, с совместным значительным измеренным появлением в 88%. Мы также обнаружили совместное возникновение значительно зарегистрированного повышения температуры под маской и значительно установленной усталости в 50% соответствующих первичных исследований (3 из 6-ти работ, Изображение 2). Эти кластерные ассоциации повышения температуры с симптомами нарушения дыхания и усталости позволяют предположить клиническую значимость обнаруженного повышения температуры под масками. В худшем случае упомянутые эффекты могут усиливать друг друга и приводить к декомпенсации, особенно при наличии уже имеющихся ХОБЛ, сердечной недостаточности и дыхательной недостаточности.

Сумма нарушений и дискомфорта, которые могут быть вызваны маской, также способствует отвлечению внимания (см. психологические нарушения, раздел 3.4). В сочетании со **снижением психомоторных навыков, снижением реакции и общим ухудшением когнитивной деятельности (все патофизиологические эффекты ношения маски)** [19,29,32,39-41], это может привести к неспособности распознать опасность и, следовательно, к несчастным случаям или ошибкам на

работе, которых можно избежать [19,36,37]. Особо следует отметить вызванную маской отсутствие способности испытывать удовольствие ($p < 0,05$), ухудшение мышления ($p < 0,05$) и проблемы с концентрацией внимания ($p < 0,02$), измеренные по шкале Лайкерта (1-5) [29]. Соответственно, регулирование охраны труда учитывает такие сценарии. Немецкое социальное страхование от несчастных случаев (DGUV) разработало точные и обширные правила для средств защиты органов дыхания, которые включают информацию об ограничении времени ношения, учет тяжести работы и определенные обязательства по проведению инструктажа [104].

Стандарты и нормы, установленные во многих странах в отношении различных типов масок для защиты своих работников, также являются значимыми с точки зрения медицины труда [105]. В Германии, например, также существуют очень строгие спецификации безопасности для масок из-за рубежа, которые определяют требования к защите пользователя [106]. Все эти стандарты и сопутствующие процедуры сертификации все больше смягчались с введением обязательных масок для населения, так что несертифицированные маски, такие как общественные маски, также использовались в больших масштабах на работе и в школах в течение длительных периодов времени во время пандемии [107]. Совсем недавно, в октябре 2020 года, Немецкое социальное страхование от несчастных случаев (DGUV) в связи с этим рекомендовало такие же ограничения по времени ношения для общественных масок, как и для фильтрующих полумасок, максимум 3 смены по 120 минут в день с промежуточными перерывами на восстановление в 30 минут. Для масок FFP2 (N95) время ношения в Германии составляет 75 минут с последующим 30-минутным перерывом. В Германии для профессионально используемых респираторов также предписано и определено дополнительное обследование на пригодность врачами-специалистами [104].

3.12. Микробиологические последствия для носителя и окружающей среды: инородное/самостоятельное загрязнение

Маски вызывают задержку влаги [61]. Плохая эффективность фильтрации и неправильное использование хирургических и общественных масок, а также их частое повторное использование подразумевают повышенный **риск заражения** [108-10].

Теплая, влажная среда, созданная в масках без присутствия защитных механизмов, таких как антитела, система комплемента, защитные клетки и ингибирующие патогены факторы, которые присутствуют в слизистой оболочке и на ней, создает условия для беспрепятственного роста и, таким образом, является идеальной питательной средой для различных патогенов, таких как бактерии и грибки [88], а также позволяет вирусам накапливаться [87]. Теплый, влажный микроклимат маски благоприятствует накоплению различных микробов на маске и под ней [86]; плотность микробов в значительной степени пропорциональна продолжительности ношения маски. В экспериментальных

исследованиях плотность патогенов увеличивается почти в десять раз всего через 2 часа ношения маски [87,89].

Поэтому с микробиологической и эпидемиологической точки зрения маски, используемые в повседневной жизни, представляют собой риск заражения. Это может произойти как в результате инородного загрязнения, так и в результате самозагрязнения. С одной стороны, микробы всасываются или прикрепляются к маскам под действием конвекционных потоков. С другой стороны, потенциальные инфекционные агенты из носоглотки чрезмерно накапливаются как снаружи, так и внутри маски во время дыхания [5,88]. Это усугубляется контактом с загрязненными руками. Поскольку в маски постоянно проникает насыщенный микробами дыхательный воздух, а скорость размножения патогенов выше вне слизистых оболочек, потенциальные инфекционные агенты чрезмерно накапливаются на внешней и внутренней поверхности масок. Серьезные, потенциально патогенные бактерии и грибки, такие как **E. coli** (54 % всех обнаруженных микробов), **Staphylococcus aureus** (25 % всех обнаруженных микробов), **Candida** (6 %), **Klebsiela** (5 %), **Enterococci** (4 %), **Pseudomonads** (3 %), **Enterobacter** (2 %) и **Micrococcus** (1 %), могут быть обнаружены на масках и в масках, даже в больших количествах [88].

В другом микробиологическом исследовании бактерии **Staphylococcus aureus** (57 % всех обнаруженных бактерий) и грибок **Asperigillus** (31 % всех обнаруженных грибков) были признаны доминирующими микроорганизмами на 230-ти исследованных использованных хирургических масках [86].

После более чем шестичасового использования на 148-ми масках, которые носил медицинский персонал, были обнаружены следующие вирусы в порядке убывания: Аденовирус, бокавирус, респираторный синцитиальный вирус и вирусы гриппа [87].

В этом отношении также проблематично, что влага распространяет эти потенциальные патогены в виде мельчайших капель через капиллярное действие на маске и в маске, что приводит к дальнейшему переносу аэрозолей внутрь и наружу при каждом вдохе [35]. В связи с этим из литературы также известно, что маски ответственны за непропорционально большое производство мелких частиц в окружающей среде, удивительно значительно более выраженное, чем у людей без масок [98].

Таким образом, видно, что все люди в масках выделяли в воздух значительно и в процентном отношении больше мелких частиц размером 0,3-0,5 мкм, чем люди без масок, и это при дыхании, разговоре и кашле (тканевые, хирургические, N95 маски, измеренные с помощью аэродинамического анализатора частиц, APS, TS, модель 3329) [98]. Увеличение числа случаев выявления риновирусов и дозорных исследований РКИ Германии с 2020 года [90] может служить дополнительным подтверждением этого явления, поскольку в этом году население в общественных местах постоянно использовало маски.

3.13 Эпидемиологические последствия

Возможные побочные эффекты и опасности, связанные с защитной маской для рта и носа, описанные в данной статье, основаны на исследованиях различных типов масок. К ним относятся профессиональные хирургические маски и маски типа N95/KN95 (эквивалент FFP2), обычно используемые в повседневной жизни, а также общественные тканевые маски, которые усиленно использовались вначале. В случае с N95 буква N означает NIOSH (Национальный институт охраны труда и здоровья, США), а 95 указывает на 95-процентную фильтрующую способность для мелких частиц размером не менее 0,3 мкм [82].

Значительным риском использования масок в общей популяции является **создание ложного чувства безопасности в отношении защиты от вирусных инфекций**, особенно в смысле ложно предполагаемой сильной самозащиты. Пренебрежение инфекционными рисками может привести не только к игнорированию аспектов контроля источников, но и к другим недостаткам. Хотя можно найти не мало профессиональных, положительных отзывов о широком использовании масок среди населения [111], большинство серьезных и очевидных научных исследований приходят к выводу, что всеобщее обязательство носить маски создает ложное чувство безопасности [4,5]. Однако это приводит к игнорированию тех мер, которые, по данным ВОЗ, имеют более высокий уровень доказательности, чем ношение маски: дистанция и гигиена рук [2,112]. Исследователи смогли предоставить статистически значимые доказательства ложного чувства безопасности и **более рискованного поведения при ношении масок** в экспериментальных условиях [112].

Лица, принимающие решения, во многих странах информировали своих граждан в самом начале пандемии в марте 2020 года о том, что людям без симптомов не следует пользоваться медицинской маской, поскольку это создавало **ложное чувство безопасности** [113]. В итоге во многих странах эта рекомендация была изменена. По крайней мере, в Германии отметили, что носители определенных типов масок, таких как широко используемые тканевые маски (общественные маски), не могут рассчитывать на то, что они защитят их или других от передачи SARS-CoV-2 [114].

Однако ученые жалуются не только на отсутствие доказательств в пользу тканевых масок в контексте пандемии [16110], но и на высокую проницаемость тканевых масок для частиц и потенциальный риск заражения, который они представляют [108,109].

Обычные **тканевые маски с проницаемостью 97 % для частиц размером $\geq 0,3$ мкм** сравниваются с **медицинскими масками хирургического типа с проницаемостью 44 %**. В отличие от этого, в маске типа N95 уровень проникновения **частиц $\geq 0,3$ мкм** в лабораторных экспериментах составляет **менее 0,01 %** [108,115].

Для клинических условий в больницах и амбулаториях руководство ВОЗ рекомендует использовать только хирургические маски для вирусов гриппа для всего лечения пациентов, за исключением мероприятий с сильным выделением

аэрозоля, для которых затем предлагаются соответственно более тонкие фильтрующие маски типа N95. Однако одобрение более специфических типов масок, даже со стороны ВОЗ, не является полностью доказательной из-за отсутствия высококачественных исследований в секторе здравоохранения [108,109,116,117].

В лабораторном эксперименте (исследование уровня доказательности IIa) безвирусные аэрозоли были использованы для демонстрации того, что как **хирургические маски, так и маски N95 не обеспечивают достаточной защиты от вирусов SARS-CoV-2 и гриппа** [118]. В этом исследовании, хотя маска типа N95, эквивалентная FFP2, показала значительно лучшие результаты по защите (в 8-12 раз эффективнее), чем хирургическая маска, ни один из типов масок не обеспечил надежной защиты от коронавируса и вирусов гриппа, о которых говорилось в гипотезе. В оба типа масок беспрепятственно проникали аэрозольные частицы диаметром от 0,08 до 0,2 мкм. Как **патогены SARS-CoV-2, размер которых варьируется от 0,06 до 0,14 мкм** [119], так и вирусы гриппа, размер которых варьируется от 0,08 до 0,12 мкм, фатально находятся значительно ниже размеров пор маски [118].

Фильтрующая способность маски типа N95 до 0,3 мкм [82] обычно не достигается хирургическими и общественными масками. Однако аэрозольные капли, диаметр которых составляет от 0,09 до 3 мкм, должны служить транспортной средой для вирусов. Они также проникают в медицинские маски на 40%. Часто также наблюдается недостаточное прилегание между лицом и маской, что еще больше ухудшает их функцию и безопасность [120]. **Накопление капель аэрозоля на маске** является проблематичным. Они не только поглощают наночастицы, такие как вирусы [6], но и следуют за потоком воздуха во время вдоха и выдоха, обеспечивая дальнейший **перенос** этих частиц. Кроме того, был описан **процесс физического распада капель аэрозоля** при повышении температуры, что также происходит под защитой маской [15,44,85]. Этот процесс может привести к уменьшению размера мелких капель воды до диаметра вируса [121,122].

Хотя **маски фильтруют** более крупные капли аэрозоля, они **не могут задерживать сами вирусы** и такие мелкие, **потенциально вирусосодержащие капли аэрозоля размером менее 0,2 мкм** и, таким образом, не могут остановить распространение вирусов [123].

Соответственно, сравнение масок типа N95 и хирургических масок не выявило существенных различий в частоте заражения вирусами гриппа [124,125].

Это противоречит обнадеживающим результатам лабораторных исследований *in vitro* с использованием аэрозолей без вирусов в неестественных условиях, даже при использовании тканевых масок [126]. Однако следует отметить, что в естественных условиях *in vitro* перспективные фильтрующие функции тканевых масок, основанные на электростатическом эффекте, также быстро снижаются с увеличением влажности [127]. Недавно проведенное швейцарской текстильной лабораторией испытание различных масок, доступных широкой публике, подтвердило, что большинство типов масок не обеспечивают адекватной фильтрации аэрозолей. Для многоразовых тканевых масок эффективность

фильтрации в соответствии с EN 149 для частиц размером 1 мкм всегда была менее 70% для всех типов масок, кроме одной из восьми протестированных. Для одноразовых масок только половина из всех восьми протестированных типов масок была достаточно эффективна при фильтрации, чтобы задерживать 70 % частиц размером 1 мкм [128].

Недавнее экспериментальное исследование даже показало, что **все носящие маски люди (хирургические, N95, тканевые) выделяют в воздух значительно и в процентном отношении больше мелких частиц размером от 0,3 мкм до 0,5 мкм**, чем люди без масок, как при дыхании, так и при разговоре и кашле [98]. Согласно этому, **маски действуют как распылители** и способствуют производству очень мелких аэрозолей. Однако известно, что по физическим причинам более мелкие частицы распространяются быстрее и дальше, чем крупные. Особый интерес в этом сравнительном экспериментальном исследовании представляло обнаружение того, что испытуемый, надевший маску из одностройной ткани, при дыхании выпустил в общей сложности на 384% больше частиц (различных размеров), чем человек без маски [98].

Проблемы возникают не только из-за вышеупомянутых функциональных недостатков самих масок, но и при их применении. Это повышает риск возникновения ложного чувства безопасности.

Таким образом, согласно литературным данным, **ошибки при использовании масок допускают** как медицинские работники, так и обычные люди, поскольку гигиенически правильное использование маски отнюдь не является интуитивно понятным. В целом, 65% медицинских работников и до 78% населения в целом используют маски неправильно [116].... Как для хирургических масок, так и для масок типа N95, из-за снижения **комфорта, связанного с тепловым дискомфортом**, а также раздражением кожи, приверженность правилам использования среди пользователей масок нарушается и не соблюдается должным образом [29,35,116,129]. Ситуацию еще больше усложняет вызываемое мертвым пространством накопление углекислого газа (особенно под масками типа N95) с возникающими головными болями, описанными [19,27,37,66-68,83]. Кроме того, увеличение частоты сердечных сокращений, зуд и ощущение сырости [15,29,30,35,71] приводят к **снижению безопасности и качества во время использования** (см. также побочные эффекты и опасности, связанные с социальным и профессиональным здоровьем). Поэтому **(повседневные) маски** даже считаются общим риском заражения среди **населения в целом**, которое и близко не может подражать строгим правилам гигиены в больницах и кабинетах врачей: Таким образом, предполагаемая безопасность сама становится **риском для безопасности** [5].

В мета-анализе доказательств уровня Ia, проведенном по заказу ВОЗ, не было продемонстрировано никакого эффекта от применения масок в контексте профилактики пандемии вируса гриппа [30]. В 14 рандомизированных контролируемых исследованиях не было показано снижения передачи лабораторно подтвержденных инфекций гриппа. Из-за схожего размера и путей распространения видов вирусов (гриппа и короны, см. выше), данные могут быть перенесены и на SARS-CoV-2 [131]. Однако, поскольку в этой работе не было

проведено разделение гигиены рук и масок, защитный эффект, скорее всего, обусловлен гигиеной рук, учитывая вышеупомянутые данные [131]. Недавно опубликованное большое проспективное датское сравнительное исследование, в котором сравнивались персоны, носящие маски, и персоны без масок в отношении частоты заражения SARS-CoV2, не показало статистически значимых различий между группами [132].

3.14. Педиатрические побочные эффекты и риски

Дети особенно уязвимы и могут с большей вероятностью получить ненадлежащее лечение или дополнительный вред. Можно предположить, что потенциальные неблагоприятные эффекты маски, описанные для взрослых, тем более актуальны для детей (см. раздел 3.1. - раздел 3.13.: физиологические, внутренние, неврологические, психологические, психиатрические, дерматологические, ЛОР, стоматологические, социологические, профессиональные и социально-медицинские, микробиологические и эпидемиологические нарушения, а также Изображения 2 и 3).

В этом контексте особое внимание следует уделить дыханию детей, которое представляет собой критическую и уязвимую физиологическую переменную в связи с более высоким потреблением кислорода, повышенной восприимчивостью ЦНС к гипоксии, более низким дыхательным резервом, меньшими дыхательными путями с более сильным увеличением сопротивления в случае сужения просвета и рефлексом ныряния путем стимуляции носа и верхней губы с риском остановки дыхания до брадикардии в случае дефицита кислорода.

Маски, используемые в настоящее время для детей, - это исключительно взрослые маски, изготовленные в меньших геометрических размерах и не прошедшие специальных испытаний и не утвержденные для этой цели [133].

В экспериментальном британском исследовании маски часто вызывали **чувство тепла ($p < 0,0001$)** и **проблемы с дыханием ($p < 0,03$) у 100 школьников** в возрасте от 8-ми до 11-ти лет, особенно при стрессе, поэтому защитные средства были отброшены 24% детей при физическом напряжении [133]. Критериями исключения в этом эксперименте с маской были заболевания легких, сердечно-сосудистые нарушения и клаустрофобия [133].

В экспериментальном исследовании уровня Ib, опубликованном в известном журнале "Nature", ученые из Сингапура смогли продемонстрировать увеличение вдыхаемого и выдыхаемого значения CO_2 у 106-ти детей в возрасте от семи до четырнадцати лет только при 5-минутном применении маски FFP2, что свидетельствует о нарушении физиологии дыхания [26]. Однако нарушение физиологии дыхания может иметь долгосрочные последствия, связанные с заболеваниями у детей. Известно, что слегка повышенный уровень CO_2 вызывает увеличение частоты сердечных сокращений, повышение кровяного давления, головную боль, усталость и ухудшение концентрации внимания [38].

В качестве критериев исключения для использования маски были указаны следующие состояния [26]: любые **сердечно-легочные заболевания**, включая,

но не ограничиваясь ими: Астма, бронхит, муковисцидоз, врожденный порок сердца, эмфизема; **любое состояние, которое может усугубляться физической нагрузкой**, включая, но не ограничиваясь этим: Астма, вызванная физическими нагрузками, инфекции нижних дыхательных путей (пневмония, бронхит в течение последних 2 недель), тревожные расстройства, диабет, гипертония или эпилепсия/состояния, связанные с атакой; **любое физическое ограничение, вызванное медицинским, ортопедическим или невро-мышечным заболеванием**; любые острые заболевания **верхних дыхательных путей** или симптоматический ринит (обструкция носа, насморк или чихание); **любое заболевание с деформацией**, мешающей прилеганию маски (например, повышенное оволосение лица, черепно-лицевые деформации и т.д.).

Также важно подчеркнуть возможное влияние масок при неврологических расстройствах, о чем говорилось ранее в соответствующем разделе (раздел 3.3.).

И маски, и лицевые козырьки вызвали тревогу у 46% детей (37 из 80) в ходе научного исследования. Если детям предоставить выбор, должен ли врач, осматривающий их, носить маску, они отказываются от этого в 49 % случаев и вместе со своими родителями предпочитают, чтобы врач носил козырек на лице (статистически значимо при $p < 0.0001$) [34].

Недавнее обсервационное исследование десятков тысяч детей в масках в Германии помогло исследователям объективизировать жалобы на **головные боли (53%), трудности с концентрацией внимания (50%), безрадостность (49%), трудности с обучением (38%) и усталость у 37% из 25.930 детей**. Среди наблюдаемых детей у 25% отмечалось вновь возникшее **чувство тревоги, а также ночные кошмары** [135]. У детей сценарии угрозы, генерируемые окружающей средой, поддерживаются с помощью масок, в некоторых случаях даже усиливаются, и таким образом существующий стресс усиливается (наличие подсознательных страхов) [16,35,136,137].

Это, в свою очередь, может привести к увеличению психосоматических и связанных со стрессом клинических картин [74,75]. Например, согласно одной оценке, 60% пользователей масок показали уровень стресса, соответствующий наивысшей оценке 10 по шкале от 1- до максимальной 10. Менее 10% опрошенных пользователей масок имели уровень стресса ниже 8 из возможных 10 [74]. Поскольку дети считаются особой группой, ВОЗ также выпустила отдельное руководство по использованию масок у детей в сообществе в августе 2020 года, прямо рекомендуя разработчикам политики и национальным властям, учитывая ограниченные данные, что преимущества использования масок у детей должны быть взвешены с потенциальным вредом, связанным с использованием масок, включая целесообразность и дискомфорт, а также социальные и коммуникационные проблемы [100]. По мнению экспертов, маски блокируют основы человеческого общения и обмена эмоциями, и не только тормозят обучение, но и лишают детей положительного эффекта улыбки, смеха и эмоциональной мимики [42]. Эффективность масок у детей в контексте вирусной защиты является спорной, и существует недостаток доказательств для их широкого использования у детей, это также более подробно рассматривается

учеными немецкого университета Бремена в их диссертационной работе 2.0 и 3.0 [138].

3.15. Воздействие на окружающую среду

По оценкам ВОЗ, потребность в масках составляет 89 млн. штук в месяц, соответственно, их мировое производство еще больше возрастет в условиях коронавирусной пандемии [139]. Из-за состава, например, одноразовых хирургических масок с такими полимерами, как: полипропилен, полиуретан, полиакрилонитрил, полистирол, поликарбонат, полиэтилен и полиэстер [140], при отсутствии стратегий переработки и утилизации [139] можно ожидать все более серьезных глобальных проблем, в том числе и с экологической точки зрения, особенно за пределами Европы.

Именно одноразовые полимеры были определены как значительный источник пластика и пластиковых частиц для загрязнения всех водных циклов вплоть до морской среды [141]. Значительную опасность для здоровья вносят отходы масок в виде микропластика после разложения в пищевой цепи. Аналогичным образом, загрязненные макроскопические отходы одноразовых масок - особенно до микроскопического распада - представляют собой широко распространенную среду для микробов (простейших, бактерий, вирусов, грибов) в смысле инвазивных патогенов [86-89,142].

Надлежащая утилизация биологически загрязненного материала повседневной маски также недостаточно регламентирована в западных странах.

4. Обсуждение

Потенциальные стимулирующие и нежелательные эффекты, обнаруженные в различных междисциплинарных областях, подчеркивают общий масштаб глобальных решений по отношению к защитным маскам среди населения в контексте борьбы с пандемией. Согласно найденной литературе, существуют четкие, научно зафиксированные, неблагоприятные последствия от защитной маски для носителя маски, как на психологическом, так и на социальном и физическом уровнях.

Ни вышестоящие учреждения, такие как ВОЗ (WHO) или Европейский центр по профилактике и контролю заболеваний (ECDC European Centre for Disease Prevention and Control), ни национальные, такие как Центры по контролю и профилактике заболеваний, США (CDC Centers für Disease Control and Prevention) или немецкий Институт имени Роберта Кох (RKI), не обосновывают положительный эффект масок для населения (в смысле снижения скорости распространения COVID-19 среди населения) достоверными научными данными. [2,4,5].

Вопреки научно установленному стандарту научно-доказательной медицины, национальные и международные органы здравоохранения дали свои

теоретические оценки ношению масок в общественных местах, даже если обязательность маски дает **обманчивое ощущение безопасности** [5,112,143].

С точки зрения эпидемиологии инфекций, маски в повседневном использовании создают риск самозаражения пользователя, как изнутри, так и снаружи, в том числе через загрязненные руки [5,16,88]. Кроме того, маски пропитываются выдыхаемым воздухом, который потенциально накапливает инфекционные агенты из носоглотки, а также из окружающего воздуха на внешней и внутренней сторонах маски. В особенности, здесь следует упомянуть бактерии и грибки, вызывающие серьезные инфекции [86,88,89], а также вирусы [87]. Необычный рост выявления риновирусов в дозорных исследованиях Института им. Роберта Кох (RKI, Германии) в 2020 году [90] может быть свидетельством этого феномена. Поэтому прояснение ситуации путем дальнейших исследований были бы крайне желательны.

Ученые считают, что маски, используемые населением, представляют собой риск заражения из-за неспособности широких масс населения соблюдать стандартизированные правила больничной гигиены [5]. Кроме того, носители масок (хирургических, типа N95, тканевых) выдыхают относительно больше мелких частиц (размером от 0,3 до 0,5 мкм), чем люди без масок, а более громкая речь под масками еще больше усиливает это повышенное образование мелкого аэрозоля человеком в маске (эффект небулайзера) [98].

История нашего времени показывает, что уже во время пандемий гриппа 1918-1919, 1957-58, 1968, 2002 годов, при атипичной пневмонии 2004-2005 годов, а также при гриппе 2009 года маски, используемые в повседневной жизни, не смогли добиться ожидаемого успеха в борьбе со сценариями вирусных инфекций [67,144]. Этот опыт привел к тому, что в научных исследованиях уже в 2009 году было описано, что маски не оказывают существенного влияния на вирусы в повседневной жизни [129,145].

И позже исследователи и учреждения классифицировали маски как непригодные для безопасной защиты пользователя от вирусных заражений дыхательных путей [137,146,147]. Даже при использовании в больницах хирургические маски не имеют убедительных доказательств защиты от вирусов [67].

Изначально рожденная из рационального познания идея защиты ран от дыхания хирургов и преимущественно бактериального капельного загрязнения [144,148,149] маска стала в последние годы заметно использоваться **не по назначению**, в значительной степени неуместна в повседневном применении особенно в азиатском регионе [150].

Примечательно, что социолог Бек еще в 1992 году описал маску как **косметику риска** [151]. К сожалению, маске присущ порочный круг: строго говоря, она защищает лишь символически и в то же время олицетворяет страх перед заражением. Это явление усиливается коллективным страхом, который всегда подпитывается популярными СМИ [137].

В настоящее время маска представляет собой **квазипсихологическую поддержку** для населения во время вирусной пандемии, обещая ему

дополнительную, с пониженным чувством страха, свободу передвижения. Рекомендация использовать маски в смысле "контроля источника" не из самозащиты, а из "альтруизма" [152] также очень популярна среди распорядителей и населения многих стран. То, что маска рекомендуется в контексте текущей пандемии не только с чисто инфекционной точки зрения, также ясно из возможных преимуществ использования масок здоровыми людьми среди населения, упомянутых ВОЗ. В частности, упоминается снижение потенциальной стигматизации тех, кто носит маски, ощущение вклада в предотвращение распространения вируса и напоминание о необходимости придерживаться других мер [2]. В этом контексте нельзя не упомянуть, что совсем недавние данные свидетельствуют о том, что выявление инфекции SARS-CoV-2, похоже, не связано напрямую с популярным использованием масок, поскольку группы (инфицированные и неинфицированные Sars-CoV-2), рассмотренные в ретроспективном сравнительном исследовании, не отличались по привычке использовать маски: Примерно 70% испытуемых в обеих группах всегда носили маски, а еще 14,4% - часто [143].

Так, в проспективном исследовании по ношению масок, проведенном примерно среди 6.000 участников в Дании и опубликованном в 2020 году, исследователи **не обнаружили статистически значимой разницы в частоте заражения вирусом SARS-CoV-2 при сравнении группы из 3.030-ти носителей масок и 2.994-х участников исследования, которые масок не носили** ($p=0,38$) [132].

На самом деле, в контексте вирусных инфекций маски оказываются не только менее эффективными, чем ожидалось, но и не свободными от нежелательных биологических, химических, физических и психологических побочных эффектов [67].

Соответственно, некоторые эксперты утверждают, что благонамеренный непрофессионализм может быть весьма опасен [6].

Коллеги-дерматологи одними из первых описали распространенные побочные эффекты ношения масок в больших коллективах. Простое, прямое физическое, химическое и биологическое воздействие масок с повышением температуры, влажности и механическим раздражением вызвало утреннюю сыпь у почти 60% пользователей [37,71-73,85]. Среди других значительно документированных последствий - экзема, повреждение кожи и общее нарушение барьерной функции кожи [37,72,73].

Эти прямые эффекты применения маски являются важным признаком дальнейших вредных воздействий, в том числе и на другие системы органов. В своей работе мы выявили научно обоснованные и многочисленные статистически значимые негативные эффекты масок в различных медицинских специальностях, особенно в части разрушительного влияния на очень сложный процесс дыхания с негативным воздействием на физиологию дыхания и газовый обмен организма (см. Изображения 2 и 3). Однако физиология дыхания и газообмен играют ключевую роль в поддержании баланса здоровья в организме человека [136,153].

Согласно найденным нами исследованиям, **объем мертвого пространства, почти удвоенный при ношении маски, и более чем удвоенное сопротивление дыханию (Изображение 3)** [59-61] приводят к повторному

вдыханию углекислого газа во время каждого дыхательного цикла [16-18,39,83] с - в основном у здоровых людей - подсознательным, но у больных людей частично и патологическим, повышением парциального давления углекислого газа (PaCO_2) в крови [25,34,58]. Согласно найденным первичным исследованиям, эти изменения рефлекторно способствуют **увеличению частоты и глубины дыхания** [21,23,34,36] с соответствующим **увеличением работы дыхательных мышц** через физиологические механизмы обратной связи [31,36]. Таким образом, использование масок не является, как предполагалось вначале, чисто позитивной тренировкой.

Это часто усиливает сублиминальное **снижение насыщения крови кислородом SpO_2** [23,28-30,32], которое уже снижено увеличенным объемом мертвого пространства и повышенным сопротивлением дыханию [18,31].

Общее возможное результирующее измеримое **снижение насыщения крови кислородом O_2** , с одной стороны [18,23,28-30,32], и **увеличение содержания углекислого газа (CO_2)**, с другой [13,15,19,21-28], способствуют усилению норадренергической стрессовой реакции, с **увеличением частоты сердечных сокращений** [29,30,35] и **частоты дыхания** [15,21,23,34], в некоторых случаях также к значительному **повышению артериального давления** [25,35].

У людей, склонных к панике, вызывающая стресс **норадренергическая симпатическая активация** может быть частично напрямую опосредована углекислым газом (CO_2) в locus coeruleus в стволе мозга [39,78,79,153], а также обычным путем через хемочувствительные нейроны nucleus solitarius в стволе мозга [136,154]. Ядро solitarius [136], расположенное в самой глубокой части ствола мозга (продолговатый мозг), является воротами для нейронного контроля дыхания и кровообращения [154]. Снижение уровня кислорода (O_2) в крови также вызывает активацию симпатической оси через хеморецепторы в сонных артериях [155,156].

Даже подпороговые изменения газов крови, например, спровоцированные при ношении масок, вызывают реакции этих регуляторных органов в центральной нервной системе. Поэтому маски вызывают прямые реакции в важных центрах управления пораженного мозга через малейшие изменения содержания кислорода и углекислого газа в крови пользователей масок. [136,154,155].

Научно доказана связь между нарушенным дыханием и кардиореспираторными заболеваниями, такими как гипертония, ночное апноэ и метаболический синдром [56,57]. Здесь интересно то, что **снижение уровня кислорода/ O_2 в крови**, а также **повышение уровня углекислого газа/ CO_2 в крови** считаются основными триггерами симпатической реакции на стресс [38,136]. Вышеупомянутые хемочувствительные нейроны nucleus solitarius в стволе мозга считаются основными ответственными центрами контроля [136,154,155]. Таким образом, клиническим эффектом длительного ношения маски может быть возможное усиление хронических стрессовых реакций и негативное влияние на метаболизм в направлении метаболического синдрома. Найденные нами исследования показывают, что такие соответствующие болезни изменения дыхательных газов (O_2 и CO_2) [38,136] уже достигаются при ношении защитных масок [13,15,18,19,21-34].

Связь между гипоксией, симпатическими реакциями и высвобождением лептина научно известна [136].

Также важна связь **дыхания с влиянием на другие телесные функции** [56,57], в том числе **на психику с генерацией положительных эмоций и драйва** [153]. Последние результаты нейропсихобиологических исследований показывают, что дыхание является не только функцией, регулируемой физическими величинами для их контроля (механизм обратной связи), но и самостоятельно влияет на мозговые центры более высокого уровня и таким образом также помогает формировать психологические и другие физические функции и реакции [153,157,158].

Поскольку маски затрудняют и ускоряют дыхание пользователя, они работают полностью вразрез с принципами оздоровительного дыхания [56,57] из холистической медицины и йоги. Согласно последним исследованиям, спокойное дыхание необходимо для счастья и здорового движения [157,159], но маски противодействуют этому.

Таким образом, результат значительных изменений газов крови в направлении гипоксии (снижение насыщения кислородом) и гиперкапнии (повышение концентрации углекислого газа), вызванных масками, способен оказать клинически значимое влияние на организм человека, даже не выходя за пределы нормы.

Сдвиги газов крови в сторону гипоксии и гиперкапнии, согласно последним научным знаниям, влияют не только на описанные непосредственные, психологические и физиологические реакции на макроскопическом и микроскопическом уровнях, но и на экспрессию генов и метаболизм на молекулярно-клеточном уровне в самых разных клетках организма. Таким образом **резкое, разрушительное вмешательство масок в физиологию организма проявляется вплоть до клеточного уровня**, например, в активации фактора, индуцируемого гипоксией (**HIF Hypoxia Induced Factor**) как при гиперкапнии, так и при гипоксии [160]. HIF - это транскрипционный фактор, который регулирует снабжение клеток кислородом и активирует сигнальные пути, имеющие отношение к адаптивным реакциям. Например, HIF подавляет стволовые клетки, способствует росту опухолевых клеток и воспалительным процессам [160].

Соответственно, основываясь на эффектах масок, способствующих развитию гипоксии и гиперкапнии, которые были впервые всесторонне описаны в данном исследовании, можно предположить потенциальное разрушительное воздействие вплоть до внутриклеточного уровня (HIF-a), в частности, при длительном и чрезмерном использовании масок. Таким образом, в дополнение к вегетативной реакции на хронический стресс у носителей масок, которая опосредуется через мозговые центры, вероятно также неблагоприятное влияние на метаболизм на клеточном уровне. С перспективой дальнейшего использования масок в повседневной жизни это также открывает интересное поле для исследований в будущем.

То, что длительное воздействие латентно повышенного уровня CO₂ и неблагоприятного состава дыхательного воздуха способствует развитию

заболеваний, было признано уже в ранние годы. Еще в 1983 году ВОЗ описала синдром «Вредного помещения» как состояние, при котором жильцы здания испытывают острые эффекты, связанные с болезнью, которые усиливаются со временем пребывания в здании, без конкретных причин или заболеваний [161,162]. Синдром поражает людей, которые проводят большую часть времени в помещении, часто с сублимированно повышенным уровнем CO₂, и подвержены таким симптомам, как учащенное сердцебиение, повышение артериального давления, головная боль, усталость и трудности с концентрацией внимания [38,162].

Некоторые жалобы, описанные в найденных нами исследованиях об эффективности защитных масок (Таблица 1), удивительно похожи на жалобы при синдроме «Вредного помещения» [161]. Температура, содержание углекислого газа в воздухе, головная боль, головокружение, головокружение и зуд также играют роль в синдроме «Вредного помещения». С одной стороны, при длительном использовании маски сами могут быть причиной таких эффектов, как описанный **синдром «Вредного помещения»**. С другой стороны, при ношении в кондиционированных помещениях они могут дополнительно усиливать эти эффекты, особенно если маски являются обязательными в зданиях. Тем не менее, в некоторых исследованиях [21,31,34] у носителей масок наблюдалось повышение значений систолического артериального давления, но статистическая значимость была обнаружена только в двух исследованиях [25,35].

Однако мы обнаружили значительно более значимые признаки увеличения частоты сердечных сокращений, головной боли, усталости и ухудшения концентрации внимания в связи с ношением маски (Изображение 2), что указывает на клиническую значимость ношения маски.

Согласно найденным научным результатам и выводам, измеримые неблагоприятные эффекты возникают в результате использования масок не только для здоровых, но и для больных людей, актуальность которых, вероятно, будет возрастать с продолжительностью использования [69].

Необходимы дальнейшие исследования, чтобы пролить свет на долгосрочные последствия широкого использования масок с сублиминальной гипоксией и гиперкапнией в общей популяции, также в отношении возможного усугубляющего воздействия на кардиореспираторные заболевания цивилизации, такие как гипертония, ночной апноэ и метаболический синдром. И так уже часто повышенный уровень углекислого газа (CO₂) в крови у людей с избыточным весом, пациентов с ночным апноэ и пациентов с перекрывающейся ХОБЛ, возможно, еще больше повышается из-за ношения повседневных масок. Это связано с тем, что не только высокий ИМТ (индекс массы тела), но и ночной апноэ ассоциируются с гиперкапнией в течение дня у этих пациентов (даже без масок) [19,163]. Для таких пациентов гиперкапния означает увеличение риска серьезных заболеваний с повышенной заболеваемостью, которая может еще больше

увеличиться при чрезмерном использовании маски [18,38].

Эффекты активации симпатического стресса, связанные с гиперкапнией, зависят даже от фазы цикла у женщин. Контролируемый механизмом прогестерона, симпатическая реакция, измеряемая повышением кровяного давления в лютеиновой фазе, соответственно значительно сильнее [164]. Это также может привести к различной чувствительности здоровых и больных женщин к нежелательным масочным эффектам, связанным с повышением уровня углекислого газа (CO₂).

В настоящем исследовании связанные с маской неблагоприятные физические и психологические изменения могли быть объективированы и у более молодых и здоровых людей. Физико-химические параметры в большинстве случаев не превышали нормальных значений, но **имели тенденцию к статистически значимому изменению ($p < 0,05$) в сторону патологических диапазонов**. Они сопровождались **физическими нарушениями (Изображение 2)**. Хорошо известно, что подпороговые стимулы способны вызывать патологические изменения при воздействии на них в течение соответственно длительного периода времени: не только однократная высокая доза переменного нарушения, но и хронически постоянное, подпороговое воздействие часто приводит к заболеванию [38,46-48,50-54]. Научно многократно измеряемые физические и химические эффекты маски **часто сопровождались типичными субъективными жалобами** и патофизиологическими явлениями. Тот факт, что они **часто возникают одновременно и вместе**, указывает на **масочный синдром**.

Изображение 2 показывает значительные физиологические, психологические, соматические и общепатологические изменения, зависящие от маски, и поражает их частая встречаемость вместе.

В рамках количественной оценки экспериментальных исследований мы действительно смогли продемонстрировать **статистически значимую корреляцию наблюдаемых побочных эффектов усталости и кислородного голодания при применении маски с $p < 0,05$** . Кроме того, мы обнаружили частое, одновременное и совместное возникновение других нежелательных эффектов в научных исследованиях (Изображение 2). Статистически значимые ассоциации таких неблагоприятных эффектов, возникающих в комбинации, уже были описаны в первичных исследованиях [21,29].

В 7-ми из 8-ми исследований (88 %) мы выявили совместное проявление физического параметра повышения температуры под маской с симптомом нарушения дыхания. Мы обнаружили аналогичный результат для снижения насыщения кислородом под маской и симптома нарушения дыхания, причем в 6-ти из 9-ти исследований (67 %) они были обнаружены синхронно.

В 9-ти из 11ти научных работ (82 %) мы определили совместное возникновение повышения уровня углекислого газа и использования защитной маски типа N95. Мы обнаружили аналогичный результат для снижения уровня кислорода при использовании защитной маски типа N95 с одновременным и совместным появлением в 8-ми из 11-ти первичных работ (72 %).

Использование масок типа N95 также было связано с головной болью в 6-ти из 10-

ти соответствующих первичных исследований (60 %).

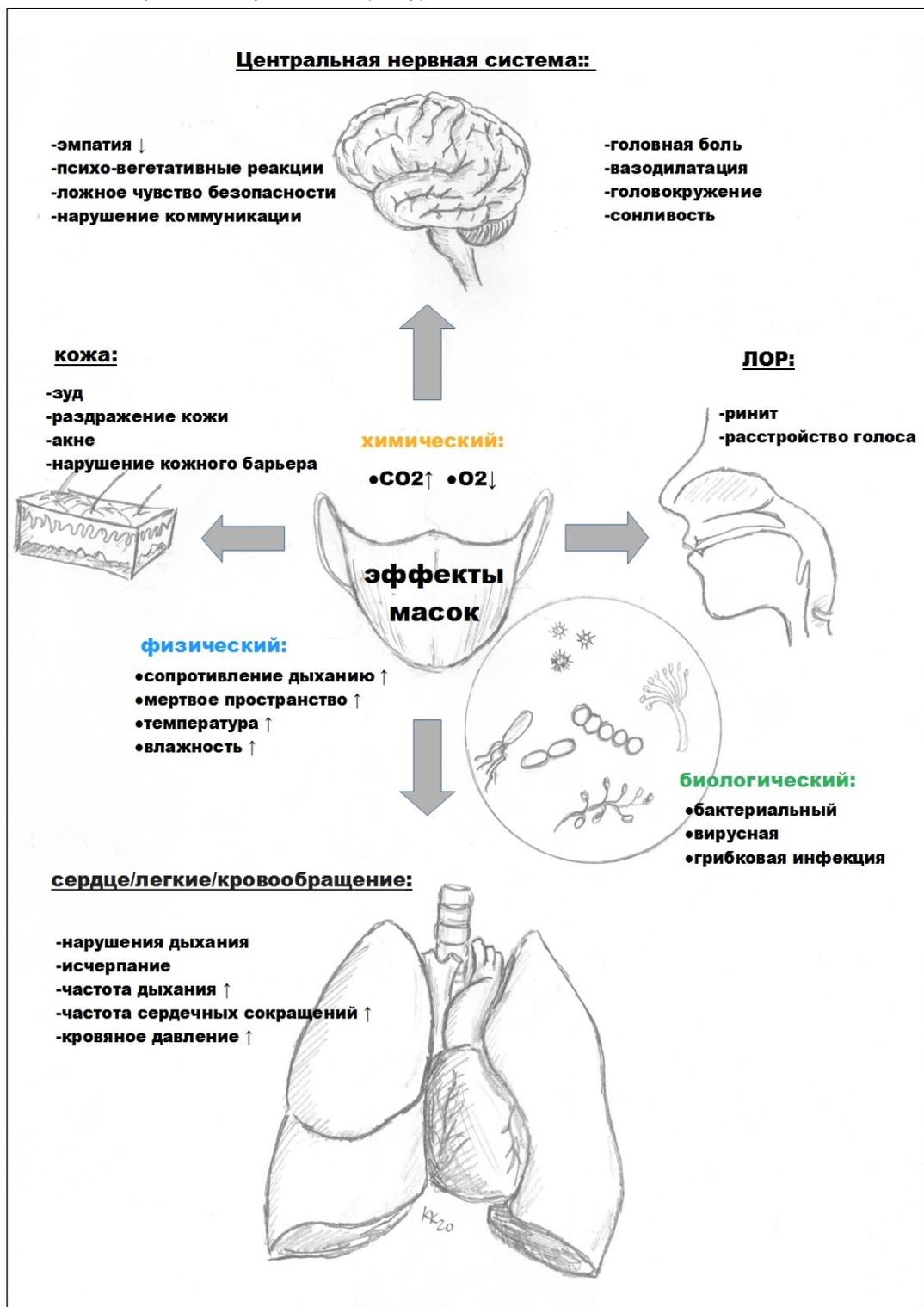
Совместное появление физических параметров повышения температуры и влажности под масками было обнаружено даже в 100 % в 6-ти из 6-ти исследований со значительными измерениями этих параметров (Изображение 2).

Поскольку эти симптомы были описаны в комбинации у носителей масок и не наблюдались изолированно в большинстве случаев, мы называем их - из-за единообразного представления в многочисленных работах по различным дисциплинам - общим **синдромом усталости, вызванным маской (СУВМ)**. Это включает следующие патофизиологические изменения и субъективные жалобы, часто статистически значимые ($p < 0,05$), которые часто встречаются в комбинации, как описано выше (см. раздел 3.1 - раздел 3.11, рисунки 2-4):

- **Увеличение объема мертвого пространства** [22,24,58,59] (Изображение 3, разделы 3.1 и 3.2).
- **Увеличение сопротивления дыханию** [31,35,61,118] (Изображение 3, Изображение 2: колонка 8).
- **Повышение содержания углекислого газа в крови** [13,15,19,21-28] (Изображение 2: колонка 5).
- **Снижение насыщения крови кислородом** [18,19,21,23,28-34] (Изображение 2: колонка 4).
- **Увеличение частоты сердечных сокращений** [15,19,23,29,30,35] (Изображение 2: колонка 12).
- **Снижение сердечно-легочного потенциала** [31] (раздел 3.2).
- **Чувство истощения** [15,19,21,29,31,32-34,35,69] (Изображение 2: колонка 14).
- **Увеличение частоты дыхания** [15,21,23,34] (Изображение 2: колонка 9).
- **Затрудненное дыхание и одышка** [15,19,21,23,25,29,31,34,35,71,85,101,133]. (Изображение 2: колонка 13).
- **Головная боль** [19,27,37,66-68,83] (изображение 2: колонка 17).
- **Головокружение** [23,29] (Изображение 2: колонка 16).
- **Ощущение сырости и тепла** [15,16,22,29,31,35,85,133] (Изображение 2: колонка 7).
- **Сонливость (качественный неврологический дефицит)** [19,29,32,36,37] (Изображение 2: колонка 15).
- **Снижение восприятия эмпатии** [99] (Изображение 2: колонка 19).
- **Нарушение барьерной функции кожи с акне, зудом и поражениями кожи** [37,72,73] (Изображение 2: колонка 20-22).

Из полученных результатов можно сделать вывод, что эффекты, которые часто уже ясны и описаны у здоровых людей, тем более выражены у больных людей, поскольку их компенсаторные механизмы, в зависимости от тяжести заболевания, снижены или истощены. Некоторые существующие исследования на пациентах и с пациентами с измеримыми патологическими эффектами масок подтверждают это предположение [19,23,25,34].

Изображение 4: Неблагоприятные эффекты маски как компоненты СУВМ (синдрома усталости, вызванного маской). Химические, физические и биологические эффекты, а также упомянутые последствия для систем органов, все они задокументированы в научной литературе и имеют статистически значимые результаты (Изображение 2). Термин "сонливость" здесь в совокупности обозначает любые качественные неврологические нарушения, описанные в изученной научной литературе.



Кроме того, в большинстве научных исследований время ношения масок в контексте измерений/исследований было значительно короче (в отношении общего времени ношения и применения), чем это ожидается от населения в целом в соответствии с действующими пандемическими правилами и нормами. Ограничения по времени ношения сегодня мало соблюдаются или сознательно игнорируются в ряде областей, как уже упоминалось в разделе 3.11 о медицине труда.

Вышеупомянутые факты позволяют сделать вывод, что описанные негативные эффекты масок, особенно у некоторых наших пациентов и очень пожилых людей, вполне могут быть более серьезными и неблагоприятными при длительном использовании, чем это представлено в некоторых исследованиях об эффективности защитных масок.

С медицинской точки зрения, также может быть трудно консультировать детей и взрослых, которые из-за социального давления (носить маску) и стремления к чувству принадлежности подавляют свои собственные потребности и проблемы до тех пор, пока эффект от масок не окажет заметное негативное влияние на их здоровье [76]. В конце концов, использование маски должно быть немедленно прекращено не позднее, чем при появлении одышки, сонливости или головокружения [23,25]. С этой точки зрения представляется разумным, чтобы лица, принимающие решения, и органы власти предоставляли информацию, определяли обязанности по инструктажу и предлагали соответствующее обучение для работодателей, учителей и других лиц, на которых возложены обязанности по надзору или уходу. В этом контексте можно также освежить и расширить знания о мерах оказания первой помощи. Пожилым людям, пациентам высокого риска с заболеваниями легких, кардиологическим пациентам, беременным женщинам или пациентам, перенесшим инсульт, рекомендуется проконсультироваться с врачом, чтобы обсудить безопасность использования маски типа N95, поскольку объем их легких или сердечно-легочная деятельность могут быть снижены [23]. Корреляция между возрастом и появлением вышеупомянутых симптомов при использовании маски статистически доказана [19].

Пациенты со сниженной сердечно-легочной функцией подвержены повышенному риску развития серьезной дыхательной недостаточности при использовании маски, согласно данным литературы [34]. Без возможности постоянного медицинского контроля можно сделать вывод, что им не следует носить маски, если за ними нет тщательного наблюдения. Американское общество астмы и аллергии уже рекомендовало соблюдать осторожность в использовании масок в контексте пандемии COVID 19 для пациентов с умеренными и тяжелыми заболеваниями легких [165].

Поскольку известно, что пациенты с тяжелым ожирением, ночным апноэ и ХОБЛ склонны к гиперкапнии, они также представляют собой группу риска по серьезным неблагоприятным последствиям для здоровья при длительном использовании маски [163]. Это связано с тем, что потенциальная способность масок производить дополнительную задержку CO₂ может не только оказать разрушительное воздействие на газы крови и физиологию дыхания пациентов,

но и привести к дальнейшим серьезным негативным последствиям для здоровья в долгосрочной перспективе. Интересно, что в эксперименте на животных увеличение содержания CO₂ при гиперкапнии приводит к **сокращению гладких мышц дыхательных путей с сужением бронхов** [166]. Этот эффект может объяснить наблюдаемые легочные декомпенсации у пациентов в масках с заболеваниями легких (раздел 3.2) [23,34].

Пациенты с болезнью почек в конечной стадии, нуждающиеся в диализе, согласно найденным литературным данным, являются следующими кандидатами на соответствующее освобождение от ношения маски [34].

Согласно критериям Центра по контролю и профилактике заболеваний, США (CDC), больные и беспомощные люди, которые не могут самостоятельно снять маску, в любом случае должны быть освобождены от обязательства ее ношения [82]. Поскольку можно предположить, что дети реагируют на маски еще более чувствительней, в литературе высказывается мнение, что маски являются противопоказанием для детей с эпилепсией (гипервентиляция как триггер припадков) [63]. Кроме того, в области педиатрии особое внимание следует уделить феномену маски, описанному в разделе психологических, психиатрических и социологических эффектов, с возможным **провоцированием панических атак при повторном вдыхании CO₂** в случае предрасположенности, а также усилением клаустрофобических страхов [77-79,167]. Нарушение вербальной [43,45,71] и невербальной коммуникации и, следовательно, социального взаимодействия, вызванное маской, особенно серьезно для детей. Маски ограничивают социальное взаимодействие и блокируют позитивное восприятие (улыбки и смех) и эмоциональную мимику (выражение лица) [42].

Задokumentированы вызванные маской легкие или умеренные **когнитивные нарушения** с замедлением мышления, снижением внимания и головокружением [19,23,29,32,36,37,39-41,69], а также психологические и неврологические последствия [135], следует дополнительно учитывать, когда маски обязательны в школе и вблизи как общественного так и не общественного транспорта, также в связи с возможным повышенным риском несчастных случаев (см. также побочные эффекты и опасности, связанные с профессиональной гигиеной) [19,29,32,36,37].

Критерии исключения, упомянутые в педиатрических исследованиях об эффективности защитных масок (см. Детские нарушения) [26,133], также должны применяться для исключения их из общего требования к маскам в соответствии с научными выводами для защиты соответствующих больных детей. Долгосрочные социологические, психологические и образовательные последствия широкого обязательного требования ношения масок, распространенного на школы, также непредсказуемы в отношении психологического и физического развития здоровых детей [42,135].

Интересно, что, согласно диссертационной работе по исследованию Covid-19 из Бременского университета, дети "заражаются реже, болеют реже, летальность близка к нулю, и они также реже передают инфекцию", - говорится в диссертации 2.0 Бременского университета на странице 6 [138]. Соответственно,

исследования, проведенные в реальных условиях с конечными результатами, показывающими отсутствие инфекций, отсутствие заболеваемости, отсутствие смертности и только низкую инфекционность у детей, явно составляют большинство, согласно тезисам работы 3.0 немецкого университета города Бремен [138]. Недавнее немецкое наблюдательное исследование (это 5.600 отчитывающихся педиатров) также показало удивительно низкую частоту заболевания у детей [168]. Заражение взрослых SARS-CoV-2 от детей рассматривалось только в одном предполагаемом случае, но не могло быть доказано с уверенностью, поскольку родители также имели многочисленные контакты и факторы воздействия вирусных инфекций в связи с их профессиональной деятельностью. В этом отношении циркулирующие в государственных СМИ заголовки о том, что дети вносят большой вклад в заболеваемость инфекциями, следует считать анекдотическими.

У беременных женщин использование масок во время стресса или в состоянии покоя в течение длительных периодов времени следует рассматривать как критическое, поскольку этот вопрос мало изучен [20]. Если имеются четкие научные доказательства увеличения вентиляции мертвого пространства с возможным накоплением CO_2 в крови матери, следует воздержаться от использования масок беременными женщинами в течение более 1 ч, а также при физических нагрузках, чтобы защитить еще не родившегося ребенка [20,22]. В этом отношении маски, способствующие гиперкапнии, могут выступать в качестве сбивающей переменной для градиента CO_2 между плодом и матерью (см. гинекологические эффекты масок, раздел 3.6) [20,22,28].

Согласно литературе, приведенной в соответствующем разделе, страдающим, упомянутым в разделе 3.5 (расстройством личности с тревогой и паническими атаками, клаустрофобией, деменцией и шизофренией), маскироваться, если вообще маскироваться, следует только после тщательного рассмотрения преимуществ и недостатков. Следует учитывать возможную провокацию количества и тяжести панических атак [77-79].

У пациентов с головной болью можно ожидать обострения симптомов при длительном использовании маски (см. также раздел 3.3., Неврологические побочные эффекты) [27,66-68].

В результате повышения содержания углекислого газа (CO_2) в крови при применении маски происходит вазодилатация в центральной нервной системе и снижение пульсации кровеносных сосудов [27]. В этом контексте также интересно отметить радиологические эксперименты, демонстрирующие увеличение объема мозга при подпороговом, но все еще в пределах нормы, повышении содержания CO_2 в крови с помощью структурной МРТ. Повышение содержания углекислого газа в крови было получено у 7-ми испытуемых путем повторного вдыхания, при этом медиана концентрации углекислого газа составила 42 мм рт. ст. и интерквартильный размах 39,44 мм рт. ст., что соответствует только подпороговому повышению, учитывая нормальные значения 32-45 мм рт. ст. В эксперименте значительное увеличение паренхимального объема мозга было измерено при повышенном уровне артериального CO_2 ($p < 0,02$), с одновременным уменьшением пространства CSF ($p < 0,04$), полностью в соответствии с доктриной

Монро-Келли, согласно которой общий объем внутри черепа всегда остается неизменным. Авторы интерпретировали увеличение объема мозга как выражение увеличения объема крови из-за вызванного **увеличением CO₂ расширения церебральных сосудов** [169].

Последствия подобного подпорогового повышения содержания углекислого газа (CO₂) даже под масками [13,15,18,19,22,23,25] неясны для людей с патологическими изменениями внутри черепа (аневризмы, опухоли и т.д.) с соответствующими сосудистыми изменениями [27] и смещением объема мозга [169], особенно при длительном ношении, но могут иметь большое значение из-за происходящего смещения объема крови, связанного с газом. Также необъяснимым в связи с увеличением объема мертвого пространства является более длительное и повышенное накопление и повторное вдыхание других компонентов дыхательного воздуха, помимо CO₂, как у детей, так и у пожилых и больных людей. Выдыхаемый воздух содержит более 250 веществ, включая раздражающие или токсичные газы, такие как оксиды азота (NO), сероводород (H₂S), изопрен и ацетон [170]. Для оксидов азота [47] и сероводорода [46] в экологической медицине были описаны патологические эффекты, имеющие отношение к заболеванию, даже при низком, но хроническом воздействии [46-48].

Среди летучих органических соединений в выдыхаемом воздухе по количеству преобладают ацетон и изопрен, но также следует упомянуть аллилметилсульфид, пропионовую кислоту и этанол (некоторые бактериального происхождения) [171]. Вступают ли такие вещества в химическую реакцию друг с другом под масками, в мертвом пространстве, расширяемом масками (Изображение 3), и с самой тканью маски, и в каких количествах эти и возможные продукты реакции выводятся с дыханием, пока не выяснено. Эти эффекты также могут играть роль в отношении нежелательных эффектов маски в дополнение к описанным изменениям газов крови (падение O₂ и повышение CO₂). Здесь необходимы дальнейшие исследования, которые представляют особый интерес в случае длительного и повсеместного использования масок.

ВОЗ видит потенциальные социальные и экономические преимущества в интеграции отдельных компаний и сообществ, которые производят собственные тканевые маски. В связи с глобальной нехваткой хирургических масок и средств индивидуальной защиты она рассматривает это как источник дохода и отмечает, что повторное использование тканевых масок может снизить затраты и отходы и способствовать устойчивому развитию [2]. Помимо вопроса о процедурах сертификации таких тканевых масок, в данном контексте также стоит упомянуть тот факт, что в связи с обширным обязательством по использованию масок, текстильные (искусственные) вещества, некоторые из которых не разлагаются в организме, попадают в организм путем вдыхания в виде микрочастиц и наночастиц как компоненты масок различных типов, хронически и в необычной степени. Здесь, в случае медицинских масок, используются одноразовые полимеры, такие как полипропилен, полиуретан, полиакрилонитрил, полистирол, поликарбонат, полиэтилен и полиэстер [140]. ЛОР-врачи уже смогли обнаружить частицы такого типа в слизистой оболочке носа у

пользователей масок с реакцией слизистой оболочки по типу реакции инородного тела при рините [96]. В случае с общественными масками к вышеупомянутым веществам, скорее всего, добавляются дополнительные вещества из текстильной промышленности. Организм попытается поглотить эти вещества через макрофаги и клетки-мусорщики в рамках реакции инородного тела в дыхательных путях и легочных альвеолах, а безуспешные попытки расщепить их могут привести к высвобождению токсинов и соответствующим местным и генерализованным реакциям [172]. Таким образом, широкие средства защиты органов дыхания при постоянном длительном использовании (24/7), по крайней мере, с теоретической точки зрения, также потенциально несут риск развития связанных с маской легочных [47] или даже генерализованных расстройств, как это уже известно в странах третьего мира у текстильщиков, хронически подвергающихся воздействию органической пыли (биссиноз) [172].

Для широкой общественности, с научной точки зрения, необходимо использовать давние знания о защите органов дыхания в области медицины труда, чтобы защитить, в частности, детей от вреда, причиняемого несертифицированными масками и неправильным их использованием.

Общая, неопределенная и расширенная обязательность масок - без учета множественных предрасположенностей и восприимчивостей - противоречит утверждению о все более важной индивидуализированной медицине с акцентом на уникальные характеристики каждого человека [173].

Систематический обзор по теме масок необходим в соответствии с результатами нашего обзорного исследования. Первичные исследования часто демонстрировали недостатки в операционализации, особенно в оценке когнитивных и нейропсихологических параметров. В будущем здесь пригодятся компьютеризированные процедуры тестирования. Исследование масок также должно поставить в качестве будущей цели изучение и определение подгрупп, для которых использование респиратора является особенно рискованным.

5. Ограничения

Наш подход, сфокусированный на негативных эффектах, соответствует подходу Виллалонга-Оливес и Кавачи (Villalonga-Olives & Kawachi) [12]. С помощью такой избирательной постановки вопроса в смысле диалектики можно получить новые открытия, которые в противном случае могли бы остаться скрытыми. Наш поиск литературы был сосредоточен на неблагоприятных негативных эффектах масок, в частности, для выявления рисков, характерных для определенных групп пациентов. Поэтому публикации, представляющие только положительные эффекты масок, не рассматривались в данном обзоре.

Что касается подборки исследований с безвредными результатами при использовании масок, то тут следует обратиться к обзорам с другим исследовательским вопросом, где необходимо обратить внимание на любые конфликты интересов. Некоторые из исключенных нами исследований без

отрицательных эффектов показали методологические недостатки (небольшие, неоднородные экспериментальные группы, отсутствие контрольной группы даже без масок из-за ограничений из-за коронавируса и т.д.) [174].

Если в публикациях не было описано ни одного негативного сопутствующего эффекта, это никак не означает, что маски оказывают исключительно положительное действие. Вполне возможно, что негативные эффекты просто не были упомянуты в литературе, и количество негативных эффектов вполне может быть выше, чем предполагает наш обзор.

Мы провели поиск только в одной базе данных, поэтому количество работ о негативных эффектах масок может быть больше, чем мы сообщили.

Для того чтобы иметь возможность описать характерные эффекты для каждого типа масок еще более подробно, мы не располагали достаточными научными данными о соответствующих специальных конструкциях масок. В связи с текущей ситуацией с пандемией, сопровождающейся обязательной маскировкой, существует большая потребность в исследованиях в этой области.

Кроме того, эксперименты, оцененные в настоящей работе, не всегда имеют единые параметры измерения и переменные исследования, и, в зависимости от исследования, рассматривают влияние масок в состоянии покоя или при стрессе у пользователей с различным состоянием здоровья. Таким образом, таблица на изображении 2 представляет собой компромисс. Результаты первичных исследований применения масок часто не показывали естественной вариации параметров, но часто наблюдались такие четкие ассоциации симптомов и физиологических изменений, что статистический корреляционный анализ не всегда был необходим. Мы обнаружили многочисленные значимые и наглядные корреляции с часто наблюдаемыми побочными эффектами и статистически значимую корреляцию кислородного голодания и усталости в 58% рассматриваемых исследований ($p < 0,05$). Статистически значимые доказательства корреляции были ранее продемонстрированы для других наблюдаемых показателей в двух первичных исследованиях [21,29].

Наиболее часто используемым средством индивидуальной защиты от твердых частиц во время пандемии COVID-19 является маска типа N95 [23]. Благодаря своим характеристикам (лучшая фильтрующая функция, но большее сопротивление дыхательных путей и больший объем мертвого пространства, чем у других масок), маска типа N95 способна более четко, чем другие, подчеркнуть негативное воздействие таких средств защиты (**Изображение 3**). Таким образом, относительно частое рассмотрение и оценка масок типа N95 в найденных исследованиях (30 из 44-х количественно оцененных исследований, 68 %), даже выгодно в контексте нашего исследовательского вопроса.

Тем не менее, остается отметить, что продаваемые на рынке общественные маски все больше становятся похожи на средства защиты, которые лучше изучены в научных исследованиях, такие как хирургические маски и маски типа N95, поскольку многочисленные производители и пользователи общественных масок стремятся приблизиться к профессиональному стандарту (хирургические, N95/FFP2). Результаты недавних исследований общественных масок указывают на аналогичное воздействие на физиологию дыхания, описанное для медицинских

масок. В недавней публикации тканевые маски (общественные маски) также вызвали измеримое увеличение содержания углекислого газа $PtcCO_2$ у пользователей во время нагрузки и по этому эффекту вплотную приблизились к хирургическим маскам [21].

Большинство исследований, приведенных в нашей статье, включали лишь короткие периоды наблюдения и применения (длительность ношения маски в исследовании варьировалась от 5-ти минут [26] до 12-ти часов [19]. Только в одном исследовании максимальный период наблюдения составил примерно 2 месяца [37]. Поэтому реальное негативное воздействие масок за более длительный период применения может быть более выраженным, чем это представлено в нашей работе.

6. Заключение

С одной стороны, пропаганда длительного использования маски остается преимущественно теоретической и может быть подкреплена лишь отдельными случаями, аргументами правдоподобия, основанными на модельных расчетах, и многообещающими лабораторными испытаниями *in vitro*.

Более того, последние исследования SARS-CoV-2 показывают как значительно более низкую инфекционность [175], так и смертность случаев, чем считалось ранее, поскольку можно подсчитать, что медианное скорректированное значение IFR (infection fatality rate) составило 0,10% в местах с более низким, чем в среднем по миру, уровнем смертности населения COVID-19 [176]. В начале октября 2020 года ВОЗ также публично объявила, что, согласно прогнозам, COVID-19 приведет к летальному исходу примерно у 0,14% заболевших, по сравнению с 0,10% при эндемическом гриппе, что опять же значительно ниже ожидаемого [177].

С другой стороны, эффекты, производимые масками, имеют вполне клиническое значение. В нашей работе мы сосредоточились исключительно на неблагоприятных и негативных эффектах, которые могут быть вызваны масками, закрывающими рот и нос. Были получены достоверно значимые доказательства изменений в физиологии дыхания пользователя, вызванных маской, которые происходят в комбинации ($p < 0,05$, $n \geq 50\%$), и мы обнаружили кластеризованную, совместную встречаемость различных неблагоприятных эффектов в рамках рассматриваемых исследований со значительно измеренными эффектами (**Изображение 2**). Например, мы смогли продемонстрировать статистически значимую корреляцию наблюдаемого неблагоприятного эффекта падения уровня кислорода в крови и симптома усталости с $p < 0,05$ в рамках количественного анализа, несмотря на различия между первичными исследованиями.

Наш обзор литературы показал, что «**синдром усталости, вызванный маской**», может возникать как у здоровых, так и у больных людей, причем типичные изменения и симптомы часто наблюдаются в сочетании, например, **увеличение**

объема мертвого пространства дыхательных путей [22,24], 58,59], увеличение сопротивления дыханию [31,35,60,61], увеличение содержания углекислого газа в крови [13,15,17,19,21-29,30,35], снижение насыщения крови кислородом [18,19,21,23,28-34], увеличение частоты сердечных сокращений [23,29,30,35], повышение артериального давления [25,35], снижение сердечно-легочной емкости [31], увеличение частоты дыхания [15,21,23,34,36], одышка и затрудненное дыхание [15,17,19,21,23,25,29,31,34,35,60,71,85,101,133], головная боль [19,27,29,37,66-68,71,83], головокружение [23,29], чувство жара и промозглости [17,22,29,31,35,44,71,85,133], снижение способности концентрироваться [29], снижение способности мыслить [36, 37], сонливость [19,29,32,36,37], снижение восприятия эмпатии [99], нарушение барьерной функции кожи [37,72,73] с зудом [31,35,67,71-73,91-93], акне, повреждениями и раздражением кожи [37,72,73] и общим ощущаемым истощением [15,19,21,29,31,32,34,35,69] (изображение 2-4).

Ношение масок не вызывает постоянных клинических отклонений от нормы физиологических параметров, но, согласно научной литературе, следует ожидать долгосрочных патологических последствий, имеющих клиническое значение, через более длительный эффект с подпороговым действием и значительным сдвигом в патологическом направлении. Для изменений, которые не превышают нормальных значений, но постоянно повторяются, таких как увеличение содержания углекислого газа в крови [38,160], увеличение частоты сердечных сокращений [55] или увеличение частоты дыхания [56,57], которые были зафиксированы при ношении маски [13,15,17,19,21-30,34,35] (Изображение 2), научно предполагается долгосрочное формирование высокого кровяного давления [25,35], атеросклероза, ишемической болезни сердца и неврологических заболеваний [38,55-57,160]. Этот принцип патогенетического повреждения при хроническом воздействии малых доз с долгосрочным эффектом, который приводит к болезни или состояниям, связанным с болезнью, уже широко изучен и описан во многих областях экологической медицины [38,46-54].

Согласно фактам и корреляциям, которые мы обнаружили, длительное ношение маски может вызвать хронический симпатический стрессовый ответ, вызываемый изменениями газов крови и контролируемый мозговыми центрами. Это, в свою очередь, вызывает и провоцирует метаболический синдром с сердечно-сосудистыми и неврологическими заболеваниями в дополнение к иммуносупрессии.

Мы нашли в изученной литературе по маскам не только информацию о таких возможных долгосрочных эффектах, но и доказательства увеличения прямых краткосрочных эффектов с увеличением продолжительности ношения маски с точки зрения кумулятивного эффекта для: задержки углекислого газа, сонливости, головной боли, чувства усталости, раздражения кожи (покраснение, зуд) и микробиологического заражения (бактериальная колонизация) [19,22,37,66,68,69,89, 91,92].

В целом, точная частота описанной совокупности симптомов «синдрома истощения, вызванного маской» в общей популяции людей, использующих

маски, остается неясной и не может быть оценена из-за недостатка данных. Теоретически, вызванные маской эффекты снижения содержания кислорода в кровяном газе и повышения содержания углекислого газа распространяются на клеточный уровень с индукцией транскрипционного фактора HIF (hypoxia-induced factor) и усилением воспалительных и противораковых эффектов [160] и, таким образом, могут также оказывать негативное влияние на уже существующую клиническую картину. В любом случае, синдром усталости, потенциально вызываемый масками (**Изображения 3 и 4**), контрастирует с **определением здоровья, данным ВОЗ**: "Здоровье - это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не просто отсутствие болезни или немощи" [178].

Все научные факты, обнаруженные в нашей работе, расширяют базу знаний для дифференцированного взгляда на дебаты о масках. Этот выигрыш может быть полезен как для лиц, принимающих решения, которым придется решать вопрос об обязательном использовании масок во время пандемии под постоянным контролем соразмерности, так и для врачей, которые на этой основе смогут более адекватно консультировать своих пациентов. При определенных заболеваниях, с учетом данных литературы, найденных в данном исследовании, лечащему врачу также необходимо взвесить преимущества и риски в отношении обязательного использования маски. Если придерживаться строго научного подхода, то рекомендация об освобождении от маски может быть обоснована в рамках медицинской экспертизы (**Изображение 5**).

Изображение 5: Заболевания/предрасположенности со значительными рисками согласно найденной литературе для использования масок в качестве весового показателя для сертификатов.

<u>Повышенный риск побочных эффектов при использовании масок:</u>		
<u>Внутренние заболевания</u> ХОБЛ Синдром апноэ во сне прогрессирующая почечная недостаточность Ожирение Сердечно-легочная дисфункция Астма	<u>Психиатрическое заболевание</u> Клаустрофобия Паническое расстройство Расстройства личности Деменция Шизофрения беспомощные пациенты фиксированные и седативные пациенты	<u>Неврологические заболевания</u> Страдающие мигренью и головной болью Пациенты с внутричерепными образованиями Эпилепсия
<u>Педиатрические заболевания</u> Астма Респираторные заболевания Сердечно-легочные заболевания Нейромышечные заболевания Эпилепсия	<u>ЛОР-заболевания</u> Расстройства голосового аппарата Риниты и обструктивные заболевания <u>Дерматологические заболевания</u> Акне Атопический	<u>Профессиональные ограничения по здоровью</u> умеренная / тяжелая физическая работа <u>Гинекологические ограничения</u> Беременные женщины

Помимо защиты здоровья своих пациентов, врачи также должны основывать свои действия на руководящем принципе Женевской декларации 1948 года, пересмотренной в 2017 году. В соответствии с ним каждый врач клянется ставить здоровье и достоинство своего пациента на первое место и, даже под угрозой, не

использовать свои медицинские знания для нарушения прав человека и гражданских свобод [9].

В контексте этих выводов, мы, таким образом, пропагандируем однозначно медицинское благоразумие, соответствующее законодательству, взвешивая научные факты [2,4,5,16,130,132,143,175-177] против преимущественно основанных на предположениях утверждений об общей эффективности масок. Однако всегда с учетом возможных нежелательных индивидуальных эффектов для соответствующего пациента и пользователя маски, полностью в соответствии с принципами доказательной медицины и этическими рекомендациями врача.

Результаты настоящего обзора литературы могут помочь включить ношение маски в дифференциальную диагностику патофизиологических причин, рассматриваемых каждым врачом, при наличии соответствующей симптоматики (**синдром усталости, вызванный маской, Изображение 4**). Таким образом, врач может составить первоначальный **каталог симптомов**, которые могут быть связаны с ношением маски (**Изображение 2**), а также исключить определенные заболевания из общего требования к маске (**Изображение 5**). Для исследователей перспектива дальнейшего использования масок в повседневной жизни предполагает области для дальнейшей исследовательской деятельности. На наш взгляд, дальнейшие исследования особенно желательны в гинекологической (фетальной и эмбриональной) и педиатрической областях, поскольку дети являются уязвимой группой, которая сталкивается с наиболее длительными и, следовательно, наиболее глубокими последствиями потенциально рискованного использования масок. В этом контексте полезными представляются также фундаментальные исследования на клеточном уровне, касающиеся индуцированного маской запуска транскрипционного фактора NIF с потенциальным стимулированием иммуносупрессии и канцерогенности. С научной точки зрения, наш обзор демонстрирует необходимость проведения систематического обзора.

Описанные связанные с маской изменения в физиологии дыхания могут оказывать неблагоприятное влияние на газы крови пользователя субклинически, а частично и клинически проявляться, и таким образом оказывать негативное воздействие на основу всей аэробной жизни - внешнее и внутреннее дыхание - с влиянием на самые разнообразные системы органов и метаболические процессы, с физическими, психологическими и социальными последствиями для человека.

Авторский вклад: Концептуализация, К.К. и О.Х.; методология, К.К. и О.Х.; программное обеспечение, О.Х.; формальный анализ, К.К., О.Х., П.Г., А.П., Б.К., Д.Г., С.Ф. и О.К.; исследование, К.К., О.Х., П.Г., А.П., Б.К., Д.Г., S.F., and О.К.; написание - подготовка первоначального проекта, К.К., О.Н., P.G., A.P., B.K., D.G., S.F., and O.K.; написание - рецензирование и редактирование, К.К., О.Н., P.G., A.P., B.K., D.G., S.F., and O.K.

Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

Финансирование: данное исследование не получало внешнего финансирования.

Заявление Совета по институциональному надзору: не применимо.

Заявление об информированном согласии: не применимо.

Заявление о доступности данных: не применимо.

Благодарности: Мы благодарим Бониту Бланкарт за перевод рукописи. За помощь в ее области знаний мы хотели бы поблагодарить: Таню Бёнке (психология), Никола Фельс (педиатрия), Михаэля Грёнке (анестезиология), Базиле Маркос (психиатрия), Бартоломеуа Марис (гинекология) и Маркуса Вейт (фармацевт).

Конфликты интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Переведено с помощью www.DeepL.com/Translator (бесплатная версия)

Список литературных источников

1. Organization, W.H. WHO - Advice on the Use of Masks in the Context of COVID-19: Interim Guidance, 6 April 2020. 2020.
2. Organization, W.H. WHO - Advice on the Use of Masks in the Context of COVID-19: Interim Guidance, 5 June 2020. 2020.
3. Chu, D.K.; Akl, E.A.; Duda, S.; Solo, K.; Yaacoub, S.; Schünemann, H.J.; Chu, D.K.; Akl, E.A.; El-harakeh, A.; Bognanni, A. et al. Physical Distancing, Face Masks, and Eye Protection to Prevent Person-to-Person Transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Lancet* 2020, 395, 1973–1987, doi:10.1016/S0140-6736(20)31142-9.
4. Jefferson, T.; Jones, M.; Ansari, L.A.A.; Bawazeer, G.; Beller, E.; Clark, J.; Conly, J.; Mar, C.D.; Dooley, E.; Ferroni, E.; et al. Physical Interventions to Interrupt or Reduce the Spread of Respiratory Viruses. Part 1 - Face Masks, Eye Protection and Person Distancing: Systematic Review and Meta-Analysis. *medRxiv* 2020, 2020.03.30.20047217, doi:10.1101/2020.03.30.20047217.
5. Kappstein, I. Mund-Nasen-Schutz in der Öffentlichkeit: Keine Hinweise für eine Wirksamkeit. *Krankenhaushygiene up2date* 2020, 15, 279–295, doi:10.1055/a-1174-6591.
6. De Brouwer, C. Wearing a Mask, a Universal Solution Against COVID-19 or an Additional Health Risk? 2020, doi:10.13140/RG.2.2.32273.66403.
7. Ewig, S.; Gatermann, S.; Lemmen, S. Die Maskierte Gesellschaft. *Pneumologie* 2020, 74, 405–408, doi:10.1055/a-1199-4525.
8. Great Barrington Declaration Great Barrington Declaration and Petition Available online: <https://gbdeclaration.org/> (accessed on 9 November 2020).
9. WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Geneva.
10. WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.
11. WMA - The World Medical Association-WMA Declaration of Lisbon on the Rights of the Patient.
12. Villalonga-Olives, E.; Kawachi, I. The Dark Side of Social Capital: A Systematic Review of the Negative Health Effects of Social Capital. *Soc Sci Med* 2017, 194, 105–127, doi:10.1016/j.socscimed.2017.10.020.
13. Butz, U. Rückatmung von Kohlendioxid bei Verwendung von Operationsmasken als hygienischer Mundschutz an medizinischem Fachpersonal, Universitätsbibliothek der Technischen Universität München, 2005.
14. Smolka, L.; Borkowski, J.; Zaton, M. The Effect of Additional Dead Space on Respiratory Exchange Ratio and Carbon Dioxide Production Due to Training. *J Sports Sci Med* 2014, 13, 36–43.
15. Roberge, R.J.; Kim, J.-H.; Benson, S.M. Absence of Consequential Changes in Physiological, Thermal and Subjective Responses from Wearing a Surgical Mask. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 2012, 181, 29–35, doi:10.1016/j.resp.2012.01.010.
16. Matuschek, C.; Moll, F.; Fangerau, H.; Fischer, J.C.; Zänker, K.; van Griensven, M.; Schneider, M.; Kindgen-Milles, D.; Knoefel, W.T.; Lichtenberg, A.; et al. Face Masks: Benefits and Risks during the COVID-19 Crisis. *European Journal of Medical Research* 2020, 25, 32, doi:10.1186/s40001-020-00430-5.
17. Roberge, R.J.; Coca, A.; Williams, W.J.; Powell, J.B.; Palmiero, A.J. Physiological Impact of the N95 Filtering Facepiece Respirator on Healthcare Workers. *Respir Care* 2010, 55, 569–577.
18. Pifarré, F.; Zabala, D.D.; Grazioli, G.; de Yzaguirre i Maura, I. COVID 19 and Mask in Sports. *Apunts Sports Medicine* 2020, doi:10.1016/j.apunsm.2020.06.002.
19. Rebmann, T.; Carrico, R.; Wang, J. Physiologic and Other Effects and Compliance with Long-Term Respirator Use among Medical Intensive Care Unit Nurses. *Am J Infect Control* 2013, 41, 1218–1223, doi:10.1016/j.ajic.2013.02.017.
20. Roeckner, J.T.; Krstić, N.; Sipe, B.H.; Običan, S.G. N95 Filtering Facepiece Respirator Use during Pregnancy: A Systematic Review. *Am J Perinatol* 2020, 37, 995–1001, doi:10.1055/s-0040-1712475.

21. Georgi C, Haase-Fielitz A, Meretz D, Gäsert L, Butter C Einfluss gängiger Gesichtsmasken auf physiologische Parameter und Belastungsempfinden unter arbeitstypischer körperlicher Anstrengung. *Deutsches Ärzteblatt* **2020**, 674–5, doi:DOI: 10.3238/arztebl.2020.0674.
22. Roberge, R.J.; Kim, J.-H.; Powell, J.B. N95 Respirator Use during Advanced Pregnancy. *Am J Infect Control* **2014**, *42*, 1097–1100, doi:10.1016/j.ajic.2014.06.025.
23. Kyung, S.Y.; Kim, Y.; Hwang, H.; Park, J.-W.; Jeong, S.H. Risks of N95 Face Mask Use in Subjects With COPD. *Respir Care* **2020**, *65*, 658–664, doi:10.4187/respcare.06713.
24. Epstein, D.; Korytny, A.; Isenberg, Y.; Marcusohn, E.; Zukermann, R.; Bishop, B.; Minha, S.; Raz, A.; Miller, A. Return to Training in the COVID-19 Era: The Physiological Effects of Face Masks during Exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* **2020**, *n/a*, doi:10.1111/sms.13832.
25. Mo, Y. Risk and Impact of Using Mask on COPD Patients with Acute Exacerbation during the COVID-19 Outbreak: A Retrospective Study. **2020**, doi:10.21203/rs.3.rs-39747/v1.
26. Goh, D.Y.T.; Mun, M.W.; Lee, W.L.J.; Teoh, O.H.; Rajgor, D.D. A Randomised Clinical Trial to Evaluate the Safety, Fit, Comfort of a Novel N95 Mask in Children. *Scientific Reports* **2019**, *9*, 18952, doi:10.1038/s41598-019-55451-w.
27. Bharatendu, C.; Ong, J.J.Y.; Goh, Y.; Tan, B.Y.Q.; Chan, A.C.Y.; Tang, J.Z.Y.; Leow, A.S.; Chin, A.; Sooi, K.W.X.; Tan, Y.L.; et al. Powered Air Purifying Respirator (PAPR) Restores the N95 Face Mask Induced Cerebral Hemodynamic Alterations among Healthcare Workers during COVID-19 Outbreak. *J Neurol Sci* **2020**, *417*, 117078, doi:10.1016/j.jns.2020.117078.
28. Tong, P.S.Y.; Kale, A.S.; Ng, K.; Loke, A.P.; Choolani, M.A.; Lim, C.L.; Chan, Y.H.; Chong, Y.S.; Tambyah, P.A.; Yong, E.-L. Respiratory Consequences of N95-Type Mask Usage in Pregnant Healthcare Workers—a Controlled Clinical Study. *Antimicrobial Resistance & Infection Control* **2015**, *4*, 48, doi:10.1186/s13756-015-0086-z.
29. Liu, C.; Li, G.; He, Y.; Zhang, Z.; Ding, Y. Effects of Wearing Masks on Human Health and Comfort during the COVID-19 Pandemic. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **2020**, *531*, 012034, doi:10.1088/1755-1315/531/1/012034.
30. Beder, A.; Büyükoçak, U.; Sabuncuoğlu, H.; Keskil, Z.A.; Keskil, S. Preliminary Report on Surgical Mask Induced Deoxygenation during Major Surgery. *Neurocirugia (Astur)* **2008**, *19*, 121–126, doi:10.1016/s1130-1473(08)70235-5.
31. Fikenzer, S.; Uhe, T.; Lavall, D.; Rudolph, U.; Falz, R.; Busse, M.; Hepp, P.; Laufs, U. Effects of Surgical and FFP2/N95 Face Masks on Cardiopulmonary Exercise Capacity. *Clin Res Cardiol* **2020**, 1–9, doi:10.1007/s00392-020-01704-y.
32. Jagim, A.R.; Dominy, T.A.; Camic, C.L.; Wright, G.; Doberstein, S.; Jones, M.T.; Oliver, J.M. Acute Effects of the Elevation Training Mask on Strength Performance in Recreational Weight Lifters. *J Strength Cond Res* **2018**, *32*, 482–489, doi:10.1519/JSC.0000000000002308.
33. Porcari, J.P.; Probst, L.; Forrester, K.; Doberstein, S.; Foster, C.; Cress, M.L.; Schmidt, K. Effect of Wearing the Elevation Training Mask on Aerobic Capacity, Lung Function, and Hematological Variables. *J Sports Sci Med* **2016**, *15*, 379–386.
34. Kao, T.-W.; Huang, K.-C.; Huang, Y.-L.; Tsai, T.-J.; Hsieh, B.-S.; Wu, M.-S. The Physiological Impact of Wearing an N95 Mask during Hemodialysis as a Precaution against SARS in Patients with End-Stage Renal Disease. *J Formos Med Assoc* **2004**, *103*, 624–628.
35. Li, Y.; Tokura, H.; Guo, Y.P.; Wong, A.S.W.; Wong, T.; Chung, J.; Newton, E. Effects of Wearing N95 and Surgical Facemasks on Heart Rate, Thermal Stress and Subjective Sensations. *Int Arch Occup Environ Health* **2005**, *78*, 501–509, doi:10.1007/s00420-004-0584-4.
36. Johnson, A.T. Respirator Masks Protect Health but Impact Performance: A Review. *Journal of Biological Engineering* **2016**, *10*, 4, doi:10.1186/s13036-016-0025-4.
37. Rosner, E. Adverse Effects of Prolonged Mask Use among Healthcare Professionals during COVID-19. **2020**, doi:10.23937/2474-3658/1510130.
38. Azuma, K.; Kagi, N.; Yanagi, U.; Osawa, H. Effects of Low-Level Inhalation Exposure to Carbon Dioxide in Indoor Environments: A Short Review on Human Health and Psychomotor Performance. *Environment International* **2018**, *121*, 51–56, doi:10.1016/j.envint.2018.08.059.
39. Drechsler, M.; Morris, J. Carbon Dioxide Narcosis. In *StatPearls*; StatPearls Publishing: Treasure Island (FL), 2020.

40. Noble, J.; Jones, J.G.; Davis, E.J. Cognitive Function during Moderate Hypoxaemia. *Anaesth Intensive Care* **1993**, *21*, 180–184, doi:10.1177/0310057X9302100208.
41. Fothergill, D.M.; Hedges, D.; Morrison, J.B. Effects of CO₂ and N₂ Partial Pressures on Cognitive and Psychomotor Performance. *Undersea Biomed Res* **1991**, *18*, 1–19.
42. Spitzer, M. Masked Education? The Benefits and Burdens of Wearing Face Masks in Schools during the Current Corona Pandemic. *Trends Neurosci Educ* **2020**, *20*, 100138, doi:10.1016/j.tine.2020.100138.
43. Heider, C.A.; Álvarez, M.L.; Fuentes-López, E.; González, C.A.; León, N.I.; Verástegui, D.C.; Badía, P.I.; Napolitano, C.A. Prevalence of Voice Disorders in Healthcare Workers in the Universal Masking COVID-19 Era. *The Laryngoscope* **2020**, *n/a*, doi:10.1002/lary.29172.
44. Roberge, R.J.; Kim, J.-H.; Coca, A. Protective Facemask Impact on Human Thermoregulation: An Overview. *Ann Occup Hyg* **2012**, *56*, 102–112, doi:10.1093/annhyg/mer069.
45. Palmiero, A.J.; Symons, D.; Morgan, J.W.; Shaffer, R.E. SPEECH INTELLIGIBILITY ASSESSMENT OF PROTECTIVE FACEMASKS AND AIR-PURIFYING RESPIRATORS. *J Occup Environ Hyg* **2016**, *13*, 960–968, doi:10.1080/15459624.2016.1200723.
46. Simonton, D.; Spears, M. Human Health Effects from Exposure to Low-Level Concentrations of Hydrogen Sulfide. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)* **2007**, *76*, 102, 104.
47. Salimi, F.; Morgan, G.; Rolfe, M.; Samoli, E.; Cowie, C.T.; Hanigan, I.; Knibbs, L.; Cope, M.; Johnston, F.H.; Guo, Y.; et al. Long-Term Exposure to Low Concentrations of Air Pollutants and Hospitalisation for Respiratory Diseases: A Prospective Cohort Study in Australia. *Environment International* **2018**, *121*, 415–420, doi:10.1016/j.envint.2018.08.050.
48. Dominici, F.; Schwartz, J.; Di, Q.; Braun, D.; Choirat, C.; Zanobetti, A. Assessing Adverse Health Effects of Long-Term Exposure to Low Levels of Ambient Air Pollution: Phase 1. *Res Rep Health Eff Inst* **2019**, 1–51.
49. Alleva, R.; Manzella, N.; Gaetani, S.; Bacchetti, T.; Bracci, M.; Ciarapica, V.; Monaco, F.; Borghi, B.; Amati, M.; Ferretti, G.; et al. Mechanism Underlying the Effect of Long-Term Exposure to Low Dose of Pesticides on DNA Integrity. *Environ Toxicol* **2018**, *33*, 476–487, doi:10.1002/tox.22534.
50. Roh, T.; Lynch, C.F.; Weyer, P.; Wang, K.; Kelly, K.M.; Ludewig, G. Low-Level Arsenic Exposure from Drinking Water Is Associated with Prostate Cancer in Iowa. *Environmental Research* **2017**, *159*, 338–343, doi:10.1016/j.envres.2017.08.026.
51. Deering, K.E.; Callan, A.C.; Prince, R.L.; Lim, W.H.; Thompson, P.L.; Lewis, J.R.; Hinwood, A.L.; Devine, A. Low-Level Cadmium Exposure and Cardiovascular Outcomes in Elderly Australian Women: A Cohort Study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **2018**, *221*, 347–354, doi:10.1016/j.ijheh.2017.12.007.
52. Kosnett, M. Health Effects of Low Dose Lead Exposure in Adults and Children, and Preventable Risk Posed by the Consumption of Game Meat Harvested with Lead Ammunition. **2009**, doi:10.4080/ilsa.2009.0103.
53. Crinnion, W.J. Environmental Medicine, Part Three: Long-Term Effects of Chronic Low-Dose Mercury Exposure. *Altern Med Rev* **2000**, *5*, 209–223.
54. Wu, S.; Han, J.; Vleugels, R.A.; Puett, R.; Laden, F.; Hunter, D.J.; Qureshi, A.A. Cumulative Ultraviolet Radiation Flux in Adulthood and Risk of Incident Skin Cancers in Women. *British Journal of Cancer* **2014**, *110*, 1855–1861, doi:10.1038/bjc.2014.43.
55. Custodis Florian; Schirmer Stephan H.; Baumhäkel Magnus; Heusch Gerd; Böhm Michael; Laufs Ulrich Vascular Pathophysiology in Response to Increased Heart Rate. *Journal of the American College of Cardiology* **2010**, *56*, 1973–1983, doi:10.1016/j.jacc.2010.09.014.
56. Russo, M.A.; Santarelli, D.M.; O'Rourke, D. The Physiological Effects of Slow Breathing in the Healthy Human. *Breathe (Sheff)* **2017**, *13*, 298–309, doi:10.1183/20734735.009817.
57. Nuckowska, M.K.; Gruszecki, M.; Kot, J.; Wolf, J.; Guminski, W.; Frydrychowski, A.F.; Wtorek, J.; Narkiewicz, K.; Winkowski, P.J. Impact of Slow Breathing on the Blood Pressure and Subarachnoid Space Width Oscillations in Humans. *Scientific Reports* **2019**, *9*, 6232, doi:10.1038/s41598-019-42552-9.
58. Johnson, A.T.; Scott, W.H.; Lausted, C.G.; Coyne, K.M.; Sahota, M.S.; Johnson, M.M. Effect of External Dead Volume on Performance While Wearing a Respirator. *AIHAJ - American Industrial Hygiene Association* **2000**, *61*, 678–684, doi:10.1080/15298660008984577.

59. Xu, M.; Lei, Z.; Yang, J. Estimating the Dead Space Volume Between a Headform and N95 Filtering Facepiece Respirator Using Microsoft Kinect. *Journal of occupational and environmental hygiene* **2015**, *12*, doi:10.1080/15459624.2015.1019078.
60. Lee, H.P.; Wang, D.Y. Objective Assessment of Increase in Breathing Resistance of N95 Respirators on Human Subjects. *Ann Occup Hyg* **2011**, *55*, 917–921, doi:10.1093/annhyg/mer065.
61. Roberge, R.; Bayer, E.; Powell, J.; Coca, A.; Roberge, M.; Benson, S. Effect of Exhaled Moisture on Breathing Resistance of N95 Filtering Facepiece Respirators. *The Annals of occupational hygiene* **2010**, *54*, 671–7, doi:10.1093/annhyg/meq042.
62. Jamjoom, A.; Nikkar-Esfahani, A.; Fitzgerald, J. Operating Theatre Related Syncope in Medical Students: A Cross Sectional Study. *BMC Medical Education* **2009**, *9*, 14, doi:10.1186/1472-6920-9-14.
63. Asadi-Pooya, A.A.; Cross, J.H. Is Wearing a Face Mask Safe for People with Epilepsy? *Acta Neurologica Scandinavica* **2020**, *142*, 314–316, doi:10.1111/ane.13316.
64. Lazzarino, A.I.; Steptoe, A.; Hamer, M.; Michie, S. Covid-19: Important Potential Side Effects of Wearing Face Masks That We Should Bear in Mind. *BMJ* **2020**, *369*, doi:10.1136/bmj.m2003.
65. Guaranha, M.S.B.; Garzon, E.; Buchpiguel, C.A.; Tazima, S.; Yacubian, E.M.T.; Sakamoto, A.C. Hyperventilation Revisited: Physiological Effects and Efficacy on Focal Seizure Activation in the Era of Video-EEG Monitoring. *Epilepsia* **2005**, *46*, 69–75, doi:https://doi.org/10.1111/j.0013-9580.2005.11104.x.
66. Ong, J.J.Y.; Bharatendu, C.; Goh, Y.; Tang, J.Z.Y.; Sooi, K.W.X.; Tan, Y.L.; Tan, B.Y.Q.; Teoh, H.-L.; Ong, S.T.; Allen, D.M.; et al. Headaches Associated With Personal Protective Equipment - A Cross-Sectional Study Among Frontline Healthcare Workers During COVID-19. *Headache* **2020**, *60*, 864–877, doi:10.1111/head.13811.
67. Jacobs, J.L.; Ohde, S.; Takahashi, O.; Tokuda, Y.; Omata, F.; Fukui, T. Use of Surgical Face Masks to Reduce the Incidence of the Common Cold among Health Care Workers in Japan: A Randomized Controlled Trial. *Am J Infect Control* **2009**, *37*, 417–419, doi:10.1016/j.ajic.2008.11.002.
68. Ramirez-Moreno, J.M. Mask-Associated de Novo Headache in Healthcare Workers during the Covid-19 Pandemic. | MedRxiv. **2020**, doi:https://doi.org/10.1101/2020.08.07.20167957.
69. Shenal, B.V.; Radonovich, L.J.; Cheng, J.; Hodgson, M.; Bender, B.S. Discomfort and Exertion Associated with Prolonged Wear of Respiratory Protection in a Health Care Setting. *J Occup Environ Hyg* **2011**, *9*, 59–64, doi:10.1080/15459624.2012.635133.
70. Rains, S.A. The Nature of Psychological Reactance Revisited: A Meta-Analytic Review. *Human Communication Research* **2013**, *39*, 47–73, doi:https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2012.01443.x.
71. Matusiak, Ł.; Szepietowska, M.; Krajewski, P.; Białynicki-Birula, R.; Szepietowski, J.C. Inconveniences Due to the Use of Face Masks during the COVID-19 Pandemic: A Survey Study of 876 Young People. *Dermatologic Therapy* **2020**, *33*, e13567, doi:10.1111/dth.13567.
72. Foo, C.C.I.; Goon, A.T.J.; Leow, Y.; Goh, C. Adverse Skin Reactions to Personal Protective Equipment against Severe Acute Respiratory Syndrome – a Descriptive Study in Singapore. *Contact Dermatitis* **2006**, *55*, 291–294, doi:10.1111/j.1600-0536.2006.00953.x.
73. Hua, W.; Zuo, Y.; Wan, R.; Xiong, L.; Tang, J.; Zou, L.; Shu, X.; Li, L. Short-Term Skin Reactions Following Use of N95 Respirators and Medical Masks. *Contact Dermatitis* **2020**, *83*, 115–121, doi:10.1111/cod.13601.
74. Prousa, D. Studie zu psychischen und psychovegetativen Beschwerden mit den aktuellen Mund-Nasenschutz-Verordnungen. **2020**, doi:10.23668/psycharchives.3135.
75. Sell, T.K.; Hosangadi, D.; Trotochaud, M. Misinformation and the US Ebola Communication Crisis: Analyzing the Veracity and Content of Social Media Messages Related to a Fear-Inducing Infectious Disease Outbreak. *BMC Public Health* **2020**, *20*, 550, doi:10.1186/s12889-020-08697-3.
76. Ryan, R.M.; Deci, E.L. Self-determination theory and the role of basic psychological needs in personality and the organization of behavior. In *Handbook of personality: Theory and research, 3rd ed*; The Guilford Press: New York, NY, US, 2008; pp. 654–678 ISBN 978-1-59385-836-0.
77. Kent, J.M.; Papp, L.A.; Martinez, J.M.; Browne, S.T.; Coplan, J.D.; Klein, D.F.; Gorman, J.M. Specificity of Panic Response to CO(2) Inhalation in Panic Disorder: A Comparison with Major Depression and Premenstrual Dysphoric Disorder. *Am J Psychiatry* **2001**, *158*, 58–67, doi:10.1176/appi.ajp.158.1.58.

78. Morris, L.S.; McCall, J.G.; Charney, D.S.; Murrrough, J.W. The Role of the Locus Coeruleus in the Generation of Pathological Anxiety. *Brain Neurosci Adv* **2020**, *4*, doi:10.1177/2398212820930321.
79. Gorman, J.M.; Askanazi, J.; Liebowitz, M.R.; Fyer, A.J.; Stein, J.; Kinney, J.M.; Klein, D.F. Response to Hyperventilation in a Group of Patients with Panic Disorder. *Am J Psychiatry* **1984**, *141*, 857–861, doi:10.1176/ajp.141.7.857.
80. Tsugawa, A.; Sakurai, S.; Inagawa, Y.; Hirose, D.; Kaneko, Y.; Ogawa, Y.; Serisawa, S.; Takenoshita, N.; Sakurai, H.; Kanetaka, H.; et al. Awareness of the COVID-19 Outbreak and Resultant Depressive Tendencies in Patients with Severe Alzheimer's Disease. *JAD* **2020**, *77*, 539–541, doi:10.3233/JAD-200832.
81. Maguire, P.A.; Reay, R.E.; Looi, J.C. Nothing to Sneeze at - Uptake of Protective Measures against an Influenza Pandemic by People with Schizophrenia: Willingness and Perceived Barriers. *Australas Psychiatry* **2019**, *27*, 171–178, doi:10.1177/1039856218815748.
82. COVID-19: Considerations for Wearing Masks | CDC Available online: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/cloth-face-cover-guidance.html> (accessed on 12 November 2020).
83. Lim, E.C.H.; Seet, R.C.S.; Lee, K. -H.; Wilder-Smith, E.P.V.; Chuah, B.Y.S.; Ong, B.K.C. Headaches and the N95 Face-mask amongst Healthcare Providers. *Acta Neurol Scand* **2006**, *113*, 199–202, doi:10.1111/j.1600-0404.2005.00560.x.
84. Badri, F.M.A. Surgical Mask Contact Dermatitis and Epidemiology of Contact Dermatitis in Healthcare Workers. *Current Allergy and Clinical Immunology* **2017**, *30*, 183–188.
85. Scarano, A.; Inchingolo, F.; Lorusso, F. Facial Skin Temperature and Discomfort When Wearing Protective Face Masks: Thermal Infrared Imaging Evaluation and Hands Moving the Mask. *Int J Environ Res Public Health* **2020**, *17*, doi:10.3390/ijerph17134624.
86. Luksamijarulkul, P.; Aiempadit, N.; Vatanasomboon, P. Microbial Contamination on Used Surgical Masks among Hospital Personnel and Microbial Air Quality in Their Working Wards: A Hospital in Bangkok. *Oman Med J* **2014**, *29*, 346–350, doi:10.5001/omj.2014.92.
87. Chughtai, A.A.; Stelzer-Braid, S.; Rawlinson, W.; Pontivivo, G.; Wang, Q.; Pan, Y.; Zhang, D.; Zhang, Y.; Li, L.; MacIntyre, C.R. Contamination by Respiratory Viruses on Outer Surface of Medical Masks Used by Hospital Healthcare Workers. *BMC Infect Dis* **2019**, *19*, 491, doi:10.1186/s12879-019-4109-x.
88. Monalisa, D. Microbial Contamination of the Mouth Masks Used By Post- Graduate Students in a Private Dental Institution: An In-Vitro Study. **2017**, *7*.
89. Zhiqing, L.; Yongyun, C.; Wenxiang, C.; Mengning, Y.; Yuanqing, M.; Zhenan, Z.; Haishan, W.; Jie, Z.; Kerong, D.; Huiwu, L.; et al. Surgical Masks as Source of Bacterial Contamination during Operative Procedures. *J Orthop Translat* **2018**, *14*, 57–62, doi:10.1016/j.jot.2018.06.002.
90. Koch-Institut, R. *Influenza-Monatsbericht*; Robert Koch-Institut, 2020;
91. Techasatian, L.; Lebsing, S.; Uppala, R.; Thaowandee, W.; Chaiyarit, J.; Supakunpinyo, C.; Panombualert, S.; Mairiang, D.; Saengnipanthkul, S.; Wichajarn, K.; et al. The Effects of the Face Mask on the Skin Underneath: A Prospective Survey During the COVID-19 Pandemic. *J Prim Care Community Health* **2020**, *11*, 2150132720966167, doi:10.1177/2150132720966167.
92. Lan, J.; Song, Z.; Miao, X.; Li, H.; Li, Y.; Dong, L.; Yang, J.; An, X.; Zhang, Y.; Yang, L.; et al. Skin Damage among Health Care Workers Managing Coronavirus Disease-2019. *J Am Acad Dermatol* **2020**, *82*, 1215–1216, doi:10.1016/j.jaad.2020.03.014.
93. Szepietowski, J.C.; Matusiak, Ł.; Szepietowska, M.; Krajewski, P.K.; Białynicki-Birula, R. Face Mask-Induced Itch: A Self-Questionnaire Study of 2,315 Responders During the COVID-19 Pandemic. *Acta Derm Venereol* **2020**, *100*, adv00152, doi:10.2340/00015555-3536.
94. Darlenski, R.; Tsankov, N. COVID-19 Pandemic and the Skin: What Should Dermatologists Know? *Clin Dermatol* **2020**, doi:10.1016/j.clindermatol.2020.03.012.
95. Muley, P. 'Mask Mouth'- a Novel Threat to Oral Health in the COVID Era – Dr Pooja Muley. *Dental Tribune South Asia* **2020**.

96. Klimek, L.; Huppertz, T.; Alali, A.; Spielhaupter, M.; Hörmann, K.; Matthias, C.; Hagemann, J. A New Form of Irritant Rhinitis to Filtering Facepiece Particle (FFP) Masks (FFP2/N95/KN95 Respirators) during COVID-19 Pandemic. *World Allergy Organ J* **2020**, *13*, 100474, doi:10.1016/j.waojou.2020.100474.
97. COVID-19 Mythbusters – World Health Organization Available online: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters> (accessed on 28 January 2021).
98. Asadi, S.; Cappa, C.D.; Barreda, S.; Wexler, A.S.; Bouvier, N.M.; Ristenpart, W.D. Efficacy of Masks and Face Coverings in Controlling Outward Aerosol Particle Emission from Expiratory Activities. *Scientific Reports* **2020**, *10*, 15665, doi:10.1038/s41598-020-72798-7.
99. Wong, C.K.M.; Yip, B.H.K.; Mercer, S.; Griffiths, S.; Kung, K.; Wong, M.C.; Chor, J.; Wong, S.Y. Effect of Facemasks on Empathy and Relational Continuity: A Randomised Controlled Trial in Primary Care. *BMC Family Practice* **2013**, *14*, 200, doi:10.1186/1471-2296-14-200.
100. Organization, W.H.; Fund (UNICEF), U.N.C. WHO - Advice on the Use of Masks for Children in the Community in the Context of COVID-19: Annex to the Advice on the Use of Masks in the Context of COVID-19, 21 August 2020. **2020**.
101. Person, E.; Lemercier, C.; Royer, A.; Reychler, G. Effet du port d'un masque de soins lors d'un test de marche de six minutes chez des sujets sains. *Revue des Maladies Respiratoires* **2018**, *35*, 264–268, doi:10.1016/j.rmr.2017.01.010.
102. Johnson, A.T.; Scott, W.H.; Phelps, S.J.; Caretti, D.M.; Koh, F.C. How Is Respirator Comfort Affected by Respiratory Resistance? *JOURNAL-INTERNATIONAL SOCIETY FOR RESPIRATORY PROTECTION* **2005**, *22*, 38.
103. Koh, F.C.; Johnson, A.T.; Scott, W.H.; Phelps, S.J.; Francis, E.B.; Cattungal, S. The Correlation Between Personality Type and Performance Time While Wearing a Respirator. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* **2006**, *3*, 317–322, doi:10.1080/15459620600691264.
104. *DGUV Grundsätze Für Arbeitsmedizinische...* | ISBN 978-3-87247-733-0 | *Fachbuch Online Kaufen - Lehmanns.De*; Gentner, A W, 2010; ISBN 978-3-87247-733-0.
105. Browse by Country - NATLEX Available online: https://www.ilo.org/dyn/natlex/natlex4.byCountry?p_lang=en (accessed on 28 January 2021).
106. BAuA - SARS-CoV-2 FAQ Und Weitere Informationen - Kennzeichnung von Masken Aus USA, Kanada, Australien/Neuseeland, Japan, China Und Korea - Bundesanstalt Für Arbeitsschutz Und Arbeitsmedizin Available online: <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Coronavirus/pdf/Kennzeichnung-Masken.html> (accessed on 28 January 2021).
107. Veit, M. Hauptsache Maske!? *DAZ.online* **2020**, ,S. 26,.
108. MacIntyre, C.R.; Seale, H.; Dung, T.C.; Hien, N.T.; Nga, P.T.; Chughtai, A.A.; Rahman, B.; Dwyer, D.E.; Wang, Q. A Cluster Randomised Trial of Cloth Masks Compared with Medical Masks in Healthcare Workers. *BMJ Open* **2015**, *5*, doi:10.1136/bmjopen-2014-006577.
109. MacIntyre, C.R.; Chughtai, A.A. Facemasks for the Prevention of Infection in Healthcare and Community Settings. *BMJ* **2015**, *350*, h694, doi:10.1136/bmj.h694.
110. MacIntyre, C.R.; Wang, Q.; Seale, H.; Yang, P.; Shi, W.; Gao, Z.; Rahman, B.; Zhang, Y.; Wang, X.; Newall, A.T.; et al. A Randomized Clinical Trial of Three Options for N95 Respirators and Medical Masks in Health Workers. *Am J Respir Crit Care Med* **2013**, *187*, 960–966, doi:10.1164/rccm.201207-1164OC.
111. Dellweg, D.; Lepper, P.M.; Nowak, D.; Köhnlein, T.; Olgemöller, U.; Pfeifer, M. [Position Paper of the German Respiratory Society (DGP) on the Impact of Community Masks on Self-Protection and Protection of Others in Regard to Aerogen Transmitted Diseases]. *Pneumologie* **2020**, *74*, 331–336, doi:10.1055/a-1175-8578.
112. Luckman, A.; Zeitoun, H.; Isoni, A.; Loomes, G.; Vlaev, I.; Powdthavee, N.; Read, D. *Risk Compensation during COVID-19: The Impact of Face Mask Usage on Social Distancing.*; OSF Preprints, 2020;
113. Sharma, I.; Vashnav, M.; Sharma, R. COVID-19 Pandemic Hype: Losers and Gainers. *Indian Journal of Psychiatry* **2020**, *62*, 420, doi:10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry_1060_20.
114. BfArM - Empfehlungen Des BfArM - Hinweise Des BfArM Zur Verwendung von Mund–Nasen-Bedeckungen (z.B. Selbst Hergestellten Masken, „Community- Oder DIY-Masken“), Medizinischen Gesichtsmasken Sowie Partikelfiltrierenden Halbmasken (FFP1, FFP2 Und FFP3) Im Zusammenhang Mit Dem Coronavirus (SARS-CoV-2

- / Covid-19 Available online:
<https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Medizinprodukte/DE/schutzmasken.html> (accessed on 12 November 2020).
115. MacIntyre, C.R.; Wang, Q.; Cauchemez, S.; Seale, H.; Dwyer, D.E.; Yang, P.; Shi, W.; Gao, Z.; Pang, X.; Zhang, Y.; et al. A Cluster Randomized Clinical Trial Comparing Fit-Tested and Non-Fit-Tested N95 Respirators to Medical Masks to Prevent Respiratory Virus Infection in Health Care Workers. *Influenza Other Respir Viruses* **2011**, *5*, 170–179, doi:10.1111/j.1750-2659.2011.00198.x.
 116. Gralton, J.; McLaws, M.-L. Protecting Healthcare Workers from Pandemic Influenza: N95 or Surgical Masks? *Crit Care Med* **2010**, *38*, 657–667, doi:10.1097/ccm.0b013e3181b9e8b3.
 117. Smith, J.D.; MacDougall, C.C.; Johnstone, J.; Copes, R.A.; Schwartz, B.; Garber, G.E. Effectiveness of N95 Respirators versus Surgical Masks in Protecting Health Care Workers from Acute Respiratory Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *CMAJ* **2016**, *188*, 567–574, doi:10.1503/cmaj.150835.
 118. Lee, S.-A.; Grinshpun, S.A.; Reponen, T. Respiratory Performance Offered by N95 Respirators and Surgical Masks: Human Subject Evaluation with NaCl Aerosol Representing Bacterial and Viral Particle Size Range. *Ann Occup Hyg* **2008**, *52*, 177–185, doi:10.1093/annhyg/men005.
 119. Zhu, N.; Zhang, D.; Wang, W.; Li, X.; Yang, B.; Song, J.; Zhao, X.; Huang, B.; Shi, W.; Lu, R.; et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine* **2020**, doi:10.1056/NEJMoa2001017.
 120. Oberg, T.; Brosseau, L.M. Surgical Mask Filter and Fit Performance. *Am J Infect Control* **2008**, *36*, 276–282, doi:10.1016/j.ajic.2007.07.008.
 121. Eninger, R.M.; Honda, T.; Adhikari, A.; Heinonen-Tanski, H.; Reponen, T.; Grinshpun, S.A. Filter Performance of N99 and N95 Facepiece Respirators Against Viruses and Ultrafine Particles. *Ann Occup Hyg* **2008**, *52*, 385–396, doi:10.1093/annhyg/men019.
 122. Morawska, L. Droplet Fate in Indoor Environments, or Can We Prevent the Spread of Infection? *Indoor Air* **2006**, *16*, 335–347, doi:10.1111/j.1600-0668.2006.00432.x.
 123. Ueki, H.; Furusawa, Y.; Iwatsuki-Horimoto, K.; Imai, M.; Kabata, H.; Nishimura, H.; Kawaoka, Y. Effectiveness of Face Masks in Preventing Airborne Transmission of SARS-CoV-2. *mSphere* **2020**, *5*, doi:10.1128/mSphere.00637-20.
 124. Radonovich, L.J.; Simberkoff, M.S.; Bessesen, M.T.; Brown, A.C.; Cummings, D.A.T.; Gaydos, C.A.; Los, J.G.; Krosche, A.E.; Gibert, C.L.; Gorse, G.J.; et al. N95 Respirators vs Medical Masks for Preventing Influenza Among Health Care Personnel: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* **2019**, *322*, 824, doi:10.1001/jama.2019.11645.
 125. Loeb, M.; Dafoe, N.; Mahony, J.; John, M.; Sarabia, A.; Glavin, V.; Webby, R.; Smieja, M.; Earn, D.J.D.; Chong, S.; et al. Surgical Mask vs N95 Respirator for Preventing Influenza Among Health Care Workers: A Randomized Trial. *JAMA* **2009**, *302*, 1865, doi:10.1001/jama.2009.1466.
 126. Konda, A.; Prakash, A.; Moss, G.A.; Schmoltdt, M.; Grant, G.D.; Guha, S. Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *ACS Nano* **2020**, *14*, 6339–6347, doi:10.1021/acsnano.0c03252.
 127. Chughtai, A. Use of Cloth Masks in the Practice of Infection Control – Evidence and Policy Gaps | International Journal of Infection Control. **2013**, doi:<https://doi.org/10.3396/ijic.v9i3.11366>.
 128. Labortest - Schutzmasken im Härtetest: Die meisten filtern ungenügend Available online: <https://www.srf.ch/news/panorama/labortest-schutzmasken-im-haertetest-die-meisten-filtern-ungenuegend> (accessed on 12 November 2020).
 129. MacIntyre, C.R.; Cauchemez, S.; Dwyer, D.E.; Seale, H.; Cheung, P.; Browne, G.; Fasher, M.; Wood, J.; Gao, Z.; Booy, R.; et al. Face Mask Use and Control of Respiratory Virus Transmission in Households. *Emerg Infect Dis* **2009**, *15*, 233–241, doi:10.3201/eid1502.081167.
 130. Xiao, J.; Shiu, E.Y.C.; Gao, H.; Wong, J.Y.; Fong, M.W.; Ryu, S.; Cowling, B.J. Nonpharmaceutical Measures for Pandemic Influenza in Nonhealthcare Settings—Personal Protective and Environmental Measures - Volume 26, Number 5—May 2020 - Emerging Infectious Diseases Journal - CDC., doi:10.3201/eid2605.190994.
 131. Aiello, A.E.; Murray, G.F.; Perez, V.; Coulborn, R.M.; Davis, B.M.; Uddin, M.; Shay, D.K.; Waterman, S.H.; Monto, A.S. Mask Use, Hand Hygiene, and Seasonal Influenza-like Illness among Young Adults: A Randomized Intervention Trial. *J Infect Dis* **2010**, *201*, 491–498, doi:10.1086/650396.

132. Bundgaard, H.; Bundgaard, J.S.; Raaschou-Pedersen, D.E.T.; von Buchwald, C.; Todsén, T.; Norsk, J.B.; Pries-Heje, M.M.; Vissing, C.R.; Nielsen, P.B.; Winsløw, U.C.; et al. Effectiveness of Adding a Mask Recommendation to Other Public Health Measures to Prevent SARS-CoV-2 Infection in Danish Mask Wearers. *Ann Intern Med* **2020**, doi:10.7326/M20-6817.
133. Smart, N.R.; Horwell, C.J.; Smart, T.S.; Galea, K.S. Assessment of the Wearability of Facemasks against Air Pollution in Primary School-Aged Children in London. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2020**, *17*, 3935, doi:10.3390/ijerph17113935.
134. Forgie, S.E.; Reitsma, J.; Spady, D.; Wright, B.; Stobart, K. The “Fear Factor” for Surgical Masks and Face Shields, as Perceived by Children and Their Parents. *Pediatrics* **2009**, *124*, e777-781, doi:10.1542/peds.2008-3709.
135. Schwarz, S.; Jenetzky, E.; Krafft, H.; Maurer, T.; Martin, D. *Corona Children Studies “Co-Ki”: First Results of a Germany-Wide Registry on Mouth and Nose Covering (Mask) in Children*; 2020;
136. Zoccal, D.B.; Furuya, W.I.; Bassi, M.; Colombari, D.S.A.; Colombari, E. The Nucleus of the Solitary Tract and the Coordination of Respiratory and Sympathetic Activities. *Front Physiol* **2014**, *5*, 238, doi:10.3389/fphys.2014.00238.
137. Neilson, S. The Surgical Mask Is a Bad Fit for Risk Reduction. *CMAJ* **2016**, *188*, 606–607, doi:10.1503/cmaj.151236.
138. SOCIUM Research Center on Inequality and Social Policy, Universität Bremen Available online: <https://www.socium.uni-bremen.de/ueber-das-socium/aktuelles/archiv/> (accessed on 28 January 2021).
139. Fadare, O.O.; Okoffo, E.D. Covid-19 Face Masks: A Potential Source of Microplastic Fibers in the Environment. *Sci Total Environ* **2020**, *737*, 140279, doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140279.
140. Potluri, P.; Needham, P. *Technical Textiles for Protection (Manchester EScholar - The University of Manchester)*; Woodhead Publishing, 2005;
141. Schnurr, R.E.J.; Alboiu, V.; Chaudhary, M.; Corbett, R.A.; Quanz, M.E.; Sankar, K.; Srain, H.S.; Thavarajah, V.; Xanthos, D.; Walker, T.R. Reducing Marine Pollution from Single-Use Plastics (SUPs): A Review. *Mar Pollut Bull* **2018**, *137*, 157–171, doi:10.1016/j.marpolbul.2018.10.001.
142. Reid, A.J.; Carlson, A.K.; Creed, I.F.; Eliason, E.J.; Gell, P.A.; Johnson, P.T.J.; Kidd, K.A.; MacCormack, T.J.; Olden, J.D.; Ormerod, S.J.; et al. Emerging Threats and Persistent Conservation Challenges for Freshwater Biodiversity. *Biol Rev Camb Philos Soc* **2019**, *94*, 849–873, doi:10.1111/brv.12480.
143. Fisher, K.A.; Tenforde, M.W.; Feldstein, L.R.; Lindsell, C.J.; Shapiro, N.I.; Files, D.C.; Gibbs, K.W.; Erickson, H.L.; Prekker, M.E.; Steingrub, J.S.; et al. Community and Close Contact Exposures Associated with COVID-19 among Symptomatic Adults ≥18 Years in 11 Outpatient Health Care Facilities - United States, July 2020. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* **2020**, *69*, 1258–1264, doi:10.15585/mmwr.mm6936a5.
144. Belkin, N. The Evolution of the Surgical Mask: Filtering Efficiency versus Effectiveness. *Infect Control Hosp Epidemiol* **1997**, *18*, 49–57, doi:10.2307/30141964.
145. Cowling, B.J.; Chan, K.-H.; Fang, V.J.; Cheng, C.K.Y.; Fung, R.O.P.; Wai, W.; Sin, J.; Seto, W.H.; Yung, R.; Chu, D.W.S.; et al. Facemasks and Hand Hygiene to Prevent Influenza Transmission in Households: A Cluster Randomized Trial. *Ann Intern Med* **2009**, *151*, 437–446, doi:10.7326/0003-4819-151-7-200910060-00142.
146. Cowling, B.J.; Zhou, Y.; Ip, D.K.M.; Leung, G.M.; Aiello, A.E. Face Masks to Prevent Transmission of Influenza Virus: A Systematic Review. *Epidemiology & Infection* **2010**, *138*, 449–456, doi:10.1017/S0950268809991658.
147. Institute of Medicine (US) Committee on Personal Protective Equipment for Healthcare Personnel to Prevent Transmission of Pandemic Influenza and Other Viral Respiratory Infections: Current Research Issues *Preventing Transmission of Pandemic Influenza and Other Viral Respiratory Diseases: Personal Protective Equipment for Healthcare Personnel: Update 2010*; Larson, E.L., Liverman, C.T., Eds.; National Academies Press (US): Washington (DC), 2011; ISBN 978-0-309-16254-8.
148. Matuschek, C.; Moll, F.; Fangerau, H.; Fischer, J.C.; Zänker, K.; van Griensven, M.; Schneider, M.; Kindgen-Milles, D.; Knoefel, W.T.; Lichtenberg, A.; et al. The History and Value of Face Masks. *European Journal of Medical Research* **2020**, *25*, 23, doi:10.1186/s40001-020-00423-4.
149. Spooner, J.L. History of Surgical Face Masks. *AORN Journal* **1967**, *5*, 76–80, doi:10.1016/S0001-2092(08)71359-0.
150. Burgess, A.; Horii, M. Risk, Ritual and Health Responsibilisation: Japan’s “safety Blanket” of Surgical Face Mask-Wearing. *Sociol Health Illn* **2012**, *34*, 1184–1198, doi:10.1111/j.1467-9566.2012.01466.x.

151. Beck, U. *Risk Society, Towards a New Modernity*; SAGE Publications Ltd; 1992;
152. Cheng, K.K.; Lam, T.H.; Leung, C.C. Wearing Face Masks in the Community during the COVID-19 Pandemic: Altruism and Solidarity. *Lancet* **2020**, doi:10.1016/S0140-6736(20)30918-1.
153. Melnychuk, M.C.; Dockree, P.M.; O'Connell, R.G.; Murphy, P.R.; Balsters, J.H.; Robertson, I.H. Coupling of Respiration and Attention via the Locus Coeruleus: Effects of Meditation and Pranayama. *Psychophysiology* **2018**, *55*, e13091, doi:https://doi.org/10.1111/psyp.13091.
154. Andresen, M.C.; Kunze, D.L. Nucleus Tractus Solitarius--Gateway to Neural Circulatory Control. *Annu Rev Physiol* **1994**, *56*, 93–116, doi:10.1146/annurev.ph.56.030194.000521.
155. Kline, D.D.; Ramirez-Navarro, A.; Kunze, D.L. Adaptive Depression in Synaptic Transmission in the Nucleus of the Solitary Tract after In Vivo Chronic Intermittent Hypoxia: Evidence for Homeostatic Plasticity. *J. Neurosci.* **2007**, *27*, 4663–4673, doi:10.1523/JNEUROSCI.4946-06.2007.
156. King, T.L.; Heesch, C.M.; Clark, C.G.; Kline, D.D.; Hasser, E.M. Hypoxia Activates Nucleus Tractus Solitarii Neurons Projecting to the Paraventricular Nucleus of the Hypothalamus. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* **2012**, *302*, R1219–1232, doi:10.1152/ajpregu.00028.2012.
157. Yackle, K.; Schwarz, L.A.; Kam, K.; Sorokin, J.M.; Huguenard, J.R.; Feldman, J.L.; Luo, L.; Krasnow, M.A. Breathing Control Center Neurons That Promote Arousal in Mice. *Science* **2017**, *355*, 1411–1415, doi:10.1126/science.aai7984.
158. Menuet, C.; Connelly, A.A.; Bassi, J.K.; Melo, M.R.; Le, S.; Kamar, J.; Kumar, N.N.; McDougall, S.J.; McMullan, S.; Allen, A.M. PreBötzing Complex Neurons Drive Respiratory Modulation of Blood Pressure and Heart Rate. *Elife* **2020**, *9*, doi:10.7554/eLife.57288.
159. Zope, S.A.; Zope, R.A. Sudarshan Kriya Yoga: Breathing for Health. *Int J Yoga* **2013**, *6*, 4–10, doi:10.4103/0973-6131.105935.
160. Cummins, E.P.; Strowitzki, M.J.; Taylor, C.T. Mechanisms and Consequences of Oxygen and Carbon Dioxide Sensing in Mammals. *Physiol Rev* **2020**, *100*, 463–488, doi:10.1152/physrev.00003.2019.
161. Jafari, M.J.; Khajevandi, A.A.; Mousavi Najarkola, S.A.; Yekaninejad, M.S.; Pourhoseingholi, M.A.; Omid, L.; Kalantary, S. Association of Sick Building Syndrome with Indoor Air Parameters. *Tanaffos* **2015**, *14*, 55–62.
162. Redlich, C.A.; Sparer, J.; Cullen, M.R. Sick-Building Syndrome. *Lancet* **1997**, *349*, 1013–1016, doi:10.1016/S0140-6736(96)07220-0.
163. Kaw, R.; Hernandez, A.V.; Walker, E.; Aboussouan, L.; Mokhlesi, B. Determinants of Hypercapnia in Obese Patients with Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Metaanalysis of Cohort Studies. *Chest* **2009**, *136*, 787–796, doi:10.1378/chest.09-0615.
164. Edwards, N.; Wilcox, I.; Polo, O.J.; Sullivan, C.E. Hypercapnic Blood Pressure Response Is Greater during the Luteal Phase of the Menstrual Cycle. *Journal of Applied Physiology* **1996**, *81*, 2142–2146, doi:10.1152/jappl.1996.81.5.2142.
165. Services, A.C. What People With Asthma Need to Know About Face Masks and Coverings During the COVID-19 Pandemic Available online: <https://community.aafa.org/blog/what-people-with-asthma-need-to-know-about-face-masks-and-coverings-during-the-covid-19-pandemic> (accessed on 29 January 2021).
166. Shigemura, M.; Lecuona, E.; Angulo, M.; Homma, T.; Rodriguez, D.A.; Gonzalez-Gonzalez, F.J.; Welch, L.C.; Amarelle, L.; Kim, S.-J.; Kaminski, N.; et al. Hypercapnia Increases Airway Smooth Muscle Contractility via Caspase-7-Mediated MiR-133a-RhoA Signaling. *Sci Transl Med* **2018**, *10*, doi:10.1126/scitranslmed.aat1662.
167. Roberge, R. Facemask Use by Children during Infectious Disease Outbreaks. *Biosecur Bioterror* **2011**, *9*, 225–231, doi:10.1089/bsp.2011.0009.
168. Schwarz, S.; Jenetzky, E.; Krafft, H.; Maurer, T.; Steuber, C.; Reckert, T.; Fischbach, T.; Martin, D. Corona bei Kindern: Die Co-Ki Studie. *Monatsschr Kinderheilkd* **2020**, doi:10.1007/s00112-020-01050-3.
169. van der Kleij, L.A.; De Vis, J.B.; de Bresser, J.; Hendrikse, J.; Siero, J.C.W. Arterial CO₂ Pressure Changes during Hypercapnia Are Associated with Changes in Brain Parenchymal Volume. *Eur Radiol Exp* **2020**, *4*, doi:10.1186/s41747-020-0144-z.

170. Geer Wallace, M.A.; Pleil, J.D. Evolution of Clinical and Environmental Health Applications of Exhaled Breath Research: Review of Methods : Instrumentation for Gas-Phase, Condensate, and Aerosols. *Anal Chim Acta* **2018**, *1024*, 18–38, doi:10.1016/j.aca.2018.01.069.
171. Sukul, P.; Schubert, J.K.; Zanaty, K.; Trefz, P.; Sinha, A.; Kamysek, S.; Miekisch, W. Exhaled Breath Compositions under Varying Respiratory Rhythms Reflects Ventilatory Variations: Translating Breathomics towards Respiratory Medicine. *Scientific Reports* **2020**, *10*, 14109, doi:10.1038/s41598-020-70993-0.
172. Lai, P.S.; Christiani, D.C. Long-Term Respiratory Health Effects in Textile Workers. *Curr Opin Pulm Med* **2013**, *19*, 152–157, doi:10.1097/MCP.0b013e32835cee9a.
173. Goetz, L.H.; Schork, N.J. Personalized Medicine: Motivation, Challenges and Progress. *Fertil Steril* **2018**, *109*, 952–963, doi:10.1016/j.fertnstert.2018.05.006.
174. Samannan, R.; Holt, G.; Calderon-Candelario, R.; Mirsaeidi, M.; Campos, M. Effect of Face Masks on Gas Exchange in Healthy Persons and Patients with COPD. *Annals ATS* **2020**, doi:10.1513/AnnalsATS.202007-812RL.
175. Streeck, H.; Schulte, B.; Kuemmerer, B.; Richter, E.; Hoeller, T.; Fuhrmann, C.; Bartok, E.; Dolscheid, R.; Berger, M.; Wessendorf, L.; et al. Infection Fatality Rate of SARS-CoV-2 Infection in a German Community with a Super-Spreading Event. *medRxiv* **2020**, 2020.05.04.20090076, doi:10.1101/2020.05.04.20090076.
176. Ioannidis, J. The Infection Fatality Rate of COVID-19 Inferred from Seroprevalence Data. *medRxiv* **2020**, 2020.05.13.20101253, doi:10.1101/2020.05.13.20101253.
177. Executive Board: Special Session on the COVID-19 Response Available online: <https://www.who.int/news-room/events/detail/2020/10/05/default-calendar/executive-board-special-session-on-the-covid19-response> (accessed on 13 November 2020).
178. Conference, I.H. WHO - Constitution of the World Health Organization. 1946. *Bulletin of the World Health Organization* **2002**, *80*, 983–984.